



HEIDENHAIN



Längenmessgeräte

für gesteuerte Werkzeug-
maschinen

Juni 2007



Weitere Informationen finden Sie im Internet unter www.heidenhain.de oder erhalten Sie auf Anfrage.

Produkt-Kataloge:

- Offene Längenmessgeräte
- Winkelmessgeräte mit Eigenlagerung
- Winkelmessgeräte ohne Eigenlagerung
- Drehgeber
- HEIDENHAIN-Folge-Elektroniken
- HEIDENHAIN-Steuerungen
- Messgeräte zur Abnahme und Kontrolle von Werkzeugmaschinen

Technische Informationen:



- Genauigkeit von Vorschubachsen
- Gekapselte Längenmessgeräte mit Einfeld-Abtastung
- EnDat 2.2 – Bidirektionales Interface für Positionsmessgeräte
- Messgeräte für Direktantriebe

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.

DIADUR, AURODUR sind eingetragene Marken der DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH, Traunreut.

Inhalt

Übersicht			
		Längenmessgeräte	4
		Auswahlhilfe	6
Technische Eigenschaften und Anbauhinweise			
	Messprinzipien	Maßverkörperung	8
		Absolutes Messverfahren	8
		Inkrementales Messverfahren	9
		Photoelektrische Abtastung	10
	Messgenauigkeit		12
	Mechanische Geräteausführungen und Anbauhinweise		14
	Allgemeine mechanische Hinweise		18
Technische Kennwerte	<i>empfohlener Messschritt</i>	<i>Baureihe oder Typ</i>	
<i>Längenmessgerät</i>	<i>für Positionierung</i>		
für absolute Positionserfassung	bis 0,1 µm	Baureihe LC 400	20
		Baureihe LC 100	22
für inkrementale Längenmessung mit höchster Wiederholgenauigkeit	bis 0,1 µm	LF 481	24
		LF 183	26
für inkrementale Längenmessung	bis 0,5 µm	Baureihe LS 400	28
		Baureihe LS 100	30
für inkrementale Längenmessung mit großen Messlängen	bis 0,1 µm	LB 382 – einteilig	32
		LB 382 – mehrteilig	34
Elektrischer Anschluss			
	Inkrementalsignale	 1 V _{SS}	36
		 TTL	38
	Absolute Positionswerte	EnDat	40
		Fanuc und Mitsubishi	47
	Steckverbinder und Kabel		48
	Allgemeine elektrische Hinweise		52
	Auswerte-Elektroniken		54
	HEIDENHAIN-Messmittel		55

Längenmessgeräte für gesteuerte Werkzeugmaschinen

Die HEIDENHAIN-Längenmessgeräte für gesteuerte Werkzeugmaschinen sind universell einsetzbar. Sie eignen sich für Maschinen und Anlagen, an denen Vorschubachsen geregelt verfahren werden – wie z. B. für Fräsmaschinen, Bearbeitungszentren, Bohrwerke, Dreh- und Schleifmaschinen. Das günstige dynamische Verhalten der Längenmessgeräte, ihre hohe zulässige Verfahrensgeschwindigkeit und Beschleunigung in Messrichtung prädestinieren sie sowohl für den Einsatz an hochdynamischen konventionellen Achsen als auch für Direktantriebe.

Darüber hinaus liefert HEIDENHAIN Längenmessgeräte für weitere Applikationen, z. B. für

- handbediente Werkzeugmaschinen
- Pressen und Biegemaschinen
- Automatisierungs- und Fertigungseinrichtungen

Bitte fordern Sie dazu Unterlagen an oder informieren Sie sich im Internet unter www.heidenhain.de.

Vorteile von Längenmessgeräten

Längenmessgeräte erfassen die Position von Linearachsen ohne zusätzliche mechanische Übertragungselemente. Erfolgt die Lageregelung mit einem Längenmessgerät, so schließt der Lage-Regelkreis die gesamte Vorschubmechanik mit ein. Übertragungsfehler der Mechanik können so vom Längenmessgerät an der Vorschubachse erfasst und von der Steuerungselektronik ausgeregelt werden. Dadurch lässt sich eine Reihe von möglichen Fehlerquellen ausschließen:

- Positionierfehler aufgrund der Erwärmung der Kugelumlaufspindel
- Umkehrfehler
- kinematischer Fehler durch Steigungsfehler der Kugelumlaufspindel

Für Maschinen mit hohen Anforderungen an die **Positioniergenauigkeit** und an die **Bearbeitungsgeschwindigkeit** sind deshalb Längenmessgeräte unerlässlich.

Mechanischer Aufbau

Bei den Längenmessgeräten für gesteuerte Werkzeugmaschinen handelt es sich um gekapselte Messgeräte: Ein Gehäuse aus Aluminium schützt den Maßstab, den Abtastwagen und dessen Führung vor Spänen, Staub und Spritzwasser. Elastische Dichtlippen schließen das Gehäuse nach unten ab.

Der Abtastwagen wird reibungsarm am Maßstab geführt. Eine Kupplung verbindet den Abtastwagen mit dem Montagefuß und gleicht die Fluchtungsabweichungen zwischen Maßstab und Maschinenschlitten aus.

Höhen- und Querversätze von $\pm 0,2$ bis $\pm 0,3$ mm zwischen Maßstab und Montagefuß sind je nach Gerätetyp zulässig.



Thermisches Verhalten

Immer schnellere Bearbeitungen bei gleichzeitig voll gekapselten Maschinen verursachen immer höhere Temperaturen im Arbeitsraum der Maschine. Dem Temperaturverhalten der eingesetzten Längenmessgeräte kommt daher steigende Bedeutung zu – ist es doch ein wesentliches Kriterium für die Arbeitsgenauigkeit der Maschine.

Im Allgemeinen sollte das thermische Verhalten des Längenmessgeräts mit demjenigen des Werkstückes bzw. Messobjektes übereinstimmen. Bei Temperaturänderungen muss sich das Längenmessgerät definiert und reproduzierbar ausdehnen oder verkürzen. HEIDENHAIN-Längenmessgeräte sind konstruktiv dafür ausgelegt.

Die Teilungsträger der HEIDENHAIN-Längenmessgeräte haben definierte thermische Längenausdehnungs-Koeffizienten (siehe *Technische Kennwerte*). Dadurch kann – bezüglich des thermischen Verhaltens – das für die jeweilige Messaufgabe geeignete Längenmessgerät ausgewählt werden.

Dynamisches Verhalten

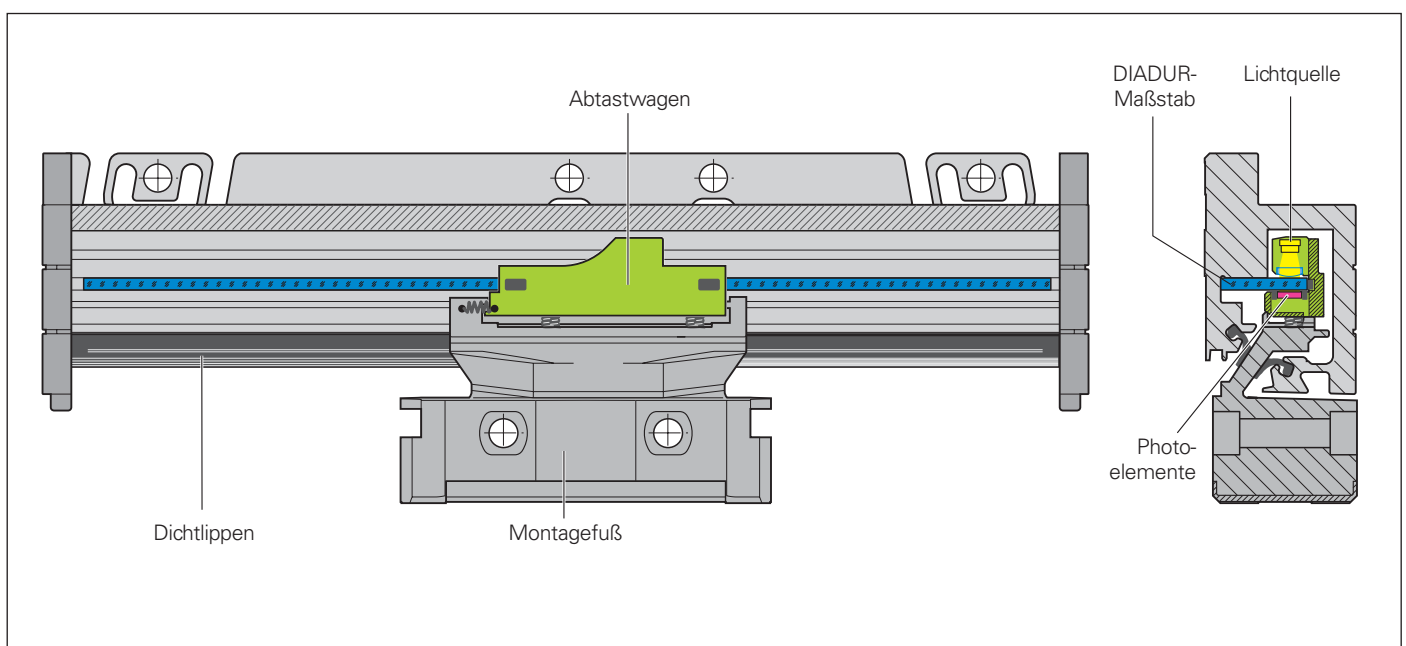
Effizienz- und Leistungssteigerungen bei Werkzeugmaschinen erfordern immer höhere Vorschubgeschwindigkeiten und Beschleunigungen. Natürlich darf darunter die Bearbeitungsgenauigkeit nicht leiden. Um schnelle und gleichzeitig genaue Vorschubbewegungen übertragen zu können, werden neben einer steifen Maschinenkonstruktion besondere Ansprüche an die eingesetzten Längenmessgeräte gestellt.

HEIDENHAIN-Längenmessgeräte zeichnen sich durch hohe Steifigkeit in Messrichtung aus – eine wesentliche Voraussetzung für hohe Bahngenauigkeiten einer Werkzeugmaschine. Da sie außerdem mit besonders kleinen bewegten Massen auskommen, verfügen sie über ein ausgezeichnetes dynamisches Verhalten.

Verfügbarkeit

Die Vorschubachsen der Werkzeugmaschinen legen beachtliche Strecken zurück – ein typischer Wert sind 10000 km in drei Jahren. Deshalb sind robuste Messgeräte mit hoher Langzeitstabilität besonders wichtig: Sie sichern eine hohe Verfügbarkeit der Maschine.

Aufgrund ihrer konstruktiven Details arbeiten die HEIDENHAIN-Längenmessgeräte selbst nach langer Betriebsdauer noch einwandfrei. Die berührungslose photoelektrische Abtastung der Maßverkörperung und die kugelgelagerte Führung des Abtastwagens im Maßstabsgehäuse sichern eine hohe Lebensdauer. Durch Kapselung, spezielle Abtastprinzipien und – bei Bedarf – Sperrluftanschluss sind die Längenmessgeräte besonders verschmutzungsunempfindlich. Das durchgängige Schirmkonzept sorgt für eine hohe elektrische Störsicherheit.



Schematischer Aufbau des gekapselten Längenmessgeräts **LC 183**

Auswahlhilfe

Längenmessgeräte mit kleinprofiligem Maßstabsgehäuse

Die Längenmessgeräte mit **kleinprofiligem Maßstabsgehäuse** sind für **beengte Einbauverhältnisse** ausgelegt. Größere Messlängen und höhere Beschleunigungsbelastbarkeit sind bei Einsatz der Montage-schiene bzw. von Spannelementen möglich.

	Querschnitt	Messschritt ¹⁾	Genauigkeitsklasse	Messlänge
Absolute Längenmessung • Glasmaßstab		bis 0,1 µm	± 5 µm ± 3 µm	70 mm bis 1240 mm <i>mit Montageschiene</i> 70 mm bis 2040 mm
Inkrementale Längenmessung mit höchster Wiederholgenauigkeit • Stahlmaßstab • kleine Signalperiode		bis 0,1 µm	± 5 µm ± 3 µm	50 mm bis 1220 mm
Inkrementale Längenmessung • Glasmaßstab		bis 0,5 µm	± 5 µm ± 3 µm	70 mm bis 1240 mm <i>mit Montageschiene</i> 70 mm bis 2040 mm

Längenmessgeräte mit großprofiligem Maßstabsgehäuse

Die Längenmessgeräte mit **großprofiligem Maßstabsgehäuse** zeichnen sich durch besonders **robuste Ausführungen**, **hohe Vibrationsfestigkeit** und **große Meßlängen** aus. Sie verfügen als Verbindung zwischen Abtastwagen und Montagefuß über ein „schräges Schwert“, das einen **stehenden und liegenden Anbau** bei gleicher Schutzart erlaubt.

Absolute Längenmessung • Glasmaßstab		bis 0,1 µm	± 5 µm ± 3 µm	140 mm bis 4240 mm
Inkrementale Längenmessung mit höchster Wiederholgenauigkeit • Stahlmaßstab • kleine Signalperiode		bis 0,1 µm	± 3 µm ± 2 µm	140 mm bis 3040 mm
Inkrementale Längenmessung • Glasmaßstab		bis 0,5 µm	± 5 µm ± 3 µm	140 mm bis 3040 mm
Inkrementale Längenmessung für große Messlängen • Stahlmaßband		bis 0,1 µm	± 5 µm	440 mm bis 30040 mm

¹⁾ empfohlener Messschritt für die Positionserfassung

Abtast- prinzip	Inkrementalsignale Signalperiode	Absolute Po- sitionswerte	Typ	Seite
Einfeld- Abtastung	$\sim 1 V_{SS}$; 20 μm	EnDat 2.2	LC 483	20
	–	Fanuc 02	LC 493F	
	–	Mit 02-4 Mitsu 01	LC 493M	
Einfeld- Abtastung	$\sim 1 V_{SS}$; 4 μm	–	LF 481	24
Einfeld- Abtastung	$\sim 1 V_{SS}$; 20 μm	–	LS 487	28
	\square TTL; bis 1 μm	–	LS 477	
Einfeld- Abtastung	$\sim 1 V_{SS}$; 20 μm	EnDat 2.2	LC 183	22
	–	Fanuc 02	LC 193F	
	–	Mit 02-4 Mitsu 01	LC 193M	
Einfeld- Abtastung	$\sim 1 V_{SS}$; 4 μm	–	LF 183	26
Einfeld- Abtastung	$\sim 1 V_{SS}$; 20 μm	–	LS 187	30
	\square TTL; bis 1 μm	–	LS 177	
Einfeld- Abtastung	$\sim 1 V_{SS}$; 40 μm	–	LB 382	32



LC 483



LS 487



LC 183



LF 183



LB 382

Messprinzipien

Maßverkörperung

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

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

Die feinen Teilungen werden durch unterschiedliche fotolithografische Verfahren hergestellt. Als Teilungen kommen z. B. zum Einsatz:

- äußerst widerstandsfähige Chromstriche auf Glas,
- mattgeätzte Striche auf vergoldeten Stahlbändern,
- dreidimensionale Gitter-Strukturen auf Glas- oder Stahlsubstraten.

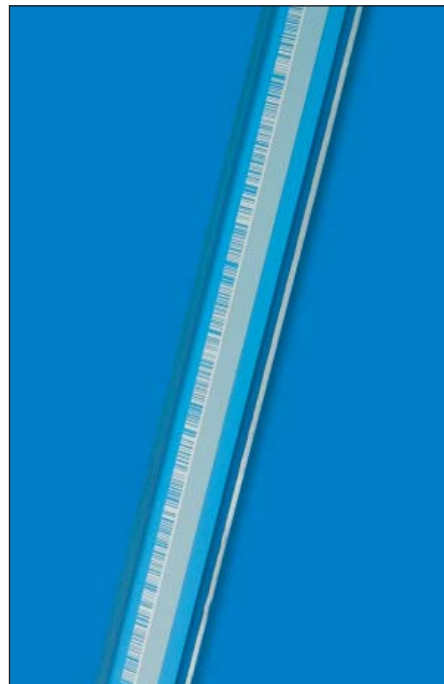
Die von HEIDENHAIN entwickelten fotolithografischen Herstellungsverfahren ermöglichen typische Teilungsperioden von 40 µm bis 4 µm.

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

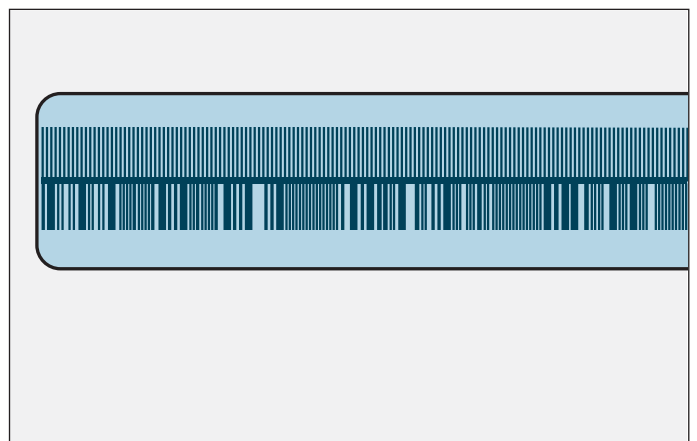
Die Originalteilungen fertigt HEIDENHAIN auf eigens dafür hergestellten hochpräzisen Teilmaschinen.

Absolutes Messverfahren

Beim **absoluten Messverfahren** steht der Positionswert unmittelbar nach dem Einschalten des Messgeräts zur Verfügung und kann jederzeit von der Folge-Elektronik abgerufen werden. Ein Verfahren der Achsen zum Ermitteln der Bezugsposition ist nicht notwendig. Diese absolute Positionsinformation wird **aus der Maßstabteilung** ermittelt, die als serielle Codestruktur aufgebaut ist. Eine separate Inkrementalspur wird für den Positionswert interpoliert und gleichzeitig zum Erzeugen eines optionalen Inkrementalsignals verwendet.



Teilung absoluter Längenmessgeräte



Schematische Darstellung einer Codestruktur mit zusätzlicher Inkrementalspur (Beispiel für LC 483)

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

Im ungünstigen Fall sind Maschinenbewegungen über große Teile des Messbereichs notwendig. 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 Millimetern Verfahrweg (siehe Tabelle) – den absoluten Bezug. Messgeräte mit abstandscodierten Referenzmarken sind mit dem Buchstaben „C“ hinter der Typenbezeichnung gekennzeichnet (z. B. LS 487C).

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

$$P_1 = (\text{abs } B - \text{sgn } B - 1) \times \frac{G}{2} + (\text{sgn } B - \text{sgn } V) \times \frac{\text{abs } M_{RR}}{2}$$

wobei:

$$B = 2 \times M_{RR} - G$$

Es bedeuten:

P_1 = Position der zuerst überfahrenen Referenzmarke in Signalperioden

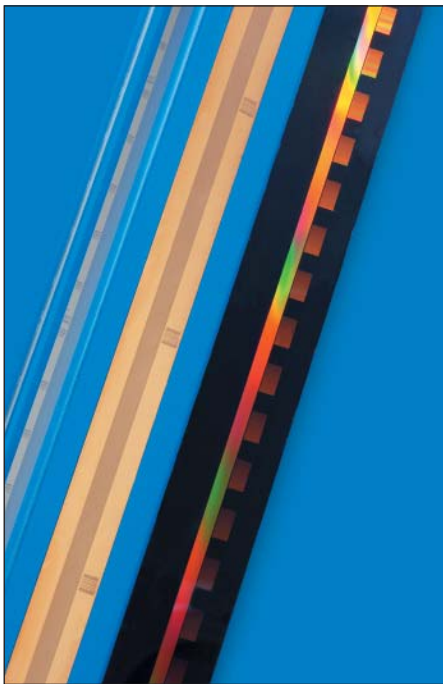
G = Grundabstand zwischen zwei festen Referenzmarken in Signalperioden (siehe Tabelle)

abs = Absolutbetrag

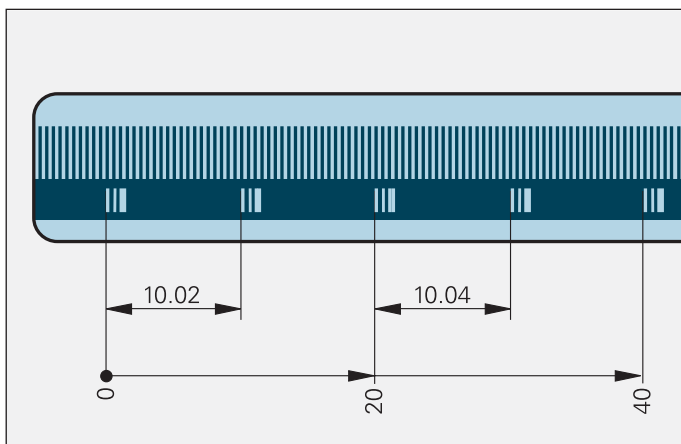
V = Verfahrrichtung (+1 oder -1)
Verfahren der Abtasteinheit nach rechts (Anbau gemäß Anschlussmaße) ergibt „+1“

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

M_{RR} = Anzahl der Signalperioden zwischen den überfahrenen Referenzmarken



Teilungen inkrementaler Längenmessgeräte



Schematische Darstellung einer inkrementalen Teilung mit abstandscodierten Referenzmarken (Beispiel für LS)

	Signalperiode	Grundabstand G in Signalperioden	max. Verfahrstrecke
LF	4 µm	5 000	20 mm
LS	20 µm	1 000	20 mm
LB	40 µm	2 000	80 mm

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 Längenmessgeräten zwei Abtastprinzipien:

- das **abbildende Messprinzip** bei Teilungsperioden von 20 μm und 40 μm
- das **interferentielle Messprinzip** bei sehr kleinen Teilungsperioden von z. B. 8 μm

Abbildendes Messprinzip

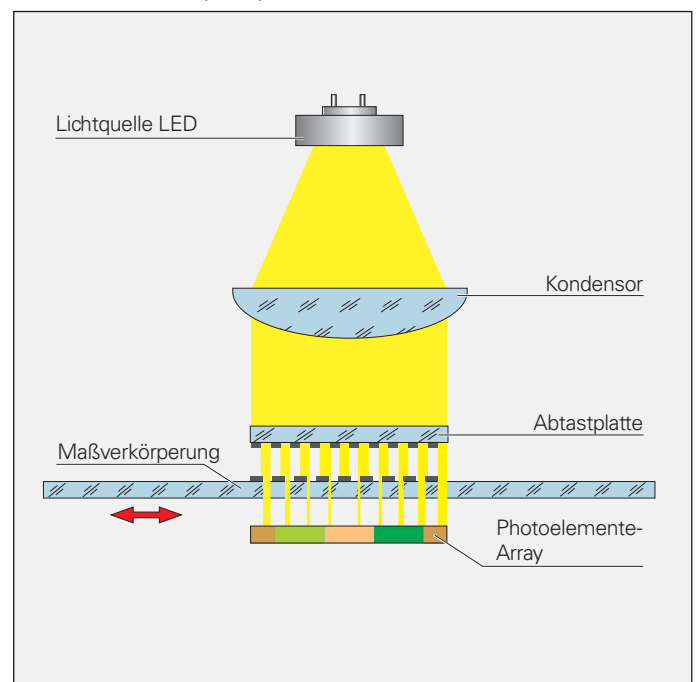
Das abbildende Messprinzip arbeitet – vereinfacht beschrieben – mit schattenoptischer Signalerzeugung: Zwei Strichgitter mit gleicher oder ähnlicher Teilungsperiode – Maßstab und Abtastplatte – werden zueinander bewegt. Das Trägermaterial der Abtastplatte ist lichtdurchlässig, die Teilung der Maßverkörperung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

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

Je kleiner die Teilungsperiode der Gitterstruktur, umso geringer und enger toleriert ist der Abstand zwischen Abtastplatte und Maßstab.

