



HEIDENHAIN



Winkelmessgeräte
mit Eigenlagerung

Juni 2006



Winkelmessgeräte mit Eigenlagerung
und integrierter Statorkupplung



Winkelmessgeräte mit Eigenlagerung
für separate Wellenkupplung

Informationen über

- Winkelmessgeräte ohne Eigenlagerung
 - Drehgeber
 - Messgeräte für elektrische Antriebe
 - Offene Längenmessgeräte
 - Längenmessgeräte für gesteuerte Werkzeugmaschinen
 - Interface-Elektroniken
 - HEIDENHAIN-Steuerungen
- erhalten Sie auf Anfrage oder finden Sie im Internet unter www.heidenhain.de.

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

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

Inhalt

Übersicht				
Winkelmessgeräte von HEIDENHAIN			4	
Auswahlhilfe	Absolute Winkelmessgeräte mit Eigenlagerung		6	
	Inkrementale Winkelmessgeräte mit Eigenlagerung		8	
	Winkelmessgeräte ohne Eigenlagerung		10	
Technische Eigenschaften und Anbauhinweise				
Messprinzipien	Maßverkörperung, Messverfahren		12	
Abtastung der Maßverkörperung			14	
Messgenauigkeit			16	
Mechanische Geräteausführungen und Anbau			18	
Allgemeine mechanische Hinweise			22	
Technische Kennwerte				
Winkelmessgeräte mit Eigenlagerung und integrierter Statorkupplung	Baureihe RCN 200	$\pm 5''/\pm 2,5''$	24	
	Baureihe RON 200	$\pm 5''/\pm 2,5''$	26	
	RON 785	$\pm 2''$	28	
	Baureihe RCN 700/RCN 800	$\pm 2''/\pm 1''$ $\varnothing 60 \text{ mm}$		30
			$\varnothing 100 \text{ mm}$	32
	RON 786	$\pm 2''$	34	
	RON 886/RPN 886	$\pm 1''$	34	
	RON 905	$\pm 0,4''$	36	
	Winkelmessgeräte mit Eigenlagerung für separate Wellenkupplung	Baureihe ROD 200	$\pm 5''$	38
		ROD 780	$\pm 2''$	40
ROD 880		$\pm 1''$	40	
Elektrischer Anschluss				
Schnittstellen und Anschlussbelegungen	Inkrementalsignale	$\sim 1 V_{SS}$	42	
		\square TTL	44	
	Absolute Positionswerte	EnDat	46	
		Fanuc und Mitsubishi	53	
Steckverbinder und Kabel			54	
Allgemeine elektrische Hinweise			58	
Auswerte- und Anzeige-Elektroniken				
Messwertanzeige, Interpolations- und Digitalisierungs-Elektroniken, Interfacekarten			60	
HEIDENHAIN-Messmittel			62	

Winkelmessgeräte von HEIDENHAIN

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

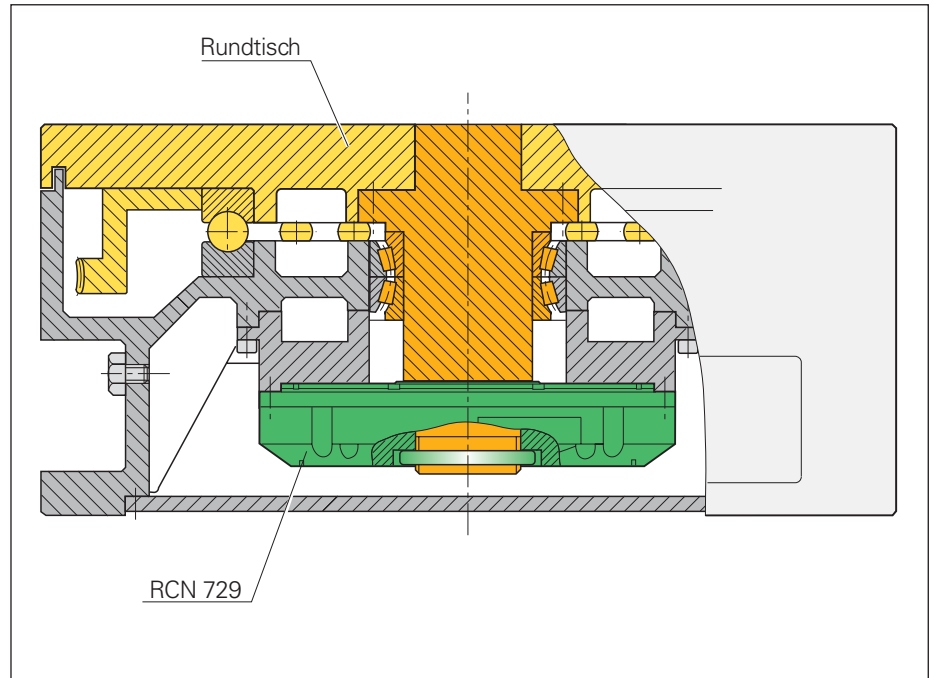
Im Gegensatz dazu sind Drehgeber Messgeräte mit einer typischen Genauigkeit von mehr als $\pm 10''$.

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.

Abhängig von den Anwendungen und deren Anforderungen sind in den folgenden Tabellen unterschiedliche Winkelmessgeräte aufgeführt.



Anbau des Winkelmessgeräts **RCN 729** am Rundtisch einer Werkzeugmaschine

Man unterscheidet bei Winkelmessgeräten folgende mechanische Konstruktionsprinzipien:

Winkelmessgeräte mit Eigenlagerung, Hohlwelle und integrierter Statorkupplung

Die konstruktive Anordnung der Statorkupplung bewirkt, dass die Kupplung bei einer Winkelbeschleunigung der Welle nur das aus der Lagerreibung resultierende Drehmoment aufnehmen muss. Winkelmessgeräte **RCN**, **RON** und **RPN** weisen daher ein gutes dynamisches Verhalten auf. Durch die integrierte Statorkupplung enthält die angegebene Systemgenauigkeit auch Abweichungen der Wellenankopplung.

Weitere Vorteile:

- kurze Bauform und geringer Einbauraum
- Hohlwellen bis 100 mm zur Durchführung von Versorgungsleitungen etc.
- einfache Montage

Auswahlhilfe

für absolute Winkelmessgeräte

siehe Seite 6/7

für inkrementale Winkelmessgeräte

siehe Seite 8/9



Inkrementales Winkelmessgerät **RCN 729**



Inkrementales Winkelmessgerät **ROD 880** mit Flach-Kupplung **K 16**

Winkelmeßgeräte mit Eigenlagerung, für separate Wellenkupplung

Winkelmeßgeräte mit Vollwelle **ROD** 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 ± 1 mm realisieren.

Auswahlhilfe siehe Seite 8/9



Inkrementales Winkelmeßgerät **ERA 4000**

Winkelmeßgeräte ohne Eigenlagerung

Die Winkelmeßgeräte ohne Eigenlagerung (Einbau-Winkelmeßgeräte) **ERP** und **ERA** sind zum Einbau in Maschinenelemente oder Vorrichtungen vorgesehen. Sie eignen sich für folgende Anforderungen:

- große Hohlwellendurchmesser (bis zu 10 m mit einer Bandlösung)
- hohe Drehzahlen bis zu 20000 min^{-1}
- kein zusätzliches Anlaufdrehmoment durch Wellendichtringe
- Segmentlösungen

Auswahlhilfe siehe Seite 10/11

Detaillierte Informationen über die Einbau-Winkelmeßgeräte finden Sie im Internet unter www.heidenhain.de oder im Katalog *Winkelmeßgeräte ohne Eigenlagerung*.

Auswahlhilfe

Absolute Winkelmessgeräte mit Eigenlagerung

Baureihe	Hauptabmessungen in mm	System- genauigkeit	Empfohlener Messschritt ¹⁾	Mechanisch zul. Drehzahl	Inkremental- signale	Signal- perioden/U
Mit integrierter Stator-Kupplung						
RCN 200		± 5"	0,000 1°	3000 min ⁻¹	~ 1 V _{SS}	16 384
		–			–	
	–	–				
	–	–				
	± 2,5"	~ 1 V _{SS}			16 384	
	–	–				
–	–					
RCN 700		± 2"	0,000 1°	1000 min ⁻¹	~ 1 V _{SS}	32 768
					–	–
	–				–	
	–				–	
					~ 1 V _{SS}	32 768
					–	–
–	–					
RCN 800		± 1"	0,000 05°	1000 min ⁻¹	~ 1 V _{SS}	32 768
					–	–
	–				–	
	–				–	
					~ 1 V _{SS}	32 768
					–	–
–	–					

¹⁾ für die Positionserfassung

	Absolute Positionswerte	Absolute Positionen/ Umdrehung	Typ	Seite
	EnDat 2.2/02	67 108 864 \triangleq 26 Bit	RCN 226	24
	EnDat 2.2/22	67 108 864 \triangleq 26 Bit	RCN 226	
	Fanuc 02	8 388 608 \triangleq 23 Bit	RCN 223 F	
	Mit 02-4	8 388 608 \triangleq 23 Bit	RCN 223 M	
	EnDat 2.2/02	268 435 456 \triangleq 28 Bit	RCN 228	
	EnDat 2.2/22	268 435 456 \triangleq 28 Bit	RCN 228	
	Fanuc 02	134 217 728 \triangleq 27 Bit	RCN 227 F	
	Mit 02-4	134 217 728 \triangleq 27 Bit	RCN 227 M	
	EnDat 2.2/02	536 870 912 \triangleq 29 Bit	RCN 729	30
	EnDat 2.2/22	536 870 912 \triangleq 29 Bit	RCN 729	
	Fanuc 02	134 217 728 \triangleq 27 Bit	RCN 727 F	
	Mit 02-4	134 217 728 \triangleq 27 Bit	RCN 727 M	
	EnDat 2.2/02	536 870 912 \triangleq 29 Bit	RCN 729	32
	EnDat 2.2/22	536 870 912 \triangleq 29 Bit	RCN 729	
	Fanuc 02	134 217 728 \triangleq 27 Bit	RCN 727 F	
	Mit 02-4	134 217 728 \triangleq 27 Bit	RCN 727 M	
	EnDat 2.2/02	536 870 912 \triangleq 29 Bit	RCN 829	30
	EnDat 2.2/22	536 870 912 \triangleq 29 Bit	RCN 829	
	Fanuc 02	134 217 728 \triangleq 27 Bit	RCN 827 F	
	Mit 02-4	134 217 728 \triangleq 27 Bit	RCN 827 M	
	EnDat 2.2/02	536 870 912 \triangleq 29 Bit	RCN 829	32
	EnDat 2.2/22	536 870 912 \triangleq 29 Bit	RCN 829	
	Fanuc 02	134 217 728 \triangleq 27 Bit	RCN 827 F	
	Mit 02-4	134 217 728 \triangleq 27 Bit	RCN 827 M	



RCN 200



RCN 700
Ø 60 mm



RCN 800
Ø 100 mm















Auswahlhilfe

Inkrementale Winkelmessgeräte mit Eigenlagerung

Baureihe	Hauptabmessungen in mm	Systemgenauigkeit	Empfohlener Messschritt ¹⁾	Mechanisch zul. Drehzahl
Mit integrierter Stator-Kupplung				
RON 200		$\pm 5''$ $\pm 2,5''$	0,005°	3000 min ⁻¹
			0,001°/0,0005°	
			0,0001°	
RON 700		$\pm 2''$	0,0001°	1000 min ⁻¹
RON 800 RPN 800		$\pm 1''$	0,00005° 0,00001°	1000 min ⁻¹
RON 900		$\pm 0,4''$	0,00001°	100 min ⁻¹
Für separate Wellenkupplung				
ROD 200		$\pm 5''$	0,005°	10000 min ⁻¹
			0,0005°	
			0,0001°	
ROD 700		$\pm 2''$	0,0001°	1000 min ⁻¹
ROD 800		$\pm 1''$	0,00005°	1000 min ⁻¹

¹⁾ für die Positionserfassung

²⁾ mit integrierter Interpolation

	Inkrementalsignale	Signalperioden/U	Typ	Seite
		18000 ²⁾	RON 225	26
		180000/90000 ²⁾	RON 275	
	 1 V _{SS}	18000	RON 285	
	 1 V _{SS}	18000	RON 287	
	 1 V _{SS}	18000	RON 785	28
	 1 V _{SS}	18000/36000	RON 786	
	 1 V _{SS}	36000	RON 886	34
	 1 V _{SS}	180000	RPN 886	
	 11 μA _{SS}	36000	RON 905	36
		18000 ²⁾	ROD 220	38
		180000 ²⁾	ROD 270	
	 1 V _{SS}	18000	ROD 280	
	 1 V _{SS}	18000/36000	ROD 780	40
	 1 V _{SS}	36000	ROD 880	



RON 285



RON 786



RON 905



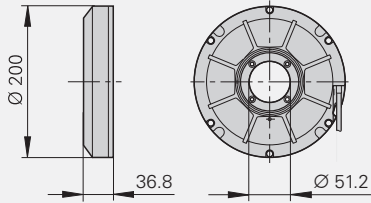
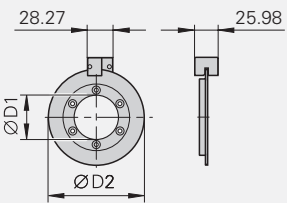
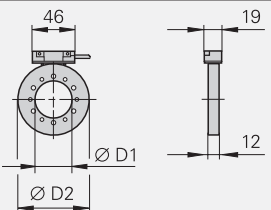
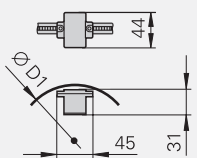
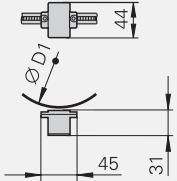
ROD 280



ROD 780

Auswahlhilfe

Winkelmessgeräte ohne Eigenlagerung

Baureihe	Hauptabmessungen in mm	Durchmesser D1/D2	Strichzahl/ System- genauigkeit ¹⁾	Empfohlener Messschritt ³⁾	Mechanisch zul. Drehzahl
Teilung auf massivem Teilungsträger					
ERP 880 Glas-Teilkreis mit interferentieller Teilung		–	90000/± 1" (180 000 Signalperioden)	0,00001°	≤ 1 000 min ⁻¹
ERP 4000		D1: 8 mm D2: 44 mm	65 536/± 5" (131 072 Signalperioden)	0,00001°	≤ 300 min ⁻¹
ERP 8000		D1: 50 mm D2: 108 mm	180 000/± 2" (360 000 Signalperioden)	0,000005°	≤ 100 min ⁻¹
ERA 4x80 Stahl-Teilungstrommel mit Zentrierbund		D1: 40 mm bis 512 mm D2: 76,75 mm bis 560,46 mm	3 000/± 9,4" bis 52 000/± 2,3"	0,002° bis 0,00005°	≤ 10 000 min ⁻¹ bis ≤ 1 500 min ⁻¹
ERA 4x81 Stahl-Teilungstrommel mit geringer Masse und geringem Trägheitsmoment		D1: 26 mm bis 280 mm D2: 52,65 mm bis 305,84 mm	4 096/± 10,2" bis 48 000/± 2,8"		≤ 6 000 min ⁻¹ bis ≤ 2 000 min ⁻¹
ERA 4282 Stahl-Teilungstrommel für erhöhte Genauigkeitsansprüche		D1: 40 mm bis 270 mm D2: 76,75 mm bis 331,31 mm	12 000/± 5,1" bis 52 000/± 2"		≤ 10 000 min ⁻¹ bis ≤ 2 500 min ⁻¹
Teilung auf Stahlband					
ERA 700 für Innendurchmesser- Montage		458,62 mm 573,20 mm 1 146,10 mm	Vollkreis ¹⁾ 36 000/± 3,5" (1) 45 000/± 3,4" (2) 90 000/± 3,2" (3)	0,0002° bis 0,00002°	≤ 500 min ⁻¹
		318,58 mm 458,62 mm 573,20 mm	Segment ²⁾ 5 000 10 000 20 000		
ERA 800 für Außendurchmesser- Montage		458,04 mm 572,63 mm	Vollkreis ¹⁾ 36 000/± 3,5" (1) 45 000/± 3,4" (2)	0,0002° bis 0,00005°	≤ 100 min ⁻¹
		317,99 mm 458,04 mm 572,63 mm	Segment ²⁾ 5 000 10 000 20 000		

1) ohne Anbau, zusätzliche Abweichungen durch Anbau und Lagerung der zu messenden Welle sind nicht berücksichtigt

2) Segmentwinkel 50° bis 200°; Genauigkeit siehe *Messgenauigkeit*

3) für die Positionserfassung

Inkremental- signale/ Teilungsperiode	Referenzmarken	Typ	Weitere Informa- tionen
$\sim 1 V_{SS}/-$	eine	ERP 880	Katalog <i>Winkel- messgeräte ohne Eigen- lagerung</i>
	keine	ERP 4080	
		ERP 8080	
$\sim 1 V_{SS}/20 \mu m$	abstandscodiert	ERA 4280 C	
$\sim 1 V_{SS}/40 \mu m$		ERA 4480 C	
$\sim 1 V_{SS}/80 \mu m$		ERA 4880 C	
$\sim 1 V_{SS}/20 \mu m$		ERA 4281 C	
$\sim 1 V_{SS}/40 \mu m$		ERA 4481 C	
$\sim 1 V_{SS}/20 \mu m$		ERA 4282 C	
$\sim 1 V_{SS}/40 \mu m$	abstandscodiert (Grundabstand 1 000 Teilungs- perioden)	ERA 780 C Vollkreis	Katalog <i>Winkel- messgeräte ohne Eigen- lagerung</i>
		ERA 781 C Segment	
$\sim 1 V_{SS}/40 \mu m$	abstandscodiert (Grundabstand 1 000 Teilungs- perioden)	ERA 880 C Vollkreis	
		ERA 881 C Segment mit Spannelementen	
		ERA 882 C Segment ohne Spannelemente	



ERP 880



ERP 4080



ERA 4000



ERA 780



ERA 880

Messprinzipien

Maßverkörperung

HEIDENHAIN-Messgeräte benutzen Maßverkörperungen aus regelmäßigen Strukturen – sogenannte Teilungen. Als Trägermaterial für diese Teilungen dienen Glas- oder Stahlsubstrate: Glas findet meist Verwendung bei Geräten für Drehzahlen bis 10000 min^{-1} , bei höheren Drehzahlen bis 20000 min^{-1} kommen Stahltrommeln zum Einsatz. Bei Messgeräten für große Durchmesser dient ein Stahlband als Teilungsträger.

Die feinen Teilungen werden durch unterschiedliche fotolithografische Verfahren hergestellt. Teilungen werden gebildet durch:

- äußerst widerstandsfähige Chromstriche auf Glas oder vergoldeten Stahltrommeln,
- mattgeätzte Striche auf einem vergoldeten Stahlband,
- ins Quarzglas geätzte dreidimensionale Strukturen.

Diese von HEIDENHAIN entwickelten fotolithografischen Herstellungsverfahren DIADUR, AURODUR bzw. METALLUR ermöglichen typische Teilungsperioden von:

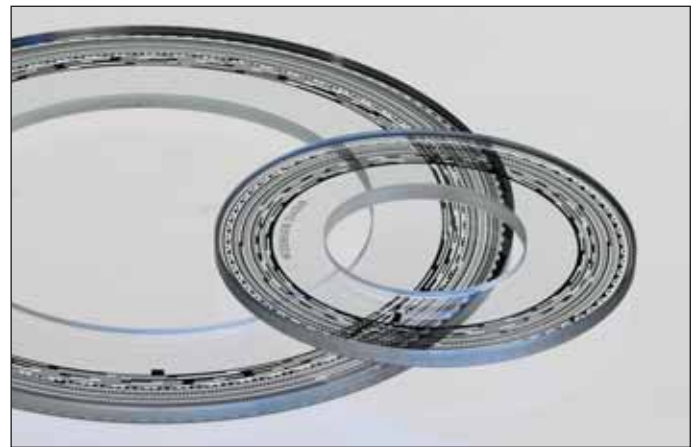
- $40 \mu\text{m}$ bei AURODUR
- $20 \mu\text{m}$ bei METALLUR
- $10 \mu\text{m}$ bei DIADUR
- $4 \mu\text{m}$ und kleiner bei geätztem Quarzglas

Diese Verfahren ermöglichen zum einen feine Teilungsperioden und zeichnen sich zum anderen durch hohe Kantenschärfe und Homogenität der Teilung aus. Zusammen mit dem photoelektrischen Abtastverfahren ist dies maßgebend für die hohe Güte der Ausgangssignale.

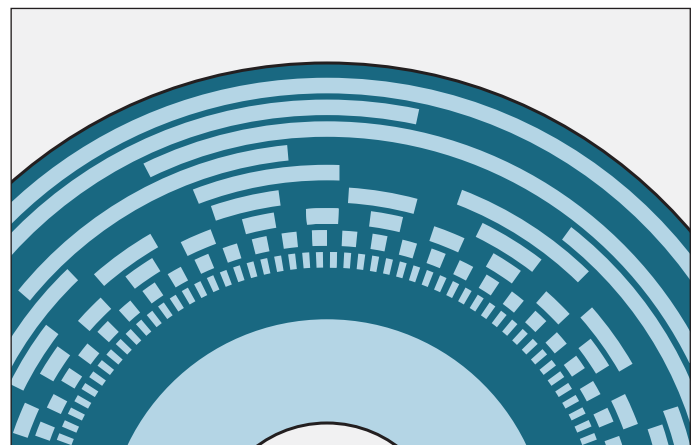
Die Originalteilungen fertigt HEIDENHAIN auf eigens dafür hergestellten hochpräzisen Teilmaschinen.

Absolutes Messverfahren

Absolute Winkelmessgeräte verfügen über mehrere Teilungs- bzw. Codespuren. Aus der Anordnung ergibt sich eine absolute Positionsinformation, die sofort nach dem Einschalten zur Verfügung steht. Die Spur mit der feinsten Teilungsstruktur wird interpoliert für den Positionswert und gleichzeitig zum Erzeugen eines Inkrementalsignals verwendet (siehe *EnDat-Interface*).



Kreisteilungen absoluter Winkelmessgeräte



Schematische Darstellung eines Teilkreises mit absoluter Teilung

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, verfügen die Maßstäbe oder Maßbänder 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. RON 786 C).

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:

α_1 = absolute Winkelposition der zuerst überfahrenen Referenzmarke zur Null-Position in Grad

abs = Absolutbetrag

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

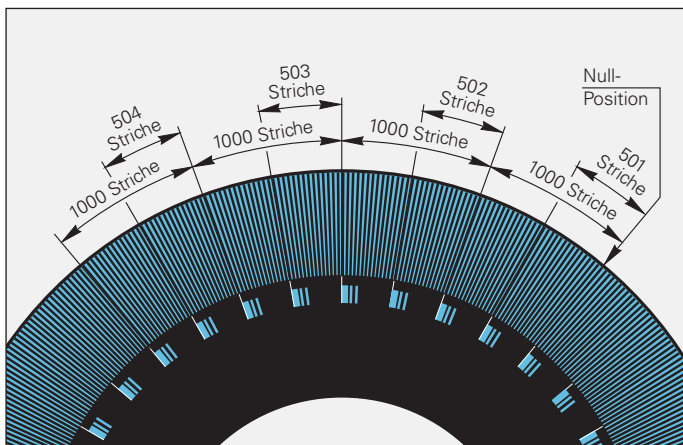
M_{RR} = Messwert zwischen den überfahrenen Referenzmarken in Grad

G = Grundabstand zwischen zwei festen Referenzmarken (siehe Tabelle)

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

D = Drehrichtung (+1 oder -1)
Die Drehung nach rechts (auf die Montageseite des Winkelmessgeräts – siehe Anschlussmaße – gesehen) ergibt „+1“

Strichzahl z	Anzahl der Referenzmarken	Grundabstand G
36 000	72	10°
18 000	36	20°



Schematische Darstellung einer Kreisteilung mit abstandscodierten Referenzmarken



Kreisteilungen inkrementaler Winkelmessgeräte

Abtastung der Maßverkörperung

Photoelektrische Abtastung

Die meisten HEIDENHAIN-Messgeräte arbeiten nach dem Prinzip der photoelektrischen Abtastung. Die photoelektrische 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 photoelektrische Abtastung. HEIDENHAIN verwendet bei Winkelmessgeräten zwei Abtastprinzipien:

- das **abbildende Messprinzip** bei Teilungsperioden von 10 µm bis ca. 70 µm.
- das **interferentielle Messprinzip** für sehr feine Strichgitter mit Teilungsperioden von 4 µm.

Abbildendes Messprinzip

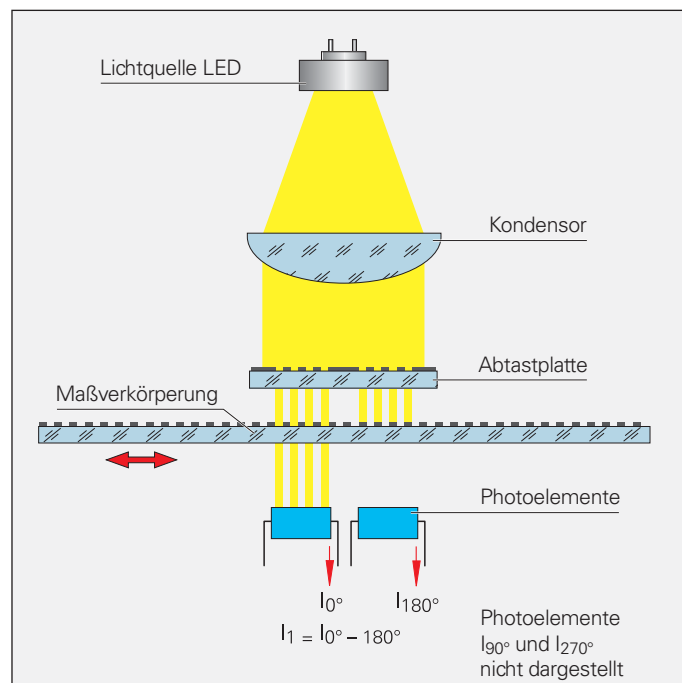
Das abbildende Messprinzip arbeitet – vereinfacht beschrieben – mit schattenoptischer Signalerzeugung: Zwei Strichgitter mit beispielsweise gleicher Teilungsperiode – Teilkreis und Abtastplatte – werden zueinander bewegt. Das Trägermaterial der Abtastplatte ist lichtdurchlässig, die Teilung der Maßverkörperung 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 mit der gleichen Teilungsperiode. 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.

Photoelemente wandeln 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 Teilkreis. Praktikable Anbautoleranzen eines Messgeräts mit abbildendem Messprinzip werden bei Teilungsperioden von 10 µm und größer erzielt.

Nach dem abbildenden Messprinzip arbeiten die eigengelagerten Winkelmessgeräte RCN, RON und ROD.

Abbildendes Messprinzip



Messgenauigkeit

Die Genauigkeit der Winkelmessung wird im wesentlichen bestimmt durch:

1. die Güte der Teilung
2. die Güte der Abtastung
3. die Güte der Signalverarbeitungs-Elektronik
4. die Exzentrizität der Teilung zur Lagerung
5. die Rundlauf-Abweichung der Lagerung
6. die Elastizität der Messgeräthewelle und deren Ankopplung an die zu messende Welle
7. die Elastizität der Statorkupplung (RCN, RON, RPN) bzw. Wellenkupplung (ROD)

Die Genauigkeit der Winkelmessung bestimmt bei Positionieraufgaben die Genauigkeit der Positionierung einer Rundachse. Die in den *Technischen Kennwerten* angegebene **Systemgenauigkeit** ist folgendermaßen definiert:

Die Extremwerte der Gesamtabweichungen einer beliebigen Position liegen – bezogen auf ihren Mittelwert – innerhalb der Systemgenauigkeit $\pm a$.

Die Gesamtabweichungen werden bei konstanter Temperatur (22 °C) in der Endprüfung ermittelt und im Messprotokoll angegeben.

- Bei Winkelmessgeräten mit Eigenlagerung und integrierter Statorkupplung beinhaltet diese Angabe auch die Abweichungen der Wellen-Ankopplung.
- Bei Winkelmessgeräten mit Eigenlagerung und separater Wellen-Kupplung ist

der Winkelfehler der Kupplung zusätzlich zu berücksichtigen (siehe *Mechanische Geräteausführungen und Anbau – ROD*).