Nach dem abbildenden Messprinzip arbeiten die Längenmessgeräte LC, LS und LB.

Abbildendes Messprinzip



Interferentielles Messprinzip

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

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

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

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

Interferentielle Messgeräte arbeiten mit Teilungsperioden von z. B. $8\ \mu\text{m}$, $4\ \mu\text{m}$ oder feiner. Ihre Abtastsignale sind weitgehend frei von Oberwellen und können hoch interpoliert werden. Sie eignen sich daher besonders für hohe Auflösung und hohe Genauigkeit.

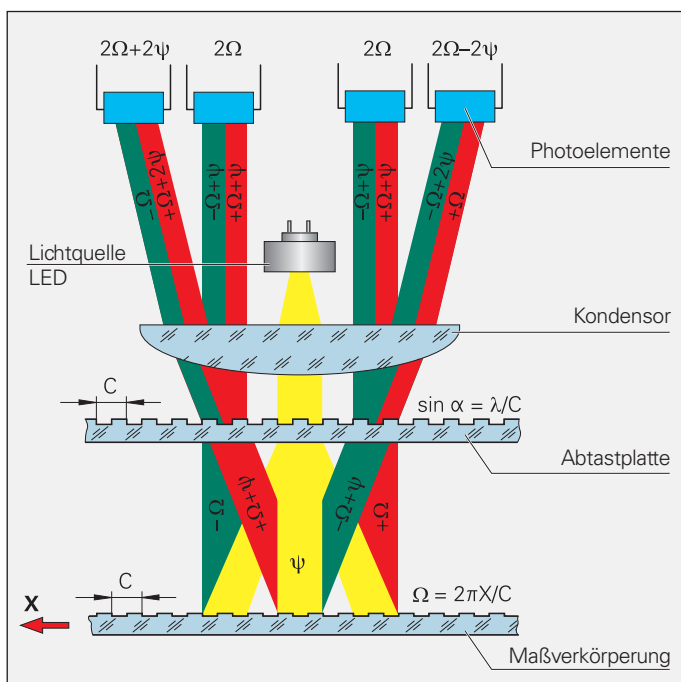
Gekapselte Längenmessgeräte, die nach dem interferentiellen Messprinzip arbeiten werden als LF bezeichnet.

Interferentielles Messprinzip (Optikschema)

C Teilungsperiode

ψ Phasenänderung der Lichtwelle beim Durchgang durch die Abtastplatte

Ω Phasenänderung der Lichtwelle durch die Bewegung x des Maßstabs



Messgenauigkeit

Die Genauigkeit der Längenmessung wird im Wesentlichen bestimmt durch:

- die Güte der Strichgitter-Teilung
- die Güte der Abtastung
- die Güte der Signalverarbeitungs-Elektronik
- die Führungsabweichungen der Abtasteinheit zum Maßstab

Zu unterscheiden ist zwischen den Positionsabweichungen über vergleichsweise große Verfahrwege – z. B. über die gesamte Messlänge – und den Positionsabweichungen innerhalb einer Signalperiode.

Positionsabweichungen über den Messweg

Die Genauigkeit der gekapselten Längenmessgeräte wird in Klassen angegeben, die folgendermaßen definiert sind:

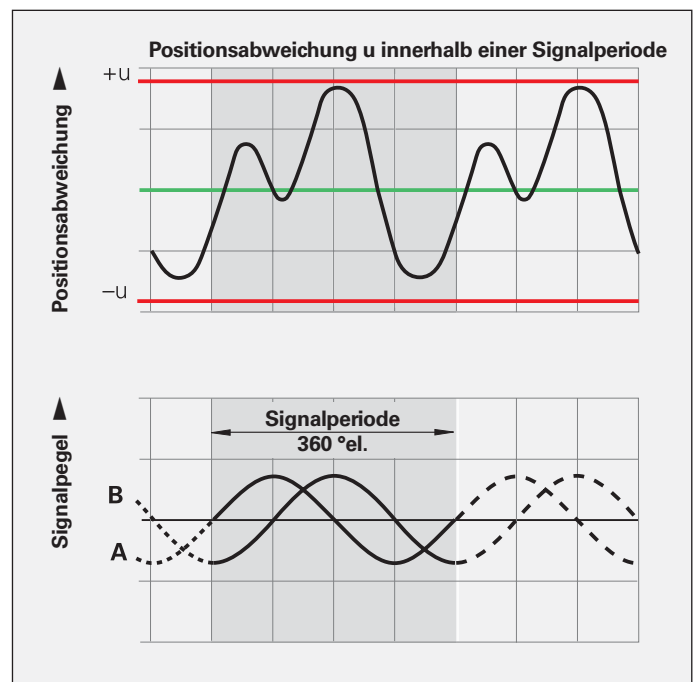
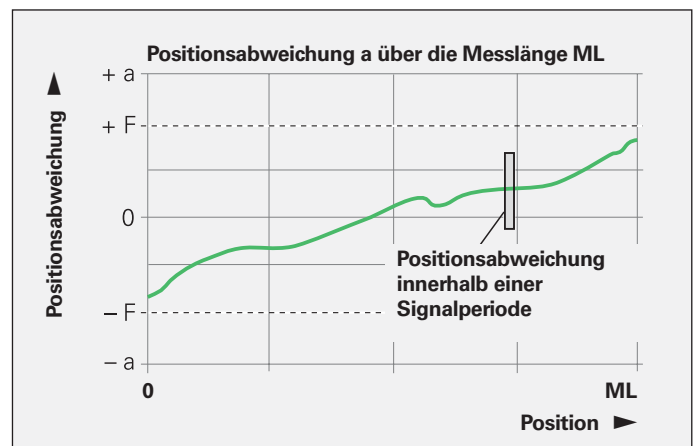
Die Extremwerte $\pm F$ der Messkurven für jeden beliebigen, max. 1 m langen Messweg liegen innerhalb der Genauigkeitsklasse $\pm a$. Sie werden bei der Endprüfung ermittelt und im Messprotokoll angegeben.

Bei gekapselten Längenmessgeräten beziehen sich diese Angaben auf den Maßstab einschließlich der Abtasteinheit; es handelt sich dann um die Systemgenauigkeit.

Positionsabweichungen innerhalb einer Signalperiode

Die Positionsabweichungen innerhalb einer Signalperiode werden durch die Signalperiode des Messgeräts, sowie die Qualität der Teilung und deren Abtastung bestimmt. Sie liegen an jeder beliebigen Messposition unter $\pm 2\%$ der Signalperiode, für die Längenmessgeräte LC und LS bei typischerweise $\pm 1\%$. Diese Positionsabweichungen innerhalb einer Signalperiode sind umso geringer, je kleiner die Signalperiode ist.

	Signalperiode der Abtastsignale	Max. Positionsabweichungen u innerhalb einer Signalperiode
LF	4 μm	ca. $\pm 0,08 \mu\text{m}$
LC	20 μm	ca. $\pm 0,2 \mu\text{m}$
LS	20 μm	ca. $\pm 0,2 \mu\text{m}$
LB	40 μm	ca. $\pm 0,8 \mu\text{m}$



Alle Längenmessgeräte von HEIDENHAIN werden vor der Auslieferung auf ihre Funktion geprüft und die Positionsgenauigkeit gemessen.

Die Positionsabweichungen werden beim Verfahren in beiden Richtungen gemessen und die gemittelte Kurve im Protokoll dargestellt.

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


Für die in diesem Katalog aufgeführten Baureihen LC, LF und LS dokumentiert zusätzlich ein Messprotokoll die ermittelten **Positionsabweichungen** über die Messlänge. Ebenso angegeben sind die Messparameter und die Unsicherheit der Messung.

Temperaturbereich

Die Prüfung der Längenmessgeräte wird bei einer **Bezugstemperatur** von 20 °C durchgeführt. Bei dieser Temperatur gilt die im Messprotokoll dokumentierte Systemgenauigkeit.

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

Als **Lagertemperatur-Bereich** gilt –20 °C bis 70 °C für das Gerät in der Verpackung.



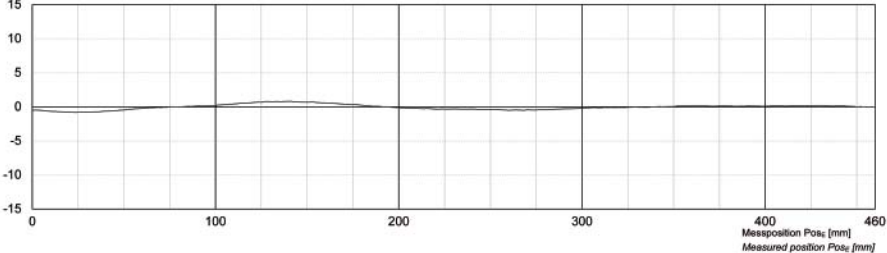
HEIDENHAIN

Qualitätsprüf-Zertifikat
DIN 55 350-18-4.2.2

Quality Inspection Certificate
DIN 55 350-18-4.2.2

LC 483
ID 557649-09
SN 19765168

Positionsabweichung F [µm]
Position error F [µm]



Messposition Pos_M [mm]
Measured position Pos_M [mm]

Die Messkurve zeigt die Mittelwerte der Positionsabweichungen aus Vorwärts- und Rückwärtsmessung.

Positionsabweichung F des Längenmessgerätes: F = Pos_M - Pos_E
Pos_M = Messposition der Messmaschine
Pos_E = Messposition des Längenmessgerätes

Maximale Positionsabweichung der Messkurve	
innerhalb 460 mm	± 0,81 µm

The error curve shows the mean values of the position errors from measurements in forward and backward direction.

Position error F of the linear encoder: F = Pos_M - Pos_E
Pos_M = position measured by the measuring machine
Pos_E = position measured by the linear encoder

Maximum position error of the error curve	
within 460 mm	± 0.81 µm

Unsicherheit der Messmaschine

U _{rel} = 0,2 µm + 0,6 · 10 ⁻⁴ · L (L=Länge Messintervall)
--

Uncertainty of the measuring machine

U _{rel} = 0.2 µm + 0.6 · 10 ⁻⁴ · L (L=measurement interval length)
--

Messparameter

Messschritt	1000 µm
Relative Luftfeuchtigkeit	max. 50%

Measurement parameters

Measurement step	1000 µm
Relative humidity	max. 50%

Dieses Längenmessgerät wurde unter strengen HEIDENHAIN-Qualitätsnormen hergestellt und geprüft. Die Positionsabweichung liegt bei einer Bezugstemperatur von 20 °C innerhalb der Genauigkeitsklasse ± 5,0 µm.

Kalibriernormale	Kalibrierzeichen
Jod-stablisierter He-Ne Laser	3659 PTB 02
Wasser-Tripelpunktzelle	66 PTB 05
Gallium-Schmelzpunktzelle	67 PTB 05
Barometer	4945 DKD-K-02301 05-09
Luftfeuchtemessgerät	01758 DKD-K-00305 05-05

This linear encoder has been manufactured and inspected in accordance with the stringent quality standards of HEIDENHAIN. The position error at a reference temperature of 20 °C lies within the accuracy grade ± 5.0 µm.

Calibration standards	Calibration reference
Iodine-stabilized He-Ne Laser	3659 PTB 02
Water triple point cell	66 PTB 05
Gallium melting point cell	67 PTB 05
Pressure gauge	4945 DKD-K-02301 05-09
Hydrometer	01758 DKD-K-00305 05-05

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH · 83301 Traunreut · www.heidenhain.de · Telefon: +49 (8669) 31-0 · Fax: +49 (8669) 5081

14.02.2007 *Krajcar Michael*
Prüfer/Inspected by M. Krajcar

Beispiel

Mechanische Geräteausführungen und Anbauhinweise

Kleinprofilige Längenmessgeräte

Die kleinprofiligen Längenmessgeräte LC, LF und LS sollten über die gesamte Länge auf einer bearbeiteten Fläche befestigt werden – insbesondere bei hohen dynamischen Anforderungen. Größere Messlängen und eine höhere Vibrationsbelastbarkeit lassen sich durch den Anbau über eine Montage-schiene oder mit Spannelementen (nur für LC 4x3) erzielen.

Der Anbau erfolgt so, dass die Dichtlippen nach unten bzw. zur Spritzwasser abgewandten Seite zeigen (siehe auch *Allgemeine mechanische Hinweise*).

Thermisches Verhalten

Durch die starre Befestigung mit zwei M8-Schrauben passen sich die Längenmessgeräte in ihrem thermischen Verhalten weitgehend der Montagefläche an. Bei der Befestigung über die Montageschiene ist das Messgerät mittig zur Auflagefläche fixiert. Die flexiblen Befestigungselemente sichern ein reproduzierbares thermisches Verhalten.

Das **LF 481** verfügt mit seinem Teilungsträger aus Stahl über den gleichen thermischen Ausdehnungs-Koeffizienten wie eine Anbaufläche aus Grauguss oder Stahl.

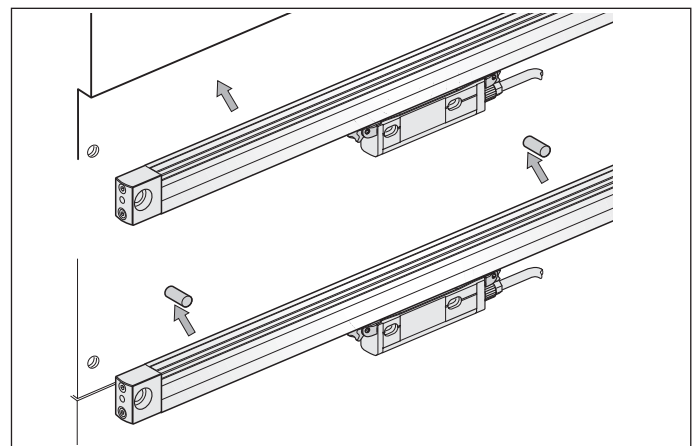
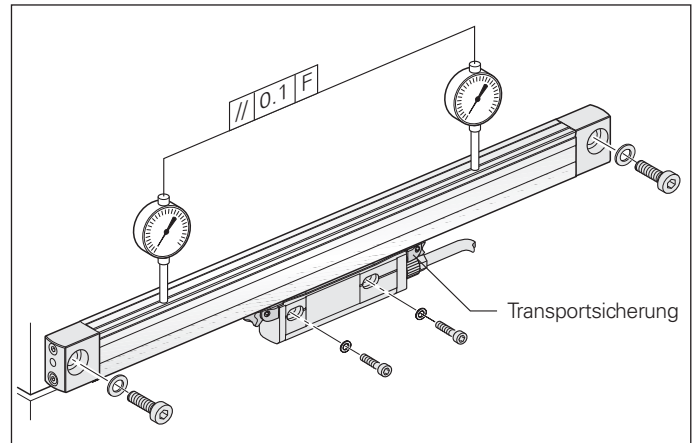
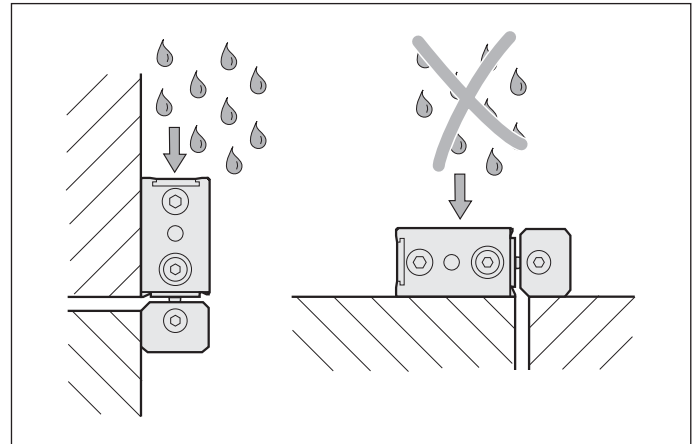
Montage

Die Montage der gekapselten Längenmessgeräte von HEIDENHAIN ist denkbar einfach: Es ist lediglich die Maßstabeinheit an mehreren Punkten zur Maschinenführung auszurichten. Dazu können auch Anschlagkanten oder Anschlagstifte dienen. Die Transportsicherung gibt bereits den Arbeitsabstand zwischen Maßstabeinheit und Abtasteinheit sowie die seitliche Toleranz fest vor. Muss die Transportsicherung aus Platzgründen vor der Montage entfernt werden, lässt sich der Abstand zwischen Maßstabeinheit und Abtasteinheit mit Hilfe der Montagelehre einfach und exakt einstellen. Auf die Einhaltung der seitlichen Toleranzen ist ebenfalls zu achten.

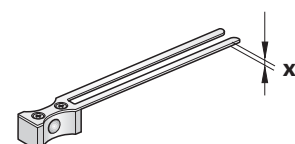
Zubehör:

Montage/Prüflehre für kleinprofilige Längenmessgeräte

Die **Montagelehre** dient zum Einstellen des Abstandes zwischen Maßstabeinheit und Abtasteinheit, wenn die Transportsicherung vor der Montage entfernt werden muss. Mit Hilfe der **Prüflehren** lässt sich der Arbeitsabstand des angebauten Längenmessgerätes schnell und einfach überprüfen.



	x	Farbe	ID
Montagelehre	1,0 mm	grau	528 753-01
Prüflehre max	1,3 mm	rot	528 753-02
Prüflehre min	0,7 mm	blau	528 753-03



Neben der standardmäßigen Montage der Maßstabeinheit an eine plane Auflagefläche und Befestigung über zwei M8-Schrauben gibt es weitere Anbaumöglichkeiten:

Anbau mit Montageschiene

Besonders vorteilhaft bei den kleinprofiligen Messgeräten ist der Anbau mit Montageschiene. Diese kann bereits beim Aufbau des Maschinenkörpers befestigt werden. Erst in der Endmontage wird das Messgerät einfach aufgeklemt. Im Servicefall lässt es sich ebenso problemlos austauschen.

Der Anbau mit Montageschiene wird ab Messlänge 620 mm bei hohen dynamischen Anforderungen empfohlen. Ab Messlänge 1240 mm ist er generell notwendig.

Speziell für LC 4x3 und LS 4x7 wurde die **universale Montageschiene** entwickelt. Sie lässt sich besonders einfach anbauen, da die zum Klemmen notwendigen Komponenten bereits vormontiert sind. Es können Längenmessgeräte mit normalen Befestigungsendstücken oder – wenn aus Kompatibilitätsgründen notwendig – auch Längenmessgeräte mit kurzen Endstücken angebaut werden. Weitere Vorteile:

- **Anbaukompatible Ausführungen**

Universale Montageschiene und LC 4x3 bzw. LS 4x7 sind anbaukompatibel zu den bisherigen Versionen. Beliebige Kombinationen sind möglich, z. B. LS 4x6 mit universaler Montageschiene bzw. LC 4x3 mit bisheriger Montageschiene.

- **Freie Wahl des Kabelausgangs**

LC 4x3 und LS 4x7 lassen sich auf der universalen Montageschiene beidseitig montieren. So kann der Kabelausgang rechts oder links frei gewählt werden – besonders vorteilhaft bei beengten Einbauverhältnissen.

Die universale Montageschiene muss generell separat bestellt werden – auch bei Messlängen über 1240 mm.

Zubehör:

Universale Montageschiene

ID 571613-xx

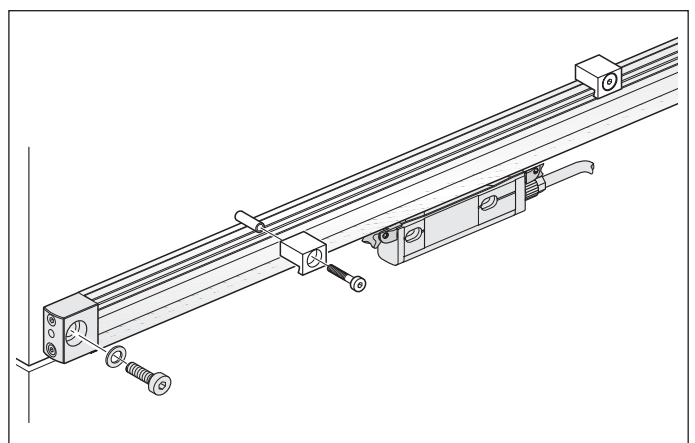
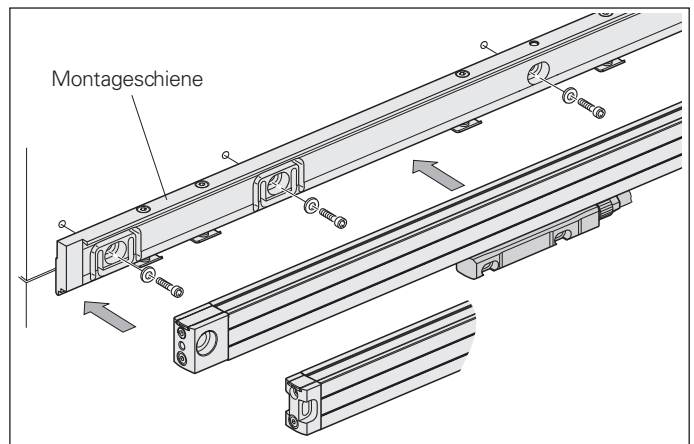
Anbau mit Spannelementen

Die an beiden Enden befestigte Maßstabeinheit des LC 4x3 kann zusätzlich durch Spannelemente zur Auflagefläche fixiert werden. Damit ist die mittige Fixierung (ab Messlänge 620 mm bei hohen dynamischen Anforderungen empfohlen) einfach realisierbar. Auch ist damit für Messlängen über 1240 mm der Anbau ohne Montageschiene möglich.

Zubehör:

Spannelemente

mit Stift und Schraube M5x10
ID 556975-01 (10 Stück pro Packung)



Großprofilige Längenmessgeräte

Die großprofiligen Längenmessgeräte LB, LC, LF und LS werden über die gesamte Länge auf einer bearbeiteten Fläche befestigt. Dadurch erreichen sie eine **hohe Vibrationsfestigkeit**. Die schräge Anordnung der Dichtlippen erlaubt einen **universellen Anbau** mit stehenden oder liegenden Maßstabgehäusen bei gleicher hoher Schutzart.

Thermisches Verhalten

Die großprofiligen Längenmessgeräte LB, LC, LF und LS 100 sind in ihrem thermischen Verhalten optimiert:

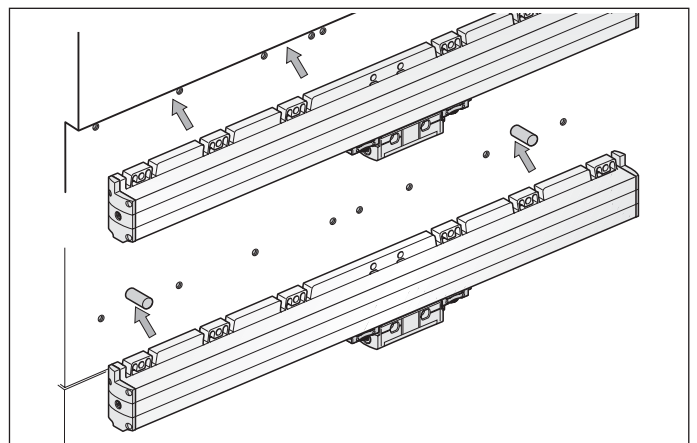
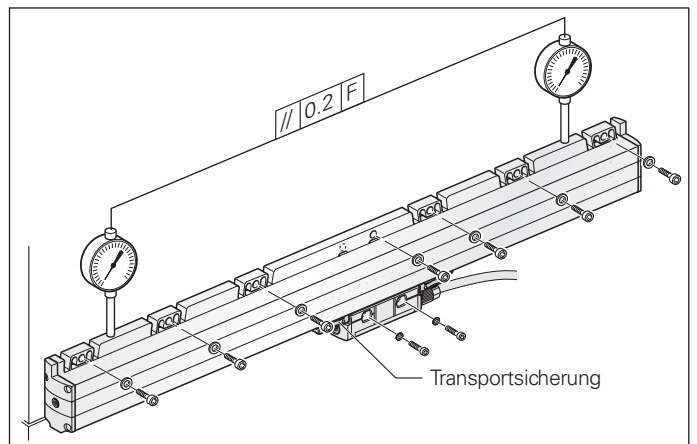
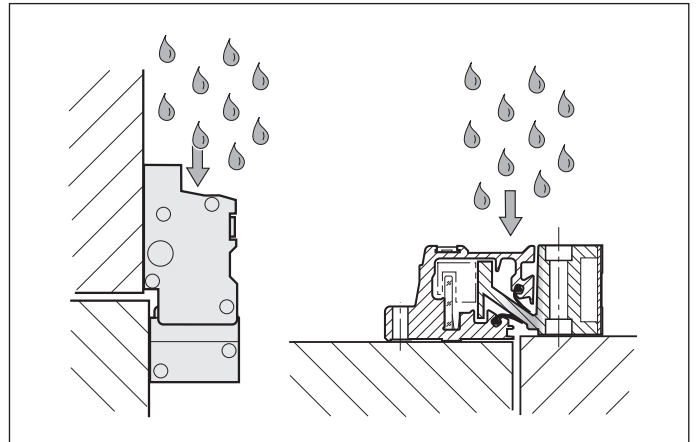
Beim **LF** ist der Stahlmaßstab auf einen Stahlträger gekittet, der wiederum direkt an der Maschine befestigt wird.

Beim **LB** wird das Stahlmaßband direkt an das Maschinenelement geklemmt. Das LB macht somit alle thermischen Längenänderungen der Auflagefläche mit.

LC und **LS** werden mittig zur Auflagefläche fixiert. Die flexiblen Befestigungselemente erlauben ein reproduzierbares thermisches Verhalten.

Montage

Die Montage der gekapselten Längenmessgeräte von HEIDENHAIN ist denkbar einfach: Es ist lediglich die Maßstabeinheit an mehreren Punkten zur Maschinenführung auszurichten. Dazu können auch Anschlagkanten oder Anschlagstifte dienen. Die Transportsicherung gibt bereits den Arbeitsabstand zwischen Maßstabeinheit und Abtasteinheit fest vor. Der seitliche Abstand ist bei der Montage einzustellen. Muss die Transportsicherung aus Platzgründen vor der Montage entfernt werden, lässt sich der Abstand zwischen Maßstabeinheit und Abtasteinheit mit Hilfe der Montagelehre einfach und exakt einstellen. Auf die Einhaltung der seitlichen Toleranzen ist ebenfalls zu achten.

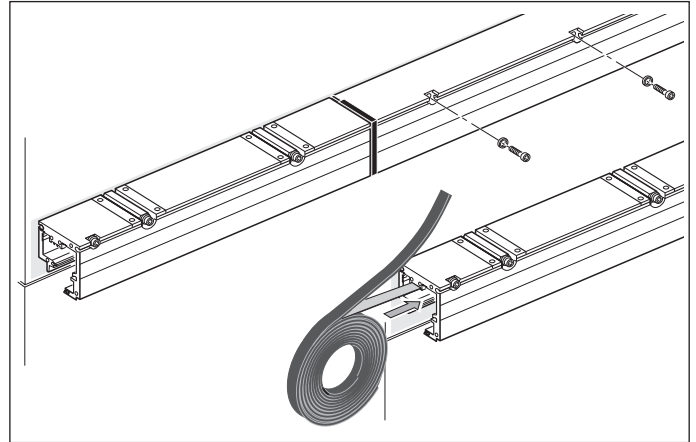


Montage LB 382 – mehrteilig

Das LB 382 mit Messlängen über 3240 mm wird an der Maschine aus Einzelkomponenten aufgebaut:

- Gehäuseteilstücke anbauen und ausrichten
- Maßband über die gesamte Länge einziehen und spannen
- Dichtlippen einziehen
- Abtasteinheit einsetzen

Durch das Spannen des Maßbandes ist auch eine lineare Maschinenfehler-Korrektur bis zu $\pm 100 \mu\text{m/m}$ möglich.

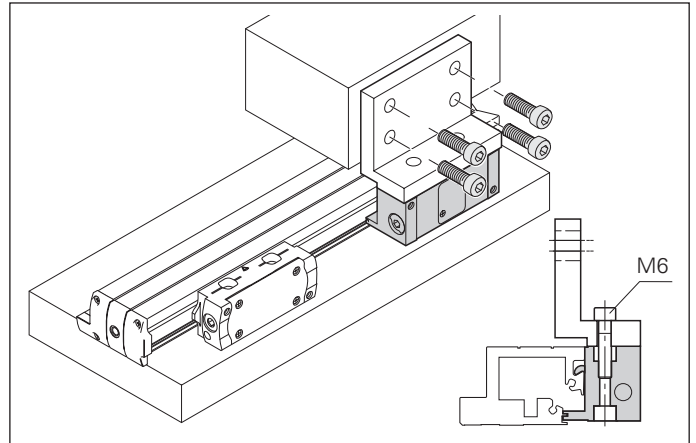


Zubehör:

Montagehilfe für LC 1x3 und LS 1x7

ID 547793-01

Die Montagehilfe wird an der Maßstabeinheit arretiert und simuliert so eine optimal justierte Abtasteinheit. Die kundenseitige Befestigung der Abtasteinheit kann einfach daran ausgerichtet werden. Anschließend wird die Montagehilfe entfernt und die Abtasteinheit am Montagewinkel befestigt.



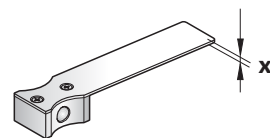
Beispiel

	x	Farbe	ID
Montagelehre	1,5 mm	grau	575832-01
Prüflehre max	1,8 mm	rot	575832-02
Prüflehre min	1,2 mm	blau	575832-03

Zubehör:

Montage/Prüflehre für großprofilige Längenmessgeräte

Die **Montagelehre** dient zum Einstellen des Abstandes zwischen Maßstabeinheit und Abtasteinheit, wenn die Transportsicherung vor der Montage entfernt werden muss. Mit Hilfe der **Prüflehren** lässt sich der Arbeitsabstand des angebauten Längenmessgerätes schnell und einfach überprüfen.



Allgemeine mechanische Hinweise

Schutzart

Die gekapselten **Längenmessgeräte** erfüllen die Schutzart IP 53 nach **EN 60529** bzw. **IEC 60529** falls sie so angebaut sind, dass die Dichtlippen zur spritzwasserabgewandten Seite zeigen. Gegebenenfalls ist eine zusätzliche mechanische Abdeckung für den Einbau vorzusehen. Ist das Längenmessgerät jedoch verstärkt einem Kühlmittel-Nebel ausgesetzt, kann durch **Anlegen von Druckluft** die Schutzart von **IP 64** und somit eine zusätzliche Sicherheit gegen Verschmutzung erzielt werden. Dazu besitzen die Längenmessgeräte LB, LC, LF und LS von HEIDENHAIN serienmäßig Bohrungen an den Maßstab-Endstücken sowie am Montagefuß der Abtasteinheit.

Die direkt in die Messgeräte eingeleitete Druckluft muss durch eine Druckluftaufbereitung gereinigt sein und folgenden Qualitätsklassen nach **ISO 8573-1** (Ausgabe 1995) entsprechen:

- feste Verunreinigungen: Klasse 1 (max. Teilchengröße 0,1 µm und max. Teilchendichte 0,1 mg/m³ bei 1 · 10⁵ Pa)
- Gesamt-Ölgehalt: Klasse 1 (max. Ölkonzentration 0,01 mg/m³ bei 1 · 10⁵ Pa)
- max. Drucktaupunkt: Klasse 4, jedoch bei Referenzbedingungen +3 °C bei 2 · 10⁵ Pa

Die erforderliche Druckluftmenge beträgt 7 bis 10 l/min pro Längenmessgerät; der zulässige Druck liegt im Bereich von 0,6 bis 1 bar. Der Druckluft-Anschluss muss über Anschlussstücke mit integrierter Drossel (im Lieferumfang der Messgeräte LB, LF, enthalten) erfolgen.

Zubehör:

Anschlussstück gerade mit Drossel und Dichtung ID 226270-xx

Anschlussstück gerade, kurz mit Drossel und Dichtung ID 275239-xx

Verschraubung M5 schwenkbar mit Dichtung ID 207834-xx

Zubehör:

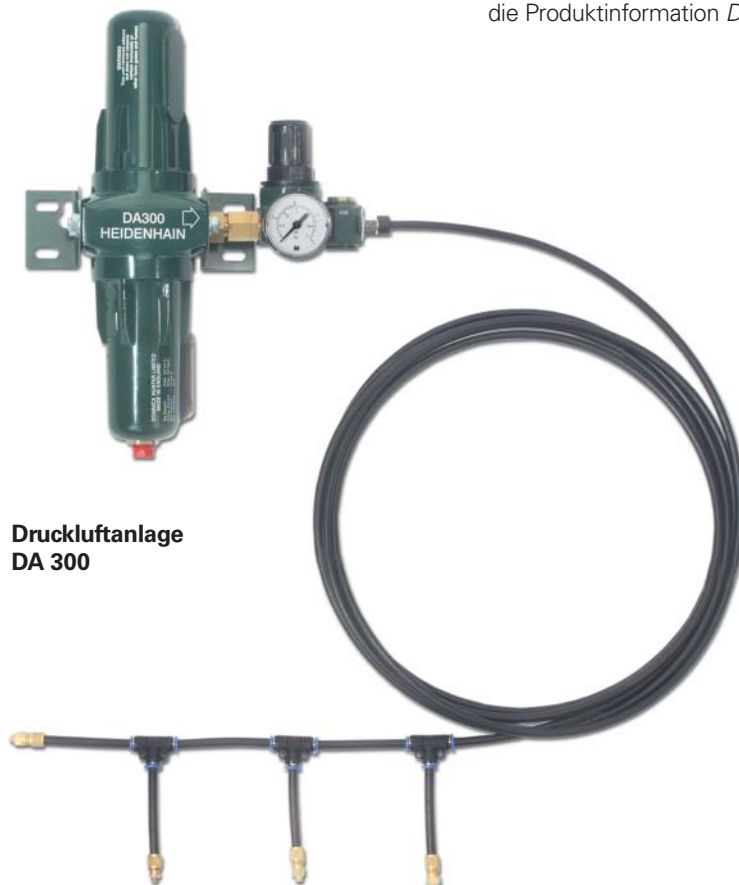
Druckluftanlage DA 300 ID 348249-01

HEIDENHAIN bietet zur Reinigung und Wartung der Druckluft die **Druckluftanlage DA 300** an. Sie besteht aus zwei Filterstufen (Feinstfilter und Aktivkohlefilter), automatischem Kondensatabscheider und einem Druckregler mit Manometer. Im Lieferumfang der DA 300 sind außerdem 25 m Druckluftschlauch, Verteilerstücke und Anschlussstücke mit Drossel für vier Messgeräte enthalten. Insgesamt sind bis zu 10 Messgeräte mit einer gesamten Messlänge von maximal 35 m anschließbar.

Die in die DA 300 einzuleitende Druckluft muss bezüglich der Verunreinigungen folgenden Qualitätsklassen nach ISO 8573-1 (Ausgabe 1995) entsprechen:

- max. Teilchengröße und Dichte von festen Verunreinigungen Klasse 4 (max. Teilchengröße 15 µm, max. Teilchendichte 8 mg/m³)
- Gesamt-Ölgehalt Klasse 4 (Ölmenge 5 mg/m³)
- max. Drucktaupunkt nicht definiert Klasse 7

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



Druckluftanlage DA 300

Anbau

Zur Vereinfachung der Kabelführung wird der Montagefuß der Abtasteinheit vorzugsweise am feststehenden, das Maßstabgehäuse am bewegten Maschinenteil montiert. Der **Anbauort** für die Längenmessgeräte ist sorgfältig auszuwählen, um sowohl die Genauigkeit als auch die Lebensdauer nicht zu beeinträchtigen.

- Der Anbau sollte möglichst nahe an der Bearbeitungsebene erfolgen, um den Abbe-Fehler gering zu halten.
- Für einen einwandfreien Betrieb darf das Messgerät nicht ständig hohen Vibrationen ausgesetzt sein. Als Anbauflächen kommen daher die massiven Maschinenelemente in Frage; der Anbau an Hohlkörper sollte vermieden werden, ebenso der Anbau über Klötze etc. Bei den kleprofiligen gekapselten Längenmessgeräten werden die Ausführungen mit Montageschiene empfohlen.
- Die Längenmessgeräte sollen nicht in der Nähe von Wärmequellen befestigt werden, um Temperatureinflüsse zu vermeiden.

Beschleunigungen

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

- Die genannten Höchstwerte für die **Vibrationsfestigkeit** gelten bei Frequenzen von 55 bis 2000 Hz (**EN 60068-2-6**). Werden z. B. bei Resonanzen, abhängig von der Anwendung und dem Anbau, die zulässigen Beschleunigungswerte überschritten, kann das Messgerät beschädigt werden. **Es sind deshalb ausführliche Tests des kompletten Systems erforderlich.**
- Die Höchstwerte der zulässigen Beschleunigung (halbsinusförmiger Stoß) zur **Schock- bzw. Stoßbelastung** gelten bei 11 ms (**EN 60068-2-27**). Schläge bzw. Stöße mit einem Hammer o. ä., beispielsweise zum Ausrichten des Geräts, sind auf alle Fälle zu vermeiden.

Erforderliche Vorschubkraft

Angegeben sind die Höchstwerte, die erforderlich sind, um die Maßstabeinheit relativ zur Abtasteinheit verschieben zu können.

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 Längenmessgeräten

Systemtests

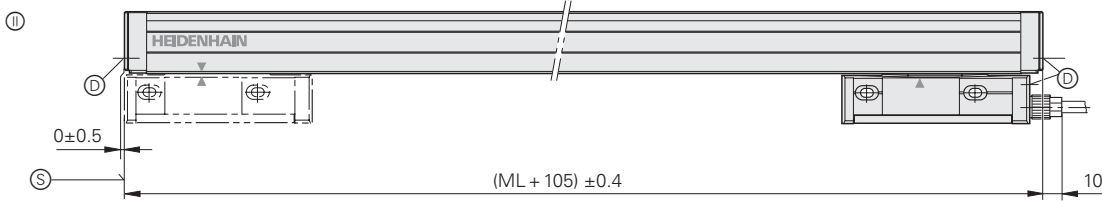
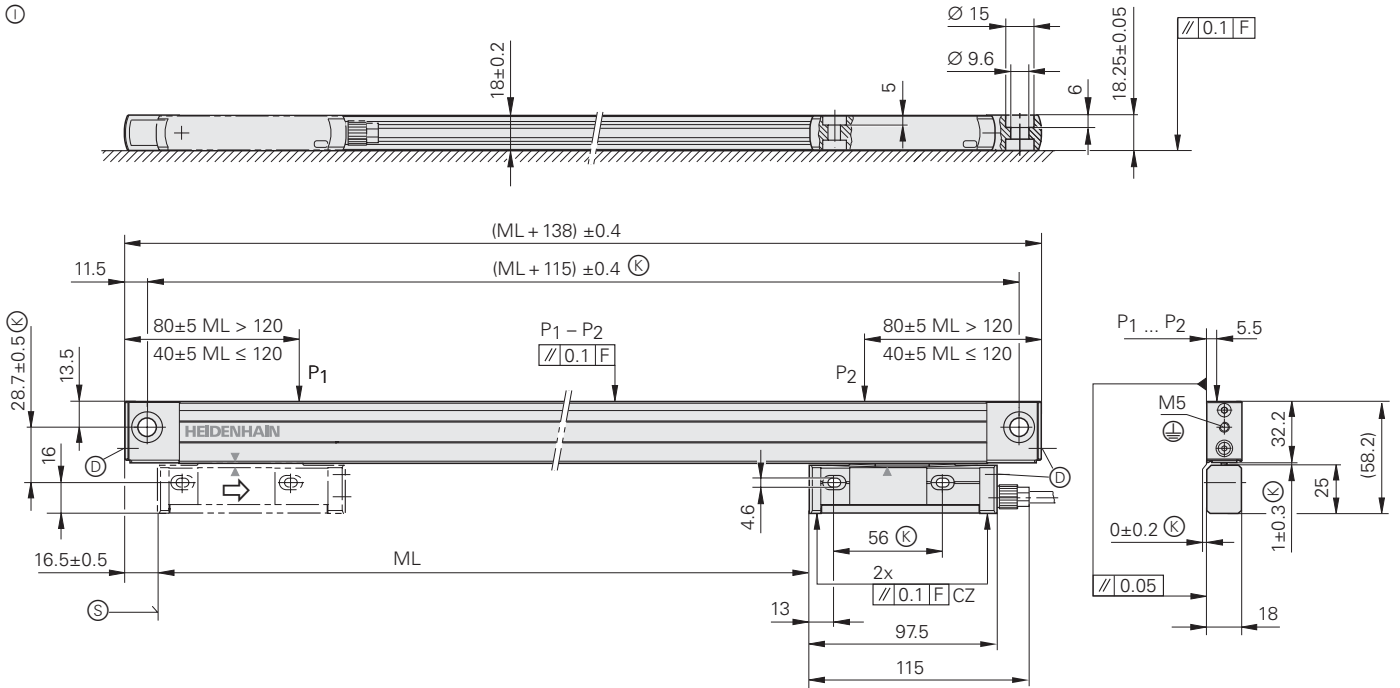
Messgeräte von HEIDENHAIN werden in aller Regel als Komponenten in Gesamtsysteme integriert. In diesen Fällen sind unabhängig von den Spezifikationen des Messgeräts **ausführliche Tests des kompletten Systems** erforderlich. Die im Prospekt angegebenen technischen Daten gelten insbesondere für das Messgerät, 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

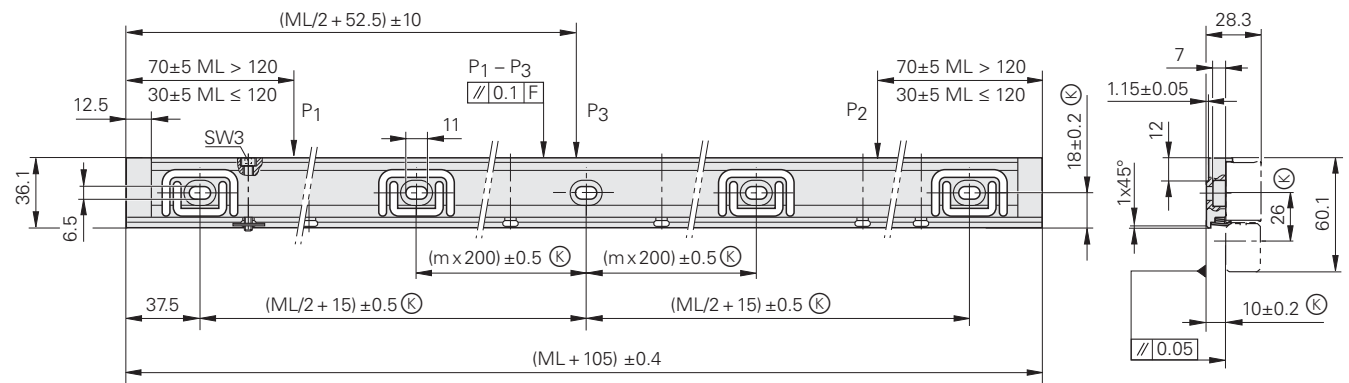
Für die bei der Montage zu beachtenden Arbeitsschritte und Maße gilt alleine die mit dem Gerät ausgelieferte Montageanleitung. Alle montagebezogenen Angaben in diesem Katalog sind entsprechend nur vorläufig und unverbindlich; sie werden nicht Vertragsinhalt.