- Bei Winkelmessgeräten ohne Eigenlagerung ist mit zusätzlichen Abweichungen aufgrund des Anbaus, den Abweichungen der Lagerung der zu messenden Welle sowie der Justage des Abtastkopfs zu rechnen (siehe Katalog *Winkelmessgeräte ohne Eigenlagerung*). Diese Abweichungen sind bei der Angabe der Systemgenauigkeit nicht berücksichtigt.

Die Systemgenauigkeit beinhaltet die Positionsabweichungen innerhalb einer Umdrehung und die Positionsabweichungen innerhalb einer Signalperiode.

Die **Positionsabweichungen innerhalb einer Umdrehung** kommen bei größeren Winkelbewegungen zum Tragen.

Die **Positionsabweichungen innerhalb einer Signalperiode** wirken sich schon bei sehr kleinen Drehbewegungen und bei Wiederholmessungen aus. Insbesondere im Geschwindigkeits-Regelkreis führen sie zu Drehzahlschwankungen. Diese Abweichungen innerhalb einer Signalperiode werden durch die Qualität der sinusförmigen Abtast-Signale und

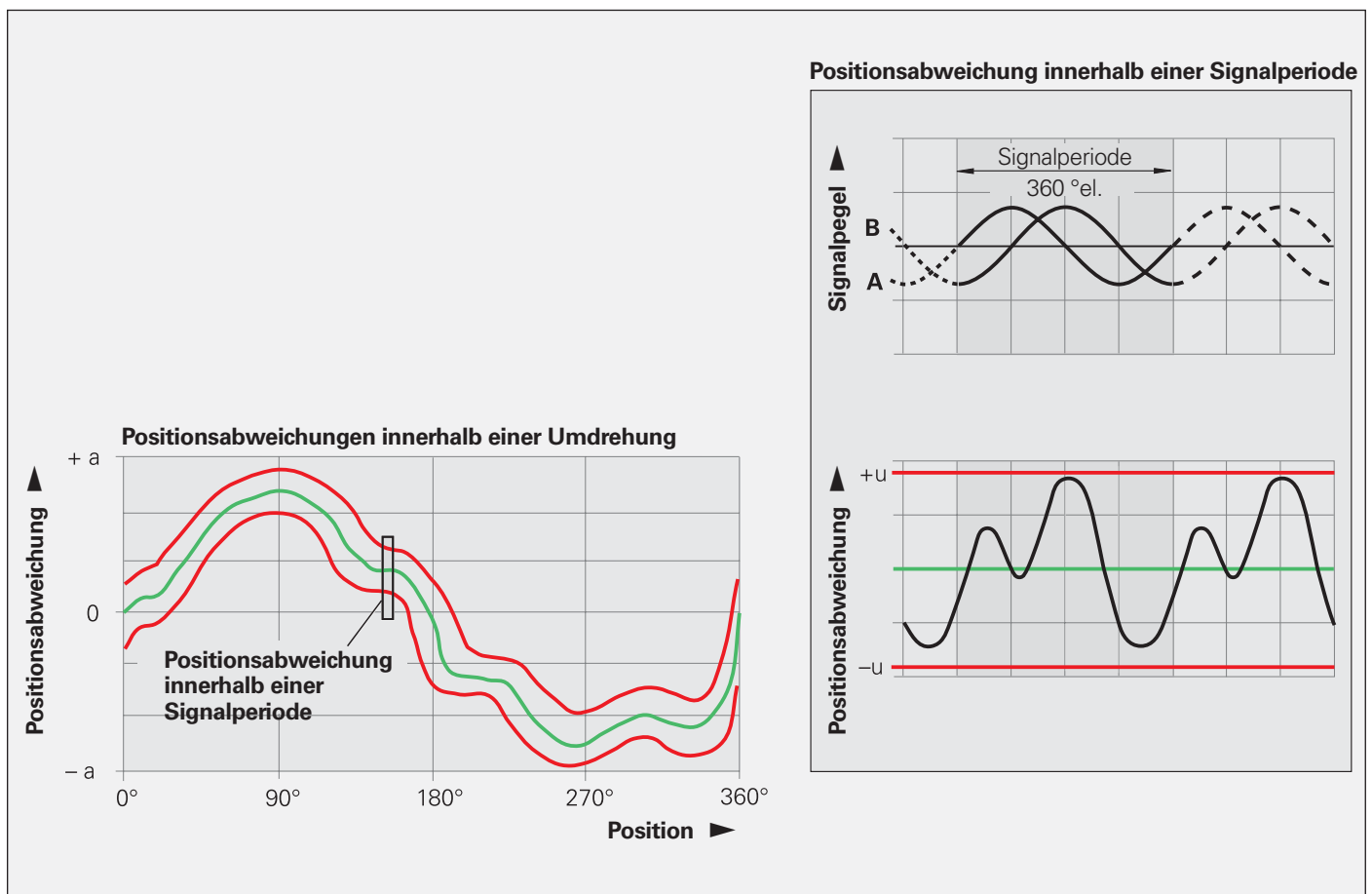
deren Unterteilung verursacht. Folgende Faktoren beeinflussen das Ergebnis:

- die Feinheit der Signalperiode
- die Homogenität und Kantenschärfe der Teilung
- die Güte der optischen Filterstrukturen auf der Abtastplatte
- die Charakteristik der photoelektrischen Detektoren
- die Stabilität und Dynamik bei der Weiterverarbeitung der analogen Signale

HEIDENHAIN-Winkelmessgeräte berücksichtigen diese Einflussfaktoren und ermöglichen damit eine Interpolation der sinusförmigen Ausgangssignale mit Unterteilungsgenauigkeiten von besser als $\pm 1\%$ der Signalperiode (RPN: $\pm 1,5\%$). Die Reproduzierbarkeit ist nochmals höher, so dass sinnvolle elektrische Unterteilungsfaktoren zusammen mit den kleinen Signalperioden hinreichend kleine Messschritte zulassen (siehe *Technische Kennwerte*).

Beispiel:

Winkelmessgerät mit 36 000 sinusförmigen Signalperioden pro Umdrehung
Eine Signalperiode entspricht $0,01^\circ$ bzw. $36''$. Daraus ergeben sich bei einer Signalgüte von $\pm 1\%$ maximale Positionsabweichungen innerhalb einer Signalperiode von ca. $\pm 0,0001^\circ$ bzw. $\pm 0,36''$.



Für die Winkelmessgeräte mit Eigenlagerung erstellt HEIDENHAIN Messprotokolle, die dem Gerät beigegeben sind. Das Messprotokoll dokumentiert die Systemgenauigkeit und gewährleistet über das Kalibriernormal die Rückführbarkeit. In den Genauigkeitsangaben sind bei den Winkelmessgeräten RCN, RON und RPN mit integrierter Kupplung die Abweichungen der Kupplung bereits enthalten, während bei den Geräten mit separater Wellenkupplung die von der Kupplung verursachten Abweichungen (siehe *Mechanische Geräteausführungen und Anbau – ROD – Kinematische Übertragungsfehler*) noch zu addieren sind.

Die Systemgenauigkeit der Winkelmessgeräte wird durch fünf Vorwärts- und fünf Rückwärtsmessungen ermittelt. Die Messpositionen pro Umdrehung sind dabei so gewählt, dass nicht nur die langwellige Abweichung, sondern auch die Positionsabweichung innerhalb einer Signalperiode sehr genau erfasst wird.

Messprotokoll am Beispiel RON 285

- 1 Grafische Darstellung der Abweichungen
 - Hüllkurve —
 - Mittelwertkurve —
- 2 Ergebnisse der Vermessung

Alle so ermittelten Messwerte liegen innerhalb bzw. auf der **Hüllkurve**. Die ebenfalls angegebene **Mittelwertkurve** zeigt das arithmetische Mittel der Messwerte. Die Umkehrspanne ist dabei nicht berücksichtigt.

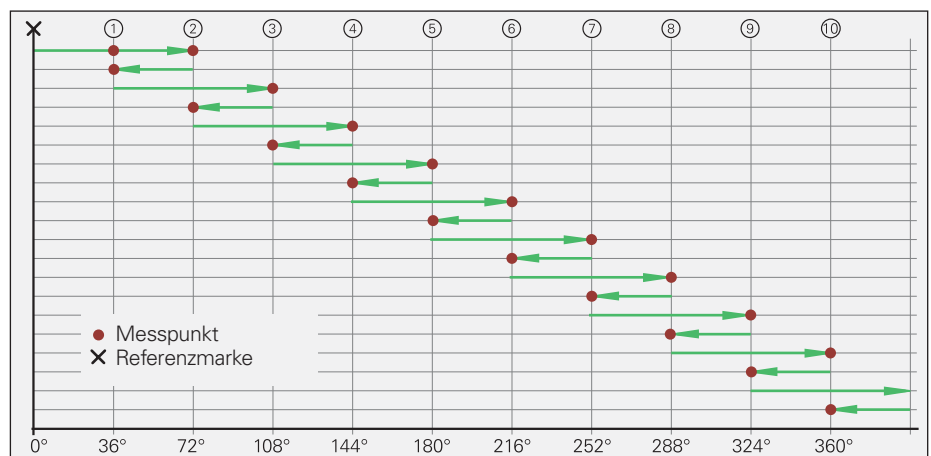
Die **Umkehrspanne** ist abhängig von der Wellenankopplung. Für Winkelmessgeräte mit integrierter Statorkupplung wird sie im Schrittzklus an zehn Messpositionen ermittelt. Auf dem Messprotokoll wird der maximale Wert und der arithmetische Mittelwert dokumentiert.

Für die Umkehrspanne gelten folgende Grenzen:

- RCN/RON 2xx:** max. 0,6"
- RCN/RON 7xx:** max. 0,4"
- RCN/RON/RPN 8xx:** max. 0,4"

Das **Hersteller-Prüfzertifikat** bescheinigt die Systemgenauigkeit des Messgeräts. Mit der Angabe des **Kalibriernormals** ist der Anschluss an den nationalen Standard gegeben.

Ermitteln der Umkehrspanne im Schrittzklus



Messprotokoll Calibration Chart

RON 285 18000
 Id.Nr.: 358 699-07
 S.Nr.: 12 211 342

Strichzahl / Line count: 18000	Umkehrspanne / Mechanical hysteresis	Unsicherheit der Messmaschine / Uncertainty of measuring machine: 0.05"
Positionsabweichung / Position error	Mittelwert / Mean value: 0.22"	Messgeschwindigkeit / Measuring velocity: 6.66 min ⁻¹
Mittelwert / Mean value: ± 1.57"	Maximum / Maximum: 0.34"	Bezugstemperatur / Reference temperature: 22 °C
In einer Signalperiode / Within signal period: ± 0.47"		

Garantierte Systemgenauigkeit des Prüflings

Die Messkurve zeigt Mittelwerte und Extremwerte der Positionsabweichung aus 5 Vor- und Rückwärtsmessungen ohne Umkehrspanne.

Positionsabweichung $\Delta\varphi$ des Messgeräts: $\Delta\varphi = \varphi_3 - \varphi_4$
 (φ_3 = Messposition des Vergleichsnormals, φ_4 = Messposition des Prüflings)
 Anzahl der Messpositionen pro Umdrehung: **2560**
 Die Umkehrspanne wird an 10 Messpositionen im Schrittzklus ermittelt.

The error curve shows the mean and extreme values of the position error from five measurements in forward and backward direction without mechanical hysteresis.

Position error $\Delta\varphi$ of the encoder: $\Delta\varphi = \varphi_3 - \varphi_4$
 (φ_3 = position measured by the reference standard, φ_4 = position measured by the measured encoder)
 Number of measurement positions per revolution: **2560**
 The mechanical hysteresis is determined at 10 measurement positions in a step cycle.

Hersteller-Prüfzertifikat (DIN 55 350-18-4.2.2)	Manufacturer's Inspection Certificate (DIN 55 350-18-4.2.2)	
Dieses Gerät wurde unter strengen HEIDENHAIN-Qualitätsnormen hergestellt und geprüft.	This unit has been manufactured and inspected in accordance with the stringent quality standards of HEIDENHAIN.	The position error lies within the accuracy grade $\pm 5''$.
Die Positionsabweichung liegt innerhalb der Genauigkeitsklasse $\pm 5''$.	Kalibriernormal ERP 880 TK Kalibrierzeichen 50-DKD-K-12901 Kalibrierdatum 02-03	Calibration standard ERP 880 TK Calibration number 50-DKD-K-12901 Calibration date 02-03

Mechanische Geräteausführungen und Anbau

RCN, RON, RPN

Winkelmessgeräte **RCN, RON** und **RPN** haben eine Eigenlagerung, eine Hohlwelle und eine statorseitig eingebaute Kupplung. Die zu messende Welle wird direkt mit der Welle des Winkelmessgeräts verbunden. Die Zuordnung der Referenzmarke zu einer bestimmten Winkelstellung der Antriebswelle lässt sich während des Anbaus von der Geräte-Rückseite her einstellen. Aufbau: Die Teilscheibe ist fest mit der Hohlwelle verbunden. Die Abtasteinheit ist auf der Welle mit Kugellagern gelagert und über eine statorseitige Kupplung mit dem Gehäuse verbunden. Bei einer Winkelbeschleunigung der Welle muss die Kupplung nur das aus der Lagerreibung resultierende Drehmoment aufnehmen. Winkelmessgeräte mit integrierter Statorkupplung weisen daher ein gutes dynamisches Verhalten auf.

Anbau

Das Gehäuse der RCN, RON und RPN wird über Anschraubflansch und Zentrierbund fest mit dem stehenden Maschinenteil verbunden. Über die Nuten im Flansch können Flüssigkeiten ungehindert abfließen.

Wellenankopplung mit Ringmutter

Die Welle der Baureihen RCN, RON und RPN ist als durchgehende Hohlwelle ausgeführt. Beim Anbau wird die Hohlwelle des Winkelmessgeräts über die Maschinenwelle geschoben und von der Geräte-Stirnseite her mit einer Ringmutter befestigt. Mit dem Montagehilfswerkzeug kann die Ringmutter einfach angezogen werden.

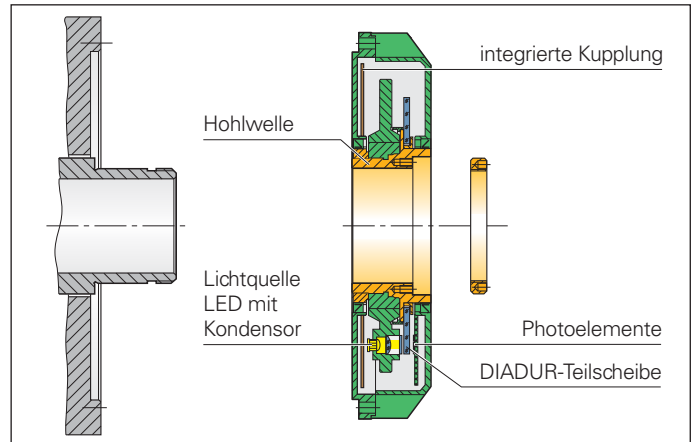
Wellenankopplung RON 905

Der RON 905 hat eine einseitig offene Hohlwelle. Die wellenseitige Verbindung erfolgt über eine axiale Zentralschraube.

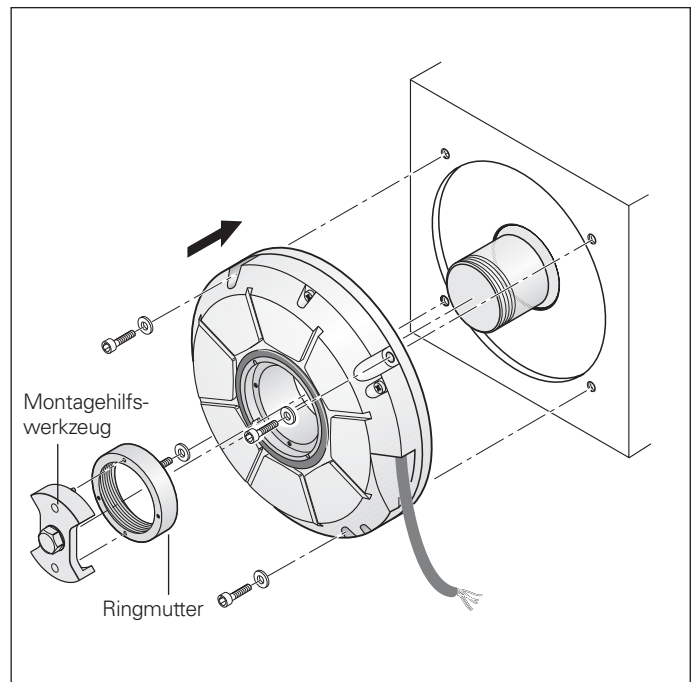
Stirnseitige Wellenankopplung

Speziell bei Rundtischen ist es oft hilfreich, das Winkelmessgerät so in den Tisch zu integrieren, dass es bei abgehobenem Rotor frei zugänglich ist. Dieser Anbau von oben reduziert die Montagezeiten, erhöht die Servicefreundlichkeit und verbessert die Genauigkeit, da das Messgerät näher an der Rundtischlagerung und Mess- bzw. Bearbeitungsebene platziert ist. Die Ankopplung der Hohlwelle erfolgt über stirnseitige Gewindebohrungen mit Hilfe von speziellen, auf die jeweilige Konstruktion abgestimmten Anbauelementen (nicht im Lieferumfang enthalten).

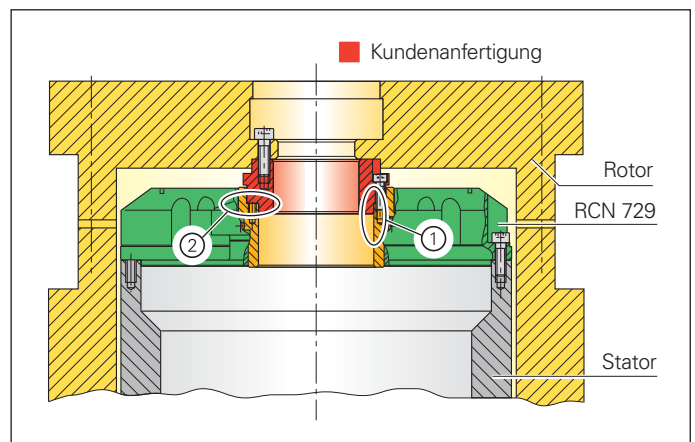
Um die Rundlauf- und Planlaufvorgaben einzuhalten, sind bei der stirnseitigen Wellenankopplung die Innenbohrung ① und die Absatzfläche ② als Montageflächen zu verwenden.



Schematischer Querschnitt des Winkelmessgeräts **RON 886**



Anbau eines Winkelmessgeräts mit durchgehender Hohlwelle



Beispiel einer stirnseitigen Wellenankopplung mit **RCN 729**

Ringmutter für RCN, RON und RPN

Für die Winkelmessgeräte RCN, RON und RPN mit Eigenlagerung und durchgehender Hohlwelle mit integrierter Kupplung bietet HEIDENHAIN spezielle Ringmutter an. Die Toleranz des Wellen-Gewindes ist so zu wählen, dass die Ringmutter leichtgängig mit einem geringen Axial-Spiel geführt wird. Dies gewährleistet eine gleichmäßige Belastung der Wellenverbindung und vermeidet ein Verspannen der Hohlwelle des Winkelmessgeräts.



Ringmutter für RON/RCN 200

Hohlwelle \varnothing 20 mm: ID 336669-03

Ringmutter für RON 785

Hohlwelle \varnothing 50 mm: ID 336669-05

Ringmutter für RON 786; RON/RPN 886 RCN 72x/RCN 82x

Hohlwelle \varnothing 60 mm: ID 336669-01

Ringmutter für RCN 72x/RCN 82x

Hohlwelle \varnothing 100 mm: ID 336669-06

Montagehilfswerkzeug für HEIDENHAIN-Ringmuttern

Das Montagehilfswerkzeug dient zum Anziehen der Ringmutter. Ihre Stifte greifen in die Bohrungen der Ringmutter. Mit Hilfe eines Drehmomentschlüssels kann das erforderliche Anzugsmoment aufgebracht werden.

Montagehilfswerkzeug für Ringmuttern mit

Hohlwelle \varnothing 20 mm ID 530334-03

Hohlwelle \varnothing 50 mm ID 530334-05

Hohlwelle \varnothing 60 mm ID 530334-01

Hohlwelle \varnothing 100 mm ID 530334-06

Prüfwerkzeug für Winkelmessgeräte PWW

Mit dem PWW können einfach und schnell die wesentlichen kundenseitigen Anschlussmaße überprüft werden. Die eingebauten Messmittel erfassen z. B. Lage- und Rundlauf toleranzen unabhängig von der Art der Wellenankopplung.

PWW für

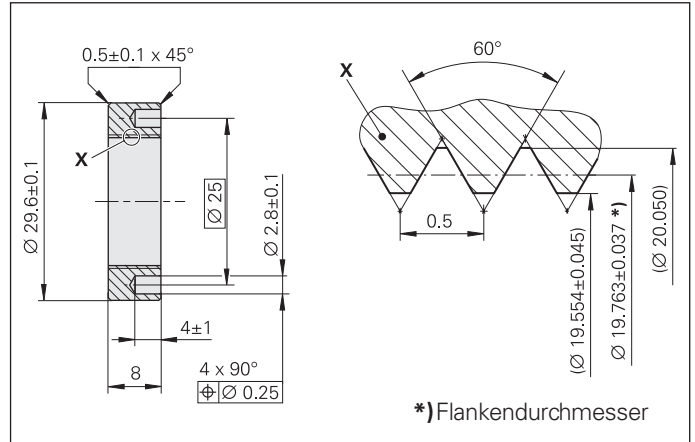
Hohlwelle D 20 mm: ID 516211-01

Hohlwelle D 50 mm: ID 516211-02

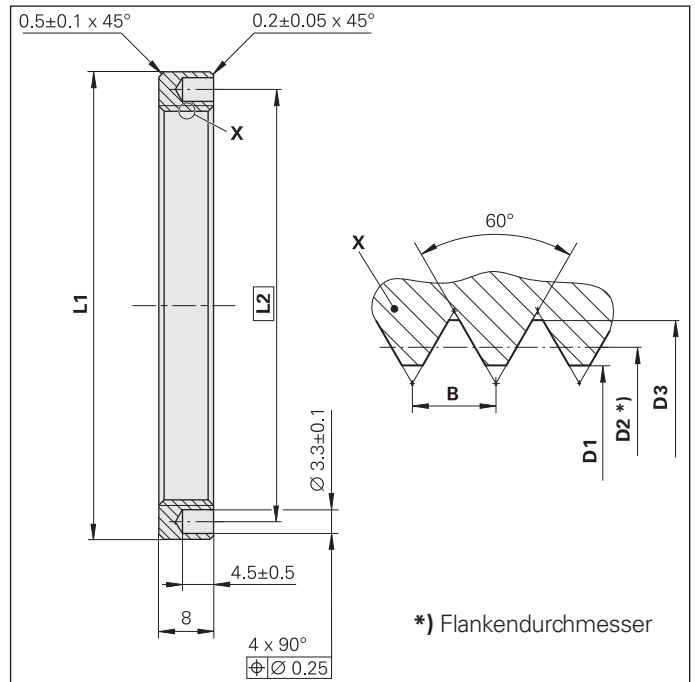
Hohlwelle D 60 mm: ID 516211-03

Hohlwelle D 100 mm: ID 516211-05

Ringmutter für
**Baureihe
RxN 200**



Ringmutter für
**Baureihe
RxN 700/800**



Ringmutter für	L1	L2	D1	D2	D3	B
Hohlwelle \varnothing 50	\varnothing 62±0.2	\varnothing 55	(\varnothing 49.052 ±0.075)	\varnothing 49.469 ±0.059	(\varnothing 50.06)	1
Hohlwelle \varnothing 60	\varnothing 70±0.2	\varnothing 65	(\varnothing 59.052 ±0.075)	\varnothing 59.469 ±0.059	(\varnothing 60.06)	1
Hohlwelle \varnothing 100	\varnothing 114±0.2	\varnothing 107	(\varnothing 98.538 ±0.095)	(\varnothing 99.163 ±0.07)	(\varnothing 100.067)	1,5



Prüfwerkzeug
PWW

Mechanische Geräteausführungen und Anbau

ROD

Winkelmessgeräte **ROD** benötigen eine separate Wellen-Kupplung zur rotorseitigen Ankopplung. Die Wellen-Kupplung gleicht Axialbewegungen und Fluchtungsabweichungen zwischen den Wellen aus und vermeidet so eine zu große Lagerbelastung des Winkelmessgeräts. Zur Realisierung hoher Genauigkeiten ist es notwendig, die Welle des Winkelmessgeräts zur Welle der Maschine optimal fluchtend auszurichten. Im Lieferprogramm von HEIDENHAIN gibt es Membran- und Flach-Kupplungen, die für die rotorseitige Ankopplung der Winkelmessgeräte ROD ausgelegt sind.

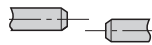
Anbau

Die Winkelmessgeräte ROD haben einen Anschraubflansch mit Zentrierbund. Die Welle wird über eine Membran- oder Flach-Kupplung mit der Maschinenwelle verbunden.

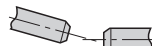
Wellen-Kupplungen

Die Wellen-Kupplung gleicht Axialbewegungen und Fluchtungsabweichungen zwischen Winkelmessgerät-Welle und zu messender Welle aus und vermeidet so eine zu große Lagerbelastung des Winkelmessgeräts.