Baureihe LC 400

- Absolute Längenmessgeräte für Messschritte bis 0,1 µm (Auflösung bis 0,005 µm)
- für beengte Einbauverhältnisse
- bis zu zwei zusätzliche Abtasteinheiten möglich



Anbau-Möglichkeiten
siehe Montage-Anleitung
(www.heidenhain.de)



Abmessungen in mm



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

- ⊖ = Anbau ohne Montagesciene (mit M8-Schrauben)
- ⊕ = Anbau mit Montagesciene (LC 483 mit kurzen Endstücken dargestellt; auch LC mit normalen Endstücken anbaubar)
- F = Maschinenführung
- P = Messpunkte zum Ausrichten
ML ≤ 820 P₁ - P₂
ML > 820 P₁ - P₃
- ⊙ = Kundenseitige Anschlussmaße
- ⊗ = Druckluftanschluss
- ⊙ = Beginn der Messlänge ML (bei Position 20 mm)
- ⇒ = Bewegungsrichtung der Abtasteinheit für Ausgangssignale gemäß Schnittstellen-Beschreibung

Montagesciene

ML	m
70 ... 520	0
570 ... 920	1
1020 ... 1340	2
1440 ... 1740	3
1840 ... 2040	4



LC 483 ohne Montageschiene

LC 483 mit Montageschiene

Technische Kennwerte	LC 483	LC 493 F	LC 493 M
Maßverkörperung Längenausdehnungskoeffizient	DIADUR-Glasmaßstab mit Code-Spur und Inkrementalspur $\alpha_{\text{therm}} \approx 8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (Montageart ☉); mit Montageschiene: $\alpha_{\text{therm}} \approx 9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (Montageart ☉)		
Genauigkeitsklasse*	$\pm 3 \mu\text{m}$; $\pm 5 \mu\text{m}$		
Messlänge ML* in mm	Montageschiene* oder Spannelemente* optional 70 120 170 220 270 320 370 420 470 520 570 620 670 720 770 820 870 920 1020 1140 1240 Montageschiene* oder Spannelemente* notwendig 1340 1440 1540 1640 1740 1840 2040		
Absolute Positionswerte*	EnDat 2.2 Bestellbezeichnung EnDat 02	Serial Interface Fanuc 02	Mitsubishi High Speed Serial Interface, Mit 02-4 oder Mitsu 01
Auflösung Genauigkeit $\pm 3 \mu\text{m}$ Genauigkeit $\pm 5 \mu\text{m}$	0,005 μm 0,01 μm	0,01 μm 0,05 μm	
Rechenzeit t_{cal} Befehlssatz EnDat 2.1 Befehlssatz EnDat 2.2	< 1 ms $\leq 5 \mu\text{s}$	– –	
Inkrementalsignale	$\sim 1 V_{\text{SS}}^{1)}$	–	
Teilungsperiode/Signalperiode	20 μm	–	
Grenzfrequenz –3dB	$\geq 150 \text{ kHz}$	–	
Spannungsversorgung ohne Last	3,6 bis 5,25 V/< 300 mA		
Elektrischer Anschluss	separates Adapterkabel (1 m/3 m/6 m/9 m) am Montagefuß steckbar		
Kabellänge²⁾	$\leq 150 \text{ m}$; abhängig von Schnittstelle und Folge-Elektronik	$\leq 30 \text{ m}$	$\leq 20 \text{ m}$
Verfahrensgeschwindigkeit	$\leq 180 \text{ m/min}$		
Erforderliche Vorschubkraft	$\leq 5 \text{ N}$		
Vibration 55 bis 2000 Hz Schock 11 ms Beschleunigung	ohne Montageschiene: $\leq 100 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) mit Montageschiene bei Kabelausgang rechts/links: $\leq 200 \text{ m/s}^2/100 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 300 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27) $\leq 100 \text{ m/s}^2$ in Messrichtung		
Arbeitstemperatur	0 bis 50 °C		
Schutzart EN 60529	IP 53 bei Anbau nach Montageanleitung IP 64 bei Anschluss von Druckluft über DA 300		
Masse	Gerät: 0,2 kg + 0,5 kg/m Messlänge; Montageschiene: 0,9 kg/m		

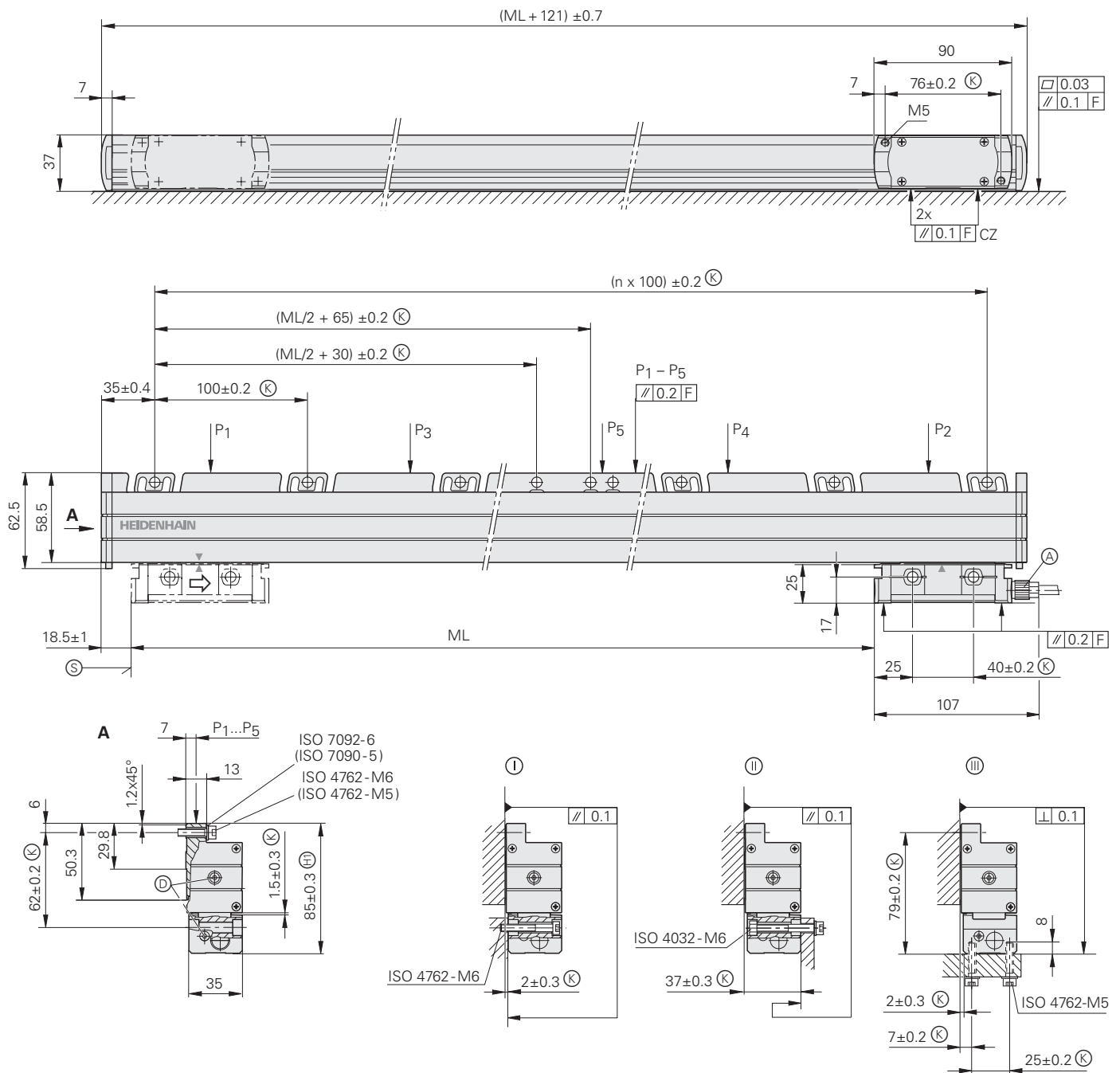
* bei Bestellung bitte auswählen

¹⁾ abhängig von Adapterkabel

²⁾ mit HEIDENHAIN-Kabel

Baureihe LC 100

- Absolute Längenmessgeräte für Messschritte bis 0,1 µm (Auflösung bis 0,005 µm)
- hohe Vibrationsfestigkeit
- liegender Anbau möglich
- bis zu zwei zusätzliche Abtasteinheiten möglich



Abmessungen in mm



Tolerancing ISO 8015

ISO 2768 - m H

< 6 mm: ±0.2 mm

Ⓚ, Ⓛ,

Ⓜ = Montage-Möglichkeiten

F = Maschinenführung

P = Messpunkte zum Ausrichten

Ⓜ = Kabelanschluss beidseitig verwendbar

Ⓚ = Kundenseitige Anschlussmaße

Ⓛ = Druckluftanschluss beidseitig verwendbar

Ⓢ = Beginn der Messlänge ML

Ⓜ = Alternatives kundenseitiges Anschlussmaß

⇒ = Bewegungsrichtung der Abtasteinheit für Ausgangssignale gemäß Schnittstellen-Beschreibung



Technische Kennwerte	LC 183	LC 193 F	LC 193 M
Maßverkörperung Längenausdehnungskoeffizient	DIADUR-Glasmaßstab mit Code-Spur und Inkrementalspur $\alpha_{\text{therm}} \approx 8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$		
Genauigkeitsklasse*	$\pm 3 \mu\text{m}$ (bis Messlänge 3040); $\pm 5 \mu\text{m}$		
Messlänge ML* in mm	140 240 340 440 540 640 740 840 940 1040 1140 1240 1340 1440 1540 1640 1740 1840 2040 2240 2440 2640 2840 3040 3240 3440 3640 3840 4040 4240		
Absolute Positionswerte*	EnDat 2.2 <i>Bestellbezeichnung</i> EnDat 02	Serial Interface Fanuc 02	Mitsubishi High Speed Serial Interface, Mit 02-4 oder Mitsu 01
Auflösung <i>Genauigkeit $\pm 3 \mu\text{m}$</i> <i>Genauigkeit $\pm 5 \mu\text{m}$</i>	0,005 μm 0,01 μm	0,01 μm 0,05 μm	
Rechenzeit t_{cal} <i>Befehlssatz EnDat 2.1</i> <i>Befehlssatz EnDat 2.2</i>	< 1 ms $\leq 5 \mu\text{s}$	– –	
Inkrementalsignale	$\sim 1 \text{ V}_{\text{SS}}^{1)}$	–	
Teilungsperiode/Signalperiode	20 μm	–	
Grenzfrequenz –3dB	$\geq 150 \text{ kHz}$	–	
Spannungsversorgung ohne Last	3,6 bis 5,25 V/< 300 mA		
Elektrischer Anschluss	separates Adapterkabel (1 m/3 m/6 m/9 m) am Montagefuß beidseitig steckbar		
Kabellänge²⁾	$\leq 150 \text{ m}$; abhängig von Schnittstelle und Folge-Elektronik	$\leq 30 \text{ m}$	$\leq 20 \text{ m}$
Verfahrgeschwindigkeit	$\leq 180 \text{ m/min}$		
Erforderliche Vorschubkraft	$\leq 4 \text{ N}$		
Vibration 55 bis 2000 Hz Schock 11 ms Beschleunigung	$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 300 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27) $\leq 100 \text{ m/s}^2$ in Messrichtung		
Arbeitstemperatur	0 bis 50 °C		
Schutzart EN 60529	IP 53 bei Anbau nach Montageanleitung IP 64 bei Anschluss von Druckluft über DA 300		
Masse	0,4 kg + 3,3 kg/m Messlänge		

* bei Bestellung bitte auswählen

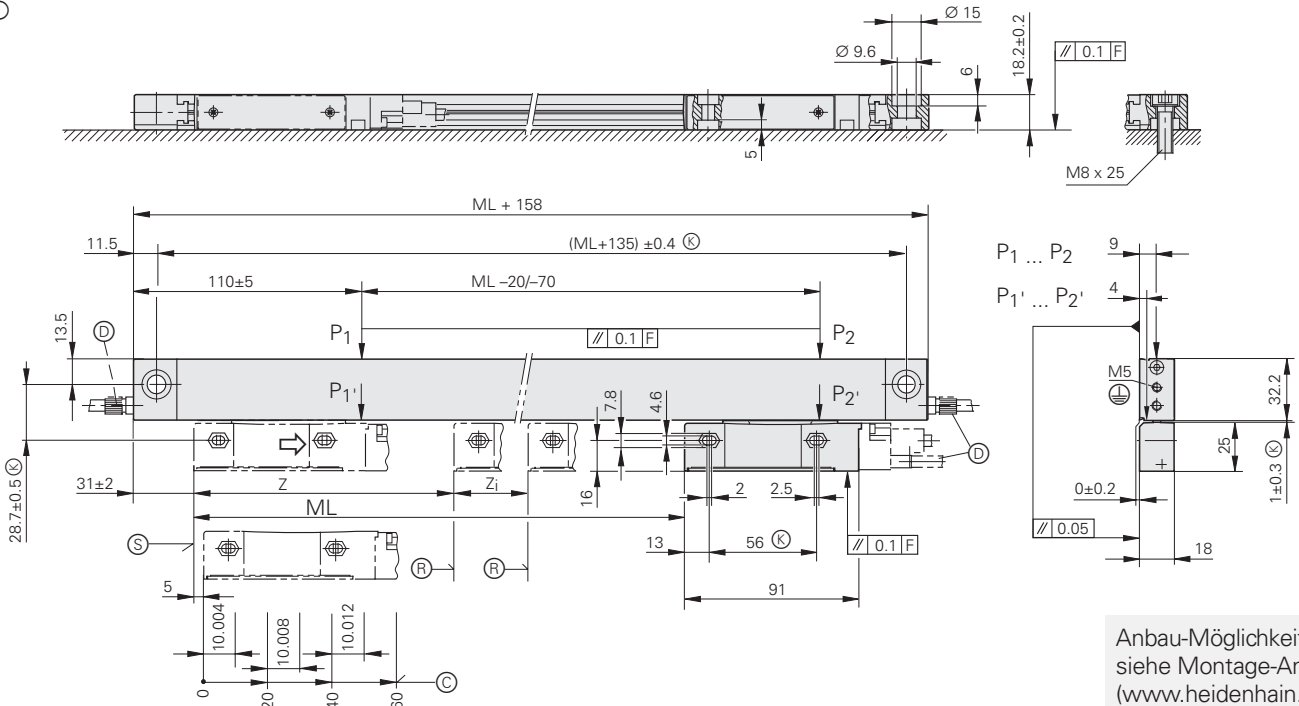
¹⁾ abhängig von Adapterkabel

²⁾ mit HEIDENHAIN-Kabel

LF 481

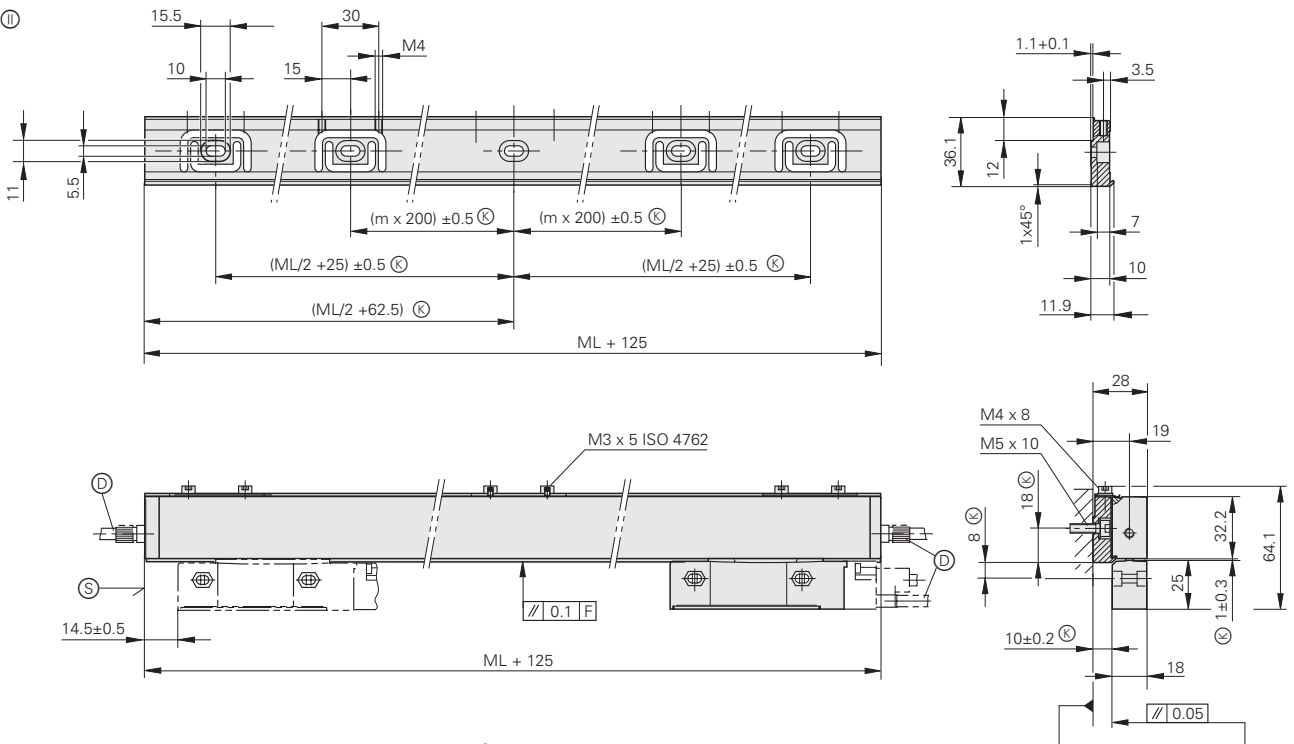
- Inkrementales Längenmessgerät für Messschritte bis 0,1 µm
- thermisches Verhalten ähnlich dem von Stahl oder Grauguß
- für beengte Einbau-Verhältnisse

①



Anbau-Möglichkeiten
siehe Montage-Anleitung
(www.heidenhain.de)

②



Abmessungen in mm



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

- ① = Anbau ohne Montageschiene
- ② = Anbau mit Montageschiene
- F = Maschinenführung
- P = Messpunkte zum Ausrichten
- ⊙ = Kundenseitige Anschlussmaße
- ⊕ = Druckluftanschluss
- ⊖ = Referenzmarken-Lage LF 481
2 Referenzmarken für Messlängen
50 ... 1000 | 1120 ... 1220
z = 25 | z = 35
z_i = ML - 50 | z_i = ML - 70
- ⊙ = Referenzmarken-Lage LF 481 C
- ⊙ = Beginn der Messlänge ML
- ⇨ = Bewegungsrichtung der Abtasteinheit für Ausgangssignale gemäß Schnittstellen-Beschreibung