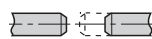
Radial-Versatz λ



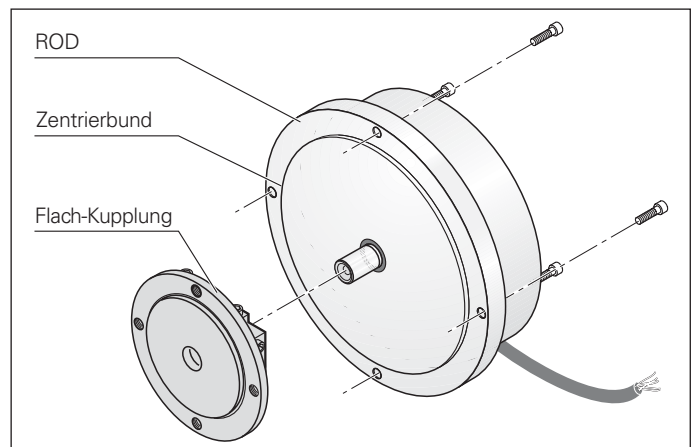
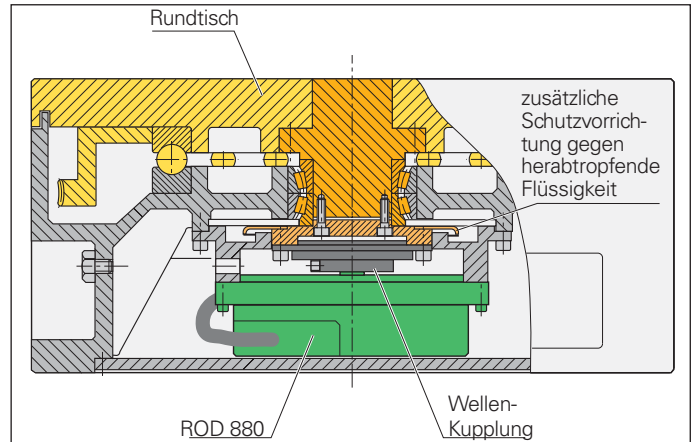
Winkel-Fehler α



Axial-Versatz δ



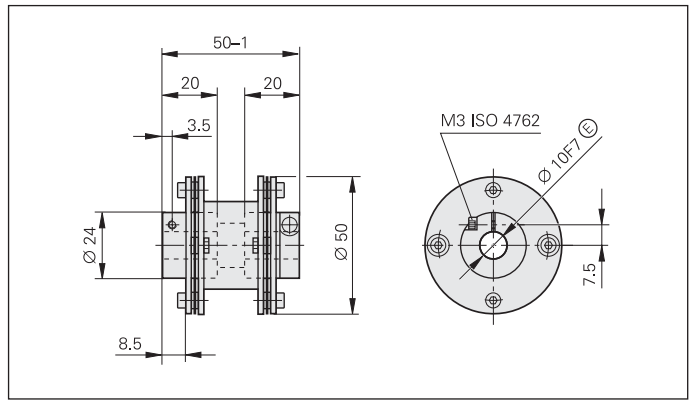
Anbau-Beispiel
ROD 880



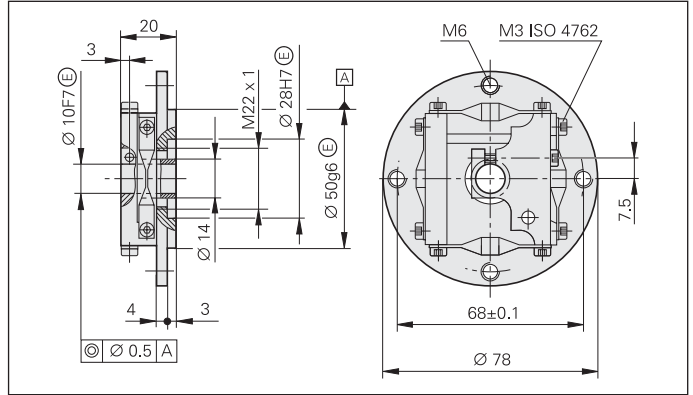
Anbau eines
ROD

Wellen-Kupplung	Baureihe ROD 200		Baureihe ROD 700, Baureihe ROD 800		
	K 03 Membran-Kupplung	K 18 Flach-Kupplung	K 01 Membran-Kupplung	K 15 Flach-Kupplung	K 16 Flach-Kupplung
Nabenbohrungen	10 mm		14 mm		
Kinematischer Übertragungsfehler	$\pm 2''$ bei $\lambda \leq 0,1 \text{ mm}$ und $\alpha \leq 0,09^\circ$		$\pm 1''$	$\pm 0,5''$ bei $\lambda \leq 0,05 \text{ mm}$ und $\alpha \leq 0,03^\circ$	
Torsions-Federkonstante	1 500 Nm/rad	1 200 Nm/rad	4 000 Nm/rad	6 000 Nm/rad	4 000 Nm/rad
Zul. Drehmoment	0,2 Nm	0,5 Nm			
Zul. Radial-Versatz λ	$\leq 0,3 \text{ mm}$				
Zul. Winkel-Fehler α	$\leq 0,5^\circ$			$\leq 0,2^\circ$	$\leq 0,5^\circ$
Zul. Axial-Versatz δ	$\leq 0,2 \text{ mm}$			$\leq 0,1 \text{ mm}$	$\leq 1 \text{ mm}$
Trägheitsmoment (ca.)	$20 \cdot 10^{-6} \text{ kgm}^2$	$75 \cdot 10^{-6} \text{ kgm}^2$	$200 \cdot 10^{-6} \text{ kgm}^2$		$400 \cdot 10^{-6} \text{ kgm}^2$
Zulässige Drehzahl	10000 min^{-1}	1000 min^{-1}	3000 min^{-1}	1000 min^{-1}	
Anzugsmoment der Klemmschrauben (ca.)	1,2 Nm		2,5 Nm	1,2 Nm	
Masse	100 g	117 g	180 g	250 g	410 g

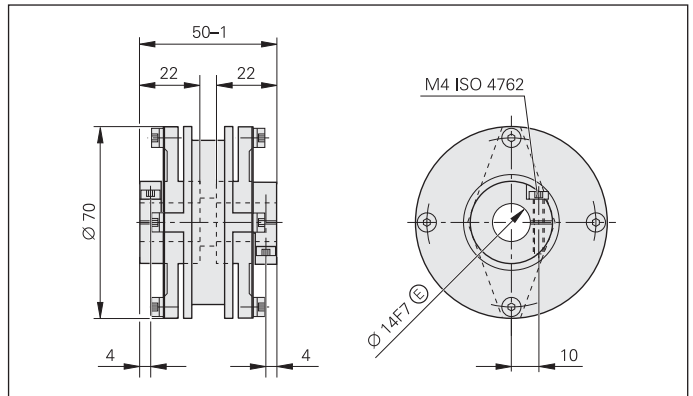
Membran-Kupplung K 03
ID 200313-04



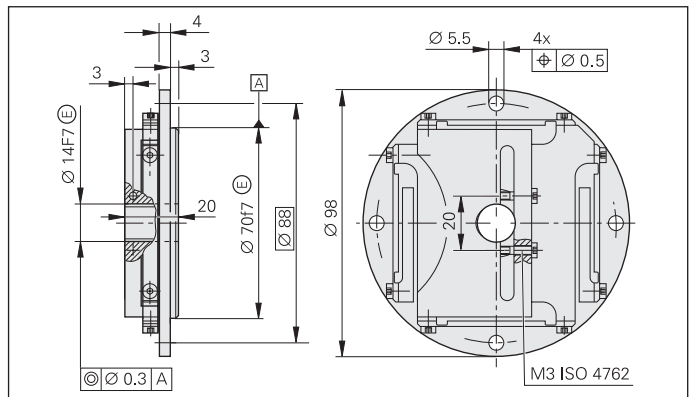
Flach-Kupplung K 18
ID 202227-01



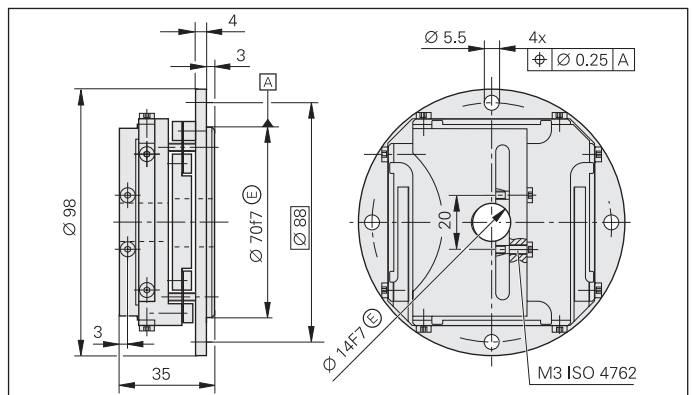
Membran-Kupplung K 01
ID 200301-02



Flach-Kupplung K 15
ID 255797-01



Flach-Kupplung K 16
ID 258878-01



Abmessungen in mm

Allgemeine mechanische Hinweise

Schutzart

Alle Winkelmessgeräte RCN, RON, RPN und ROD erfüllen, soweit nicht anders angegeben, die Schutzart IP 67 nach EN 60529 bzw. IEC 60529. Diese Angaben gelten für Gehäuse und Kabelausgang.

Der **Welleneingang** erfüllt die Schutzart IP 64.

Das **Spritzwasser** darf keine schädliche Wirkung auf die Geräte-Bauteile haben. Falls die Standard-Schutzart IP 64 für den Welleneingang nicht ausreicht, z. B. bei vertikalem Einbau des Winkelmessgeräts, sollten die Geräte durch zusätzliche konstruktive Maßnahmen wie Labyrinth-Dichtungen geschützt werden.

Die Winkelmessgeräte RCN, RON, RPN und ROD sind mit einem Anschluss für Druckluft versehen. Durch **Anlegen von Druckluft** mit geringem Überdruck können diese Geräte zusätzlich vor Verschmutzung geschützt werden.

Die direkt in die Messgeräte eingeleitete Druckluft muss durch einen Mikrofilter gereinigt sein und folgenden Qualitätsklassen nach **ISO 8573-1 (Ausgabe 2001)** entsprechen:

- feste Verunreinigungen: Klasse 1 (max. Teilchengröße 0,1 μm und max. Teilchendichte 0,1 mg/m^3 bei $1 \cdot 10^5$ Pa)
- Gesamt-Ölgehalt: Klasse 1 (max. Ölkonzentration 0,01 mg/m^3 bei $1 \cdot 10^5$ Pa)
- max. Drucktaupunkt: Klasse 4, jedoch bei Referenzbedingungen +3 °C bei $2 \cdot 10^5$ Pa

HEIDENHAIN bietet für diesen Zweck die **Druckluftanlage DA 300** (Filterkombination mit Druckregler und Anschluss-Zubehör) an. Die in die DA 300 einzuleitende Druckluft muss bezüglich der Verunreinigungen folgenden Qualitätsklassen nach ISO 8573-1 (Ausgabe 2001) entsprechen:

- max. Teilchengröße und Dichte von festen Verunreinigungen: Klasse 4 (max. Teilchengröße 15 μm , max. Teilchendichte 8 mg/m^3)
- Gesamt-Ölgehalt: Klasse 4 (Ölmenge 5 mg/m^3)
- max. Drucktaupunkt: keine Klasse (+29 °C bei $10 \cdot 10^5$ Pa)

Zum Anschluss an die Winkelmessgeräte RCN/RON/RPN und ROD sind folgende Komponenten notwendig:

Anschlussstück M5 für RCN/RON/RPN/ROD

mit Dichtung und Drossel \varnothing 0,3 mm für Luftdurchsatz 1 bis 4 l/min ID 207835-04

Verschraubung M5, schwenkbar

mit Dichtung ID 207834-02



Für weitere Informationen fordern Sie bitte die Produktinformation DA 300 an.

Temperaturbereich

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

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

Der **Lagertemperatur-Bereich** von –30 bis 80 °C gilt für das Gerät in der Verpackung. Beim RPN 886 darf eine Lagertemperatur von –10 bis 50 °C nicht überschritten werden.

Berührungsschutz

Drehende Teile (Wellen-Kupplungen bei ROD, Klemmringe bei RCN, RON und RPN) 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 **zulässige Winkelbeschleunigung** beträgt bei allen Winkelmessgeräten RCN, RON, RPN und ROD mehr als 10^5 rad/s^2 .
- 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.

Eigenfrequenz f_E der Ankopplung

Bei den Winkelmessgeräten ROD bilden der Rotor und die Wellen-Kupplung zusammen ein schwingungsfähiges Feder-Massen-System, bei den Winkelmessgeräten RCN, RON und RPN der Stator und die Stator-kupplung.

Die **Eigenfrequenz f_E** soll möglichst hoch sein. Bei Winkelmessgeräten RCN, RON und RPN sind Frequenzbereiche in den jeweiligen technischen Daten angegeben, bei denen Eigenfrequenzen des Messgeräts keine signifikanten Positionsabweichungen in Messrichtung verursachen. Voraussetzung für eine möglichst hohe Eigenfrequenz bei **Winkelmessgeräten ROD** ist der Einsatz einer **Wellen-Kupplung** mit hoher Torsionsfederkonstante C.

$$f_E = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{C}{I}}$$

f_E : Eigenfrequenz in Hz

C: Torsionsfederkonstante der Wellen-Kupplung in Nm/rad

I: Trägheitsmoment des Rotors in kgm^2

Kommen radiale oder/und axiale Beschleunigungen hinzu, wirkt sich zusätzlich die Steifigkeit der Messgerätelagerung, des Messgeräte-Stators und der Ankopplung aus. Treten in Ihren Anwendungen solche Belastungen auf, empfehlen wir eine Beratung durch unser Stammwerk in Traunreut.

Verschleißteile

Messgeräte von HEIDENHAIN enthalten Komponenten, die einem von Anwendung und Handhabung abhängenden Verschleiß unterliegen. Dabei handelt es sich insbesondere um folgende Teile:

- Lichtquelle LED
 - Kabel in Wechselbiegung
- Zusätzlich bei Messgeräten mit Eigenlagerung:
- Lager
 - Wellendichtringe bei Drehgebern und Winkelmessgeräten
 - Dichtlippen bei gekapselten Längmessgeräten

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. Bei sicherheitsgerichteten Systemen muss nach dem Einschalten das übergeordnete System den Positionswert des Messgeräts überprüfen.

Montage

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

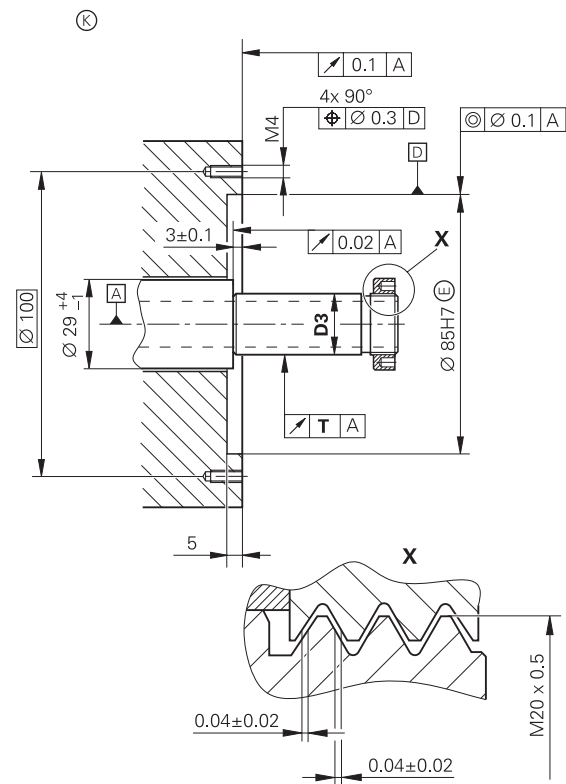
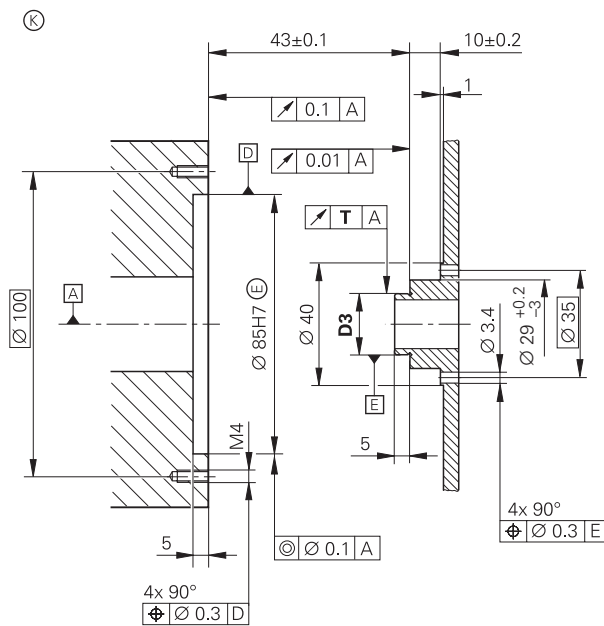
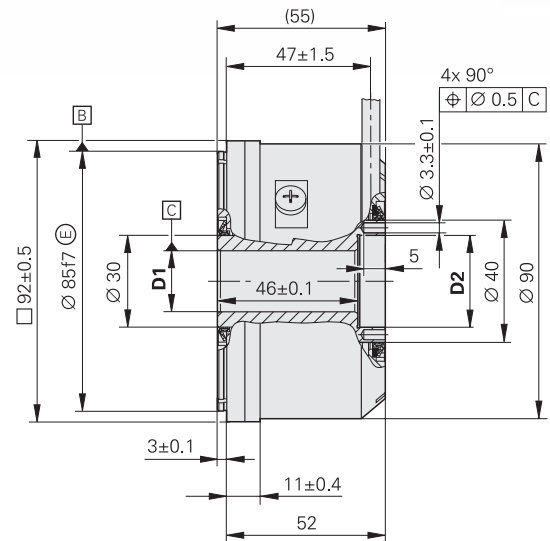
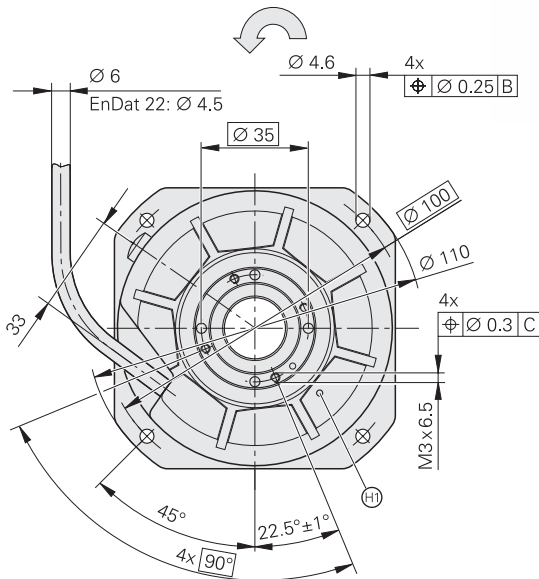
Baureihe RCN 200

- integrierte Statorkupplung
- durchgehende Hohlwelle $\varnothing 20$ mm
- Systemgenauigkeit $\pm 5''$ und $\pm 2,5''$

Abmessungen in mm



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



Kabel radial, auch axial verwendbar

▣ = Lagerung

⊙ = Kundenseitige Anschlussmaße

⊕ = Markierung der 0°-Position ($\pm 5^\circ$)

↻ Drehrichtung der Welle für Ausgangssignale gemäß Schnittstellen-Beschreibung

Systemgenauigkeit	$\pm 2,5''$	$\pm 5''$
D1	$\varnothing 20H6 \text{ } \textcircled{E}$	$\varnothing 20H7 \text{ } \textcircled{E}$
D2	$\varnothing 30H6 \text{ } \textcircled{E}$	$\varnothing 30H7 \text{ } \textcircled{E}$
D3	$\varnothing 20g6 \text{ } \textcircled{E}$	$\varnothing 20g7 \text{ } \textcircled{E}$
T	0.01	0.02

	Absolut			
	RCN 228 RCN 226		RCN 227 F RCN 223 F	RCN 227 M RCN 223 M
Absolute Positionswerte	EnDat 2.2	EnDat 2.2	Serial Interface Fanuc	Mitsubishi High Speed Serial Interface
Bestellbezeichnung*	EnDat 22	EnDat 02	Fanuc 02	Mit 02-4
Positionen/U	RCN 228: 268 435 456 (28 Bit) RCN 226: 67 108 864 (26 Bit)		RCN 227: 134 217 728 (27 Bit) RCN 223: 8 388 608 (23 Bit)	
Elektr. zul. Drehzahl	$\leq 1500 \text{ min}^{-1}$			
Taktfrequenz	$\leq 8 \text{ MHz}$	$\leq 2 \text{ MHz}$	–	
Rechenzeit t_{cal}	5 μs		–	
Inkrementalsignale	–	$\sim 1 V_{\text{SS}}$	–	
Strichzahl	–	16 384	–	
Grenzfrequenz –3 dB	–	$\geq 180 \text{ kHz}$	–	
Empfohlener Messschritt für Positionserfassung	0,000 1°			
Systemgenauigkeit*	RCN 228: $\pm 2,5''$ RCN 226: $\pm 5''$		RCN 227 F: $\pm 2,5''$ RCN 223 F: $\pm 5''$	RCN 227 M: $\pm 2,5''$ RCN 223 M: $\pm 5''$
Spannungsversorgung ohne Last	3,6 V bis 5,25 V am Messgerät/max. 350 mA			
Elektrischer Anschluss	Kabel 1 m, mit Kupplung M12	Kabel 1 m, mit Kupplung M23	Kabel 1 m, mit Kupplung M23	
Max. Kabellänge ¹⁾	150 m		30 m	
Welle	durchgehende Hohlwelle D = 20 mm			
Mech. zul. Drehzahl	$\leq 3000 \text{ min}^{-1}$			
Anlaufdrehmoment	$\leq 0,08 \text{ Nm}$ bei 20 °C			
Trägheitsmoment Rotor	$73 \cdot 10^{-6} \text{ kgm}^2$			
Eigenfrequenz	$\geq 1200 \text{ Hz}$			
Zulässige Axialbewegung der Antriebswelle	$\pm 0,1 \text{ mm}$			
Vibration 55 bis 2000 Hz Schock 6 ms	$\leq 100 \text{ m/s}^2$ (EN 60 068-2-6) $\leq 1000 \text{ m/s}^2$ (EN 60 068-2-27)			
Arbeitstemperatur	bei Genauigkeit $\pm 2,5''$: 0 bis 50 °C bei Genauigkeit $\pm 5''$: Kabel bewegt –10 bis 70 °C Kabel fest verlegt –20 bis 70 °C			
Schutzart EN 60529	IP 64			
Masse	ca. 0,8 kg			

* bei Bestellung bitte auswählen

¹⁾ mit HEIDENHAIN-Kabel

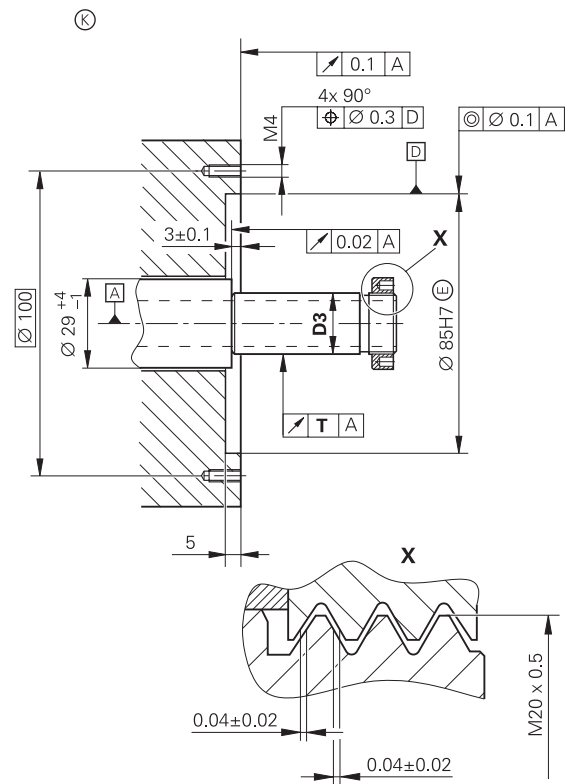
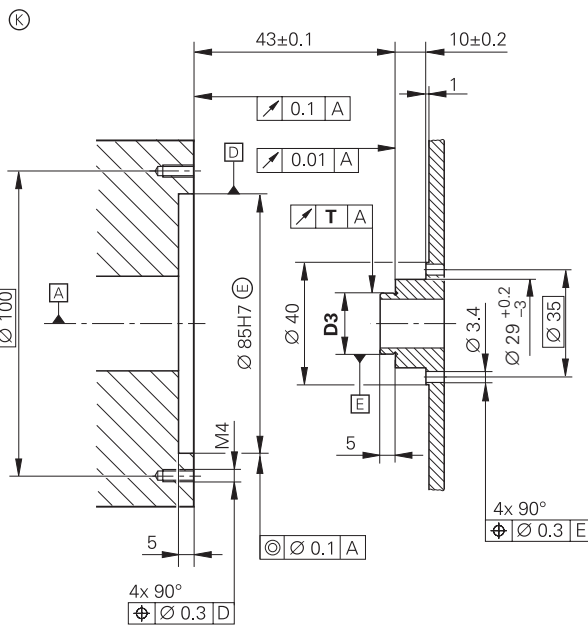
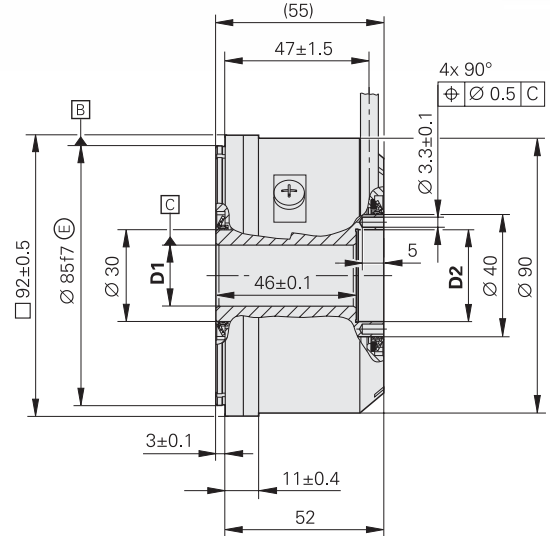
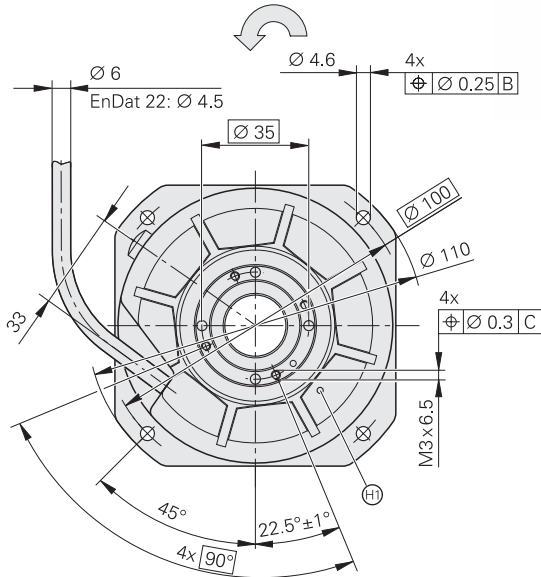
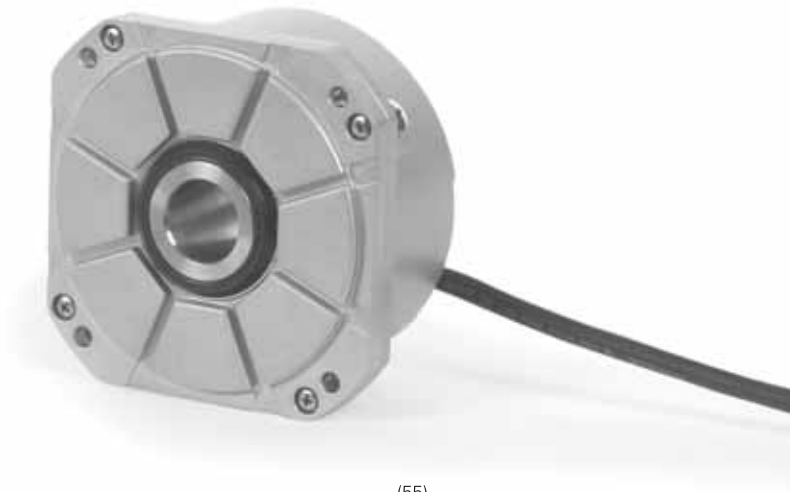
Baureihe RON 200

- integrierte Statorkupplung
- durchgehende Hohlwelle Ø 20 mm
- Systemgenauigkeit ± 5" und ± 2,5"

Abmessungen in mm



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



Kabel radial, auch axial verwendbar

⊠ = Lagerung

⊙ = Kundenseitige Anschlussmaße

⊕ = Position des Referenzmarkensignals (± 5°)

↻ Drehrichtung der Welle für Ausgangssignale gemäß Schnittstellen-Beschreibung

Systemgenauigkeit	± 2.5"	± 5"
D1	Ø 20H6 ⊙	Ø 20H7 ⊙
D2	Ø 30H6 ⊙	Ø 30H7 ⊙
D3	Ø 20g6 ⊙	Ø 20g7 ⊙
T	0.01	0.02

	Inkremental				
	RON 225	RON 275	RON 275	RON 285	RON 287
Inkrementalsignale	□TTL x 2	□TTL x 5	□TTL x 10	~ 1 V _{SS}	
Strichzahl integr. Interpolation* Ausgangssignale/U	9000 2fach 18000	18000 5fach 90000	18000 10fach 180000	18000	
Referenzmarke*	eine			RON 2xx: eine RON 2xx C: abstandscodiert	
Grenzfrequenz -3 dB Ausgangsfrequenz Flankenabstand a	- ≤ 1 MHz ≥ 0,125 µs	- ≤ 250 kHz ≥ 0,96 µs	- ≤ 1 MHz ≥ 0,22 µs	≥ 180 kHz - -	
Elektr. zul. Drehzahl	-	≤ 166 min ⁻¹	≤ 333 min ⁻¹	-	
Empfohlener Messschritt für Positionserfassung	0,005°	0,001°	0,0005°	0,0001°	
Systemgenauigkeit	± 5"				± 2,5"
Spannungsversorgung ohne Last	5 V ± 10 %/max. 150 mA				
Elektrischer Anschluss*	Kabel 1 m, mit oder ohne Kupplung M23				
Max. Kabellänge ¹⁾	50 m			150 m	
Welle	durchgehende Hohlwelle D = 20 mm				
Mech. zul. Drehzahl	≤ 3000 min ⁻¹				
Anlaufdrehmoment	≤ 0,08 Nm bei 20 °C				
Trägheitsmoment Rotor	73 · 10 ⁻⁶ kgm ²				
Eigenfrequenz	≥ 1200 Hz				
Zulässige Axialbewegung der Antriebswelle	± 0,1 mm				
Vibration 55 bis 2000 Hz Schock 6 ms	≤ 100 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 1000 m/s ² (EN 60068-2-27)				
Arbeitstemperatur	Kabel bewegt: -10 bis 70 °C Kabel fest verlegt: -20 bis 70 °C			0 bis 50 °C	
Schutzart EN 60529	IP 64				
Masse	ca. 0,8 kg				

* bei Bestellung bitte auswählen

¹⁾ mit HEIDENHAIN-Kabel

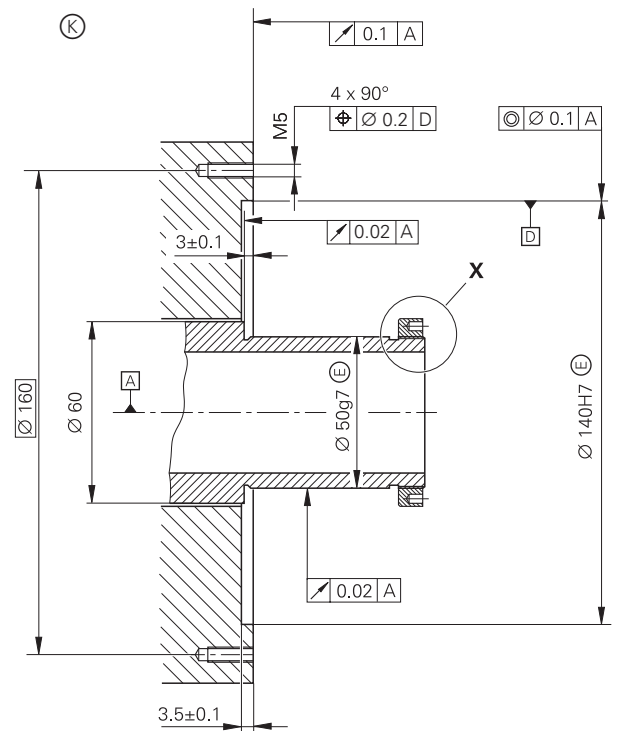
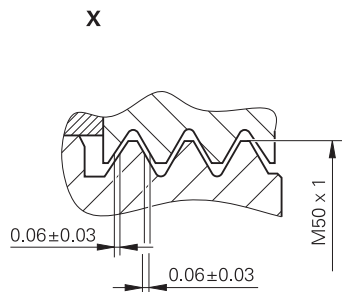
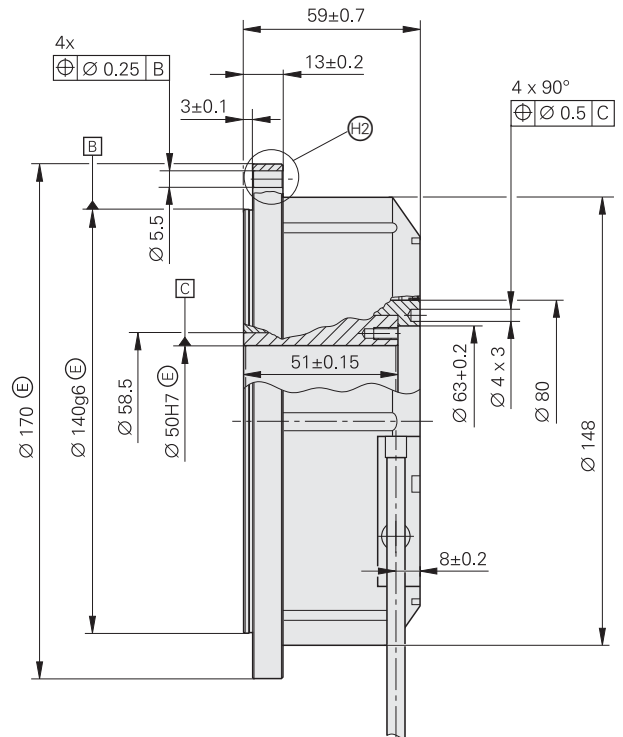
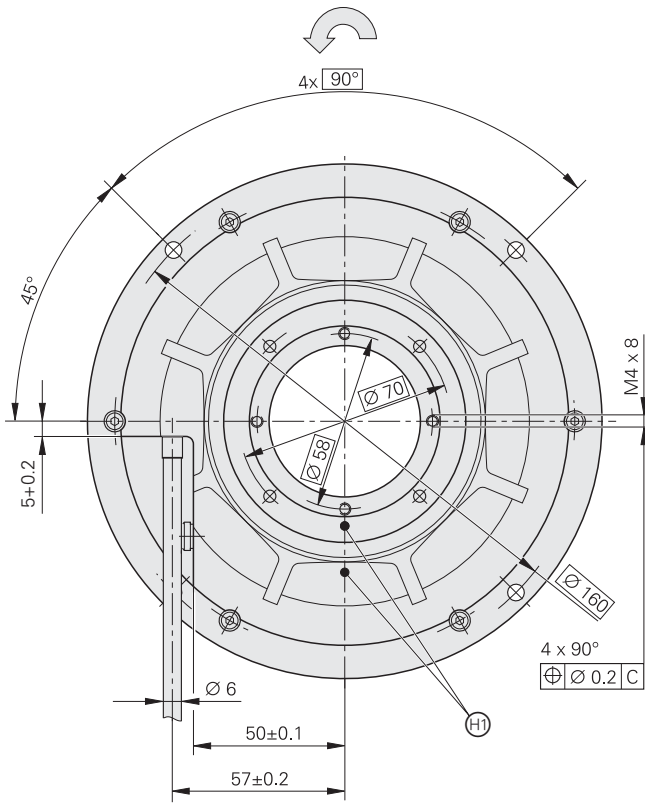
RON 785

- integrierte Statorkupplung
- durchgehende Hohlwelle $\varnothing 50$ mm
- Systemgenauigkeit $\pm 2''$

Abmessungen in mm



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



Kabel radial, auch axial verwendbar

⊠ = Lagerung

⊙ = Kundenseitige Anschlussmaße

⊕ = Position des Referenzmarkensignals ($\pm 5^\circ$)

⊗ = um 45° verdreht gezeichnet

↻ Drehrichtung der Welle für Ausgangssignale gemäß Schnittstellen-Beschreibung

	Inkremental
	RON 785
Inkrementalsignale	$\sim 1 V_{SS}$
Strichzahl	18000
Referenzmarke*	RON 785: eine RON 785C: abstandscodiert
Grenzfrequenz -3 dB	≥ 180 kHz
Empfohlener Messschritt für Positionserfassung	0,0001°
Systemgenauigkeit	$\pm 2''$
Spannungsversorgung ohne Last	5 V \pm 10 %/max. 150 mA
Elektrischer Anschluss*	Kabel 1 m, mit oder ohne Kupplung M23
Max. Kabellänge ¹⁾	150 m
Welle	durchgehende Hohlwelle D = 50 mm
Mech. zul. Drehzahl	≤ 1000 min ⁻¹
Anlaufdrehmoment	$\leq 0,5$ Nm bei 20 °C
Trägheitsmoment Rotor	$1,05 \cdot 10^{-3}$ kgm ²
Eigenfrequenz	≥ 1000 Hz
Zulässige Axialbewegung der Antriebswelle	$\pm 0,1$ mm
Vibration 55 bis 2000 Hz Schock 6 ms	≤ 100 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 1000 m/s ² (EN 60068-2-27)
Arbeitstemperatur	0 bis 50 °C
Schutzart EN 60529	IP 64
Masse	ca. 2,5 kg

* bei Bestellung bitte auswählen

¹⁾ mit HEIDENHAIN-Kabel

Baureihe RCN 700/RCN 800

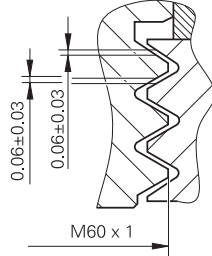
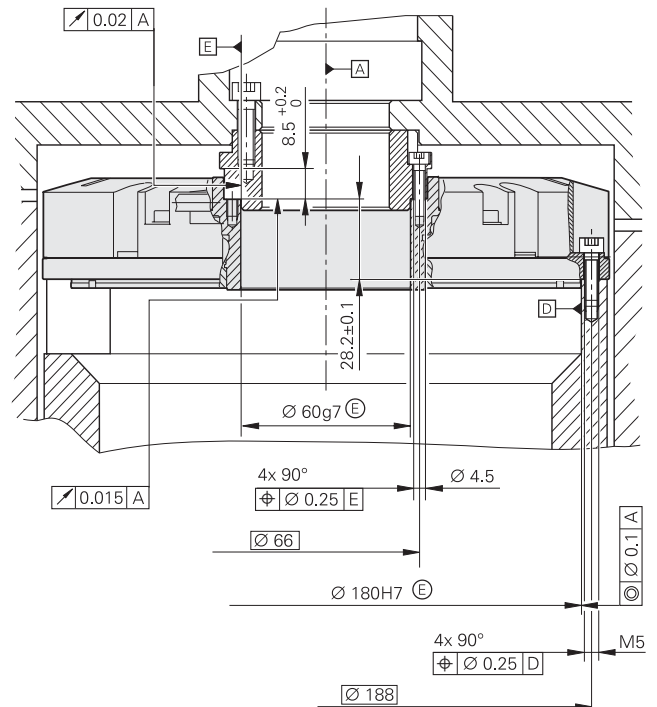
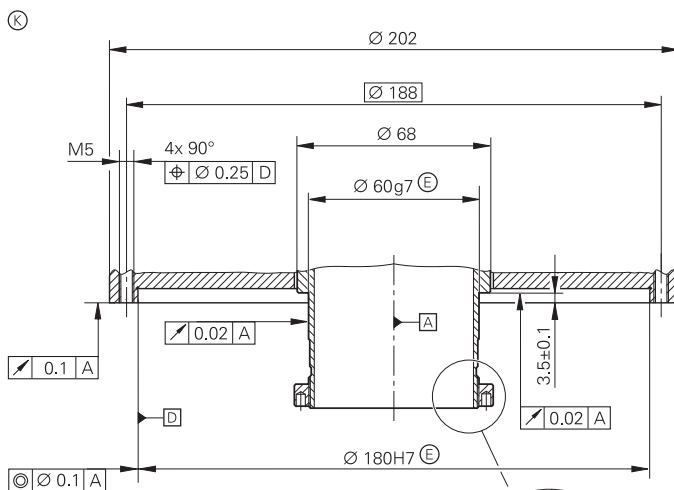
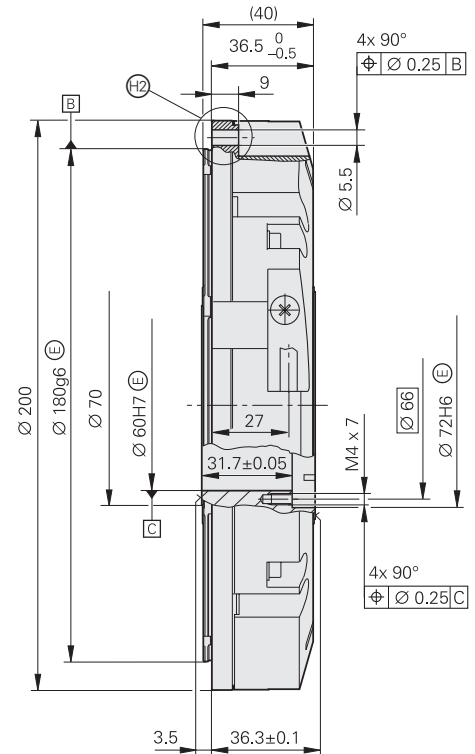
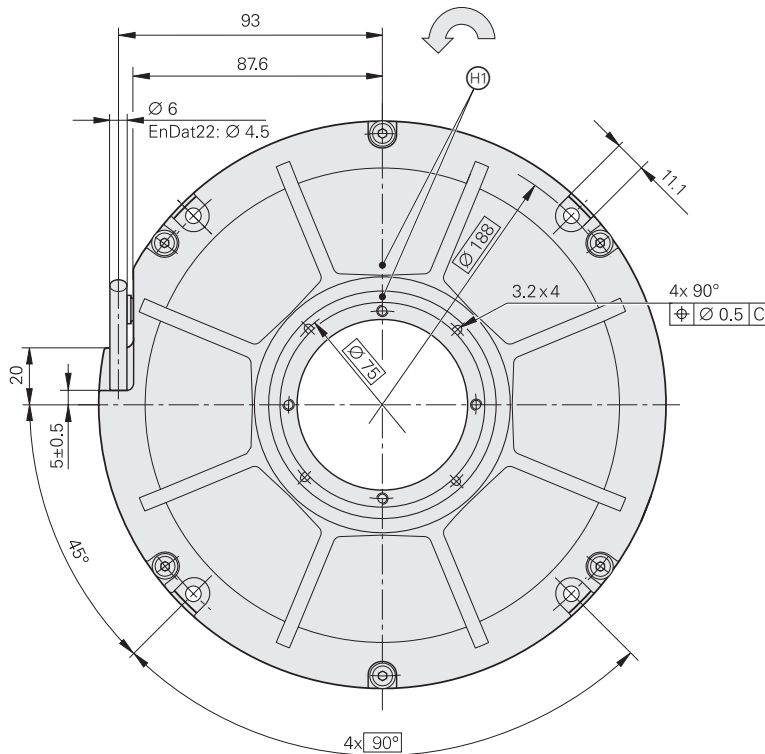
- integrierte Statorkupplung
- durchgehende Hohlwelle $\varnothing 60$ mm
- Systemgenauigkeit $\pm 2''$ bzw. $\pm 1''$



Abmessungen in mm



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



- Kabel radial, auch axial verwendbar
- ▣ = Lagerung
 - ⊗ = Kundenseitige Anschlussmaße
 - ⊕ = Markierung der 0°-Position ($\pm 5^\circ$)
 - ⊙ = um 45° verdreht gezeichnet
 - ↻ Drehrichtung der Welle für Ausgangssignale gemäß Schnittstellen-Beschreibung

	Absolut			
	RCN 729 RCN 829	RCN 729 RCN 829	RCN 727 F RCN 827 F	RCN 727 M RCN 827 M
Absolute Positionswerte	EnDat 2.2	EnDat 2.2	Serial Interface Fanuc 02	Mitsubishi High Speed Serial Interface
Bestellbezeichnung*	EnDat 22	EnDat 02	Fanuc 02	Mit 02-4
Positionen/U	536 870 912 (29 Bit)		134 217 728 (27 Bit)	
Elektr. zul. Drehzahl	$\leq 300 \text{ min}^{-1}$ für stetigen Positionswert			
Taktfrequenz	$\leq 8 \text{ MHz}$	$\leq 2 \text{ MHz}$	–	
Rechenzeit t_{cal}	5 μs		–	
Inkrementalsignale	–	$\sim 1 V_{\text{SS}}$	–	
Strichzahl*	–	32 768	–	
Grenzfrequenz –3 dB	–	$\geq 180 \text{ kHz}$	–	
Empfohlener Messschritt für Positionserfassung	RCN 72x: 0,0001° RCN 82x: 0,00005°			
Systemgenauigkeit	RCN 72x: $\pm 2''$ RCN 82x: $\pm 1''$			
Spannungsversorgung ohne Last	3,6 bis 5,25 V/max. 350 mA			
Elektrischer Anschluss*	Kabel 1 m, mit Kupplung M12	Kabel 1 m, mit Kupplung M23		
Max. Kabellänge ¹⁾	150 m		30 m	
Welle	durchgehende Hohlwelle D = 60 mm			
Mech. zul. Drehzahl	$\leq 1 000 \text{ min}^{-1}$			
Anlaufdrehmoment	$\leq 0,5 \text{ Nm}$ bei 20 °C			
Trägheitsmoment Rotor	$1,3 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$			
Eigenfrequenz	$\geq 1 000 \text{ Hz}$			
Zulässige Axialbewegung der Antriebswelle	$\leq \pm 0,1 \text{ mm}$			
Vibration 55 bis 2 000 Hz Schock 6 ms	$\leq 100 \text{ m/s}^2$ (EN 60 068-2-6) $\leq 1 000 \text{ m/s}^2$ (EN 60 068-2-27)			
Arbeitstemperatur	0 bis 50 °C			
Schutzart EN 60529	IP 64			
Masse	ca. 2,8 kg			

* bei Bestellung bitte auswählen

¹⁾ mit HEIDENHAIN-Kabel

Baureihe RCN 700/RCN 800

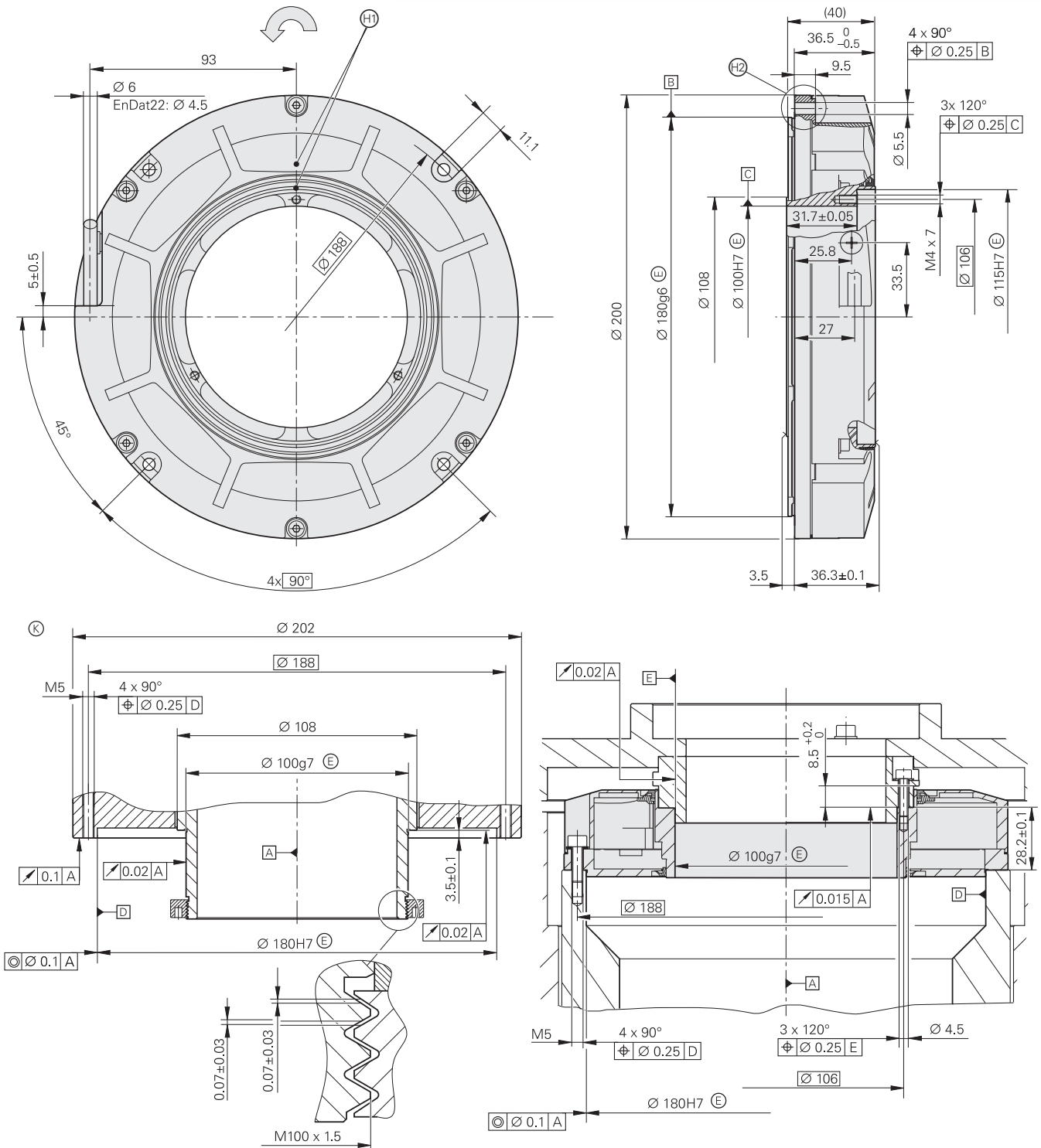
- integrierte Statorkupplung
- durchgehende Hohlwelle $\varnothing 100 \text{ mm}$
- Systemgenauigkeit $\pm 2''$ bzw. $\pm 1''$



Abmessungen in mm



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



Kabel radial, auch axial verwendbar
 = Lagerung
 = Kundenseitige Anschlussmaße

= Markierung der 0° -Position ($\pm 5^\circ$)
 = um 45° verdreht gezeichnet
 Drehrichtung der Welle für Ausgangssignale gemäß Schnittstellen-Beschreibung

	Absolut			
	RCN 729 RCN 829	RCN 729 RCN 829	RCN 727 F RCN 827 F	RCN 727 M RCN 827 M
Absolute Positionswerte	EnDat 2.2	EnDat 2.2	Serial Interface Fanuc 02	Mitsubishi High Speed Serial Interface
Bestellbezeichnung*	EnDat 22	EnDat 02	Fanuc 02	Mit 02-4
Positionen/U	536 870 912 (29 Bit)		134 217 728 (27 Bit)	
Elektr. zul. Drehzahl	$\leq 300 \text{ min}^{-1}$ für stetigen Positionswert			
Taktfrequenz	$\leq 8 \text{ MHz}$	$\leq 2 \text{ MHz}$	–	
Rechenzeit t_{cal}	5 μs		–	
Inkrementalsignale	–	$\sim 1 V_{\text{SS}}$	–	
Strichzahl*	–	32 768	–	
Grenzfrequenz –3 dB	–	$\geq 180 \text{ kHz}$	–	
Empfohlener Messschritt für Positionserfassung	RCN 72x: 0,0001° RCN 82x: 0,00005°			
Systemgenauigkeit	RCN 72x: $\pm 2''$ RCN 82x: $\pm 1''$			
Spannungsversorgung ohne Last	3,6 bis 5,25 V/max. 350 mA			
Elektrischer Anschluss*	Kabel 1 m, mit Kupplung M12	Kabel 1 m, mit Kupplung M23		
Max. Kabellänge ¹⁾	150 m		30 m	
Welle	durchgehende Hohlwelle D = 100 mm			
Mech. zul. Drehzahl	$\leq 1 000 \text{ min}^{-1}$			
Anlaufdrehmoment	$\leq 1,5 \text{ Nm}$ bei 20 °C			
Trägheitsmoment Rotor	$3,3 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$			
Eigenfrequenz	$\geq 900 \text{ Hz}$			
Zulässige Axialbewegung der Antriebswelle	$\leq \pm 0,1 \text{ mm}$			
Vibration 55 bis 2 000 Hz Schock 6 ms	$\leq 100 \text{ m/s}^2$ (EN 60 068-2-6) $\leq 1 000 \text{ m/s}^2$ (EN 60 068-2-27)			
Arbeitstemperatur	0 bis 50 °C			
Schutzart EN 60529	IP 64			
Masse	ca. 2,6 kg			

* bei Bestellung bitte auswählen

¹⁾ mit HEIDENHAIN-Kabel

RON 786/RON 886/RPN 886

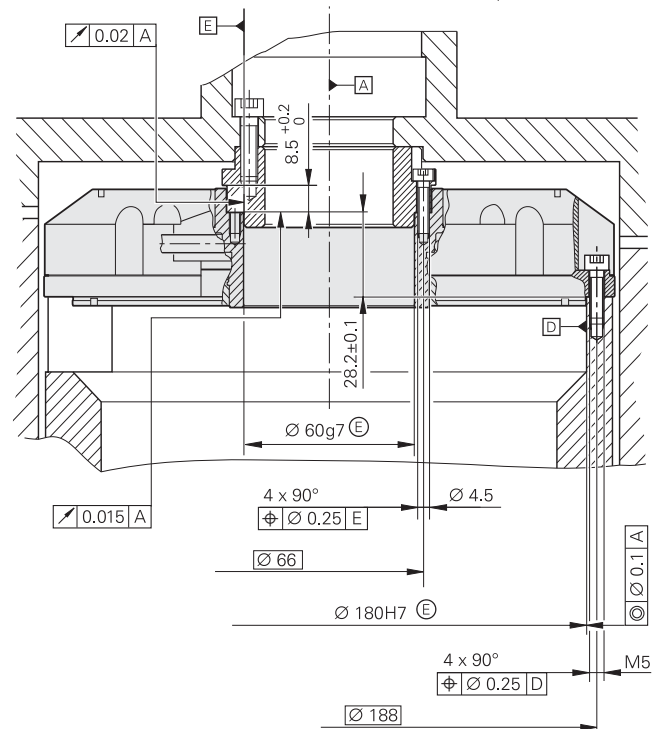
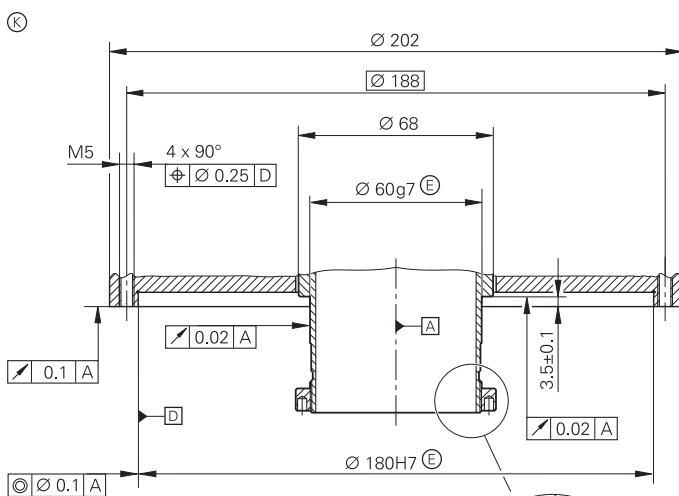
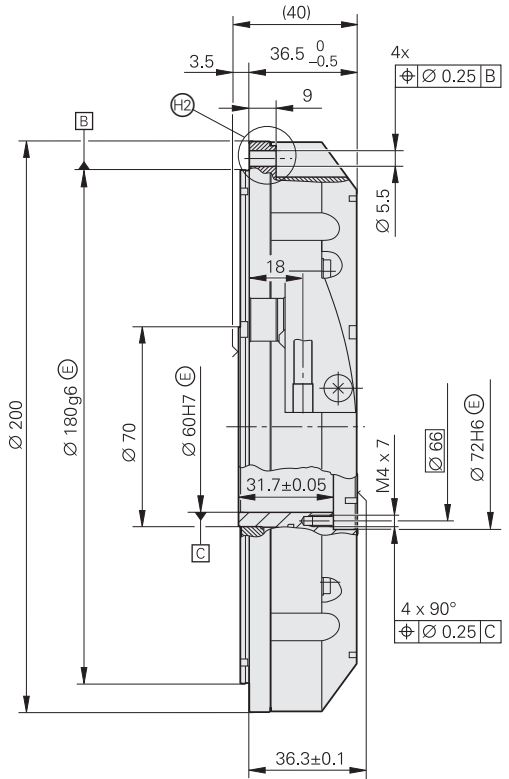
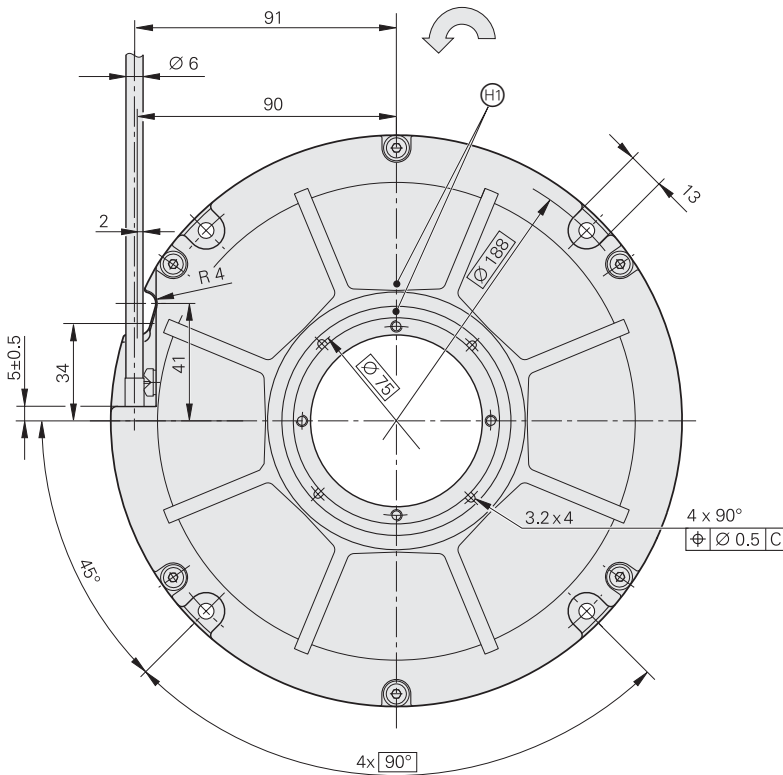
- integrierte Statorkupplung
- durchgehende Hohlwelle $\varnothing 60$ mm
- Systemgenauigkeit $\pm 2''$ bzw. $\pm 1''$