Montageschiene

ML	m
50 ... 500	0
550 ... 900	1
1000 ... 1220	2



LF 481 ohne Montageschiene

LF 481 mit Montageschiene

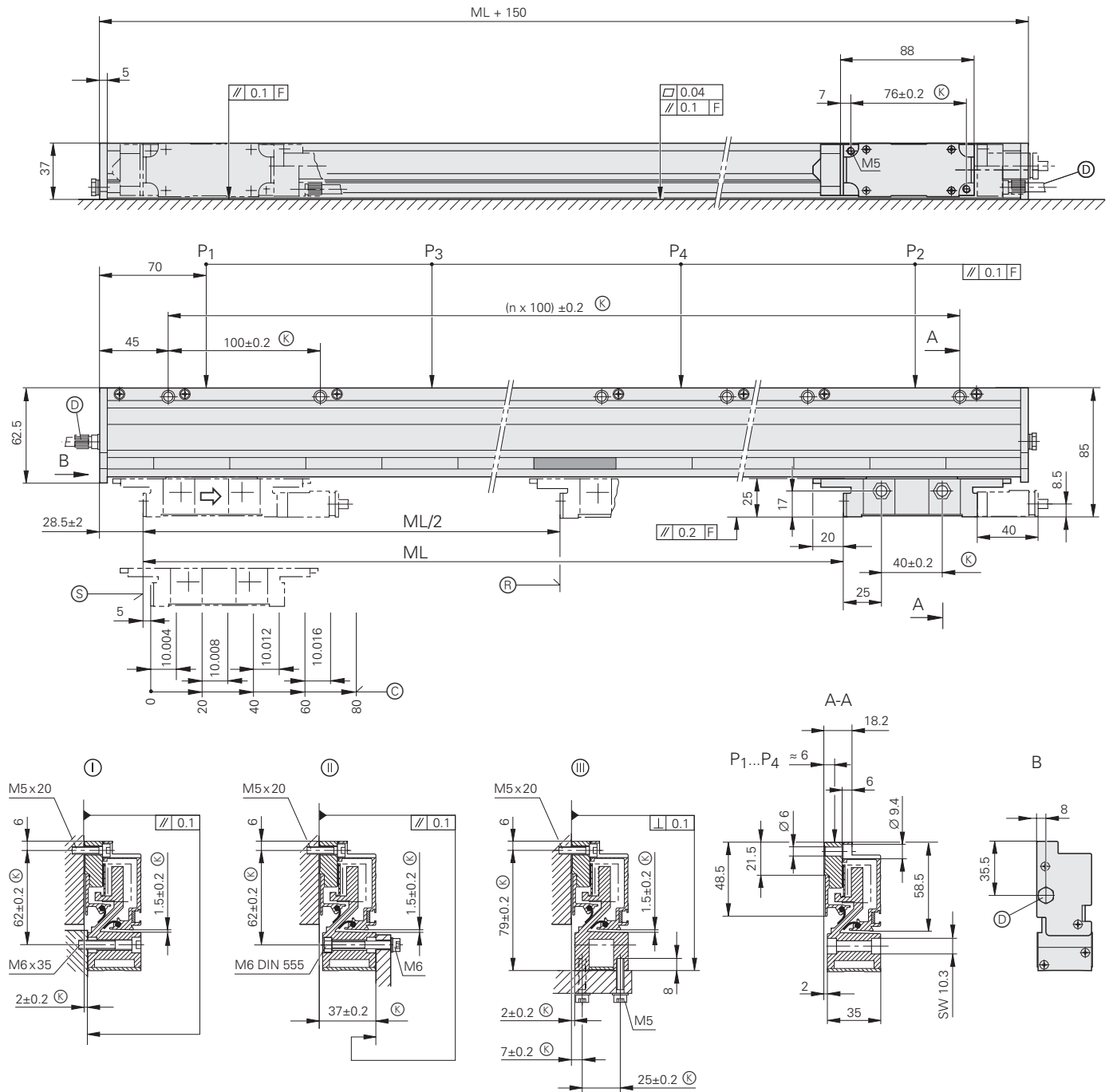
Technische Kennwerte	LF 481
Maßverkörperung Längenausdehnungskoeffizient	DIADUR-Phasengitter auf Stahl $\alpha_{\text{therm}} \approx 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Genauigkeitsklasse*	$\pm 3 \mu\text{m}; \pm 5 \mu\text{m}$
Messlänge ML* in mm	Montageschiene* empfohlen 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650 700 750 800 900 1000 1120 1220
Inkrementalsignale	$\sim 1 V_{\text{SS}}$
Teilungsperiode Signalperiode	8 μm 4 μm
Referenzmarken* LF 481 LF 481 C	ML 50 mm: 1 Referenzmarke in der Mitte ML 100 bis 1000 mm: 2 jeweils 25 mm vom Beginn und Ende der Messlänge ab ML 1120 mm: 2 jeweils 35 mm vom Beginn und Ende der Messlänge abstandscodiert
Grenzfrequenz -3dB	$\geq 200 \text{ kHz}$
Spannungsversorgung ohne Last	5 V $\pm 5 \%$ / < 200 mA
Elektrischer Anschluss	separates Adapterkabel (1 m/3 m/6 m/9 m) am Montagefuß steckbar
Kabellänge ¹⁾	$\leq 150 \text{ m}$
Verfahrgeschwindigkeit	$\leq 30 \text{ m/min}$
Erforderliche Vorschubkraft	$\leq 5 \text{ N}$
Vibration 55 bis 2000 Hz Schock 11 ms Beschleunigung	$\leq 80 \text{ m/s}^2$ (EN 60 068-2-6) $\leq 100 \text{ m/s}^2$ (EN 60 068-2-27) $\leq 30 \text{ m/s}^2$ in Messrichtung
Arbeitstemperatur	0 bis 50 °C
Schutzart EN 60 529	IP 53 bei Anbau nach Montageanleitung IP 64 bei Anschluss von Druckluft über DA 300
Masse ohne Montageschiene	0,4 kg + 0,5 kg/m Messlänge

* bei Bestellung bitte auswählen

¹⁾ mit HEIDENHAIN-Kabel

LF 183

- Inkrementales Längenmessgerät für Messschritte bis 0,1 µm
- thermisches Verhalten ähnlich dem von Stahl oder Grauguß
- hohe Vibrationsfestigkeit
- liegender Anbau möglich



Abmessungen in mm



Tolerancing ISO 8015

ISO 2768 - m H

< 6 mm: ±0.2 mm

Ⓘ, ⓓ,

ⓓ = Montage-Möglichkeiten

F = Maschinenführung

P = Messpunkte zum Ausrichten

Ⓚ = Kundenseitige Anschlussmaße

Ⓛ = Druckluftanschluss

Ⓜ = Referenzmarken-Lage LF 183

Ⓝ = Referenzmarken-Lage LF 183C

Ⓟ = Beginn der Messlänge ML

⇒ = Bewegungsrichtung der Abtasteinheit für Ausgangssignale gemäß Schnittstellen-Beschreibung



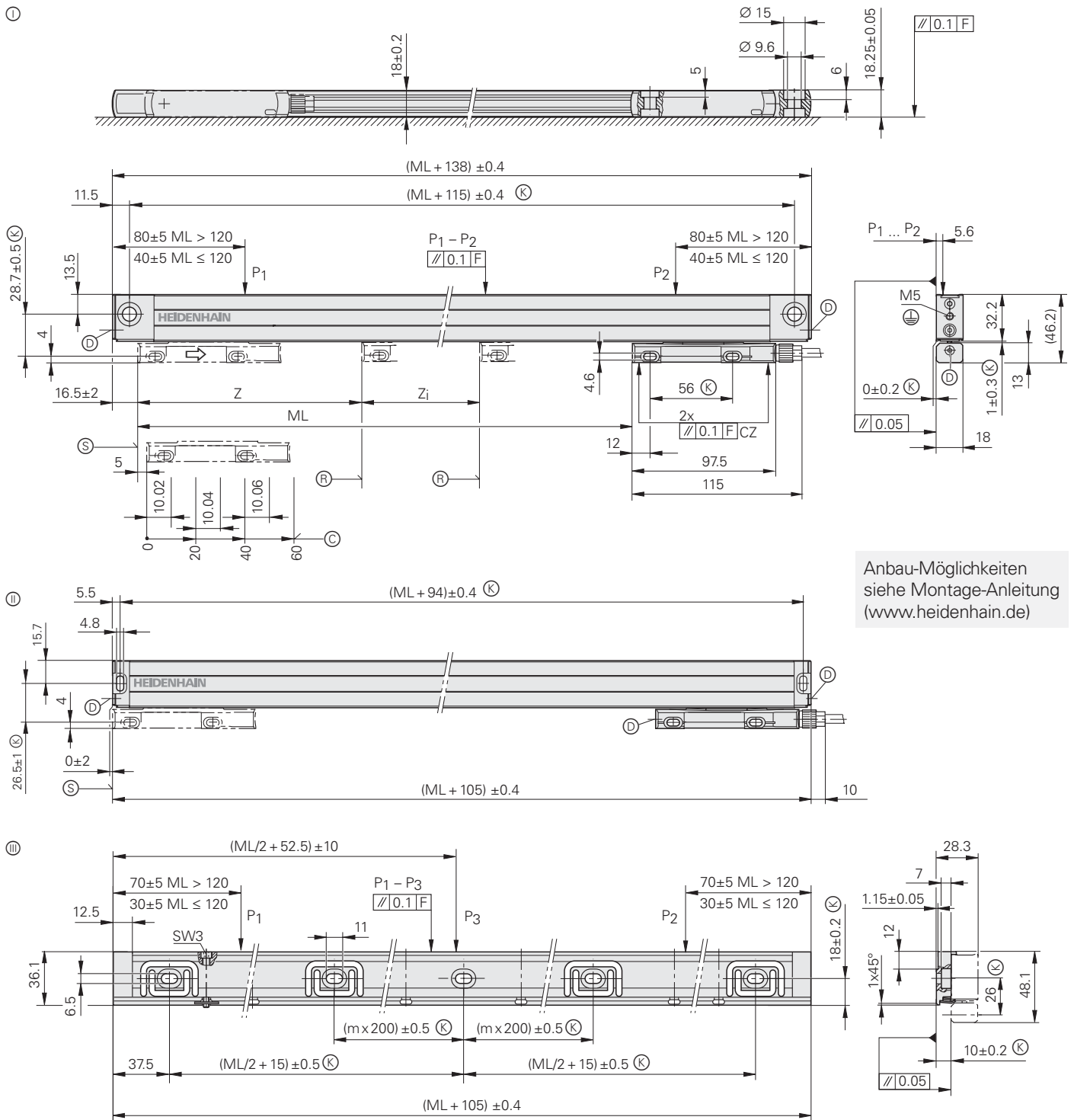
Technische Kennwerte	LF 183
Maßverkörperung Längenausdehnungskoeffizient	DIADUR-Phasengitter auf Stahl $\alpha_{\text{therm}} \approx 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Genauigkeitsklasse*	$\pm 3 \mu\text{m}; \pm 2 \mu\text{m}$
Messlänge ML* in mm	140 240 340 440 540 640 740 840 940 1040 1140 1240 1340 1440 1540 1640 1740 1840 2040 2240 2440 2640 2840 3040
Inkrementalsignale	$\sim 1 V_{\text{SS}}$
Teilungsperiode Signalperiode	8 μm 4 μm
Referenzmarken* <i>LF 183</i> <i>LF 183C</i>	alle 50 mm durch Magnete auswählbar; Standardeinstellung: 1 Referenzmarke in der Mitte; abstandscodiert
Grenzfrequenz -3dB	$\geq 200 \text{ kHz}$
Spannungsversorgung ohne Last	$5 \text{ V} \pm 5 \% / < 200 \text{ mA}$
Elektrischer Anschluss	separates Adapterkabel (1 m/3 m/6 m/9 m) am Montagefuß steckbar
Kabellänge ¹⁾	$\leq 150 \text{ m}$
Verfahrgeschwindigkeit	$\leq 60 \text{ m/min}$
Erforderliche Vorschubkraft	$\leq 4 \text{ N}$
Vibration 55 bis 2000 Hz Schock 11 ms Beschleunigung	$\leq 150 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 300 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27) $\leq 100 \text{ m/s}^2$ in Messrichtung
Arbeitstemperatur	0 bis 40 °C
Schutzart EN 60529	IP 53 bei Anbau nach Montageanleitung IP 64 bei Anschluss von Druckluft über DA 300
Masse	1,1 kg + 3,8 kg/m Messlänge

* bei Bestellung bitte auswählen

¹⁾ mit HEIDENHAIN-Kabel

Baureihe LS 400

- Inkrementales Längenmessgerät für Messschritte bis 0,5 µm
- für beengte Einbau-Verhältnisse



Anbau-Möglichkeiten
siehe Montage-Anleitung
(www.heidenhain.de)

Abmessungen in mm



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

- ⊖ = Anbau ohne Montageschiene (mit M8-Schrauben)
- ⊕ = Kurzes Endstück, als Ersatz für Vorgänger mit und ohne Montageschiene. Bei direkter Befestigung mit M4-Schrauben eingeschränkte technische Daten.
- ⊗ = Anbau mit Montageschiene

F = Maschinenführung

P = Messpunkte zum Ausrichten

ML ≤ 820 P₁ - P₂

ML > 820 P₁ - P₃

⊗ = Kundenseitige Anschlussmaße

⊕ = Druckluftanschluss

⊖ = Referenzmarken-Lage LS 4x7

1 Referenzmarke in der Mitte der Messlänge

bei ML = 70

2 Referenzmarken für Messlängen

120 ... 1020

1140 ... 2040

Z = 35

Z = 45

Z_i = ML - 70

Z_i = ML - 90

⊖ = Referenzmarken-Lage LS 4x7C

⊖ = Beginn der Messlänge ML

⇒ = Bewegungsrichtung der Abtasteinheit für Ausgangssignale gemäß Schnittstellen-Beschreibung

Montageschiene

ML	m
70 ... 520	0
570 ... 920	1
1020 ... 1340	2
1440 ... 1740	3
1840 ... 2040	4



LS 4x7 ohne Montageschiene



LS 4x7 mit Montageschiene

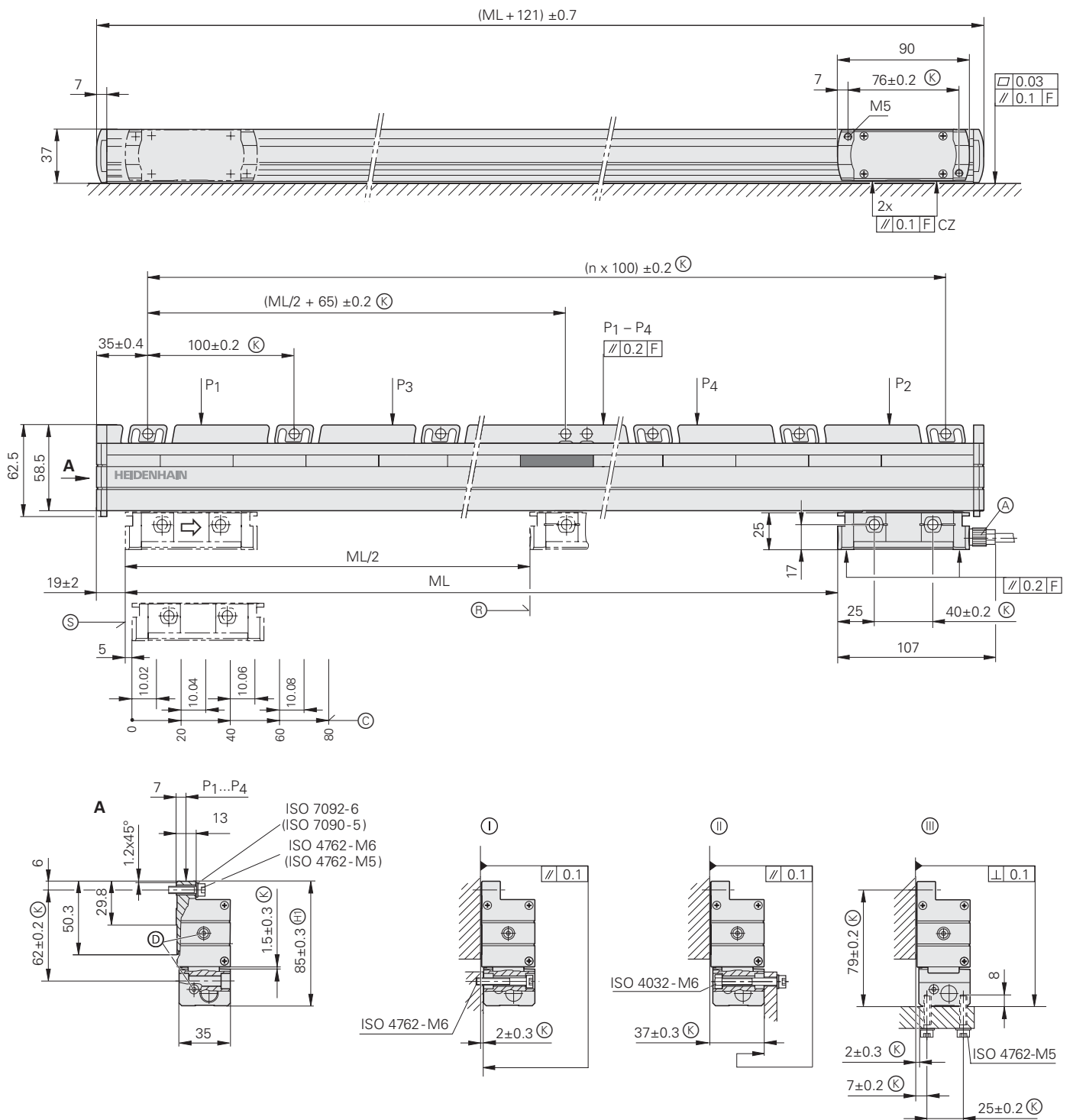
Technische Kennwerte	LS 487	LS 477						
Maßverkörperung Längenausdehnungskoeffizient	Glasmaßstab mit DIADUR-Gitterteilung $\alpha_{\text{therm}} \approx 8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (Montageart ○/⊙); mit Montageschiene: $\alpha_{\text{therm}} \approx 9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ (Montageart ⊕)							
Genauigkeitsklasse*	$\pm 5 \mu\text{m}$; $\pm 3 \mu\text{m}$							
Messlänge ML* in mm	Montageschiene* optional 70 120 170 220 270 320 370 420 470 520 570 620 670 720 770 820 870 920 1020 1140 1240							
	Montageschiene* notwendig 1340 1440 1540 1640 1740 1840 2040							
Referenzmarken* LS 4x7 LS 4x7C	alle 50 mm durch Magnete auswählbar; Standard: ML 70 mm: 1 in der Mitte; bis ML 1020 mm: 2 jeweils 35 mm vom Beginn/Ende der ML; ab ML 1140 mm: 2 jeweils 45 mm vom Beginn/Ende der ML; abstundscodiert							
Inkrementalsignale	$\sim 1 V_{\text{SS}}$	□ TTL x 5		□ TTL x 10			□ TTL x 20	
Teilungsperiode	20 μm	20 μm		20 μm			20 μm	
Integrierte Interpolation*	–	5fach		10fach			20fach	
Signalperiode	20 μm	4 μm		2 μm			1 μm	
Grenzfrequenz –3dB	$\geq 160 \text{ kHz}$	–		–			–	
Abtastfrequenz* Flankenabstand a	–	100 kHz $\geq 0,5 \mu\text{s}$	50 kHz $\geq 1 \mu\text{s}$	100 kHz $\geq 0,25 \mu\text{s}$	50 kHz $\geq 0,5 \mu\text{s}$	25 kHz $\geq 1 \mu\text{s}$	50 kHz $\geq 0,25 \mu\text{s}$	25 kHz $\geq 0,5 \mu\text{s}$
Messschritt	0,5 μm ¹⁾	1 μm ²⁾		0,5 μm ²⁾			0,25 μm ²⁾	
Verfahrgeschwindigkeit	$\leq 120 \text{ m/min}$	$\leq 120 \text{ m/min}$	$\leq 60 \text{ m/min}$	$\leq 120 \text{ m/min}$	$\leq 60 \text{ m/min}$	$\leq 30 \text{ m/min}$	$\leq 60 \text{ m/min}$	$\leq 30 \text{ m/min}$
Spannungsversorgung ohne Last	5 V $\pm 5 \%$ / < 120 mA		5 V $\pm 5 \%$ / < 140 mA					
Elektrischer Anschluss	separates Adapterkabel (1 m/3 m/6 m/9 m) am Montagefuß steckbar							
Kabellänge ³⁾	$\leq 150 \text{ m}$			$\leq 100 \text{ m}$				
Erforderliche Vorschubkraft	$\leq 5 \text{ N}$							
Vibration 55 bis 2000 Hz	ohne Montageschiene: $\leq 100 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) mit Montageschiene und Kabelausgang rechts/links: $\leq 200 \text{ m/s}^2/100 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6)							
Schock 11 ms	$\leq 300 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27)							
Beschleunigung	$\leq 100 \text{ m/s}^2$ in Messrichtung							
Arbeitstemperatur	0 bis 50 °C							
Schutzart EN 60529	IP 53 bei Anbau nach Montageanleitung; IP 64 bei Anschluss von Druckluft über DA 300							
Masse	0,4 kg + 0,5 kg/m Messlänge							

* bei Bestellung bitte auswählen
1) empfohlen für Positionserfassung

2) nach 4fach-Auswertung in der Folge-Elektronik
3) mit HEIDENHAIN-Kabel

Baureihe LS 100

- Inkrementales Längenmessgerät für Messschritte bis 0,5 µm
- hohe Vibrationsfestigkeit
- liegender Anbau möglich



Abmessungen in mm



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

Ⓚ, Ⓛ

Ⓜ = Montage-Möglichkeiten

F = Maschinenführung

P = Messpunkte zum Ausrichten

ⓐ = Kabelanschluss beidseitig verwendbar

Ⓢ = Kundenseitige Anschlussmaße

Ⓣ = Druckluftanschluss beidseitig verwendbar

Ⓡ = Referenzmarken-Lage LS 1xx

Ⓞ = Referenzmarken-Lage LS 1xxC

Ⓟ = Beginn der Messlänge ML

⇒ = Bewegungsrichtung der Abtasteinheit für Ausgangssignale gemäß Schnittstellen-Beschreibung