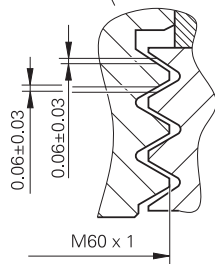
Abmessungen in mm



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



- Kabel radial, auch axial verwendbar
- ⊠ = Lagerung
 - ⊗ = Kundenseitige Anschlussmaße
 - ⊕ = Position des Referenzmarkensignals ($\pm 5^\circ$)
 - ⊙ = um 45° verdreht gezeichnet
 - ↻ Drehrichtung der Welle für Ausgangssignale gemäß Schnittstellen-Beschreibung



	Inkremental		
	RON 786	RON 886	RPN 886
Inkrementalsignale	$\sim 1 V_{SS}$		
Strichzahl*	18 000 36 000	36 000	90 000 (\cong 180 000 Signalperioden)
Referenzmarke*	RON x86: eine RON x86 C: abstandscodiert		eine
Grenzfrequenz -3 dB -6 dB	≥ 180 kHz		≥ 800 kHz ≥ 1300 kHz
Empfohlener Messschritt für Positionserfassung	0,0001°	0,00005°	0,00001°
Systemgenauigkeit	$\pm 2''$	$\pm 1''$	
Spannungsversorgung ohne Last	5 V \pm 10 %/max. 150 mA		5 V \pm 10 %/max. 250 mA
Elektrischer Anschluss*	Kabel 1 m, mit oder ohne Kupplung M23		
Max. Kabellänge ¹⁾	150 m		
Welle	durchgehende Hohlwelle D = 60 mm		
Mech. zul. Drehzahl	≤ 1000 min ⁻¹		
Anlaufdrehmoment	$\leq 0,5$ Nm bei 20 °C		
Trägheitsmoment Rotor	$1,2 \cdot 10^{-3}$ kgm ²		
Eigenfrequenz	≥ 1000 Hz		≥ 500 Hz
Zulässige Axialbewegung der Antriebswelle	$\leq \pm 0,1$ mm		
Vibration 55 bis 2000 Hz Schock 6 ms	≤ 100 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 1000 m/s ² (EN 60068-2-27)		≤ 50 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 1000 m/s ² (EN 60068-2-27)
Arbeitstemperatur	0 bis 50 °C		
Schutzart EN 60529	IP 64		
Masse	ca. 2,5 kg		

* bei Bestellung bitte auswählen

¹⁾ mit HEIDENHAIN-Kabel

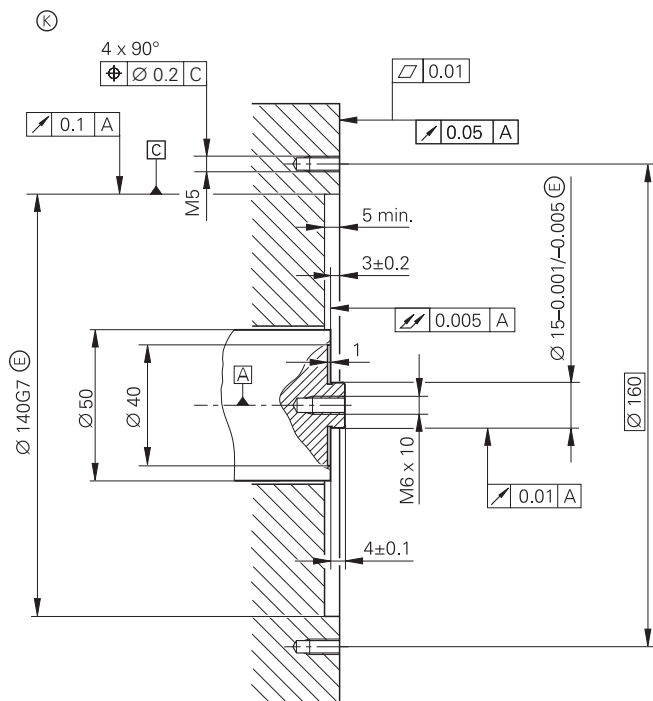
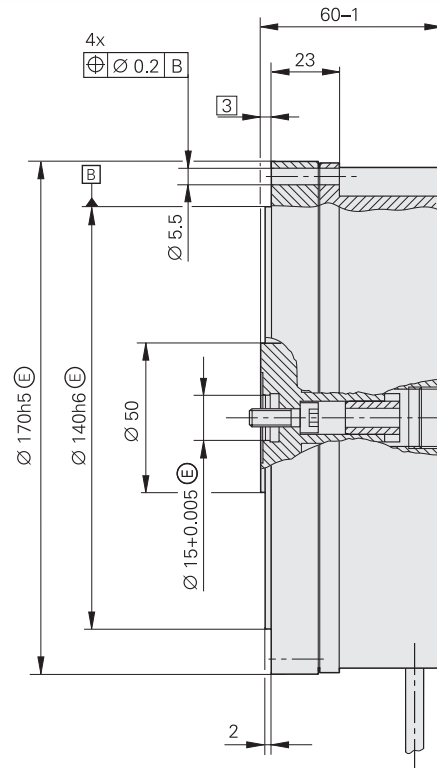
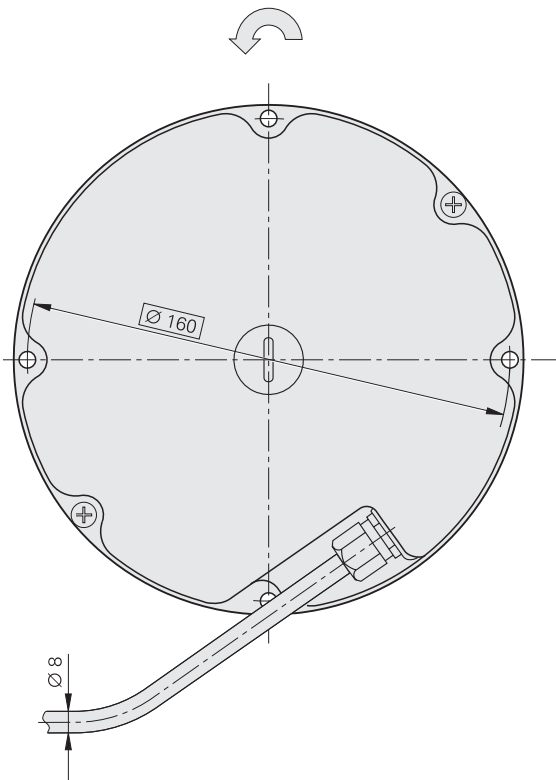
RON 905

- integrierte Statorkupplung
- einseitig offene Hohlwelle
- Systemgenauigkeit $\pm 0,4''$

Abmessungen in mm



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



Kabel radial, auch axial verwendbar

▢ = Lagerung

⊙ = Kundenseitige Anschlussmaße

↻ Drehrichtung der Welle für Ausgangssignale I_2 nachteilig zu I_1

	Inkremental RON 905
Inkrementalsignale	$\sim 11 \mu A_{SS}$
Strichzahl	36 000
Referenzmarke	eine
Grenzfrequenz -3 dB	$\geq 40 \text{ kHz}$
Empfohlener Messschritt für Positionserfassung	$0,00001^\circ$
Systemgenauigkeit	$\pm 0,4''$
Spannungsversorgung ohne Last	$5 \text{ V} \pm 5 \text{ \%}/\text{max. } 250 \text{ mA}$
Elektrischer Anschluss	Kabel 1 m, mit Stecker M23
Max. Kabellänge ¹⁾	15 m
Welle	einseitig offene Hohlwelle
Mech. zul. Drehzahl	$\leq 100 \text{ min}^{-1}$
Anlaufdrehmoment	$\leq 0,05 \text{ Nm}$ bei $20 \text{ }^\circ\text{C}$
Trägheitsmoment Rotor	$0,345 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$
Eigenfrequenz	$\geq 350 \text{ Hz}$
Zulässige Axialbewegung der Antriebswelle	$\leq \pm 0,2 \text{ mm}$
Vibration 55 bis 2 000 Hz Schock 6 ms	$\leq 50 \text{ m/s}^2$ (EN 60 068-2-6) $\leq 1 000 \text{ m/s}^2$ (EN 60 068-2-27)
Arbeitstemperatur	10 bis $30 \text{ }^\circ\text{C}$
Schutzart EN 60 529	IP 64
Masse	ca. 4 kg

¹⁾ mit HEIDENHAIN-Kabel

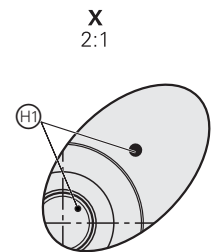
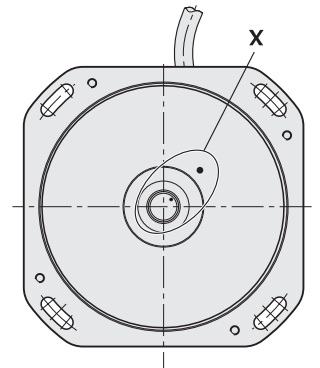
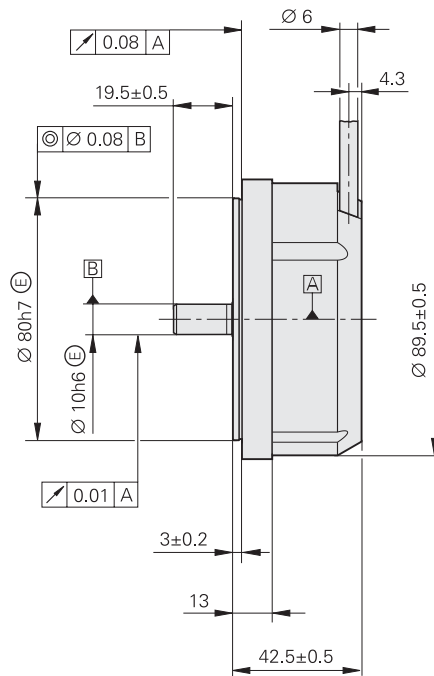
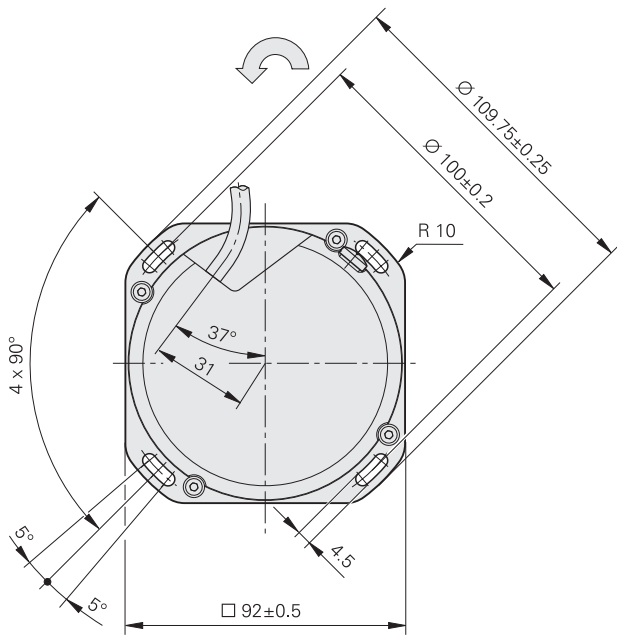
Baureihe ROD 200

- für separate Wellenkupplung
- Systemgenauigkeit $\pm 5''$

Abmessungen in mm



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



Kabel radial, auch axial verwendbar

▣ = Lagerung

⊙ = Position des Referenzmarkensignals

ROD 220/270/280: $\pm 10''$

ROD 280 C: $\pm 5''$

↻ Drehrichtung der Welle für Ausgangssignale gemäß Schnittstellen-Beschreibung

	Inkremental		
	ROD 220	ROD 270	ROD 280
Inkrementalsignale	□□TTL x 2	□□TTL x 10	~ 1 V _{SS}
Strichzahl integr. Interpolation Ausgangssignale/U	9000 2fach 18000	18000 10fach 180000	18000 – 18000
Referenzmarke*	eine		ROD 280: eine ROD 280 C: abstandscodiert
Grenzfrequenz –3 dB Ausgangsfrequenz Flankenabstand a	– ≤ 1 MHz ≥ 0,125 μs	– ≤ 1 MHz ≥ 0,22 μs	≥ 180 kHz – –
Elektr. zul. Drehzahl	3333 min ⁻¹	≤ 333 min ⁻¹	–
Empfohlener Messschritt für Positionserfassung	0,005°	0,0005°	0,0001°
Systemgenauigkeit	± 5"		
Spannungsversorgung ohne Last	5 V ± 10 %/max. 150 mA		
Elektrischer Anschluss*	Kabel 1 m, mit oder ohne Kupplung M23		
Max. Kabellänge ¹⁾	100 m		150 m
Welle	Vollwelle D = 10 mm		
Mech. zul. Drehzahl	≤ 10000 min ⁻¹		
Anlaufdrehmoment	≤ 0,01 Nm bei 20 °C		
Trägheitsmoment Rotor	20 · 10 ⁻⁶ kgm ²		
Belastbarkeit der Welle	<i>axial:</i> 10 N <i>radial:</i> 10 N am Wellenende		
Vibration 55 bis 2000 Hz Schock 6 ms	≤ 100 m/s ² (EN 60068-2-6) ≤ 1000 m/s ² (EN 60068-2-27)		
Arbeitstemperatur	<i>Kabel bewegt:</i> –10 bis 70 °C <i>Kabel fest verlegt:</i> –20 bis 70 °C		
Schutzart EN 60529	IP 64		
Masse	ca. 0,7 kg		

* bei Bestellung bitte auswählen

¹⁾ mit HEIDENHAIN-Kabel

ROD 780/ROD 880

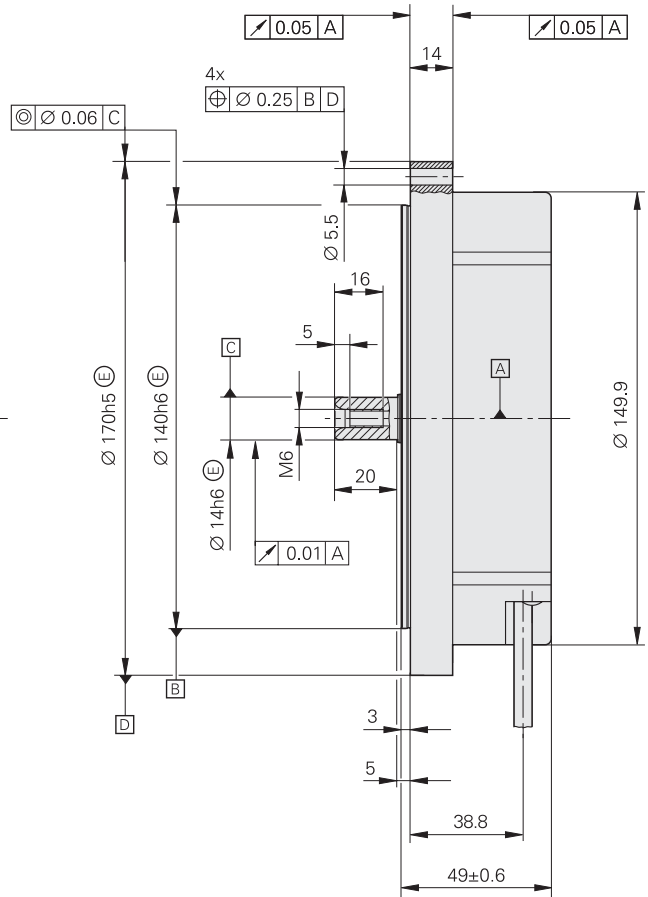
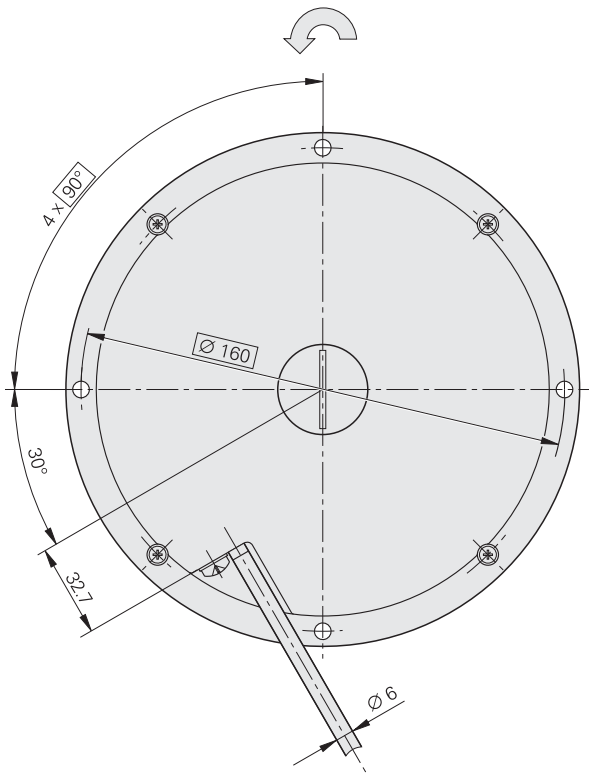
- für separate Wellenkupplung
- Systemgenauigkeit ROD 780: $\pm 2''$
ROD 880: $\pm 1''$



Abmessungen in mm



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



Kabel radial, auch axial verwendbar

▣ = Lagerung

⊕ = Position des Referenzmarkensignals ($\pm 5^\circ$)

↻ Drehrichtung der Welle für Ausgangssignale
gemäß Schnittstellen-Beschreibung

	Inkremental	
	ROD 780	ROD 880
Inkrementalsignale	$\sim 1 V_{SS}$	
Strichzahl*	18 000 36 000	36 000
Referenzmarke*	ROD x80: eine ROD x80 C: abstandscodiert	
Grenzfrequenz -3 dB	≥ 180 kHz	
Empfohlener Messschritt für Positionserfassung	0,000 1°	0,000 05°
Systemgenauigkeit	$\pm 2''$	$\pm 1''$
Spannungsversorgung ohne Last	5 V \pm 10 %/max. 150 mA	
Elektrischer Anschluss*	Kabel 1 m, mit oder ohne Kupplung M23	
Max. Kabellänge ¹⁾	150 m	
Welle	Vollwelle D = 14 mm	
Mech. zul. Drehzahl	$\leq 1\,000$ min ⁻¹	
Anlaufdrehmoment	$\leq 0,012$ Nm bei 20 °C	
Trägheitsmoment Rotor	$0,36 \cdot 10^{-3}$ kgm ²	
Belastbarkeit der Welle	<i>axial:</i> 30 N <i>radial:</i> 30 N am Wellenende	
Vibration 55 bis 2 000 Hz Schock 6 ms	≤ 100 m/s ² (EN 60 068-2-6) ≤ 300 m/s ² (EN 60 068-2-27)	
Arbeitstemperatur	0 bis 50 °C	
Schutzart EN 60 529	IP 64	
Masse	ca. 2,0 kg	

* bei Bestellung bitte auswählen

¹⁾ mit HEIDENHAIN-Kabel

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° 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 einen Nutzanteil G von ca. 0,5 V. Neben der Referenzmarke kann das Ausgangssignal auf einen Ruhewert H um bis zu 1,7 V abgesenkt sein. Die Folge-Elektronik darf dadurch nicht übersteuern. Auch im abgesenkten Ruhepegel können die Signalspitzen mit der Amplitude G erscheinen.

Die **Signalgröße** gilt bei der in den Kennwerten angegebenen Spannungsversorgung am Messgerät. Sie bezieht sich auf eine Differenzmessung am 120 Ohm Abschlusswiderstand zwischen den zusammengehörigen Ausgängen. Die Signalgröße ändert sich mit zunehmender Frequenz. Die **Grenzfrequenz** gibt an, bis zu welcher Frequenz ein bestimmter Teil der ursprünglichen Signalgröße eingehalten wird:

- $-3 \text{ dB} \hat{=} 70 \%$ der Signalgröße
- $-6 \text{ dB} \hat{=} 50 \%$ der Signalgröße

Die Kennwerte in der Signalbeschreibung gelten bei Bewegungen bis zu 20% der -3 dB -Grenzfrequenz.

Interpolation/Auflösung/Messschritt

Die Ausgangssignale der $1-V_{SS}$ -Schnittstelle werden üblicherweise in der Folge-Elektronik interpoliert, um ausreichend hohe Auflösungen zu erreichen. Zur **Geschwindigkeitsregelung** sind Interpolationsfaktoren von größer 1 000 üblich, um auch bei niedrigen Drehzahlen noch verwertbare Geschwindigkeitsinformationen zu erhalten.

Für die **Positionserfassung** werden in den technischen Kennwerten Messschritte empfohlen. Für spezielle Anwendungen sind auch andere Auflösungen möglich.

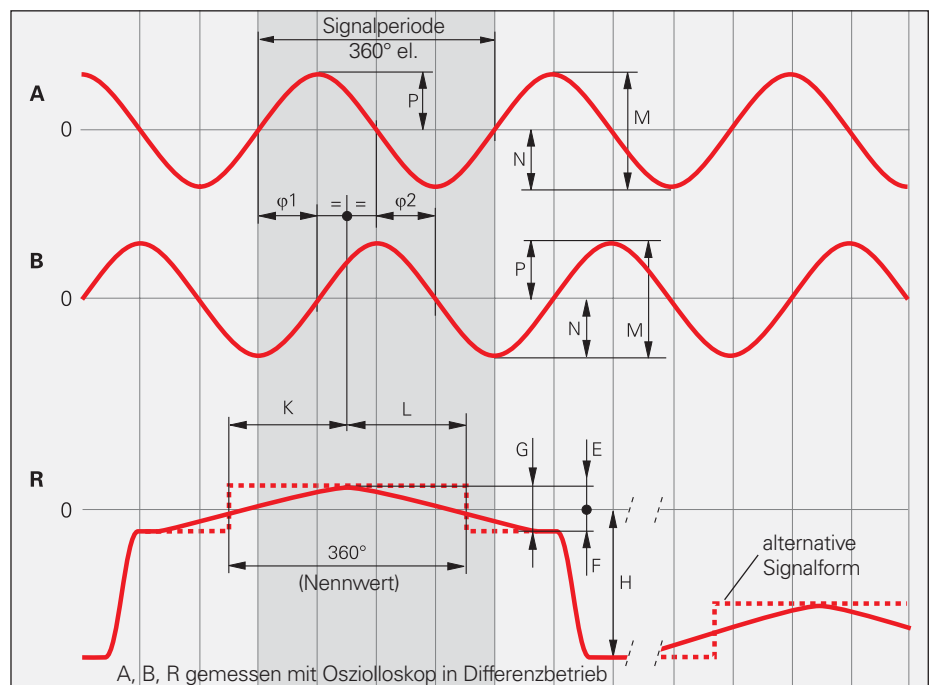
Kurzschlussfestigkeit

Ein kurzzeitiger Kurzschluss eines Ausganges gegen 0 V oder U_P (außer bei Geräten mit $U_{Pmin} = 3,6 \text{ V}$) verursacht keinen Geräteausfall, ist jedoch kein zulässiger Betriebszustand.

Kurzschluss bei	20 °C	125 °C
ein Ausgang	< 3 min	< 1 min
alle Ausgänge	< 20 s	< 5 s

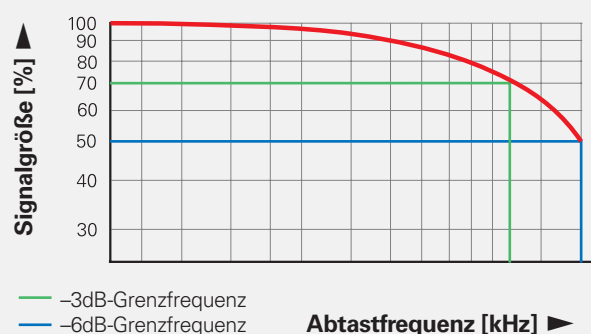
Schnittstelle	sinusförmige Spannungssignale $\sim 1 V_{SS}$
Inkrementalsignale	2 annähernd sinusförmige Signale A und B Signalgröße M: 0,6 bis $1,2 V_{SS}$; typ. $1 V_{SS}$ Symmetrieabweichung $ P - N /2M$: $\leq 0,065$ Signalverhältnis M_A/M_B : 0,8 bis 1,25 Phasenwinkel $ \varphi_1 + \varphi_2 /2$: $90^\circ \pm 10^\circ$ el.
Referenzmarkensignal	1 oder mehrere Signalspitzen R Nutzanteil G: $\geq 0,2 \text{ V}$ Ruhewert H: $\leq 1,7 \text{ V}$ Störabstand E, F: 0,04 bis 0,68 V Nulldurchgänge K, L: $180^\circ \pm 90^\circ$ el.
Verbindungskabel	HEIDENHAIN-Kabel mit Abschirmung PUR $[4(2 \times 0,14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0,5 \text{ mm}^2)]$ max. 150 m bei Kapazitätsbelag 90 pF/m 6 ns/m
Kabellänge	
Signallaufzeit	

Diese Werte können zur Dimensionierung einer Folge-Elektronik verwendet werden. Wenn Messgeräte eingeschränkte Toleranzen aufweisen, sind diese in den technischen Kennwerten aufgeführt. Bei Messgeräten ohne eigene Lagerung werden für die Inbetriebnahme reduzierte Toleranzen empfohlen (siehe Montageanleitungen).



Grenzfrequenz

Typischer Verlauf der Signalgröße abhängig von der Abtastfrequenz



Eingangsschaltung der Folge-Elektronik

Dimensionierung

Operationsverstärker MC 34074

$Z_0 = 120 \Omega$

$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ und $C_1 = 100 \text{ pF}$

$R_2 = 34,8 \text{ k}\Omega$ und $C_2 = 10 \text{ pF}$

$U_B = \pm 15 \text{ V}$

U_1 ca. U_0

-3dB-Grenzfrequenz der Schaltung

ca. 450 kHz

ca. 50 kHz mit $C_1 = 1000 \text{ pF}$
und $C_2 = 82 \text{ pF}$

Die Beschaltungsvariante für 50 kHz reduziert zwar die Bandbreite der Schaltung, verbessert aber damit deren Störsicherheit.

Ausgangssignale der Schaltung

$U_a = 3,48 V_{SS}$ typ.

Verstärkung 3,48fach

Überwachung der Inkrementalsignale

Für eine Überwachung der Signalgröße M werden folgende Ansprechschwellen empfohlen:

untere Ansprechschwelle: $0,30 V_{SS}$

obere Ansprechschwelle: $1,35 V_{SS}$

Inkrementalsignale Referenzmarken- signal

$R_a < 100 \Omega$, typ. 24Ω

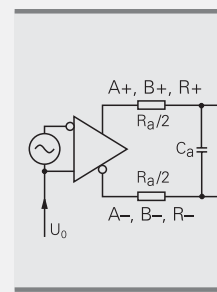
$C_a < 50 \text{ pF}$

$\Sigma I_a < 1 \text{ mA}$

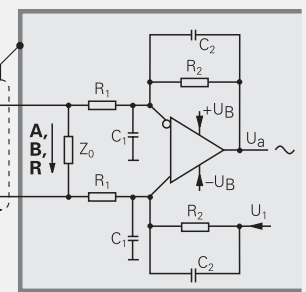
$U_0 = 2,5 \text{ V} \pm 0,5 \text{ V}$

(bezogen auf 0V
der Spannungs-
versorgung)

Messgerät



Folge-Elektronik



Anschlussbelegung

12-polige Kupplung M23					12-poliger Stecker M23					15-poliger Sub-D-Stecker, Buchse für HEIDENHAIN-Steuerungen und IK 220				
Spannungsversorgung					Inkrementalsignale					sonstige Signale				
12	2	10	11	5	6	8	1	3	4	7/9	/	/		
1	9	2	11	3	4	6	7	10	12	5/8/13/14/15	/	/		
U_P	Sensor U_P	0V	Sensor 0V	A+	A-	B+	B-	R+	R-	frei	frei	frei		
braun/ grün	blau	weiß/ grün	weiß	braun	grün	grau	rosa	rot	schwarz	/	violett	gelb		

Schirm liegt auf Gehäuse; **U_P** = Spannungsversorgung

Sensor: Die Sensorleitung ist intern mit der jeweiligen Spannungsversorgung verbunden

Nicht verwendete Pins oder Litzen dürfen nicht belegt werden!

Schnittstellen

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° 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 störsichere Übertragung. Die dargestellte Folge der Ausgangssignale – U_{a2} nacheilend zu U_{a1} – gilt für die in der Anschlussmaßzeichnung angegebene Bewegungsrichtung.

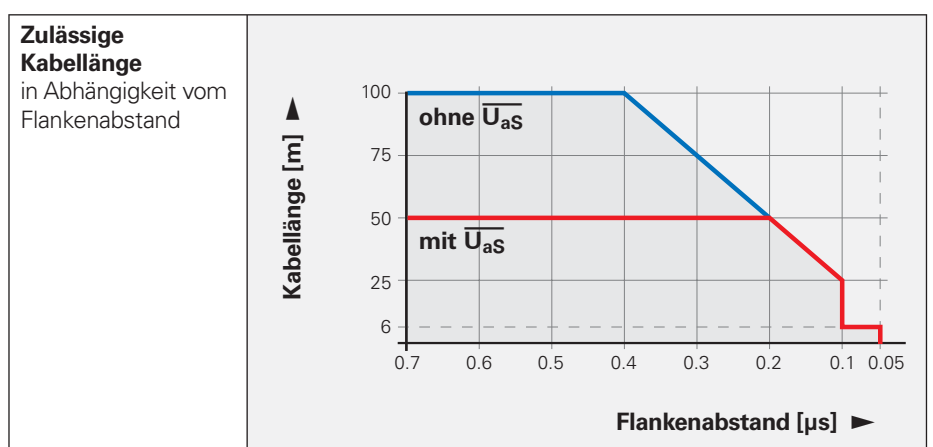
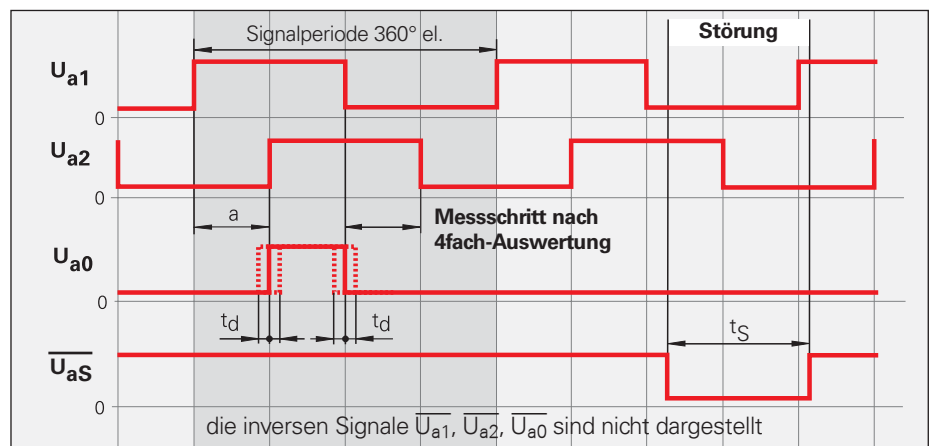
Das **Störungssignal** $\overline{U_{aS}}$ zeigt Fehlfunktionen an, wie z. B. Bruch der Versorgungsleitungen, Ausfall der Lichtquelle etc. Es kann beispielsweise in der automatisierten Fertigung zur Maschinenabschaltung benutzt werden.

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

Die Folge-Elektronik muss so ausgelegt sein, dass sie jede Flanke der Rechteckimpulse erfasst. Der in den *Technischen Kennwerten* angegebene minimale **Flankenabstand a** gilt für die angegebene Eingangsschaltung bei Kabellänge 1 m und bezieht sich auf eine Messung am Ausgang des Differenzleitungsempfängers. Zusätzlich reduzieren kabelabhängige Laufzeitunterschiede den Flankenabstand um 0,2 ns pro Meter Kabellänge. Um Zählfehler zu vermeiden, ist die Folge-Elektronik so auszulegen, dass sie auch noch 90 % des resultierenden Flankenabstandes verarbeiten kann. Die max. zulässige **Drehzahl** bzw. **Verfahrgeschwindigkeit** darf auch kurzzeitig nicht überschritten werden.

Die zulässige **Kabellänge** für die Übertragung der TTL-Rechtecksignale zur Folge-Elektronik ist abhängig vom Flankenabstand a. Sie beträgt max. 100 m bzw. 50 m für das Störungssignal. Dabei muss die Spannungsversorgung (siehe *Technische Kennwerte*) am Messgerät gewährleistet sein. Über Sensorleitungen lässt sich die Spannung am Messgerät erfassen und gegebenenfalls mit einer entsprechenden Regeleinrichtung (Remote-Sense-Netzteil) nachregeln.

Schnittstelle	Rechtecksignale \square TTL
Inkrementalsignale	2 TTL-Rechtecksignale U_{a1}, U_{a2} und deren inverse Signale $\overline{U_{a1}}$, $\overline{U_{a2}}$
Referenzmarkensignal Impulsbreite Verzögerungszeit	1 oder mehrere TTL-Rechteckimpulse U_{a0} und deren inverse Impulse $\overline{U_{a0}}$ 90° el. (andere Breite auf Anfrage); LS 323: unverknüpft $ t_d \leq 50$ ns
Störungssignal Impulsbreite	1 TTL-Rechteckimpuls $\overline{U_{aS}}$ Störung: LOW (auf Anfrage: U_{a1}/U_{a2} hochohmig) Gerät in Ordnung: HIGH $t_S \geq 20$ ms
Signalgröße	Differenzleitungstreiber nach EIA-Standard RS 422 $U_H \geq 2,5$ V bei $-I_H = 20$ mA $U_L \leq 0,5$ V bei $I_L = 20$ mA
Zulässige Belastung	$Z_0 \geq 100 \Omega$ zwischen zusammengehörigen Ausgängen $ I_L \leq 20$ mA max. Last pro Ausgang $C_{Last} \leq 1000$ pF gegen 0 V Ausgänge geschützt gegen Kurzschluss nach 0 V
Schaltzeiten (10% bis 90%)	$t_+ / t_- \leq 30$ ns (10 ns typisch) mit 1 m Kabel und angegebener Eingangsschaltung
Verbindungskabel Kabellänge Signallaufzeit	HEIDENHAIN-Kabel mit Abschirmung PUR $[4(2 \times 0,14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0,5 \text{ mm}^2)]$ max. 100 m ($\overline{U_{aS}}$ max. 50 m) bei Kapazitätsbelag 90 pF/m 6 ns/m



Eingangsschaltung der Folge-Elektronik

Dimensionierung

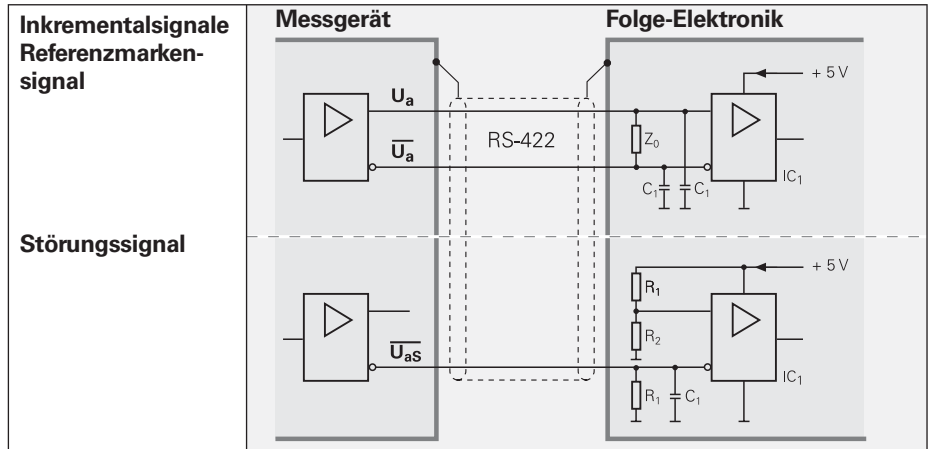
IC₁ = empfohlene Differenzleitungs-empfänger
 DS 26 C 32 AT
 nur für a > 0,1 μs:
 AM 26 LS 32
 MC 3486
 SN 75 ALS 193

R₁ = 4,7 kΩ

R₂ = 1,8 kΩ

Z₀ = 120 Ω

C₁ = 220 pF (dient zur Verbesserung der Störsicherheit)



Anschlussbelegung

12-polige Flanschdose oder Kupplung M23				12-poliger Stecker M23									
Spannungsversorgung				Inkrementalsignale						sonstige Signale			
12	2	10	11	5	6	8	1	3	4	7	9		
U _P	Sensor U _P	0V	Sensor 0V	U _{a1}	U _{a1} -	U _{a2}	U _{a2} -	U _{a0}	U _{a0} -	U _{aS} ¹⁾	frei ²⁾		
		braun/grün	blau	weiß/grün	weiß	braun	grün	grau	rosa	rot	schwarz	violett	gelb ²⁾

Schirm liegt auf Gehäuse; U_P = Spannungsversorgung

Sensor: Die Sensorleitung ist intern mit der jeweiligen Spannungsversorgung verbunden

¹⁾ LS 323/ERO 14xx: frei

²⁾ offene Längenmessgeräte: Umschaltung TTL/11 μA_{SS} für PWT, sonst nicht belegt

Nicht verwendete Pins oder Litzen dürfen nicht belegt werden!

Schnittstellen

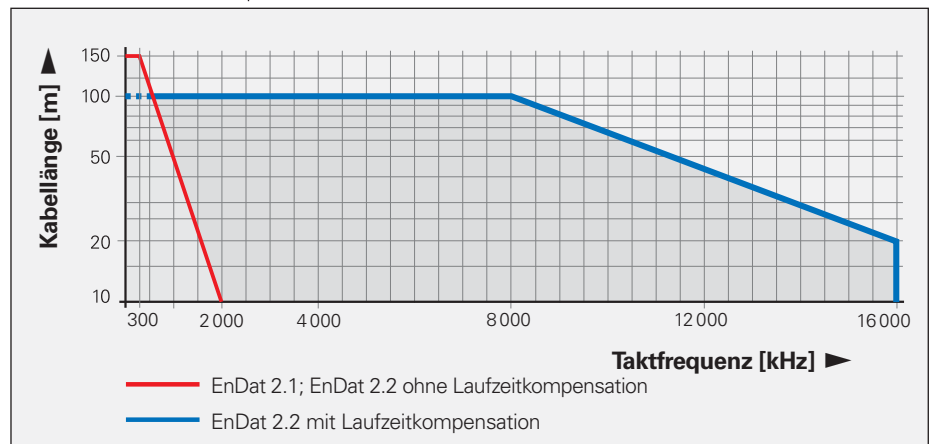
Absolute Positionswerte

Das EnDat-Interface ist eine digitale, **bidirektionale** Schnittstelle für Messgeräte. Sie ist in der Lage, sowohl **Positionswerte** von absoluten und – bei EnDat 2.2 – inkrementalen Messgeräten auszugeben, als auch im Messgerät gespeicherte Informationen auszulesen, zu aktualisieren oder neue Informationen abzulegen. Aufgrund der **seriellen Datenübertragung** sind **4 Signalleitungen** ausreichend. Die Daten 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.

Taktfrequenz – Kabellänge

Ohne Laufzeitkompensation ist die **Taktfrequenz** – abhängig von der Kabellänge – variabel zwischen **100 kHz** und **2 MHz**. Da besonders bei großen Kabellängen und höheren Taktfrequenzen die Signallaufzeit für die eindeutige Zuordnung der Daten störende Größenordnungen annimmt, kann sie in einem Korrekturlauf ermittelt und kompensiert werden. Mit dieser **Laufzeitkompensation** in der Folge-Elektronik sind Taktfrequenzen **bis 16 MHz** bei Kabellängen bis maximal 100 m ($f_{CLK} \leq 8 \text{ MHz}$) möglich. Die maximale Taktfrequenz wird dabei maßgeblich durch die verwendeten Kabel und Steckverbinder bestimmt. Zur Gewährleistung der Funktion sind bei Taktfrequenzen über 2 MHz komplett konfektionierte Original-HEIDENHAIN-Kabel zu verwenden.

Schnittstelle	EnDat seriell bidirektional
Datenübertragung	Absolute Positionswerte, Parameter und Zusatzinformationen
Dateneingang	Differenzleitungsempfänger nach EIA-Standard RS 485 für Signale CLOCK und CLOCK sowie DATA und DATA
Datenausgang	Differenzleitungstreiber nach EIA-Standard RS 485 für Signale DATA und DATA
Code	Dual-Code
Positionswerte	Steigend bei Verfahren in Pfeilrichtung (siehe Anschlussmaße der Messgeräte)
Inkrementalsignale	$\sim 1 V_{SS}$ (siehe <i>Inkrementalsignale 1 V_{SS}</i>) geräteabhängig
Verbindungskabel	HEIDENHAIN-Kabel mit Abschirmung mit Inkremental- PUR [(4 x 0,14 mm ²) + 4(2 x 0,14 mm ²) + (4 x 0,5 mm ²)] ohne signale PUR [(4 x 0,14 mm ²) + (4 x 0,34 mm ²)]
Kabellänge	max. 150 m
Signallaufzeit	max. 10 ns; typ. 6 ns/m

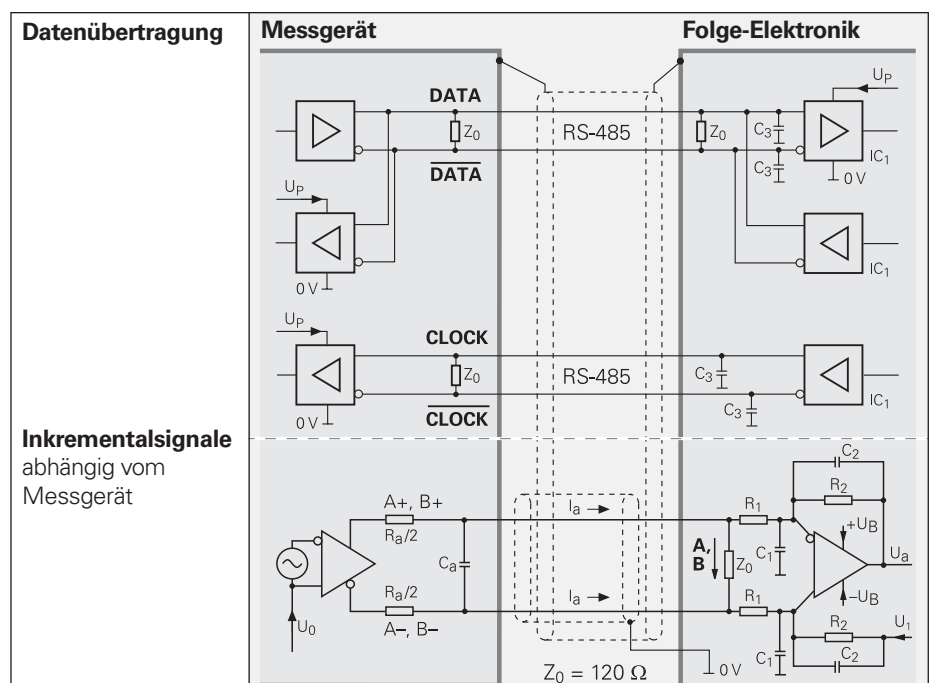


Eingangsschaltung der Folge-Elektronik

Dimensionierung

IC_1 = RS 485-Differenzleitungsempfänger und -treiber

$C_3 = 330 \text{ pF}$
 $Z_0 = 120 \text{ } \Omega$



Vorteile des EnDat-Interface

- **Automatische Inbetriebnahme:** Alle für die Folge-Elektronik notwendigen Informationen sind im Messgerät gespeichert.
- **Hohe Systemsicherheit** durch Alarmer und Warnmeldungen zur Überwachung und Diagnose.
- **Hohe Übertragungssicherheit** durch Cyclic Redundancy Check.
- **Nullpunktverschiebung** Verkürzung der Inbetriebnahme.

Weitere Vorteile von EnDat 2.2

- **Einheitliche Schnittstelle** für alle absoluten und inkrementalen Messgeräte.
- **Zusätzliche Informationen** (Endschalter, Temperatur, Beschleunigung)
- **Qualitätsverbesserung:** Positionswertbildung im Messgerät ermöglicht kürzere Abtastzyklen (25 µs).
- **Online-Diagnose** durch Bewertungszahlen, welche die aktuellen Funktionsreserven des Messgeräts wiedergeben und den Maschineneinsatz besser planbar machen.
- **Sicherheitskonzept** zum Aufbau von sicherheitsgerichteten Steuerungssystemen, bestehend aus sicheren Steuerungen und sicheren Positionsmessgeräten basierend auf den Normen DIN EN ISO 13 849-1 sowie IEC 61 508.

Vorteile der rein seriellen Übertragung speziell für EnDat-2.2-Geräte

- Kostenoptimierung durch **einfache Folge-Elektronik** mit EnDat-Empfängerbaukasten und **einfache Verbindungstechnik:** Standard-Steckverbinder (M12; 8-polig), einfach geschirmte Standardkabel und geringer Verdrahtungsaufwand.
- **Minimierte Übertragungszeiten** durch **hohe Taktfrequenzen** bis 16 MHz. Positionswerte stehen nach ca. 10 µs in der Folge-Elektronik zur Verfügung.
- **Unterstützung moderner Maschinenkonzepte** z. B. Direktantriebstechnik.

Bestellbezeichnung	Befehlssatz	Inkrementalsignale	Taktfrequenz	Spannungsversorgung
EnDat 01	EnDat 2.1 oder EnDat 2.2	mit	≤ 2 MHz	siehe Technische Kennwerte des Geräts
EnDat 21		ohne		
EnDat 02	EnDat 2.2	mit	≤ 2 MHz	erweiterter Bereich 3,6 bis 5,25 V bzw. 14 V
EnDat 22	EnDat 2.2	ohne	≤ 16 MHz	

Versionen der EnDat-Schnittstelle (fett: Standardversionen)

Ausführungen

Die erweiterte Schnittstellenversion EnDat 2.2 ist von der Kommunikation, den Befehlssätzen und Zeitbedingungen kompatibel zur Version 2.1, bietet jedoch deutliche Vorteile. So ist es möglich mit dem Positionswert sogenannte Zusatzinformationen zu übertragen, ohne dafür eine eigene Abfrage zu starten. Dazu wurde das Protokoll der Schnittstelle erweitert und die Zeitverhältnisse (Taktfrequenz, Rechenzeit, Recovery Time) optimiert.

Bestellbezeichnung

Angabe auf dem Typenschild und auslesbar über Parameter.

Befehlssatz

Der Befehlssatz ist die Summe der verfügbaren Mode-Befehle. (siehe „Auswahl der Übertragungsart“) Der Befehlssatz EnDat 2.2 beinhaltet die EnDat 2.1-Mode-Befehle. Bei Übertragung eines Mode-Befehls aus dem Befehlssatz EnDat 2.2 an eine EnDat-01-Folge-Elektronik kann es zu Fehlermeldungen des Geräts oder der Folge-Elektronik kommen.

Inkrementalsignale

Sowohl EnDat 2.1 als auch EnDat 2.2 gibt es in den Ausführungen mit oder ohne Inkrementalsignale. EnDat-2.2-Geräte besitzen eine hohe interne Auflösung. Eine Abfrage der Inkrementalsignale ist daher – abhängig von der verwendeten Steuerungstechnologie – nicht notwendig. Um bei EnDat-2.1-Geräten die Auflösung zu erhöhen, werden die Inkrementalsignale in der Folge-Elektronik interpoliert und ausgewertet.

Spannungsversorgung

Geräte mit der Bestellbezeichnung EnDat 02 und EnDat 22 bieten einen erweiterten Spannungsversorgungsbereich.

Funktionalität

Das EnDat-Interface überträgt in zeitlich eindeutiger Abfolge absolute Positionswerte bzw. physikalische Zusatzgrößen (nur bei EnDat 2.2) und dient zum Auslesen und Beschreiben des messgeräteinternen Speichers. Bestimmte Funktionen sind nur mit EnDat 2.2-Mode-Befehlen verfügbar.

Positionswerte können mit oder ohne Zusatzinformationen übertragen werden. Die Zusatzinformationen selbst sind über den MRS-Code (Memory Range Select) wählbar. Zusammen mit dem Positionswert können auch andere Funktionen wie *Parameter lesen* und *Parameter schreiben* nach vorangegangener Speicherbereichs- und Adressauswahl aufgerufen werden. Durch die gleichzeitige Übertragung mit dem Positionswert lassen sich auch von im Regelkreis befindlichen Achsen Zusatzinformationen abfragen und Funktionen ausführen.

Parameter lesen und schreiben ist sowohl als separate Funktion als auch in Verbindung mit dem Positionswert möglich. Nach der Wahl von Speicherbereich und Adresse können Parameter gelesen oder geschrieben werden.

Reset-Funktionen dienen zum Zurücksetzen des Messgeräts bei Fehlfunktionen. Ein Reset ist anstelle oder während der Positionswert-Übertragung möglich.

Eine **Inbetriebnahmediagnose** ermöglicht eine Überprüfung des Positionswertes bereits im Stillstand. Ein Testbefehl veranlasst das Messgerät die entsprechenden Testwerte zu senden.

Nähere Informationen zu EnDat 2.2 finden Sie im Internet unter www.endat.de oder in der *Technischen Information EnDat 2.2*.

Auswahl der Übertragungsart

Bei der Datenübertragung wird zwischen Positionswerten, Positionswerten mit Zusatzinformationen und Parametern unterschieden. Die Auswahl, welche Information übertragen wird, erfolgt mit Mode-Befehlen. **Mode-Befehle** definieren den Inhalt der übertragenen Information. Jeder Mode-Befehl besteht aus 3 Bit. Zur sicheren Übertragung wird jedes Bit redundant (invertiert oder doppelt) gesendet. Mit dem EnDat 2.2-Interface lassen sich auch Parameterwerte in den Zusatzinformationen zusammen mit dem Positionswert übertragen. Dadurch stehen dem Regelkreis auch während einer Parameterabfrage ständig die aktuellen Positionswerte zur Verfügung.

Ansteuerzyklen zur Übertragung der Positionswerte

Der Übertragungszyklus beginnt mit der ersten fallenden **Takt-Flanke**. Es werden die Messwerte gespeichert und der Positionswert berechnet. Nach zwei Taktimpulsen (2T) sendet die Folge-Elektronik zur **Auswahl der Übertragungsart** den Mode-Befehl „Messgerät sende Positionswert“ (mit/ohne Zusatzinformationen). Die Folgeelektronik sendet weiterhin Takte und beobachtet die Datenleitung zur Erkennung des Start-Bits. Mit dem **Start-Bit** beginnt die Datenübertragung von Messgerät zur Folge-Elektronik. Die Zeit t_{cal} stellt dabei den frühestmöglichen Zeitpunkt dar, ab dem der Positionswert vom Messgerät abgeholt werden kann. Die folgenden **Fehlermeldungen** Fehler 1 und Fehler 2 (nur bei EnDat 2.2-Befehlen) sind Sammelmeldungen für alle überwachten Funktionen und dienen als Ausfallüberwachung.

Beginnend mit dem LSB wird anschließend der absolute **Positionswert** als komplettes Datenwort übertragen. Seine Länge ist abhängig vom verwendeten Messgerät. Die Anzahl der notwendigen Takte zur Übertragung eines Positionswertes ist in den Parametern des Messgeräte-Herstellers abgespeichert. Die Datenübertragung des Positionswertes wird mit dem **Cyclic Redundancy Check** (CRC) abgeschlossen. Bei EnDat 2.2 folgen die Zusatzinformationen 1 und 2, ebenfalls jeweils abgeschlossen durch einen CRC. Mit Ende des Datenworts muss der Takt auf HIGH-Pegel gelegt werden. Nach 10 bis 30 μ s bzw. 1,25 bis 3,75 μ s (bei EnDat 2.2 parametrierbare Recovery Time t_m) fällt die Datenleitung auf LOW zurück. Danach lässt sich durch Starten des Taktes eine **erneute Datenübertragung** beginnen.

Mode-Befehle

<ul style="list-style-type: none"> • Messgerät sende Positionswert • Auswahl des Speicherbereichs • Messgerät empfang Parameter • Messgerät sende Parameter • Messgerät empfang Reset¹⁾ • Messgerät sende Testwerte • Messgerät empfang Testbefehl 	EnDat 2.1	EnDat 2.2
<ul style="list-style-type: none"> • Messgerät sende Positionswert mit Zusatzinformationen • Messgerät sende Positionswert und empfang Auswahl des Speicherbereichs²⁾ • Messgerät sende Positionswert und empfang Parameter²⁾ • Messgerät sende Positionswert und sende Parameter²⁾ • Messgerät sende Positionswert und empfang Fehler-Reset²⁾ • Messgerät sende Positionswert und empfang Testbefehl²⁾ • Messgerät empfang Kommunikationsbefehl³⁾ 		

1) gleiche Reaktion wie Aus- und Einschalten der Spannungsversorgung

2) ausgewählte Zusatzinformationen werden mit übertragen

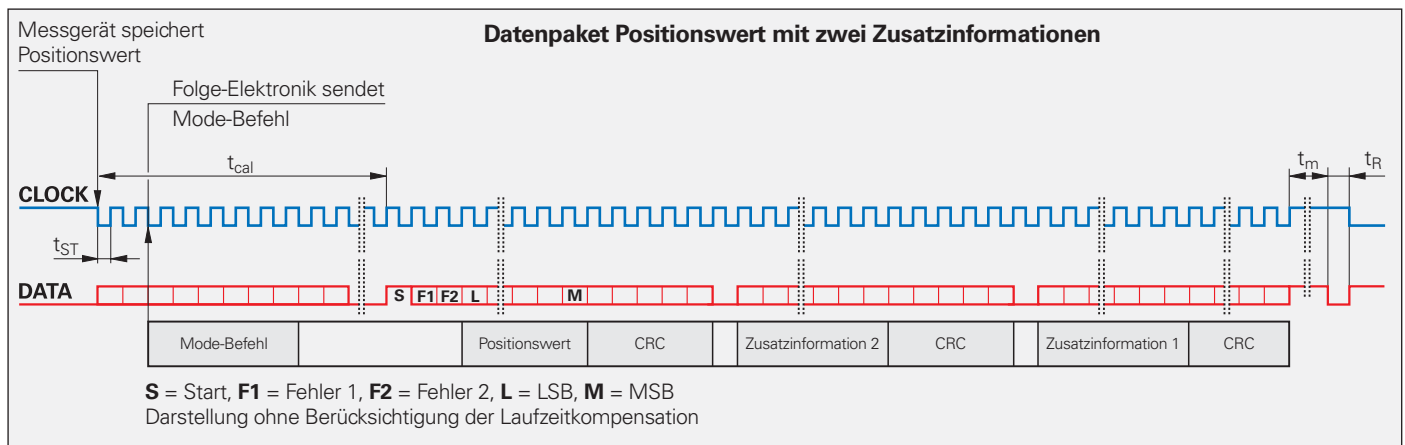
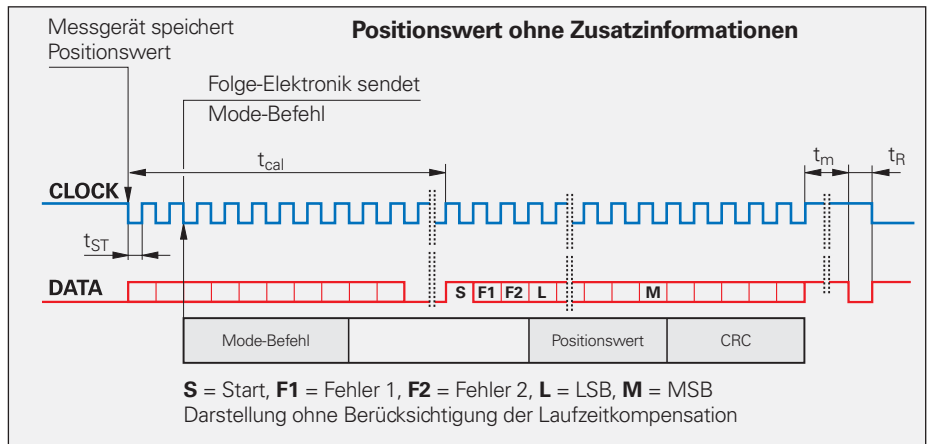
3) reserviert für Messgeräte, die das Sicherheitskonzept nicht unterstützen

Absolute Längenmessgeräte weisen bei EnDat-2.1- und EnDat-2.2-Mode-Befehlen unterschiedliche Rechenzeiten für Positionswerte t_{cal} auf (siehe Katalog *Längenmessgeräte für gesteuerte Werkzeugmaschinen – Technische Kennwerte*). Werden zur Achsregelung die Inkrementalsignale ausgewertet, sollten die EnDat-2.1-Mode-Befehle verwendet werden. Nur damit wird zeitgleich zu einem aktuell angeforderten Positionswert eine eventuell vorhandene Fehlermeldung übertragen. Bei rein serieller Positionswertübertragung zur Achsregelung sollten keine EnDat-2.1-Mode-Befehle verwendet werden.