Technische Kennwerte	LS 187	LS 177												
Maßverkörperung Längenausdehnungskoeffizient	Glasmaßstab mit DIADUR-Gitterteilung $\alpha_{\text{therm}} \approx 8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$													
Genauigkeitsklasse*	$\pm 5 \mu\text{m}; \pm 3 \mu\text{m}$													
Messlänge ML* in mm	140 1540	240 1640	340 1740	440 1840	540 2040	640 2240	740 2440	840 2640	940 2840	1040 3040	1140	1240	1340	1440
Referenzmarken* LS 1x7 LS 1x7C	alle 50 mm durch Magnete auswählbar; Standardeinstellung: 1 Referenzmarke in der Mitte; abstandscodiert													
Inkrementalsignale	$\sim 1 V_{\text{SS}}$		\square TTL x 5		\square TTL x 10			\square TTL x 20						
Teilungsperiode Integrierte Interpolation* Signalperiode	20 μm – 20 μm		20 μm 5fach 4 μm		20 μm 10fach 2 μm			20 μm 20fach 1 μm						
Grenzfrequenz –3dB	$\geq 160 \text{ kHz}$		–		–			–						
Abtastfrequenz* Flankenabstand a	–		100 kHz $\geq 0,5 \mu\text{s}$	50 kHz $\geq 1 \mu\text{s}$	100 kHz $\geq 0,25 \mu\text{s}$	50 kHz $\geq 0,5 \mu\text{s}$	25 kHz $\geq 1 \mu\text{s}$	50 kHz $\geq 0,25 \mu\text{s}$	25 kHz $\geq 0,5 \mu\text{s}$					
Messschritt	$0,5 \mu\text{m}^{1)}$		$1 \mu\text{m}^{2)}$		$0,5 \mu\text{m}^{2)}$			$0,25 \mu\text{m}^{2)}$						
Verfahrgeschwindigkeit	$\leq 120 \text{ m/min}$		$\leq 120 \text{ m/min}$	$\leq 60 \text{ m/min}$	$\leq 120 \text{ m/min}$	$\leq 60 \text{ m/min}$	$\leq 30 \text{ m/min}$	$\leq 60 \text{ m/min}$	$\leq 30 \text{ m/min}$					
Spannungsversorgung ohne Last	$5 \text{ V} \pm 5 \% / < 120 \text{ mA}$		$5 \text{ V} \pm 5 \% / < 140 \text{ mA}$											
Elektrischer Anschluss	separates Adapterkabel (1 m/3 m/6 m/9 m) am Montagefuß steckbar													
Kabellänge ³⁾	$\leq 150 \text{ m}$		$\leq 100 \text{ m}$											
Erforderliche Vorschubkraft	$\leq 4 \text{ N}$													
Vibration 55 bis 2000 Hz Schock 11 ms Beschleunigung	$\leq 200 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 400 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27) $\leq 60 \text{ m/s}^2$ in Messrichtung													
Arbeitstemperatur	0 bis 50 °C													
Schutzart EN 60529	IP 53 bei Anbau nach Montageanleitung IP 64 bei Anschluss von Druckluft über DA 300													
Masse	$0,4 \text{ kg} + 2,3 \text{ kg/m}$ Messlänge													

* bei Bestellung bitte auswählen

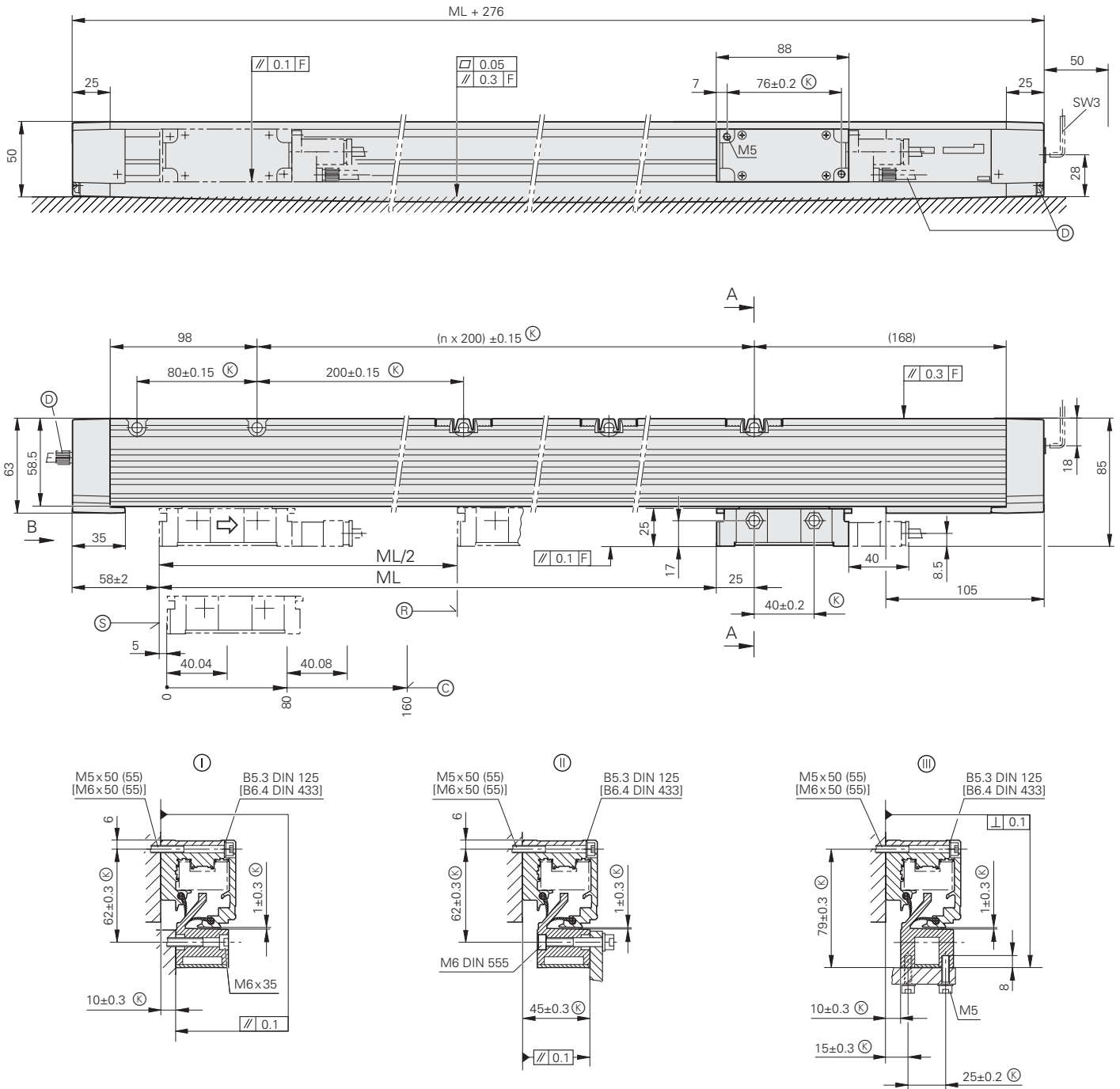
¹⁾ empfohlen für Positionserfassung

²⁾ nach 4fach-Auswertung in der Folge-Elektronik

³⁾ mit HEIDENHAIN-Kabel

LB 382 bis 3040 mm Messlänge (einteiliges komplettes Gerät)

- Inkrementales Längenmessgerät für Messschritte bis 0,1 µm
- liegender Anbau möglich
- spiegelbildliche Ausführung lieferbar



Abmessungen in mm



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

Ⓘ, Ⓜ,

Ⓢ = Montage-Möglichkeiten

F = Maschinenführung

Ⓚ = Kundenseitige Anschlussmaße

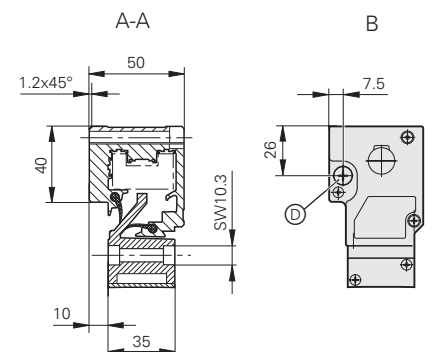
Ⓛ = Druckluftanschluss

Ⓜ = Referenzmarken-Lage LB 3x2

Ⓝ = Referenzmarken-Lage LB 3x2 C

Ⓞ = Beginn der Messlänge ML

⇒ = Bewegungsrichtung der Abtasteinheit für Ausgangssignale gemäß Schnittstellen-Beschreibung





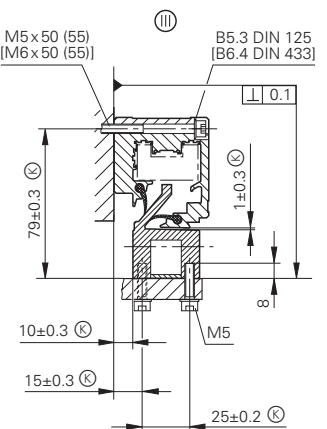
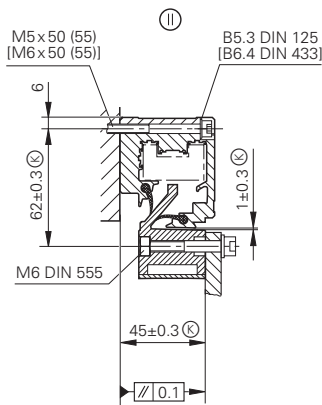
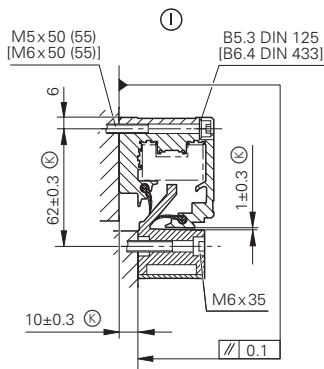
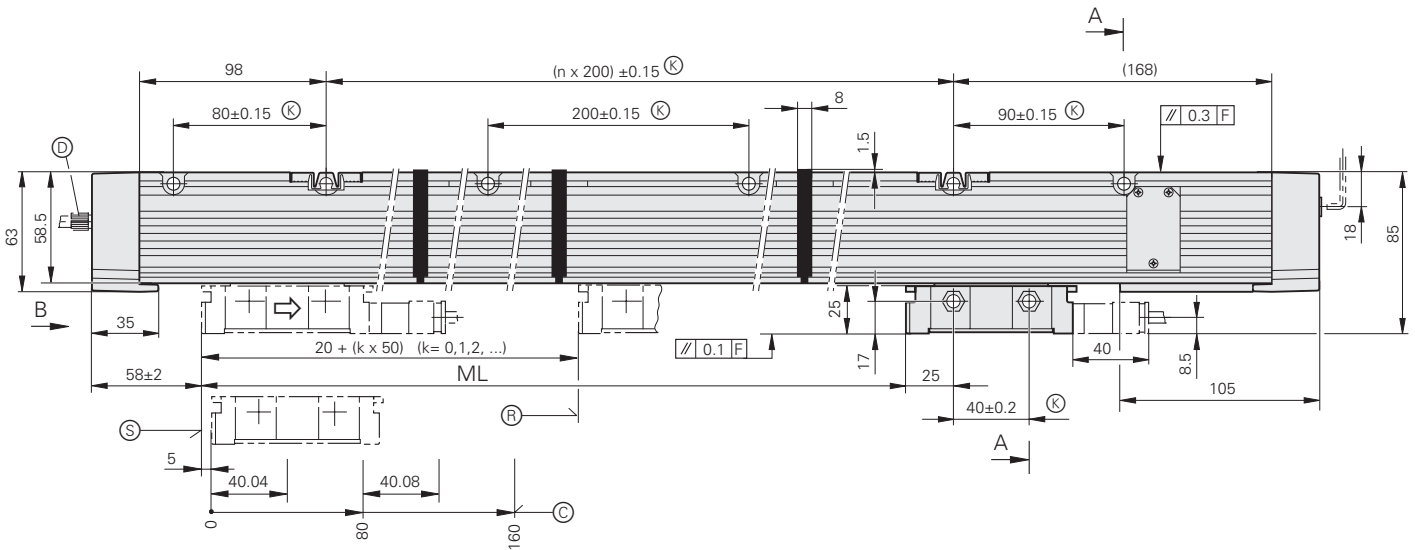
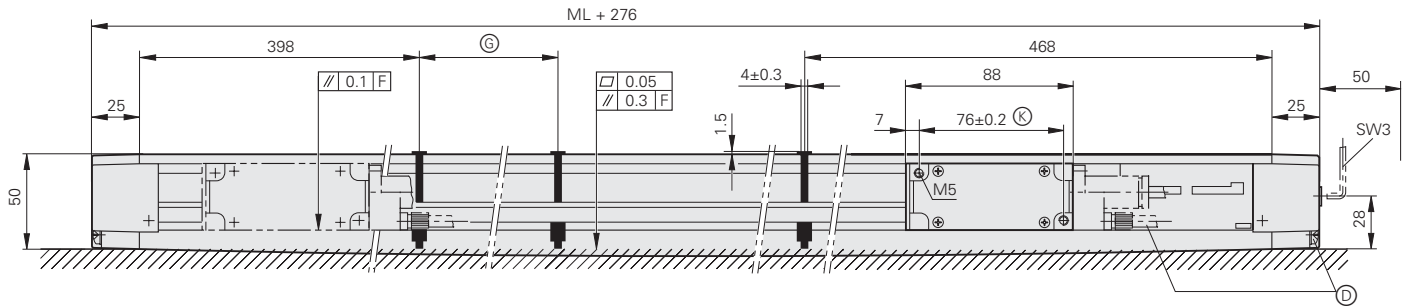
Technische Kennwerte	LB 382 bis ML 3040 mm
Maßverkörperung Längenausdehnungskoeffizient	nichtrostendes Stahlband mit AURODUR-Gitterteilung $\alpha_{\text{therm}} \approx 10 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
Genauigkeitsklasse	$\pm 5 \mu\text{m}$
Messlänge ML* in mm	einteiliges komplettes Gerät 440 640 840 1040 1240 1440 1640 1840 2040 2240 2440 2640 2840 3040
Referenzmarken* <i>LB 382</i> <i>LB 382 C</i>	alle 50 mm durch Blenden auswählbar; Standardeinstellung: 1 Referenzmarke in der Mitte; abstandscodiert
Inkrementalsignale	$\sim 1 V_{\text{SS}}$
Teilungsperiode Signalperiode	40 μm 40 μm
Grenzfrequenz -3dB	$\geq 250 \text{ kHz}$
Verfahrgeschwindigkeit	$\leq 120 \text{ m/min}$
Spannungsversorgung ohne Last	$5\text{V} \pm 5 \%$ / $< 150 \text{ mA}$
Elektrischer Anschluss	separates Adapterkabel (1 m/3 m/6 m/9 m) am Montagefuß steckbar
Kabellänge ¹⁾	$\leq 150 \text{ m}$
Erforderliche Vorschubkraft	$\leq 15 \text{ N}$
Vibration 55 bis 2000 Hz Schock 11 ms Beschleunigung	$\leq 300 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 300 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27) $\leq 60 \text{ m/s}^2$ in Messrichtung
Arbeitstemperatur	0 bis 50 °C
Schutzart EN 60529	IP 53 bei Anbau nach Montageanleitung IP 64 bei Anschluss von Druckluft über DA 300
Masse	1,3 kg + 3,6 kg/m Messlänge

* bei Bestellung bitte auswählen

¹⁾ mit HEIDENHAIN-Kabel

LB 382 bis 30040 mm Messlänge (mehrtteiliges Gerät)

- Inkrementales Längenmessgerät für lange Messwege bis 30 m
- Messschritte bis 0,1 µm
- liegender Anbau möglich
- spiegelbildliche Ausführung lieferbar

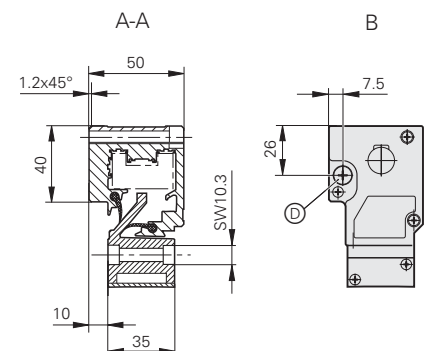


Abmessungen in mm



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

- ⓪, ⓑ, ⓓ = Montage-Möglichkeiten
- F = Maschinenführung
- ⓐ = Kundenseitige Anschlussmaße
- ⓑ = Druckluftanschluss
- ⓐ = Referenzmarken-Lage LB 3x2
- ⓑ = Referenzmarken-Lage LB 3x2 C
- ⓐ = Beginn der Messlänge ML
- ⓑ = Gehäuseteilstück-Längen
- ⇒ = Bewegungsrichtung der Abtasteinheit für Ausgangssignale gemäß Schnittstellen-Beschreibung





Technische Kennwerte	LB 382 ab ML 3240 mm
Maßverkörperung Längenausdehnungskoeffizient	nichtrostendes Stahlband mit AURODUR-Gitterteilung wie Maschinengrundkörper
Genauigkeitsklasse	$\pm 5 \mu\text{m}$
Messlänge ML*	Bausatz mit einteiligem AURODUR-Maßband und Gehäuseteilstücken für ML von 3240 mm bis 30040 mm in 200 mm-Schritten. Gehäuseteilstücke: 1000 mm, 1200 mm, 1400 mm, 1600 mm, 1800 mm, 2000 mm
Referenzmarken* <i>LB 382</i> <i>LB 382 C</i>	alle 50 mm durch Blenden auswählbar; abstandscodiert
Inkrementalsignale	$\sim 1 V_{SS}$
Teilungsperiode Signalperiode	40 μm 40 μm
Grenzfrequenz -3dB	$\geq 250 \text{ kHz}$
Verfahrensgeschwindigkeit	$\leq 120 \text{ m/min}$
Spannungsversorgung ohne Last	$5 \text{ V} \pm 5 \% / < 150 \text{ mA}$
Elektrischer Anschluss	separates Adapterkabel (1 m/3 m/6 m/9 m) am Montagefuß steckbar
Kabellänge ¹⁾	$\leq 150 \text{ m}$
Erforderliche Vorschubkraft	$\leq 15 \text{ N}$
Vibration 55 bis 2000 Hz Schock 11 ms Beschleunigung	$\leq 300 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-6) $\leq 300 \text{ m/s}^2$ (EN 60068-2-27) $\leq 60 \text{ m/s}^2$ in Messrichtung
Arbeitstemperatur	0 bis 50 °C
Schutzart EN 60529	IP 53 bei Anbau nach Montageanleitung IP 64 bei Anschluss von Druckluft über DA 300
Masse	1,3 kg + 3,6 kg/m Messlänge

* 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:

- $-3 \text{ dB} \triangleq 70 \%$ der Signalgröße
- $-6 \text{ dB} \triangleq 50 \%$ 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 1000 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.

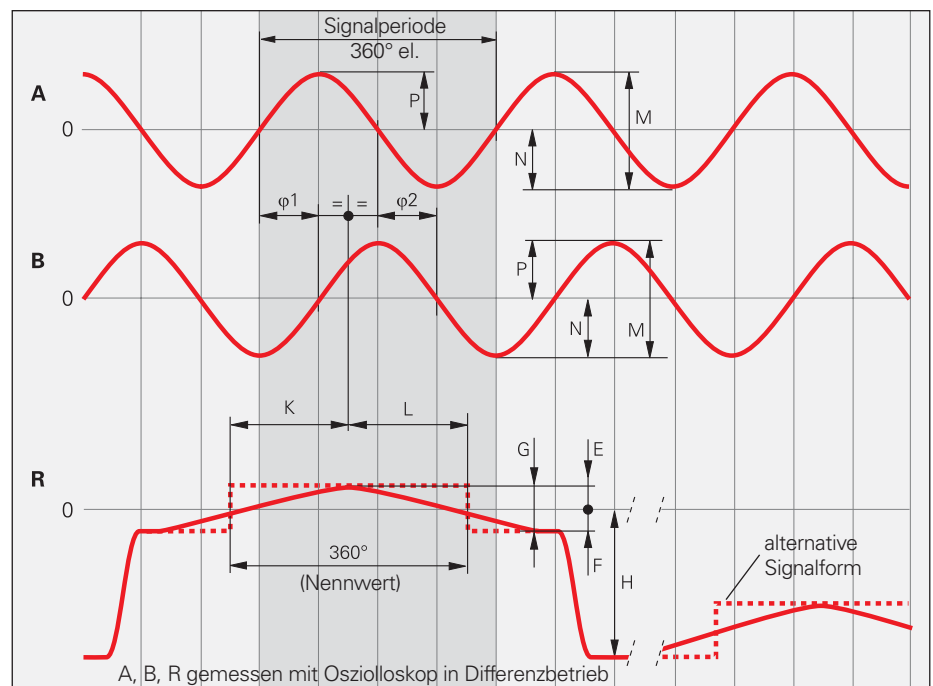
Kurzschlussfestigkeit

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

Kurzschluss bei	$20^\circ C$	$125^\circ C$
ein Ausgang	< 3 min	< 1 min
alle Ausgänge	< 20 s	< 5 s

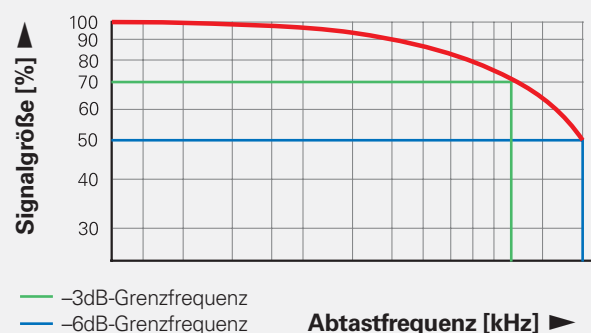
Schnittstelle	sinusförmige Spannungssignale $\sim 1 V_{SS}$
Inkrementalsignale	2 annähernd sinusförmige Signale A und B Signalgröße M: $0,6$ bis $1,2 V_{SS}$; typ. $1 V_{SS}$ Symmetrieabweichung $ P - N /2M$: $\leq 0,065$ Signalverhältnis M_A/M_B : $0,8$ bis $1,25$ Phasenwinkel $ \varphi_1 + \varphi_2 /2$: $90^\circ \pm 10^\circ$ el.
Referenzmarkensignal	1 oder mehrere Signalspitzen R Nutzanteil G: $\geq 0,2 V$ Ruhewert H: $\leq 1,7 V$ 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

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

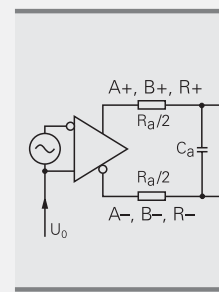
Für eine Überwachung der Signalgröße M werden folgende Ansprechschwellen empfohlen:

untere Ansprechschwelle: $0,30 V_{SS}$
 obere Ansprechschwelle: $1,35 V_{SS}$

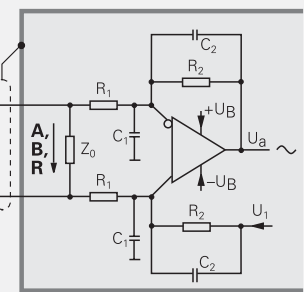
Inkrementalsignale Referenzmarkensignal

$R_a < 100 \Omega$, 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 0 V der Spannungsversorgung)

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

Kabelschirm mit Gehäuse verbunden; 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 störereichere Übertragung. Die dargestellte Folge der Ausgangssignale – U_{a2} nachfolgend zu U_{a1} – gilt für die in der Anschlussmaßzeichnung angegebene Bewegungsrichtung.