		Ohne Laufzeitkompensation	Mit Laufzeitkompensation
Taktfrequenz	f_c	100 kHz ... 2 MHz	100 kHz ... 16 MHz
Rechenzeit für Positionswert Parameter	t_{cal} t_{ac}	siehe <i>Technische Kennwerte</i> max. 12 ms	
Recovery Time	t_m	<i>EnDat 2.1</i> : 10 bis 30 μ s <i>EnDat 2.2</i> : 10 bis 30 μ s oder 1,25 bis 3,75 μ s ($f_c \geq 1$ MHz) (parametrierbar)	
	t_R	max 500 ns	
	t_{ST}	–	2 bis 10 μ s
Data delay Time	t_D	(0,2 + 0,01 x Kabellänge in m) μ s	
Pulsbreite	t_{HI}	0,2 bis 10 μ s	Pulsweitschwankung HIGH zu LOW max. 10%
	t_{LO}	0,2 bis 50 ms/30 μ s (bei LC)	

EnDat 2.2 – Übertragung der Positionswerte

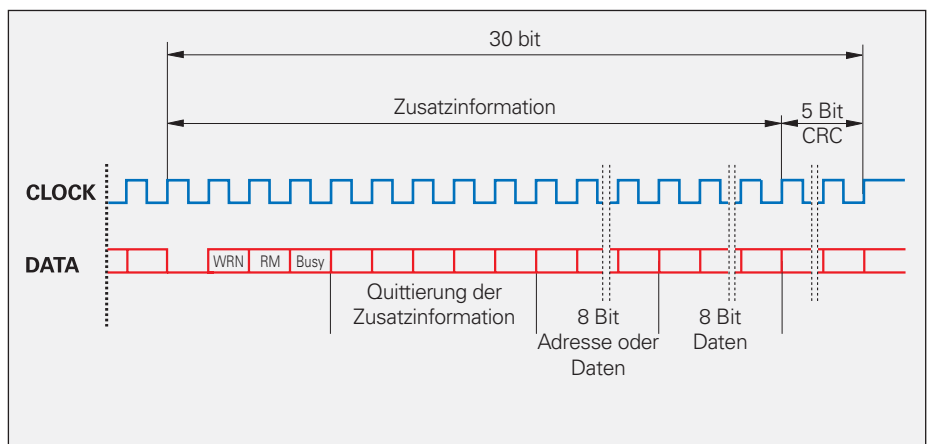
Bei EnDat 2.2 können wahlweise Positionswerte ohne oder mit Zusatzinformationen übertragen werden.



Zusatzinformationen

Bei EnDat 2.2 können an den Positionswert eine oder zwei Zusatzinformationen angehängt werden. Die Zusatzinformationen sind jeweils 30 Bit lang, mit einem LOW-Pegel als erstes Bit und einem CRC zum Abschluss. Welche Zusatzinformationen das jeweilige Messgerät unterstützt ist in den Parametern des Messgerätes hinterlegt.

Der Inhalt der Zusatzinformationen wird über den MRS-Code festgelegt und im nächsten Abfragezyklus für Zusatzinformationen ausgegeben. Diese werden dann mit jeder Abfrage übertragen, bis durch eine neuerliche Auswahl eines anderen Speicherbereiches der Inhalt geändert wird.



Die Zusatzinformationen beginnen immer mit:

Statusangaben
Warnung - WRN
Referenzmarke - RM
Parameterabfrage - Busy
Quittierung der Zusatzinformation

Die Zusatzinformationen können folgende Daten beinhalten:

Zusatzinformation 1
Diagnose (Bewertungszahlen)
Positionswert 2
Speicherparameter
MRS-Code-Quittierung
Testwerte
Messgeräte-Temperatur
externe Temperatursensoren
Sensordaten

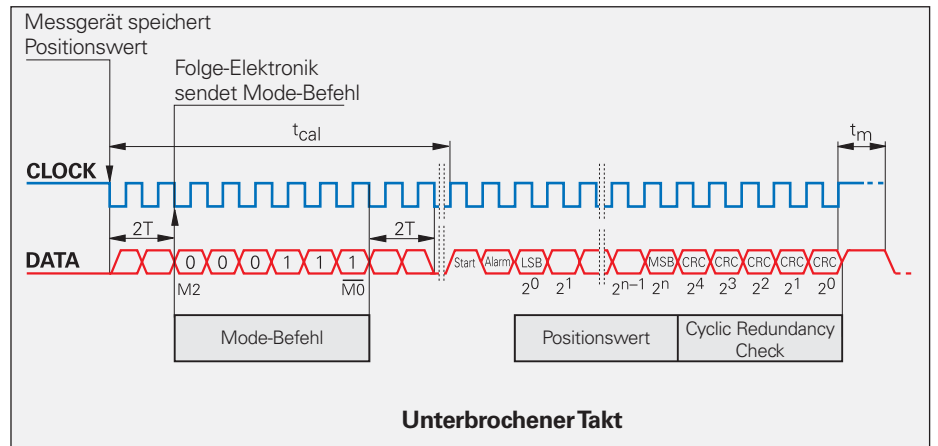
Zusatzinformation 2
Kommutierung
Beschleunigung
Grenzlagensignale
Betriebszustandsfehlerquellen

EnDat 2.1 – Übertragung der Positionswerte

Bei EnDat 2.1 können die Positionswerte wahlweise mit unterbrochenem Takt (analog zu EnDat 2.2) oder mit durchlaufendem Takt übertragen werden.

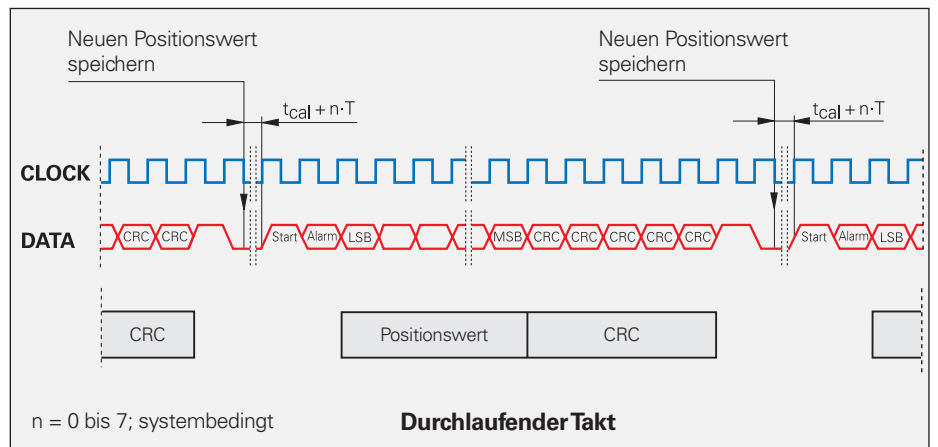
Unterbrochener Takt

Der unterbrochene Takt ist insbesondere für zeitlich getaktete Systeme, wie z. B. Regelkreise bestimmt. Mit Ende des Datenworts wird der Takt auf HIGH-Pegel gelegt. Nach 10 bis 30 μs (t_m) fällt die Datenleitung auf LOW zurück. Danach lässt sich durch Starten des Taktes eine erneute Datenübertragung starten.



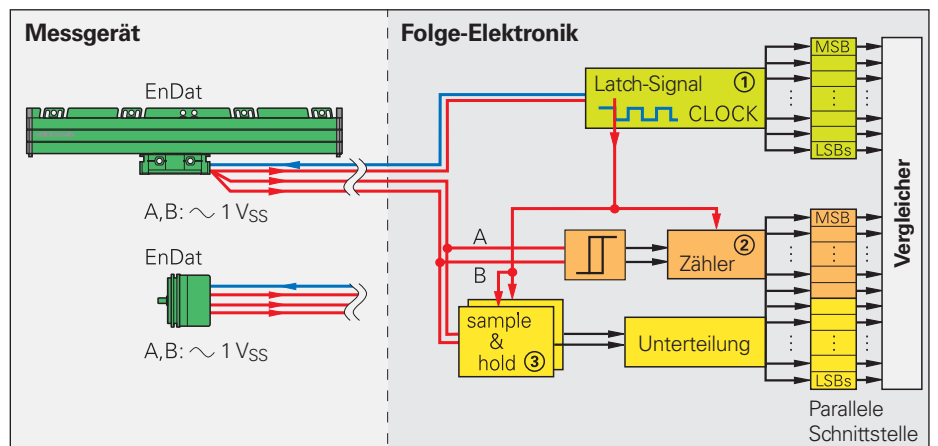
Durchlaufender Takt

Für Anwendungen, die eine schnelle Messwertaufnahme erfordern, bietet die EnDat-Schnittstelle die Möglichkeit, den Takt CLOCK durchlaufen zu lassen. Unmittelbar nach dem letzten CRC-Bit wird die Datenleitung DATA für eine Taktperiode auf HIGH und anschließend auf LOW gelegt. Bereits mit der nächsten fallenden Taktflanke werden die neuen Positionswerte gespeichert und nach Start- und Alarm-Bit synchron zum anliegenden Takt ausgegeben. Da in dieser Betriebsart der Mode-Befehl *Messgerät sende Positionswert* nur einmal vor der ersten Datenübertragung notwendig ist, reduziert sich die Taktbüschellänge für jede folgende Übertragung um 10 Taktperioden.



Synchronisation des seriell übertragenen Codewerts mit dem Inkrementalsignal

Bei absoluten Positionsmessgeräten mit EnDat-Schnittstelle können die seriell übertragenen absoluten Positionswerte mit den inkrementalen zeitlich exakt synchronisiert werden. Mit der ersten fallenden Flanke („Latch-Signal“) des von der Folge-Elektronik vorgegebenen Taktsignals (CLOCK) werden die Abtastsignale der einzelnen Spuren im Messgerät und der Zähler sowie die A/D-Wandler zur Unterteilung der sinusförmigen Inkrementalsignale in der Folge-Elektronik eingefroren.




Der über die serielle Schnittstelle übertragene Codewert kennzeichnet eindeutig eine inkrementale Signalperiode. Innerhalb einer sinusförmigen Periode des Inkrementalsignals ist der Positionswert absolut. Das unterteilte Inkrementalsignal kann damit in der Folge-Elektronik an den seriell übertragenen Codewert angeschlossen werden.

Nach Einschalten der Spannungsversorgung und der ersten Übertragung des Positionswertes stehen in der Folge-Elektronik zwei redundante Positionswerte zur Verfügung. Da bei Messgeräten mit EnDat – unabhängig von der Kabellänge – eine exakte zeitliche Synchronisation des seriell übertragenen Codewertes mit den Inkremental-

signalen gewährleistet ist, können beide Werte in der Folge-Elektronik verglichen werden. Die Überprüfung ist aufgrund der kurzen Übertragungszeiten der EnDat-Schnittstelle von kleiner 50 μs auch bei hohen Drehzahlen möglich. Dies ist Voraussetzung für fortschrittliche Maschinen- und Sicherheitskonzepte.

Parameter und Speicherbereiche

Im Messgerät stehen mehrere Speicherbereiche für Parameter zur Verfügung, die von der Folge-Elektronik gelesen und teilweise vom Messgeräte-Hersteller, vom OEM oder auch vom Endkunden beschrieben werden können. Bestimmte Speicherbereiche lassen sich mit einem Schreibschutz versehen.

 Die Parametereinstellung – sie wird in aller Regel durch den OEM vorgenommen – bestimmt weitgehend die Arbeitsweise des Messgeräts und des EnDat-Interface. Beim Austausch von EnDat-Messgeräten ist deshalb unbedingt auf die richtige Parametrierung zu achten. Die Inbetriebnahme der Maschine mit Messgeräten mit fehlenden OEM-Daten kann zu Fehlfunktionen führen. Im Zweifelsfall ist der OEM zu kontaktieren.

Parameter des Messgeräte-Herstellers

Dieser schreibgeschützte Speicherbereich enthält alle **messgerätespezifischen Informationen**, wie z. B. Messgerätetyp (Längen-/Winkelmessgerät, Single-/Multiturgeber usw.), Signalperioden, Positionswerte pro Umdrehung, Übertragungsformat der Positionswerte, Drehrichtung, max. Drehzahl, Genauigkeit abhängig von Drehzahl, Warnungen und Alarmer, Ident- und Seriennummer. Diese Informationen bilden die Grundlage für eine **automatische Inbetriebnahme**. In einem separaten Speicherbereich sind die für EnDat 2.2 typischen Parameter enthalten: Status der Zusatzinformationen, Temperatur, Beschleunigung, Unterstützung von Diagnose- und Fehlermeldungen usw.

Parameter des OEM

In diesem frei definierbaren Speicherbereich kann der OEM beliebige Informationen ablegen, z. B. das „elektronische Typenschild“ des Motors, in welchem das Messgerät eingebaut ist, mit Angaben wie Motortyp, max. zulässige Ströme etc.

Betriebsparameter

Dieser Bereich steht für eine **Nullpunktverschiebung**, für die Konfiguration der Diagnose und für Anweisungen zur Verfügung. Er kann gegen Überschreiben geschützt werden.

Betriebszustand

In diesem Speicherbereich stehen die detaillierten Alarm- oder Warnmeldungen für Diagnosezwecke an. Gleichzeitig lassen sich bestimmte Messgerätfunktionen initialisieren, der Schreibschutz für die Bereiche „Parameter des OEM“ und „Betriebsparameter“ aktivieren und ihr Status abfragen. Ein einmal aktivierter **Schreibschutz** kann nicht mehr zurückgesetzt werden.

Überwachungs- und Diagnosefunktionen

Über das EnDat-Interface ist eine weitgehende Überwachung des Messgeräts ohne zusätzliche Leitung möglich. Welche Alarmer und Warnungen das jeweilige Messgerät unterstützt, ist im Speicherbereich „Parameter des Messgeräte-Herstellers“ abgelegt.

Fehlermeldung

Die Fehlermeldung zeigt an, wenn eine **Fehlfunktion des Messgeräts** zu falschen Positionswerten führen kann. Die genaue Ursache der Störung ist im Speicher „Betriebszustand“ des Messgeräts hinterlegt. Die Abfrage ist auch über die Zusatzinformation „Betriebszustandsfehlerquellen“ möglich. Dazu gibt die EnDat-Schnittstelle die Fehler-Bits Fehler 1 und Fehler 2 (nur bei EnDat 2.2-Befehlen) aus. Dies sind Sammelmeldungen für alle überwachten Funktionen und dienen als Ausfallüberwachung. Die beiden Fehlermeldungen werden unabhängig voneinander generiert.

Warnung

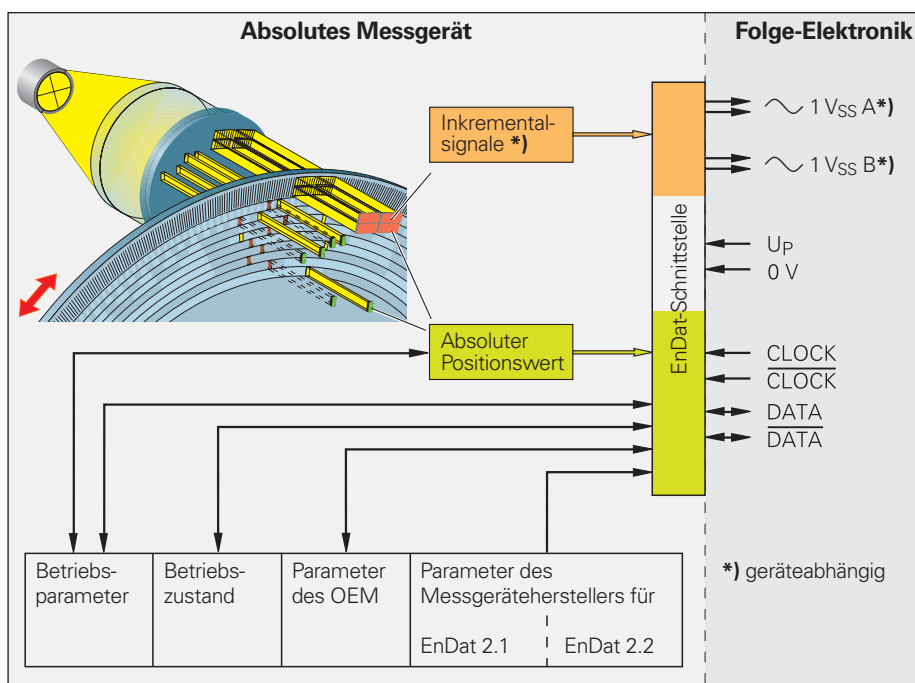
Dieses Sammel-Bit wird in den Statusangaben der Zusatzinformationen ausgegeben. Es zeigt an, wenn bestimmte **Toleranzgrenzen des Messgeräts** erreicht oder überschritten sind, z. B. Drehzahl, Regelreserve der Beleuchtungseinheit, ohne dass von einem falschen Positionswert auszugehen ist. Diese Funktion ermöglicht eine vorbeugende Wartung und minimiert somit Stillstandszeiten

Online-Diagnose

Bei Messgeräten mit rein seriellen Schnittstellen fehlen die Inkrementalsignale zur Bewertung der Funktionalität des Messgeräts. Deshalb können bei EnDat-2.2-Geräten sogenannte Bewertungszahlen zyklisch aus dem Messgerät ausgelesen werden. Die Bewertungszahlen geben den aktuellen Zustand des Messgeräts wieder und bestimmen die „Funktionsreserve“ eines Messgeräts. Die für alle HEIDENHAIN-Messgeräte identische Skalierung erlaubt eine durchgängige Bewertung. Damit sind Maschineneinsatz und Serviceintervalle besser planbar.

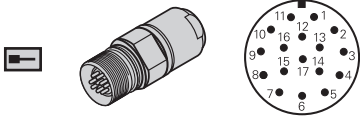
Cyclic Redundancy Check



Für eine **sichere Datenübertragung** wird durch die logische Verknüpfung der einzelnen Bitwerte eines Datenworts ein Cyclic Redundancy Check (CRC) gebildet. Dieser 5 Bit lange CRC schließt jede Datenübertragung ab. In der Empfängerelektronik wird der CRC decodiert und mit dem Datenwort verglichen. Somit werden Fehler, die durch Störungen während der Datenübertragung entstehen, weitgehend ausgeschlossen.



Anschlussbelegung

17-polige Kupplung M23



	Spannungsversorgung					Inkrementalsignale ¹⁾				absolute Positionswerte			
	7	1	10	4	11	15	16	12	13	14	17	8	9
	U_P	Sensor U _P	0V	Sensor 0V	Innen- schirm	A+	A-	B+	B-	DATA	DATA	CLOCK	CLOCK
	braun/ grün	blau	weiß/ grün	weiß	/	grün/ schwarz	gelb/ schwarz	blau/ schwarz	rot/ schwarz	grau	rosa	violett	gelb

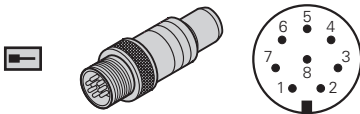
Schirm liegt auf Gehäuse; **U_P** = Spannungsversorgung



Sensor: Die Sensorleitung ist intern mit der jeweiligen Spannungsversorgung verbunden

Nicht verwendete Pins oder Litzen dürfen nicht belegt werden!

¹⁾ Nur bei Bestellbezeichnung EnDat 01 und EnDat 02

8-polige Kupplung M12

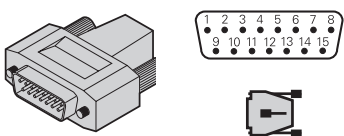
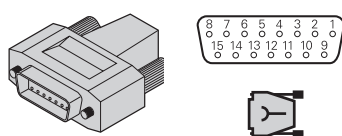





	Spannungsversorgung					absolute Positionswerte			
	2	8	1	5	3	4	7	6	
	U_P ¹⁾	U_P	0V ¹⁾	0V	DATA	DATA	CLOCK	CLOCK	
	blau	braun/grün	weiß	weiß/grün	grau	rosa	violett	gelb	

Schirm liegt auf Gehäuse; **U_P** = Spannungsversorgung

Nicht verwendete Pins oder Litzen dürfen nicht belegt werden!

¹⁾ für parallel geführte Versorgungsleitungen

15-poliger Sub-D-Stecker, Stift für IK 115/IK 215						15-poliger Sub-D-Stecker, Buchse für HEIDENHAIN-Steuerungen und IK 220							
													
	Spannungsversorgung					Inkrementalsignale ¹⁾				absolute Positionswerte			
	4	12	2	10	6	1	9	3	11	5	13	8	15
	1	9	2	11	13	3	4	6	7	5	8	14	15
	U_P	Sensor U _P	0V	Sensor 0V	Innen- schirm	A+	A-	B+	B-	DATA	DATA	CLOCK	CLOCK
	braun/ grün	blau	weiß/ grün	weiß	/	grün/ schwarz	gelb/ schwarz	blau/ schwarz	rot/ schwarz	grau	rosa	violett	gelb

Schirm liegt auf Gehäuse; **U_P** = Spannungsversorgung

Sensor: Die Sensorleitung ist intern mit der jeweiligen Spannungsversorgung verbunden

Nicht verwendete Pins oder Litzen dürfen nicht belegt werden!

¹⁾ Nur bei Bestellbezeichnung EnDat 01 und EnDat 02


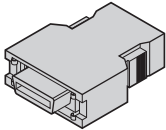


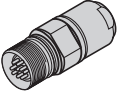
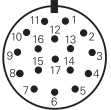



Schnittstellen

Anschlussbelegung Fanuc und Mitsubishi

Anschlussbelegung Fanuc

HEIDENHAIN-Messgeräte mit dem Kennbuchstaben F hinter der Typenbezeichnung sind geeignet zum Anschluss an Fanuc-Steuerungen mit

- **Serial Interface Fanuc 01**
mit 1 MHz Communication Rate
- **Serial Interface Fanuc 02**
mit 1 MHz oder 2 MHz Communication Rate


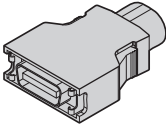
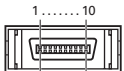

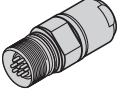
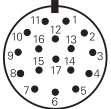




15-poliger Fanuc-Stecker					17-polige HEIDENHAIN-Kupplung				
									
	Spannungsversorgung					Absolute Positionswerte			
	9	18/20	12	14	16	1	2	5	6
	7	1	10	4	–	14	17	8	9
	U_P	Sensor U_P	0V	Sensor 0V	Schirm	Serial Data	Serial Data	Request	Request
	braun/grün	blau	weiß/grün	weiß	–	grau	rosa	violett	gelb

Schirm liegt auf Gehäuse; **U_P** = Spannungsversorgung

Sensor: Die Sensorleitung ist intern mit der jeweiligen Spannungsversorgung verbunden
Nicht verwendete Pins oder Litzen dürfen nicht belegt werden!

Anschlussbelegung Mitsubishi

HEIDENHAIN-Messgeräte mit dem Kennbuchstaben M hinter der Typenbezeichnung sind geeignet zum Anschluss an Steuerungen mit dem **Mitsubishi High Speed Serial Interface**.

10- oder 20-poliger Mitsubishi-Stecker					17-polige HEIDENHAIN-Kupplung				
									
	Spannungsversorgung					Absolute Positionswerte			
	10-polig	1	–	2	–	7	8	3	4
	20-polig	20	19	1	11	6	16	7	17
		7	1	10	4	14	17	8	9
		U_P	Sensor U_P	0V	Sensor 0V	Serial Data	Serial Data	Request Frame	Request Frame
		braun/grün	blau	weiß/grün	weiß	grau	rosa	violett	gelb

Schirm liegt auf Gehäuse; **U_P** = Spannungsversorgung

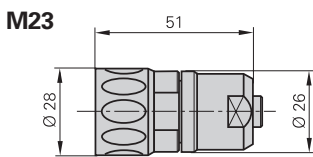
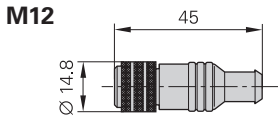
Sensor: Die Sensorleitung ist intern mit der jeweiligen Spannungsversorgung verbunden
Nicht verwendete Pins oder Litzen dürfen nicht belegt werden!

Steckverbinder und Kabel

Allgemeine Hinweise

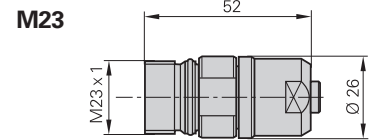
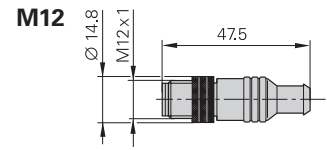
Stecker kunststoffummantelt: Steckverbinder mit Überwurfmutter; lieferbar mit Stift- oder Buchsenkontakten.

Symbole  

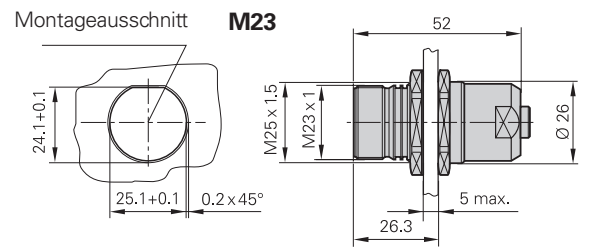


Kupplung kunststoffummantelt: Steckverbinder mit Außengewinde; lieferbar mit Stift- oder Buchsenkontakten.

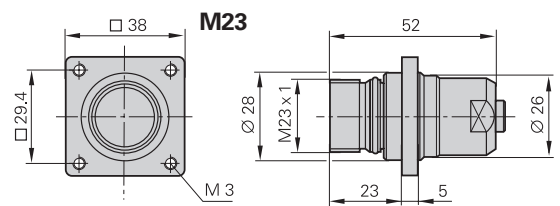
Symbole  



Einbau-Kupplung mit Zentralbefestigung

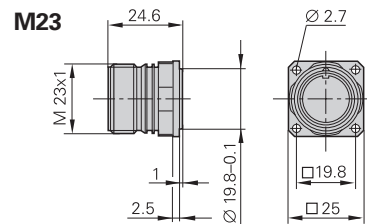


Einbau-Kupplung mit Flansch



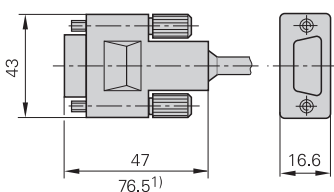
Flanschdose: wird am Messgerät oder einem Gehäuse fest montiert, mit Außengewinde (wie Kupplung); erhältlich mit Stift- oder Buchsenkontakten.

Symbole  



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

Symbole  



¹) mit integrierter Schnittstellen-Elektronik

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 IP 67 (Sub-D-Stecker: IP 50; EN 60529). Im nicht gesteckten Zustand besteht kein Schutz.








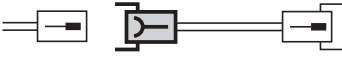
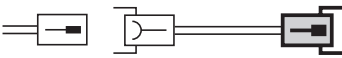
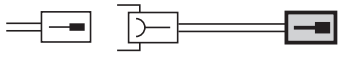

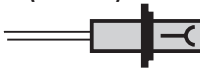
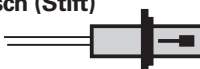
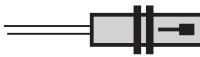

Zubehör für Flanschdosen und Einbau-Kupplungen M23

Glockendichtung
ID 266526-01

Schraub-Staubschutzkappe aus Metall
ID 219926-01

Verbindungskabel $\sim 1V_{SS}$






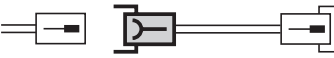
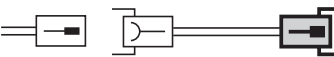
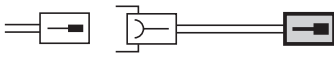

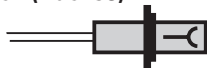
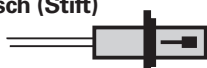
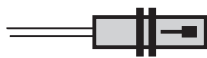

12-polig
M23

		$\sim 1V_{SS}$ 
Verbindungskabel PUR 12-polig: $[4(2 \times 0,14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0,5 \text{ mm}^2)] \text{ } \varnothing 8 \text{ mm}$		
komplett verdrahtet mit Stecker (Buchse) und Kupplung (Stift)		298 401-xx
komplett verdrahtet mit Stecker (Buchse) und Stecker (Stift)		298 399-xx
komplett verdrahtet mit Stecker (Buchse) und Sub-D-Stecker (Buchse) für IK 220		310 199-xx
komplett verdrahtet mit Stecker (Buchse) und Sub-D-Stecker (Stift) für IK 115/IK 215		310 196-xx
einseitig verdrahtet mit Stecker (Buchse)		309 777-xx
Kabel unverdrahtet , $\varnothing 8 \text{ mm}$		244 957-01
Zum Gerätestecker passendes Gegenstück am Verbindungskabel	Stecker (Buchse) für Kabel $\varnothing 8 \text{ mm}$ 	291 697-05
Stecker am Verbindungskabel zum Anschluss an die Folge-Elektronik	Stecker (Stift) für Kabel $\varnothing 8 \text{ mm}$ $\varnothing 6 \text{ mm}$ 	291 697-08 291 697-07
Kupplung an Verbindungskabel	Kupplung (Stift) für Kabel $\varnothing 4,5 \text{ mm}$ $\varnothing 6 \text{ mm}$ $\varnothing 8 \text{ mm}$ 	291 698-14 291 698-03 291 698-04
Flanschdose zum Einbau in die Folge-Elektronik	Flanschdose (Buchse) 	315 892-08
Einbaukupplungen	mit Flansch (Buchse) $\varnothing 6 \text{ mm}$ $\varnothing 8 \text{ mm}$ 	291 698-17 291 698-07
	mit Flansch (Stift) $\varnothing 6 \text{ mm}$ $\varnothing 8 \text{ mm}$ 	291 698-08 291 698-31
	mit Zentralbefestigung (Stift) $\varnothing 6 \text{ mm}$ 	291 698-33
Adapterstecker $\sim 1V_{SS}/11 \mu A_{SS}$ zum Umsetzen von $1-V_{SS}$ - auf $11-\mu A_{SS}$ -Signale; M23-Stecker (Buchse) 12-polig und M23-Stecker (Stift) 9-polig		364 914-01





Verbindungskabel EnDat

8-polig
M12

17-polig
M23

		EnDat ohne Inkrementalsignale	EnDat mit Inkrementalsignalen
Verbindungskabel PUR		8-polig: $[(4 \times 0,14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0,34 \text{ mm}^2)]$ $\varnothing 6 \text{ mm}$ 17-polig: $[(4 \times 0,14 \text{ mm}^2) + 4(2 \times 0,14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0,5 \text{ mm}^2)]$ $\varnothing 8 \text{ mm}$	
komplett verdrahtet mit Stecker (Buchse) und Kupplung (Stift)		368330-xx	323897-xx
komplett verdrahtet mit Stecker (Buchse) und Sub-D-Stecker (Buchse) für IK 220		533627-xx	332115-xx
komplett verdrahtet mit Stecker (Buchse) und Sub-D-Stecker (Stift) für IK 115/IK 215		524599-xx	324544-xx
einseitig verdrahtet mit Stecker (Buchse)		559346-xx	309778-xx
Kabel unverdrahtet , $\varnothing 8 \text{ mm}$		-	266306-01
Zum Gerätestecker passendes Gegenstück am Verbindungskabel	Stecker (Buchse) für Kabel $\varnothing 8 \text{ mm}$ 	-	291697-26
Stecker am Verbindungskabel zum Anschluss an die Folge-Elektronik	Stecker (Stift) für Kabel $\varnothing 8 \text{ mm}$ $\varnothing 6 \text{ mm}$ 	-	291697-27
Kupplung an Verbindungskabel	Kupplung (Stift) für Kabel $\varnothing 4,5 \text{ mm}$ $\varnothing 6 \text{ mm}$ $\varnothing 8 \text{ mm}$ 	-	291698-25 291698-26 291698-27
Flanschdose zum Einbau in die Folge-Elektronik	Flanschdose (Buchse) 	-	315892-10
Einbaukupplungen	mit Flansch (Buchse) $\varnothing 6 \text{ mm}$ $\varnothing 8 \text{ mm}$ 	-	291698-35
	mit Flansch (Stift) $\varnothing 6 \text{ mm}$ $\varnothing 8 \text{ mm}$ 	-	291698-41 291698-29
	mit Zentralbefestigung (Stift) $\varnothing 6 \text{ mm}$ 	-	291698-37

Verbindungskabel Fanuc Mitsubishi

		Kabel	Fanuc	Mitsubishi
Verbindungskabel PUR				
komplett verdrahtet mit M23-Stecker (Buchse) 17-polig und Fanuc-Stecker [(2 x 2 x 0,14 mm ²) + (4 x 1 mm ²)]	 Fanuc	Ø 8 mm	534855-xx	–
komplett verdrahtet mit M23-Stecker (Buchse) 17-polig und Mitsubishi-Stecker 20-polig [(2 x 2 x 0,14 mm ²) + (4 x 0,5 mm ²)]	 Mitsubishi 20-polig	Ø 6 mm	–	367958-xx
komplett verdrahtet mit M23-Stecker (Buchse) 17-polig und Mitsubishi-Stecker 10-polig [(2 x 2 x 0,14 mm ²) + (4 x 1 mm ²)]	 Mitsubishi 10-polig	Ø 8 mm	–	573661-xx
Kabel unverdrahtet [(2 x 2 x 0,14 mm ²) + (4 x 1 mm ²)]		Ø 8 mm	354608-01	

Allgemeine elektrische Hinweise

Spannungsversorgung

Zur Spannungsversorgung der Messgeräte ist eine **stabilisierte Gleichspannung U_p** erforderlich. Spannungsangabe und Stromaufnahme sind aus den jeweiligen *Technischen Kennwerten* ersichtlich. Für die Welligkeit der Gleichspannung gilt:

- Hochfrequentes Störsignal
 $U_{SS} < 250 \text{ mV}$ mit $dU/dt > 5 \text{ V}/\mu\text{s}$
- Niederfrequente Grundwelligkeit
 $U_{SS} < 100 \text{ mV}$

Die Spannungswerte müssen am Messgerät – d. h. ohne Kabeinflüsse – eingehalten werden. Die am Gerät anliegende Spannung lässt sich über die **Sensorleitungen** überprüfen und ggf. nachregeln. Steht kein regelbares Netzteil zur Verfügung, sollen die Sensorleitungen zu den jeweiligen Versorgungsleitungen parallel geschaltet werden, um den Spannungsabfall zu halbieren.

Berechnung des **Spannungsabfalls**:

$$\Delta U = 2 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{L_K \cdot I}{56 \cdot A_V}$$

mit ΔU : Spannungsabfall in V
 L_K : Kabellänge in m
 I : Stromaufnahme in mA
 A_V : Litzen-Querschnitt der Versorgungsadern in mm^2

Ein-/Ausschaltverhalten der Messgeräte

Die Ausgangssignale sind frühestens nach der Einschaltzeit $t_{SOT} = 1,3 \text{ s}$ (2 s bei PROFIBUS-DP) gültig (siehe Diagramm). Während t_{SOT} können sie beliebige Pegel bis 5,5 V (bei HTL-Geräten bis U_{Pmax}) annehmen. Wird das Messgerät über eine zwischengeschaltete (Interpolations-)Elektronik betrieben, sind zusätzlich deren Ein- und Ausschaltbedingungen zu berücksichtigen. Beim Abschalten der Spannungsversorgung bzw. Unterschreiten von U_{min} sind die Ausgangssignale ebenfalls ungültig. Die Angaben gelten für die im Katalog aufgeführten Messgeräte; kundenspezifische Schnittstellen sind nicht berücksichtigt.

Weiterentwicklungen mit höherem Leistungsumfang können längere Einschaltzeiten t_{SOT} erfordern. Als Entwickler von Folge-Elektronik setzen Sie sich bitte frühzeitig mit HEIDENHAIN in Verbindung.

Isolation

Die Gehäuse der Messgeräte sind gegen interne Stromkreise isoliert.
 Bemessungs-Stoßspannung: 500 V
 (Vorzugswert gemäß VDE 0110 Teil 1; Überspannungskategorie II, Verschmutzungsart 2)

Kabel

Für **sicherheitsgerichtete Anwendungen** sind zwingend HEIDENHAIN-Kabel zu verwenden.

Die in den *Technischen Kennwerten* angegebenen **Kabellängen** gelten nur mit HEIDENHAIN-Kabeln und den empfohlenen Eingangsschaltungen der Folge-Elektronik.

Beständigkeit

Die Kabel aller Messgeräte sind aus Polyurethan (PUR). PUR-Kabel sind nach **VDE 0472** ölbeständig sowie hydrolyse- und mikrobienbeständig. Sie sind PVC- und Silikon-frei und entsprechen den UL-Sicherheitsvorschriften. Die **UL-Zertifizierung** wird dokumentiert mit dem Aufdruck AWM STYLE 20963 80 °C 30 V E63216.

Temperaturbereich

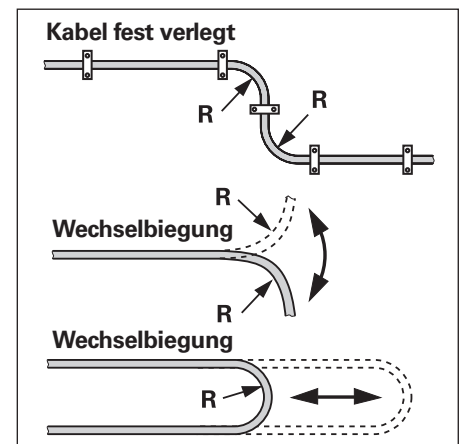
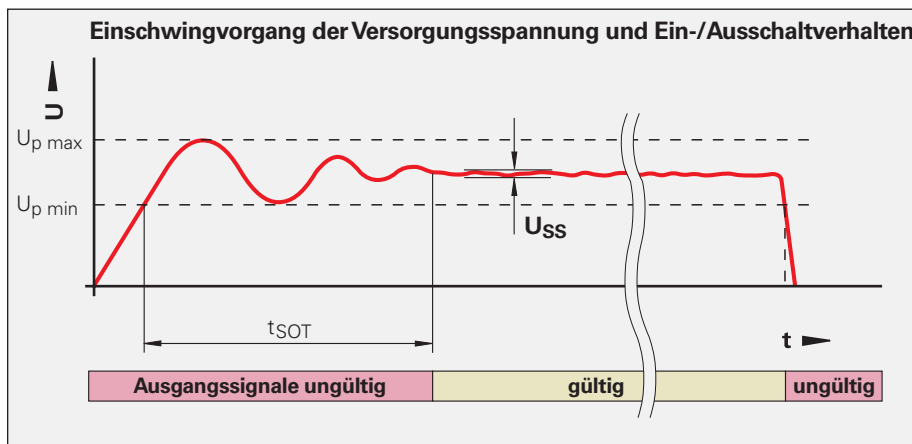
Die HEIDENHAIN-Kabel sind einsetzbar bei

- fest verlegtem Kabel –40 bis 85 °C
- Wechselbiegung –10 bis 85 °C

Bei eingeschränkter Hydrolyse- und Mikrobienbeständigkeit sind bis 100 °C zulässig. Bei Bedarf lassen Sie sich durch HEIDENHAIN Traunreut beraten.

Biegeradius

Der zulässige Biegeradius R hängt ab vom Kabeldurchmesser und der Verlegung:



Schließen Sie HEIDENHAIN-Messgeräte nur an Folge-Elektroniken an, deren Versorgungsspannung durch doppelte oder verstärkte Isolation gegenüber Netzspannungskreisen erzeugt wird. Siehe auch **IEC 364-4-41: 1992**, modifiziert Kapitel 411 „Schutz sowohl gegen direktes als auch bei indirektem Berühren“ (PELV oder SELV). Werden Positionsmessgeräte oder Elektroniken in sicherheitsgerichteten Anwendungen eingesetzt, so sind sie mit einer PELV-Versorgungsspannung mit Überstromschutz, ggf. mit Überspannungsschutz zu versorgen.

Kabel	Querschnitt der Versorgungsadern A_V				Biegeradius R	
	1 V_{SS} /TTL/HTL	11 μA_{SS}	EnDat/SSI 17-polig	EnDat ⁵⁾ 8-polig	Kabel fest verlegt	Wechselbiegung
$\varnothing 3,7 \text{ mm}$	0,05 mm^2	–	–	–	$\geq 8 \text{ mm}$	$\geq 40 \text{ mm}$
$\varnothing 4,3 \text{ mm}$	0,24 mm^2	–	–	–	$\geq 10 \text{ mm}$	$\geq 50 \text{ mm}$
$\varnothing 4,5 \text{ mm}$ $\varnothing 5,1 \text{ mm}$	0,14/0,09 ²⁾ mm^2 0,05 ³⁾ mm^2	0,05 mm^2	0,05 mm^2	0,14 mm^2	$\geq 10 \text{ mm}$	$\geq 50 \text{ mm}$
$\varnothing 6 \text{ mm}$ $\varnothing 10 \text{ mm}$ ¹⁾	0,19/0,14 ⁴⁾ mm^2	–	0,08 mm^2	0,34 mm^2	$\geq 20 \text{ mm}$ $\geq 35 \text{ mm}$	$\geq 75 \text{ mm}$ $\geq 75 \text{ mm}$
$\varnothing 8 \text{ mm}$ $\varnothing 14 \text{ mm}$ ¹⁾	0,5 mm^2	1 mm^2	0,5 mm^2	1 mm^2	$\geq 40 \text{ mm}$ $\geq 100 \text{ mm}$	$\geq 100 \text{ mm}$ $\geq 100 \text{ mm}$

1) Metallschutzschlauch 2) Drehgeber 3) Messtaster 4) LIDA 400
 5) auch Fanuc, Mitsubishi

Elektrisch zulässige Drehzahl/Verfahrgeschwindigkeit

Die maximal zulässige Drehzahl bzw. Verfahrgeschwindigkeit eines Messgerätes ergibt sich aus

- der **mechanisch** zulässigen Drehzahl/Verfahrgeschwindigkeit (wenn in *Technische Kennwerte* angegeben) und
- der **elektrisch** zulässigen Drehzahl/Verfahrgeschwindigkeit.

Bei Messgeräten mit **sinusförmigen Ausgangssignalen** ist die elektrisch zulässige Drehzahl/Verfahrgeschwindigkeit begrenzt durch die $-3\text{dB}/-6\text{dB}$ -Grenzfrequenz bzw. die zulässige Eingangsfrequenz der Folge-Elektronik.

Bei Messgeräten mit **Rechtecksignalen** ist die elektrisch zulässige Drehzahl/Verfahrgeschwindigkeit begrenzt durch

- die maximal zulässige Abtast-/Ausgangsfrequenz f_{max} des Messgeräts und
- den für die Folge-Elektronik minimal zulässigen Flankenabstand a .

für Winkelmessgeräte/Drehgeber

$$n_{\text{max}} = \frac{f_{\text{max}}}{z} \cdot 60 \cdot 10^3$$

für Längenmessgeräte

$$v_{\text{max}} = f_{\text{max}} \cdot SP \cdot 60 \cdot 10^{-3}$$

Es bedeuten:

n_{max} : elektr. zul. Drehzahl in min^{-1}

v_{max} : elektr. zul. Verfahrgeschwindigkeit in m/min

f_{max} : max. Abtast-/Ausgangsfrequenz des Messgeräts bzw. Eingangsfrequenz der Folge-Elektronik in kHz

z : Strichzahl des Winkelmessgerätes/Drehgebers pro 360°

SP : Signalperiode des Längenmessgerätes in μm

Störfreie Signalübertragung

Elektromagnetische Verträglichkeit/CE-Konformität

Die HEIDENHAIN-Messgeräte erfüllen bei vorschriftsmäßigem Ein- oder Anbau und bei Verwendung von HEIDENHAIN-Verbindungskabeln und -Kabelgruppen die Richtlinien über die elektromagnetische Verträglichkeit 2004/108/EG hinsichtlich der Fachgrundnormen für:

• Störfestigkeit EN 61000-6-2:

Im einzelnen:

- ESD EN 61000-4-2
- Elektromagnetische Felder EN 61000-4-3
- Burst EN 61000-4-4
- Surge EN 61000-4-5
- Leitungsgeführte Störgrößen EN 61000-4-6
- Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen EN 61000-4-8
- Impulsförmige Magnetfelder EN 61000-4-9

• Störaussendung EN 61000-6-4:

Im einzelnen:

- für ISM-Geräte EN 55011
- für informationstechnische Einrichtungen EN 55022

Elektrische Störsicherheit bei der Übertragung von Messsignalen

Störspannungen werden hauptsächlich durch kapazitive oder induktive Einkopplungen erzeugt und übertragen. Einstreuungen können über Leitungen und Geräte-Eingänge und -Ausgänge erfolgen.

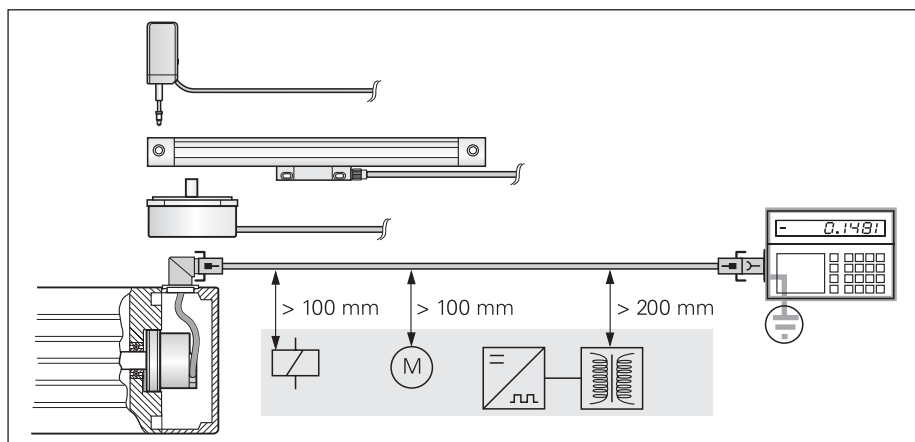
Als Störquellen kommen in Betracht:

- starke Magnetfelder von Trafos, Bremsen und Elektromotoren,
- Relais, Schütze und Magnetventile,
- Hochfrequenzgeräte, Impulsgeräte und magnetische Streufelder von Schaltnetzteilen,
- Netzleitungen und Zuleitungen zu oben genannten Geräten.

Schutz vor Störeinflüssen

Um einen störungsfreien Betrieb zu gewährleisten, müssen folgende Punkte beachtet werden:

- Nur HEIDENHAIN-Kabel verwenden.
- Verbindungsstecker oder Klemmkästen mit Metallgehäuse verwenden. Keine fremden Signale durchführen.
- Gehäuse von Messgerät, Stecker, Klemmkasten und Auswertelektronik über den Schirm des Kabels miteinander verbinden. Schirme möglichst induktionsarm (kurz, großflächig) im Bereich der Kabeleinführungen anschließen.
- Abschirmungssystem als Ganzes mit Schutz Erde verbinden.
- Zufälliges Berühren von losen Steckergehäusen mit anderen Metallteilen verhindern.
- Die Kabelabschirmung hat die Funktion eines Potentialausgleichsleiters. Sind innerhalb der Gesamtanlage Ausgleichsströme zu erwarten, ist ein separater Potentialausgleichsleiter vorzusehen. Siehe auch **EN 50178/4.98** Kapitel 5.2.9.5 „Schutzverbindungsleiter mit kleinem Querschnitt“.
- Signalkabel nicht in unmittelbarer Umgebung von Störquellen (induktiven Verbrauchern wie Schützen, Motoren, Frequenzumrichter, Magnetventilen u. dgl.) verlegen.
- Eine ausreichende Entkoppelung gegenüber störsignalführenden Kabeln wird im Allgemeinen durch einen Luftabstand von 100 mm oder bei Verlegung in metallischen Kabelschächten durch eine geerdete Zwischenwand erreicht.
- Gegenüber Speicherdrosseln in Schaltnetzteilen ist ein Mindestabstand von 200 mm erforderlich. Siehe auch **EN 50178/4.98** Kapitel 5.3.1.1 „Kabel und Leitungen“, **EN 50174-2/09.01** Kapitel 6.7 „Erdung und Potentialausgleich“.
- Beim Einsatz von **Drehgebern in elektromagnetischen Feldern** größer 30 mT empfehlen wir eine Beratung durch HEIDENHAIN, Traunreut.



Mindestabstand von Störquellen

Als Abschirmung wirken neben den Kabelschirmen auch die metallischen Gehäuse von Messgerät und Folge-Elektronik. Die Gehäuse müssen **gleiches Potential** aufweisen und über den Maschinenkörper bzw. eine separate Potentialausgleichsleitung an der zentralen Betriebserde der Maschine angeschlossen werden. Die Potentialausgleichsleitungen sollten einen Mindest-Querschnitt von 6 mm^2 (Cu) haben.

Auswerte- und Anzeige-Elektroniken

ND 281 B

Messwertanzeige

Die Messwertanzeige ND 281 B verfügt über spezielle Anzeigebereiche für die Winkelmessung. Sie erlaubt den direkten Anschluss von inkrementalen Winkelmessgeräten mit $\sim 1V_{SS}$ -Ausgangssignalen und beliebigen Strichzahlen bis max. 999999 Signalperioden pro Umdrehung. Der Anzeigewert steht über die V.24/RS-232-C-Schnittstelle zur Weiterverarbeitung oder zum Ausdrucken zur Verfügung.



Weitere Informationen siehe Prospekt *Numerische Anzeigen für Länge und Winkel*.

	ND 281 B	
Eingangssignale	$\sim 1 V_{SS}$	$\sim 11 \mu A_{SS}$
Messgerät-Eingänge	Flanschdose 12-polig Buchse	Flanschdose 9-polig Buchse
Eingangs-Frequenz	max. 500 kHz	max. 100 kHz
max. Kabellänge	60 m	30 m
Signal-Unterteilung	bis 1024fach (einstellbar)	
Anzeigeschritt (einstellbar)	Dezimalgrad: 0,1° bis 0,000002° Grad, Minuten, Sekunden: bis 1"	
Anzeigebereich (einstellbar)	0 bis 360° -180° 0 +180° 0 bis ± max. Anzeigebereich	
Funktionen	Klassieren mit zwei Grenzwerten Anzeige-Stopp zwei Schaltgrenzen Referenzmarken-Auswertung REF	
Externe Bedienung	Nullen, Setzen, Einspeichern	
Schnittstelle	V.24/RS-232-C; max. 38400 Baud	

Baureihe IBV

Interpolations- und Digitalisierungs-Elektroniken

Die Interpolations- und Digitalisierungselektroniken interpolieren die sinusförmigen Ausgangssignale ($\sim 1 V_{SS}$) der HEIDENHAIN-Winkelmessgeräte bis zu 100fach und geben sie digitalisiert als TTL-Rechteck-Impulsfolgen aus.



IBV 101

Weitere Informationen siehe Prospekt *Interpolations- und Digitalisierungselektroniken* für IBV 660 bzw. Produktübersicht *IBV 100/EXE 100*.

	IBV 101	IBV 102	IBV 660
Eingangssignale	$\sim 1 V_{SS}$		
Messgerät-Eingänge	Flanschdose 12-polig Buchse		
Interpolation (einstellbar)	5fach 10fach	25fach 50fach 100fach	25fach 50fach 100fach 200fach 400fach
minimaler Flankenabstand	einstellbar von 2 bis 0,125 μs , abhängig von Eingangsfrequenz		einstellbar von 0,8 bis 0,1 μs , abhängig von Eingangsfrequenz
Ausgangssignale	<ul style="list-style-type: none"> zwei TTL-Rechteck-Impulsfolgen U_{a1} und U_{a2} und deren inverse Signale $\overline{U_{a1}}$ und $\overline{U_{a2}}$ Referenzimpuls U_{a0} und $\overline{U_{a0}}$ Störungssignal $\overline{U_{aS}}$ 		
Spannungsversorgung	5 V \pm 5 %		

IK 220

universelle PC-Zählerkarte

Die IK 220 ist eine PC-Einsteckkarte zur Messwertaufnahme von zwei inkrementalen oder absoluten Längen- und Winkelmeßgeräten. Die Unterteilungs- und Zähl-Elektronik unterteilt die sinusförmigen Eingangssignale bis zu 4096fach. Eine Treiber-Software gehört zum Lieferumfang.



Weitere Informationen siehe Produktinformation IK 220 sowie Produktübersicht *Interface-Elektroniken*.

IK 220	
Eingangssignale (umschaltbar)	$\sim 1 V_{SS}$ $\sim 11 \mu A_{SS}$ EnDat 2.1 SSI
Messgerät-Eingänge	2 Sub-D-Anschlüsse (15-polig) Stift
Eingangs-Frequenz	$\leq 500 \text{ kHz}$ $\leq 33 \text{ kHz}$ –
Kabellänge	$\leq 60 \text{ m}$ $\leq 50 \text{ m}$ $\leq 10 \text{ m}$
Signal-Unterteilung (Signalperiode : Messschritt)	bis zu 4096fach
Datenregister für Messwerte (je Kanal)	48 bit (44 bit genutzt)
Interner Speicher	für 8192 Postionswerte
Schnittstelle	PCI-Bus
Treiber-Software und Demonstrations-Programm	für WINDOWS 98/NT/2000/XP in VISUAL C++, VISUAL BASIC und BORLAND DELPHI
Abmessungen	ca. 190 mm × 100 mm

HEIDENHAIN-Messmittel für inkrementale Winkelmessgeräte

Das **PWM 9** ist ein universales Messgerät zum Überprüfen und Justieren der inkrementalen Messgeräte von HEIDENHAIN. Für die Anpassung an die verschiedenen Messgerätesignale gibt es entsprechende Einschübe. Zur Anzeige dient ein LCD-Bildschirm; die Bedienung erfolgt komfortabel über Softkeys.



	PWM 9
Eingänge	Einschübe (Interfaceplatinen) für 11 μ Ass; 1 Vss; TTL; HTL; EnDat*/SSI*/Kommutierungssignale *keine Anzeige von Positionswerten und Parameter
Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Messen der Signalamplituden, Stromaufnahme, Versorgungsspannung, Abtastfrequenz • Grafische Anzeige der Inkrementalsignale (Amplituden, Phasenwinkel und Tastverhältnis) und des Referenzmarkensignals (Breite und Lage) • Symbolanzeige für Referenzmarke, Störsignal, Zählrichtung • Universalzähler, Interpolation wählbar 1 bis 1 024fach • Justageunterstützung für offene Messgeräte
Ausgänge	<ul style="list-style-type: none"> • Eingänge durchgeschleift für Folge-Elektronik • BNC-Buchsen zum Anschluss an Oszilloskop
Spannungsversorgung	10 bis 30 V, max 15 W
Abmessungen	150 mm x 205 mm x 96 mm

Mit dem **PWT** steht eine einfache Einstellhilfe für die inkrementalen Messgeräte von HEIDENHAIN zur Verfügung. In einem kleinen LCD-Fenster werden die Signale als Balkendiagramme mit Bezug auf ihre Toleranzgrenzen angezeigt.



	PWT 10	PWT 17	PWT 18
Messgerät-Eingang	\sim 11 μ Ass	\square TTL	\sim 1 Vss
Funktionen	Erfassen der Signalamplitude Toleranz der Signalform Amplitude und Lage des Referenzmarken-Signals		
Spannungsversorgung	über Netzteil (im Lieferumfang enthalten)		
Abmessungen	114 mm x 64 mm x 29 mm		

für absolute Winkelmessgeräte

Justage- und Prüfpaket zur Diagnose und Justage von HEIDENHAIN-Messgeräten mit absoluten Schnittstellen, bestehend aus:

- PC-Einsteckkarte **IK 215**
- Justage- und Prüfsoftware **ATS**



	IK 215
Messgerät-Eingang	<ul style="list-style-type: none"> • EnDat 2.1 oder EnDat 2.2 (Absolutwert mit bzw. ohne Inkrementalsignale) • Fanuc Serial Interface • Mitsubishi High Speed Serial Interface • SSI
Schnittstelle	PCI-Bus Rev. 2.1
Systemanforderungen	<ul style="list-style-type: none"> • Betriebssystem: Windows XP (Vista auf Anfrage) • ca. 20 MB freier Platz auf der Festplatte
Signal-Unterteilung für Inkrementalsignale	bis zu 65536fach
Abmessungen	100 mm x 190 mm

	ATS
Sprachen	Deutsch und Englisch wählbar
Funktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Positionsanzeige • Verbindungsdialog • Diagnose • Anbauassistent für ECI/EQI • Zusatzfunktionen (sofern vom Messgerät unterstützt) • Speicherinhalte



Beratung und Verkauf:

FROWATECH AG

Werkzeuge Spanntechnik
Mülistrasse 3
CH-8852 Altendorf

Telefon 044 928 24 24
Fax 044 928 24 28
E-Mail office@frowatech.ch

www.frowatech.ch