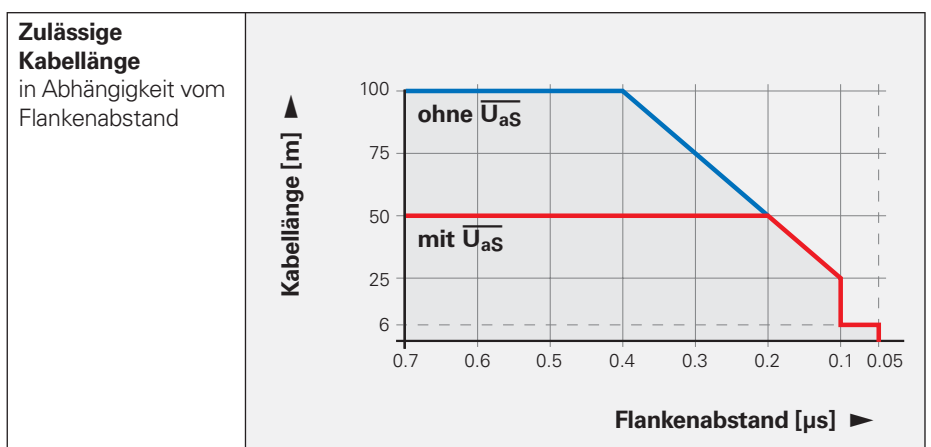
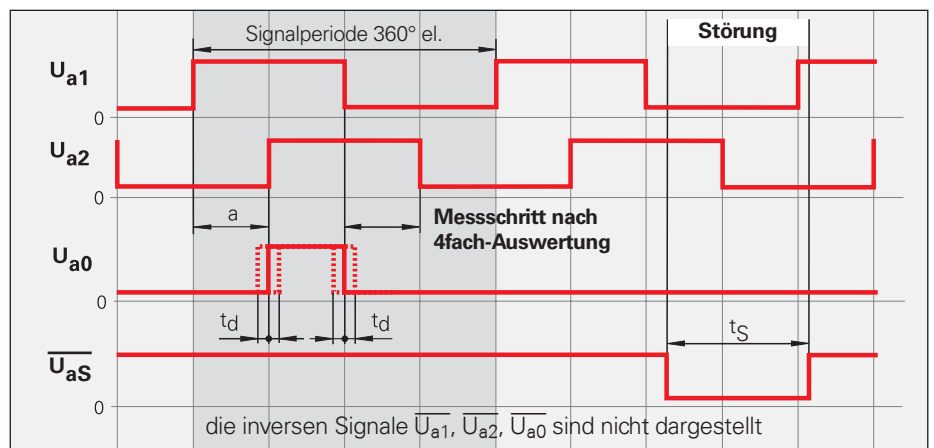
Das **Störungssignal** $\overline{U_{aS}}$ zeigt Fehlfunktionen an, wie z. B. Bruch der Versorgungsleitungen, Ausfall der Lichtquelle etc. Es kann beispielsweise in der automatisierten Fertigung zur Maschinenabschaltung benutzt werden.

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
Signalpegel	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%)	$t_r / t_f \leq 30$ 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

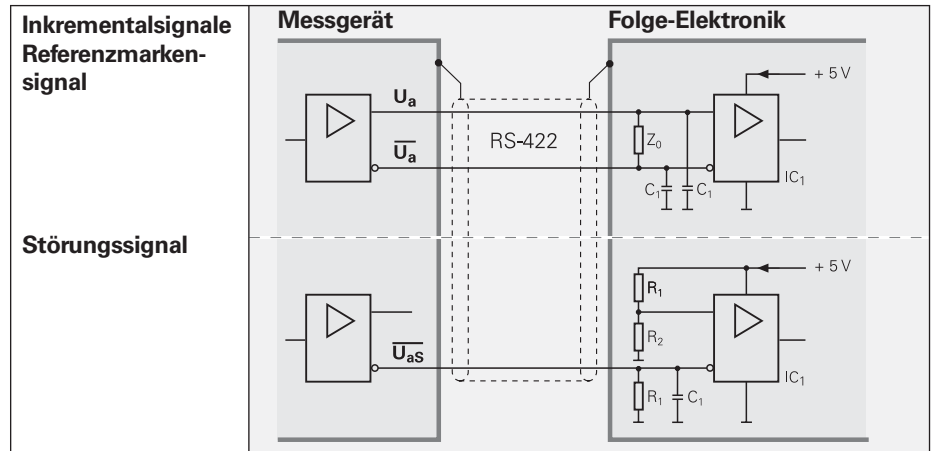
IC₁ = empfohlene Differenzleitungsempfänger
 DS 26 C 32 AT
 nur für a > 0,1 μs:
 AM 26 LS 32
 MC 3486
 SN 75 ALS 193

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		
U _P	Sensor U _P	0V	Sensor 0V		U _{a1}	U _{a1} -	U _{a2}	U _{a2} -	U _{a0}	U _{a0} -	U _{aS} ⁽¹⁾	frei	frei ⁽²⁾
	braun/grün	blau	weiß/grün	weiß	braun	grün	grau	rosa	rot	schwarz	violett	-	gelb

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

Sensor: Die Sensorleitung ist 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

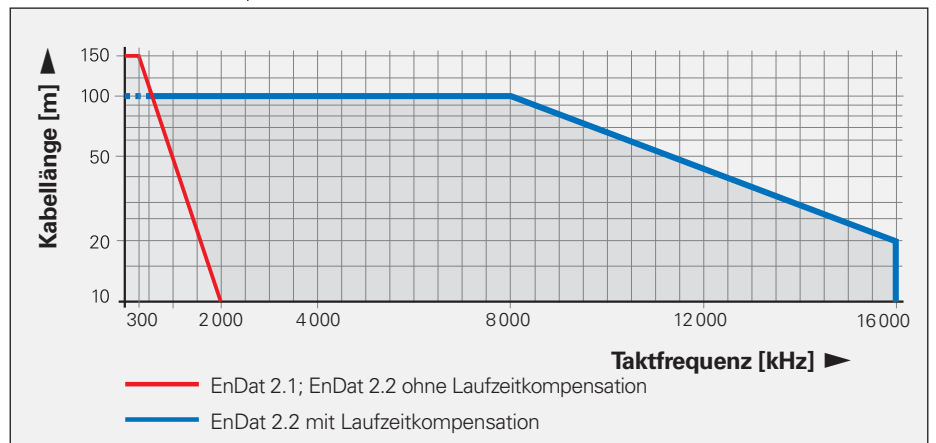
Absolute Positionswerte EnDat

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 mit Inkremental- ohne signale	HEIDENHAIN-Kabel mit Abschirmung PUR [(4 x 0,14 mm ²) + 4(2 x 0,14 mm ²) + (4 x 0,5 mm ²)] 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



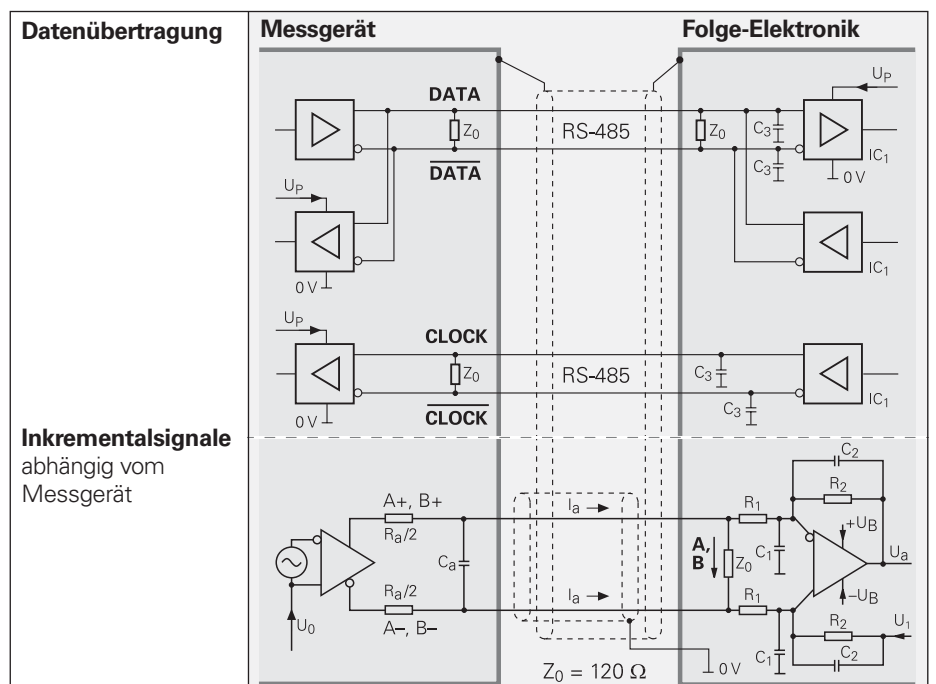
Eingangsschaltung der Folge-Elektronik

Dimensionierung

$IC_1 = \text{RS 485-Differenzleitungsempfänger und -treiber}$

$$C_3 = 330 \text{ pF}$$

$$Z_0 = 120 \text{ } \Omega$$



Vorteile des EnDat-Interface

- **Automatische Inbetriebnahme:** Alle für die Folge-Elektronik notwendigen Informationen sind im Messgerät gespeichert.
- **Hohe Systemsicherheit** durch Alarme und Warnmeldungen zur Überwachung und Diagnose.
- **Hohe Übertragungssicherheit** durch Cyclic Redundance 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-Empfängerbaustein 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 Übergangsart“) 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 Redundance 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

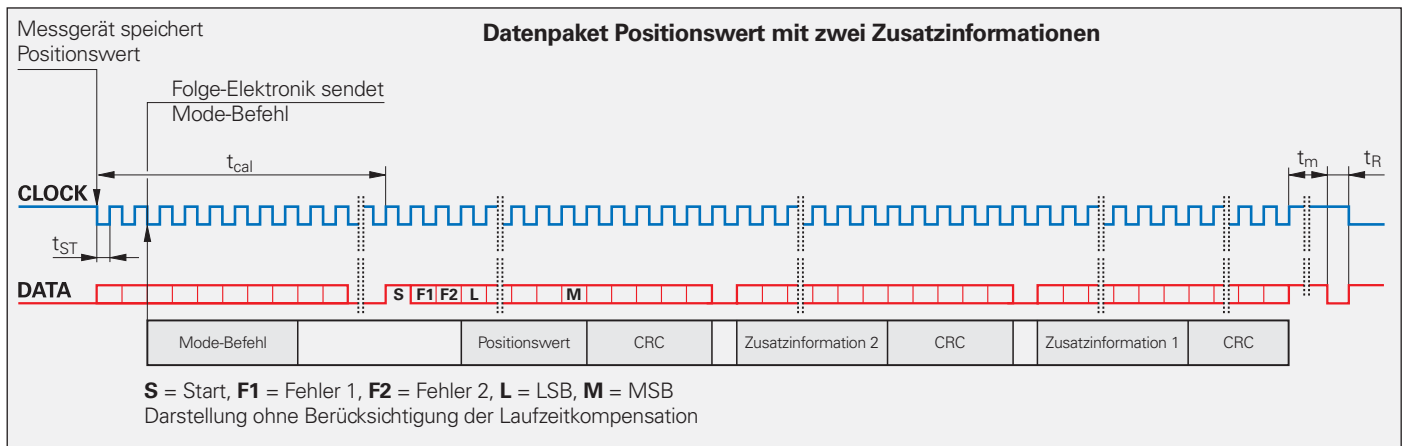
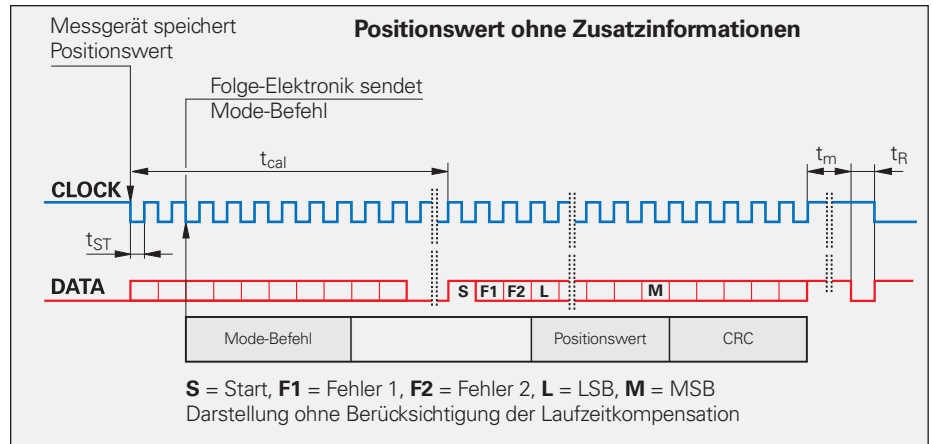
³⁾ reserviert für Messgeräte, die das Sicherheitskonzept nicht unterstützen

Absolute Längenmessgeräte weisen bei EnDat-2.1- und EnDat-2.2-Mode-Befehle 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	Pulsweitenschwankung HIGH zu LOW max. 10%
	t_{LO}	0,2 bis 50 ms/30 μ s (bei LC)	

EnDat 2.2 – Übertragung der Positionswerte

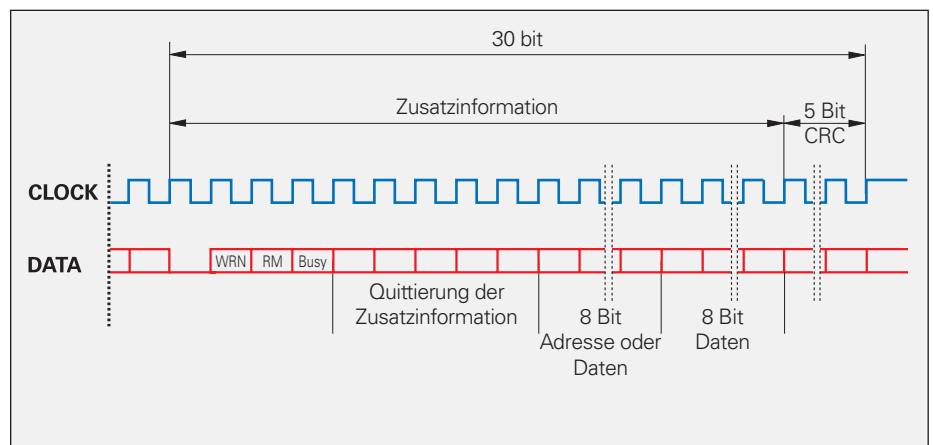
Bei EnDat 2.2 können wahlweise Positionswerte ohne oder mit Zusatzinformationen übertragen werden.



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

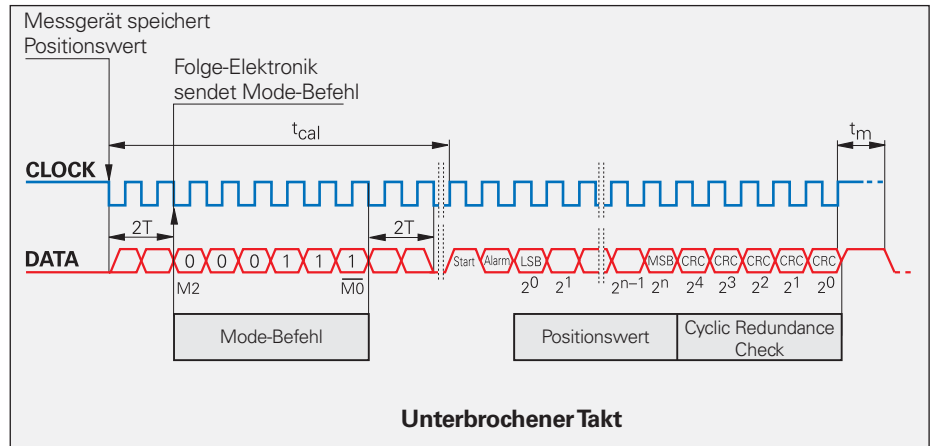
Zusatzinformation 2
Kommutierung
Beschleunigung
Grenzlagensignale
Betriebszustandsfehlerquellen

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.

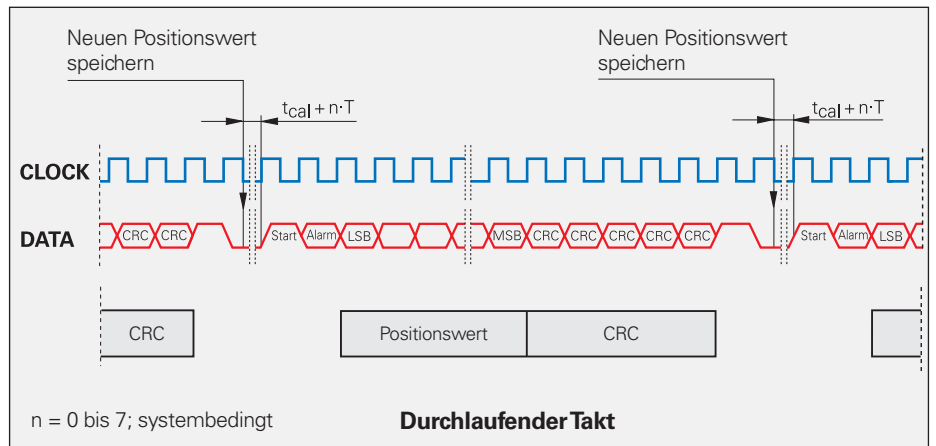
Unterbrochener Takt

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.



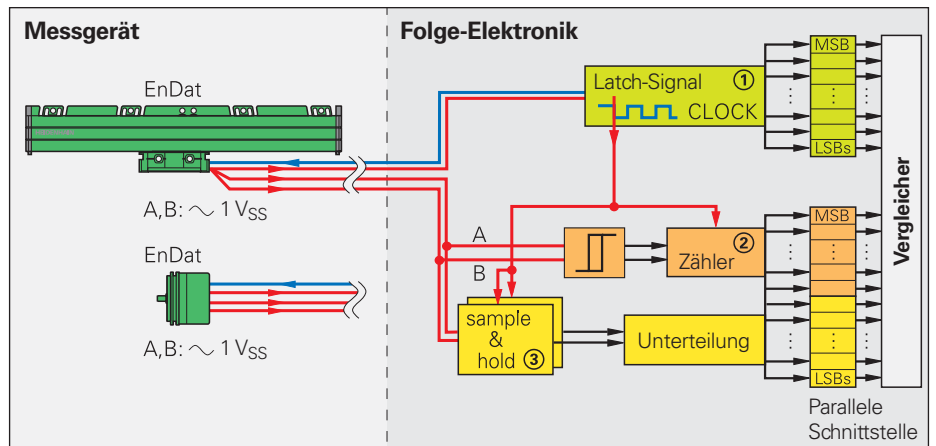
Durchlaufender Takt

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

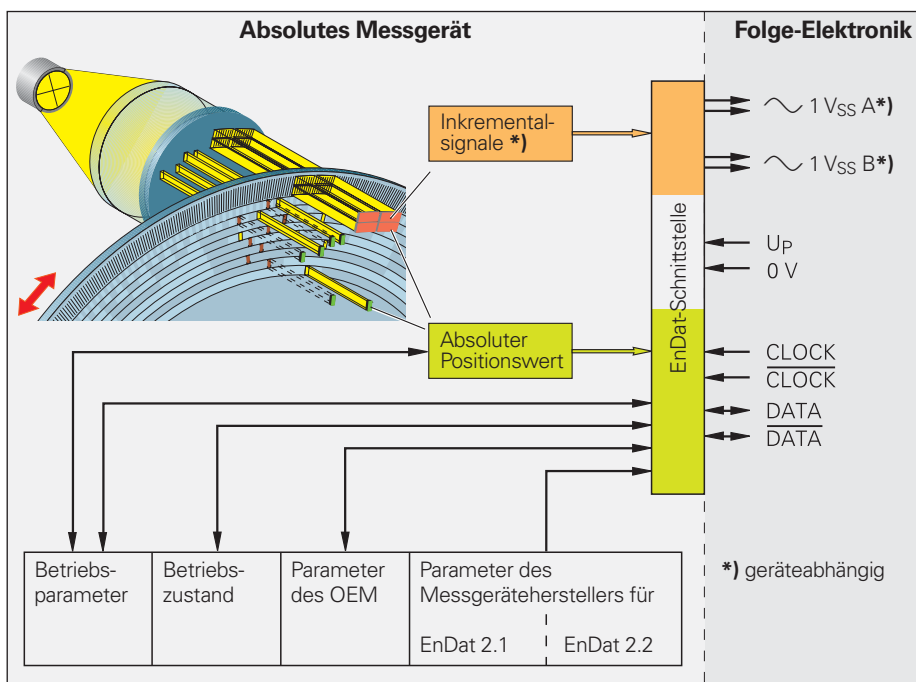
Dieses Sammel-Bit wird in den Statusangaben der Zusatzinformationen ausgegeben. Es zeigt an, wenn bestimmte **Toleranzgrenzen des Messgeräts** erreicht oder überschritten sind, z. B. Drehzahl, Regelreserve der Beleuchtungseinheit, ohne dass von einem falschen Positionswert auszugehen ist. Diese Funktion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

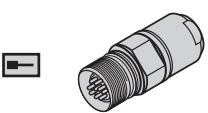
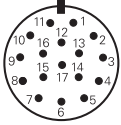
Cyclic Redundance Check



Für eine **sichere Datenübertragung** wird durch die logische Verknüpfung der einzelnen Bitwerte eines Datenworts ein Cyclic Redundance 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

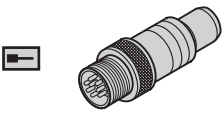

17-polige Kupplung M23






	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

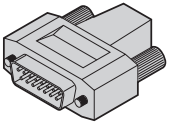
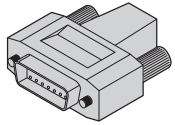
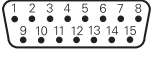
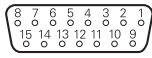





Kabelschirm mit Gehäuse verbunden; **U_P** = Spannungsversorgung
Sensor: Die Sensorleitung ist intern mit der jeweiligen Spannungsversorgung verbunden
 Nichtverwendete Pins oder Litzen dürfen nicht belegt werden!
¹⁾ Nur bei Bestellbezeichnung EnDat 01 und EnDat 02

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

Kabelschirm mit Gehäuse verbunden; **U_P** = Spannungsversorgung
 Nichtverwendete 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

Kabelschirm mit Gehäuse verbunden; **U_P** = Spannungsversorgung
Sensor: Die Sensorleitung ist intern mit der jeweiligen Spannungsversorgung verbunden
 Nichtverwendete 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
Nichtverwendete 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

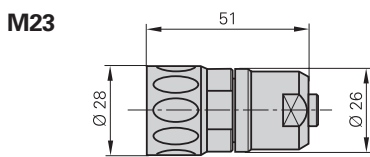
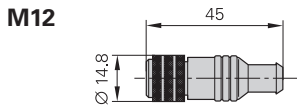
Sensor: Die Sensorleitung ist intern mit der jeweiligen Spannungsversorgung verbunden
Nichtverwendete Pins oder Litzen dürfen nicht belegt werden!

Steckverbinder und Kabel

Allgemeine Hinweise

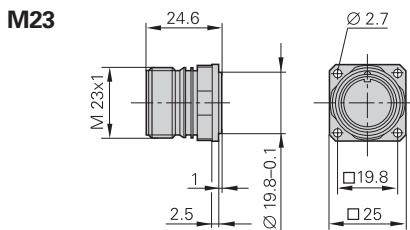
Stecker kunststoffummantelt: Steckverbinder mit Überwurfmutter; lieferbar mit Stift- oder Buchsenkontakten.

Symbole  



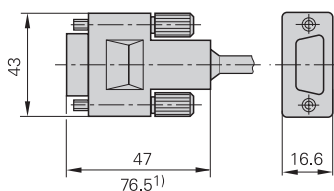
Flanschdose: wird am Messgerät oder einem Gehäuse fest montiert, mit Außengewinde (wie Kupplung); erhältlich mit Stift- oder Buchsenkontakten.

Symbole  



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

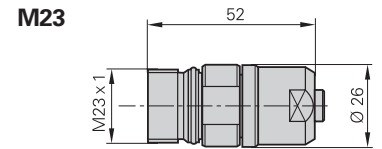
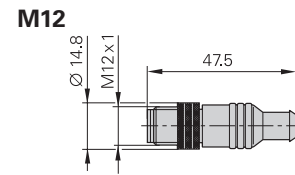
Symbole  



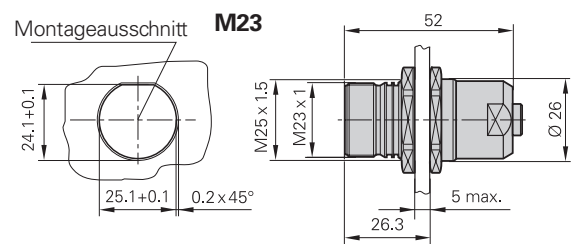
¹⁾ mit integrierter Schnittstellen-Elektronik

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

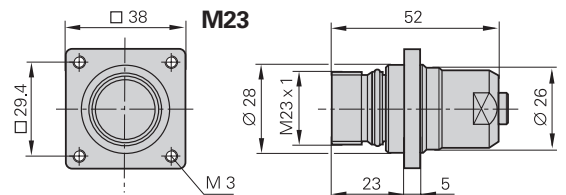
Symbole  



Einbau-Kupplung mit Zentralbefestigung



Einbau-Kupplung mit Flansch



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

Stiftkontakte oder  
 Buchsenkontakte aufweist.  





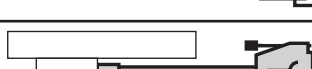
Die **Schutzart** der Steckverbindungen entspricht im gesteckten Zustand IP 67 (Sub-D-Stecker: IP 50; EN 60529). Im nicht gesteckten Zustand besteht kein Schutz.

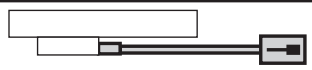



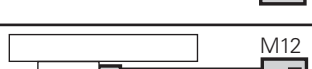
Zubehör für Flanschdosen und Einbau-Kupplungen M23



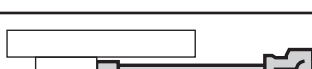

Glockendichtung
ID 266526-01

Schraub-Staubschutzkappe aus Metall
ID 219926-01

Adapterkabel

für inkrementale Längenmessgeräte		Kabel Ø	LB 382/372 LF 183	LF 481	LS 187/177 LS 487/477
Adapterkabel mit M23-Kupplung (Stift) 12-polig		6 mm	310 128-xx	310 123-xx	360645-xx
Adapterkabel ohne Stecker		6 mm	310 131-xx	310 134-xx	354319-xx
Adapterkabel mit M23-Stecker (Stift) 12-polig		6 mm 4,5 mm	310 127-xx –	310 122-xx –	344228-xx 352611-xx
Adapterkabel im Schutzschlauch mit M23-Stecker (Stift) 12-polig		10 mm	310 126-xx	310 121-xx	344451-xx
Adapterkabel mit Sub-D-Stecker, 15-polig		6 mm	298429-xx	298430-xx	360974-xx

für absolute Längenmessgeräte – EnDat		Kabel Ø	LC 183 LC 483 mit Inkrementalsignalen	LC 183 LC 483 ohne Inkrementalsignale
Adapterkabel mit M23-Kupplung (Stift) 17-polig		6 mm	533631-xx	–
Adapterkabel im Schutzschlauch mit M23-Kupplung (Stift) 17-polig		10 mm	558362-xx	–
Adapterkabel mit Sub-D-Stecker 15-polig		6 mm	558714-xx	–
Adapterkabel mit M12-Kupplung (Stift) 8-polig		4,5 mm	–	533661-xx
Adapterkabel im Schutzschlauch mit M12-Kupplung (Stift) 8-polig		10 mm	–	550678-xx

für absolute Längenmessgeräte – Fanuc/Mitsubishi		Kabel Ø	LC 193F LC 493F	LC 193M LC 493M
Adapterkabel mit M23-Kupplung (Stift) 17-polig		6 mm 4,5 mm	– 547300-xx	
Adapterkabel im Schutzschlauch mit M23-Kupplung (Stift) 17-polig		10 mm	555541-xx	
Adapterkabel mit Fanuc-Stecker 15-polig mit Mitsubishi-Stecker 20-polig mit Mitsubishi-Stecker 10-polig		4,5 mm 6 mm 6 mm	545547-xx – –	– 599685-xx 640915-xx
Adapterkabel im Schutzschlauch mit Fanuc-Stecker 15-polig mit Mitsubishi-Stecker 20-polig mit Mitsubishi-Stecker 10-polig		10 mm 10 mm 10 mm	551027-xx – –	– 599688-xx 640916-xx

lieferbare Kabellängen: 1 m/3 m/6 m/9 m

Verbindungskabel $\sim 1V_{SS}$

\square TTL

EnDat





12-polig 17-polig 8-polig

M23 M23 M12

für $\sim 1V_{SS}$ \square TTL	für EnDat mit Inkremental- signalen SSI	für EnDat ohne Inkremental- signale
--	---	--

Verbindungskabel PUR		8-polig: $[(4 \times 0,14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0,34 \text{ mm}^2)]$	12-polig: $[4(2 \times 0,14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0,5 \text{ mm}^2)]$	17-polig: $[(4 \times 0,14 \text{ mm}^2) + 4(2 \times 0,14 \text{ mm}^2) + (4 \times 0,5 \text{ mm}^2)]$	$\varnothing 6 \text{ mm}$	$\varnothing 8 \text{ mm}$	$\varnothing 8 \text{ mm}$
komplett verdrahtet mit Stecker (Buchse) und Kupplung (Stift)		298 401-xx	323 897-xx	368 330-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	332 115-xx	–			
komplett verdrahtet mit Stecker (Buchse) und Sub-D-Stecker (Stift) für IK 115/IK 215		310 196-xx	324 544-xx	524 599-xx			
einseitig verdrahtet mit Stecker (Buchse)		309 777-xx	309 778-xx	559 346-xx			
Kabel unverdrahtet , $\varnothing 8 \text{ mm}$		244 957-01	266 306-01	–			
Zum Gerätestecker passendes Gegenstück am Verbindungskabel	Stecker (Buchse) für Kabel $\varnothing 8 \text{ mm}$ 	291 697-05	291 697-26	–			
Stecker am Verbindungskabel zum Anschluss an die Folge-Elektronik	Stecker (Stift) für Kabel $\varnothing 4,5 \text{ mm}$ $\varnothing 8 \text{ mm}$ $\varnothing 6 \text{ mm}$ 	291 697-06 291 697-08 291 697-07	291 697-27	–			
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	291 698-25 291 698-26 291 698-27	–			
Flanschdose zum Einbau in die Folge-Elektronik	Flanschdose (Buchse) 	315 892-08	315 892-10	–			
Einbaukupplungen	mit Flansch (Buchse) $\varnothing 6 \text{ mm}$ $\varnothing 8 \text{ mm}$ 	291 698-17 291 698-07	291 698-35	–			
	mit Flansch (Stift) $\varnothing 6 \text{ mm}$ $\varnothing 8 \text{ mm}$ 	291 698-08 291 698-31	291 698-41 291 698-29	–			
	mit Zentralbefestigung (Stift) $\varnothing 6 \text{ mm}$ 	291 698-33	291 698-37	–			
Adapterstecker $\sim 1V_{SS}/11 \mu\text{Ass}$ zum Umsetzen von $1-V_{SS}$ - auf $11-\mu\text{Ass}$ -Signale; M23-Stecker (Buchse) 12-polig und M23-Stecker (Stift) 9-polig		364 914-01	–	–			

Verbindungskabel Fanuc Mitsubishi

			für Fanuc	für 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	Kabel 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	Kabel 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	Kabel Ø 8 mm	–	573661-xx
Kabel unverdrahtet [(2 x 2 x 0,14 mm ²) + (4 x 1 mm ²)]		Kabel 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 Kabeleinflüsse – 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 mikrobebeständig. 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

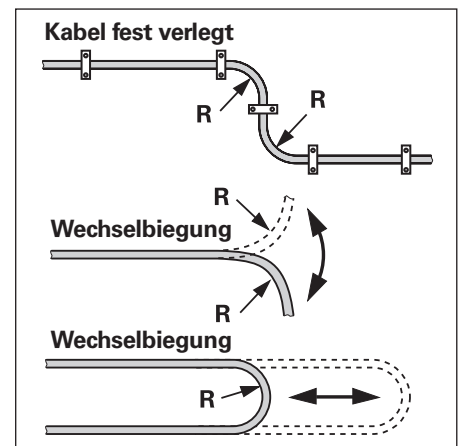
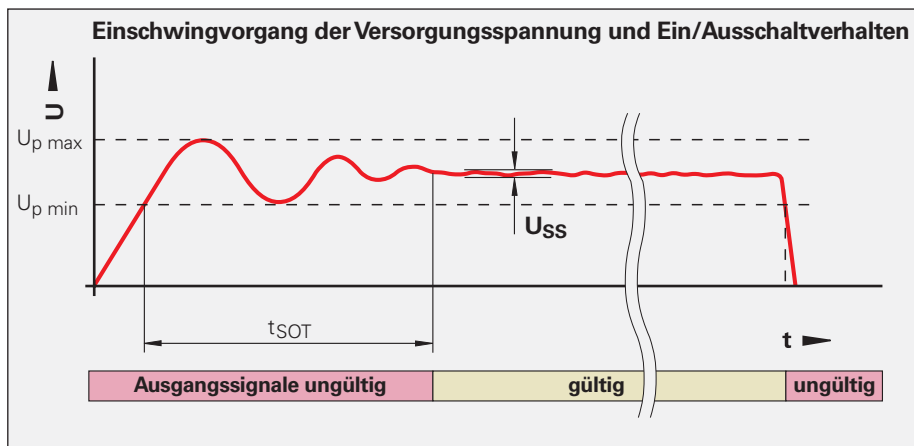
Die HEIDENHAIN-Kabel sind einsetzbar bei

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

Bei eingeschränkter Hydrolyse- und Mikrobebeständigkeit 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 ⁴⁾ /SSI 17-polig	EnDat ⁴⁾ 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	–	–	–	$\geq 10 \text{ mm}$	$\geq 50 \text{ mm}$
$\varnothing 4,5 \text{ mm}$ $\varnothing 5,1 \text{ mm}$	0,14/0,05 ²⁾ 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 ³⁾ 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⁾Messtaster ³⁾LIDA 400 ⁴⁾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 -3dB/-6dB-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 Messgerätes und
- den für die Folge-Elektronik minimal zulässigen Flankenabstand a .

für Winkelmessgeräte/Drehgeber

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

für Längenmessgeräte

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

Es bedeuten:

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

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

f_{\max} : max. Abtast-/Ausgangsfrequenz des Messgerätes 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.

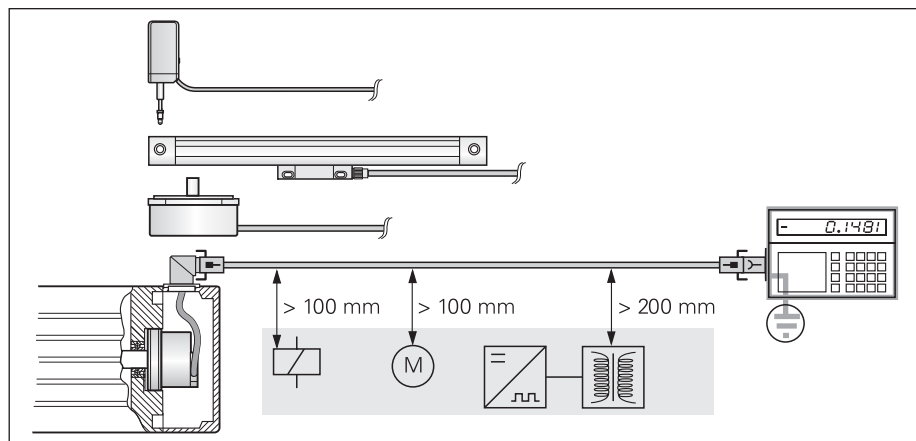
Als Störquellen kommen in Betracht:

- 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 Schutzerde 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-Elektroniken

Baureihe IBV Interpolations- und Digitalisierungs- Elektroniken

Die Interpolations- und Digitalisierungs-Elektroniken interpolieren die sinusförmigen Ausgangssignale ($\sim 1 V_{SS}$) der HEIDENHAIN-Messgeräte bis zu 400fach und geben sie digitalisiert als TTL-Rechteck-Impulsfolgen aus.



IBV 101

Weitere Informationen siehe *Produktinformationen IBV 100, IBV 600 und APE 371*

	IBV 101	IBV 102	IBV 660	APE 371
Eingangssignale	$\sim 1 V_{SS}$			
Messgerät-Eingänge	Flanschdose 12-polig Buchse			Sub-D-Stecker 15-polig
Interpolation (einstellbar)	5fach 10fach	25fach 50fach 100fach	25fach 50fach 100fach 200fach 400fach	5fach 10fach 20fach 25fach 50fach 100fach
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 $\overline{U_{as}}$ Limit- und Homing-Signale H, L (bei APE 371) 			
Spannungsversorgung	5 V \pm 5 %			

IK 220 universelle PC-Zählerkarte

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



Weitere Informationen siehe *Produktinformation IK 220*.

	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	≤ 500 kHz	≤ 33 kHz	-	
Kabellänge	≤ 60 m		≤ 10 m	
Signal-Unterteilung (Signalperiode : Messschritt)	bis zu 4096fach			
Datenregister für Messwerte (je Kanal)	48 bit (44 bit genutzt)			
Interner Speicher	für 8192 Positionswerte			
Schnittstelle	PCI-Bus (Plug and Play)			
Treiber-Software und Demonstrations-Programm	für WINDOWS 98/NT/2000/XP in VISUAL C++, VISUAL BASIC und BORLAND DELPHI			
Abmessungen	ca. 190 mm \times 100 mm			

HEIDENHAIN-Messmittel

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 2.1*/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 1024fach • 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

Die **IK 215** ist eine PC-Einsteckkarte und dient zum Prüfen und Testen eines absoluten HEIDENHAIN-Messgeräts mit EnDat- oder SSI-Interface. Über die EnDat-Schnittstelle lassen sich Parameter lesen und schreiben.



	IK 215
Messgerät-Eingang	EnDat (Absolutwert und Inkrementalsignale) bzw. SSI
Schnittstelle	PCI-Bus Rev. 2.1
Anwendungs-Software	Betriebssystem: Windows 2000/XP Funktionen: Positionswert anzeigen Zähler für Inkrementalsignale EnDat-Funktionalität Anbau-Assistent für Exl 1100/1300
Signal-Unterteilung für Inkrementalsignale	bis zu 65536fach
Abmessungen	100 mm x 190 mm

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

83301 Traunreut, Germany

☎ +49 (86 69) 31-0

FAX +49 (86 69) 50 61

E-Mail: info@heidenhain.de

www.heidenhain.de

DE HEIDENHAIN Technisches Büro Nord

12681 Berlin, Deutschland

☎ (0 30) 5 47 05-2 40

E-Mail: tbn@heidenhain.de

HEIDENHAIN Technisches Büro Mitte

08468 Heinsdorfergrund, Deutschland

☎ (0 37 65) 6 95 44

E-Mail: tbn@heidenhain.de

HEIDENHAIN Technisches Büro West

44379 Dortmund, Deutschland

☎ (0 2 31) 61 80 83-0

E-Mail: tbw@heidenhain.de

HEIDENHAIN Technisches Büro Südwest

70771 Leinfelden-Echterdingen, Deutschland

☎ (0 7 11) 99 33 95-0

E-Mail: tbsw@heidenhain.de

HEIDENHAIN Technisches Büro Südost

83301 Traunreut, Deutschland

☎ (0 86 69) 31-13 45

E-Mail: tbs@heidenhain.de

AR NAKASE SRL.

B1653AOX Villa Ballester, Argentina

☎ +54 (11) 47 68 42 42

E-Mail: nakase@nakase.com

AT HEIDENHAIN Techn. Büro Österreich

83301 Traunreut, Germany

☎ +49 (86 69) 31-13 37

E-Mail: tba@heidenhain.de

AU FCR Motion Technology Pty. Ltd

Laverton North 3026, Australia

☎ +61 (3) 93 62 68 00

E-Mail: vicssales@fcrmotion.com

BE HEIDENHAIN NV/SA

1760 Roosdaal, Belgium

☎ +32 (54) 34 31 58

E-Mail: sales@heidenhain.be

BG ESD Bulgaria Ltd.

Sofia 1172, Bulgaria

☎ +359 (2) 963 29 49

E-Mail: info@esd.bg

BR DIADUR Indústria e Comércio Ltda.

04763-070 – São Paulo – SP, Brazil

☎ +55 (11) 56 96-67 77

E-Mail: diadur@diadur.com.br

BY Belarus → RU

CA HEIDENHAIN CORPORATION

Mississauga, Ontario L5T 2N2, Canada

☎ +1 (905) 670-8900

E-Mail: info@heidenhain.com

CH HEIDENHAIN (SCHWEIZ) AG

8603 Schwerzenbach, Switzerland

☎ +41 (44) 806 27 27

E-Mail: verkauf@heidenhain.ch

CN DR. JOHANNES HEIDENHAIN (CHINA) Co., Ltd.

Beijing 101312, China

☎ +86 10-80 42 00 00

E-Mail: sales@heidenhain.com.cn

CS Serbia and Montenegro → BG

CZ HEIDENHAIN s.r.o.

106 00 Praha 10, Czech Republic

☎ +420 2 72 65 81 31

E-Mail: heidenhain@heidenhain.cz

DK TP TEKNIK A/S

2670 Greve, Denmark

☎ +45 (70) 10 09 66

E-Mail: tp-gruppen@tp-gruppen.dk

ES FARRESA ELECTRONICA S.A.

08028 Barcelona, Spain

☎ +34 9 34 09 24 91

E-Mail: farresa@farresa.es

FI HEIDENHAIN Scandinavia AB

02770 Espoo, Finland

☎ +358 (9) 8 67 64 76

E-Mail: info@heidenhain.fi

FR HEIDENHAIN FRANCE sarl

92310 Sèvres, France

☎ +33 01 41 14 30 00

E-Mail: info@heidenhain.fr

GB HEIDENHAIN (G.B.) Limited

Burgess Hill RH15 9RD, United Kingdom

☎ +44 (14 44) 24 77 11

E-Mail: sales@heidenhain.co.uk

GR MB Milionis Vassilis

17341 Athens, Greece

☎ +30 (2 10) 9 33 66 07

E-Mail: bmilioni@otenet.gr

HK HEIDENHAIN LTD

Kowloon, Hong Kong

☎ +852 27 59 19 20

E-Mail: service@heidenhain.com.hk

HR Croatia → SL

HU HEIDENHAIN Kereskedelmi Képviselet

1239 Budapest, Hungary

☎ +36 (1) 4 21 09 52

E-Mail: info@heidenhain.hu

ID PT Servitama Era Toolsindo

Jakarta 13930, Indonesia

☎ +62 (21) 46 83 41 11

E-Mail: ptset@group.gts.co.id

IL NEUMO VARGUS MARKETING LTD.

Tel Aviv 61570, Israel

☎ +972 (3) 5 37 32 75

E-Mail: neumo@neumo-vargus.co.il

IN ASHOK & LAL

Chennai – 600 030, India

☎ +91 (44) 26 15 12 89

E-Mail: ashoklal@satyam.net.in

IT HEIDENHAIN ITALIANA S.r.l.

20128 Milano, Italy

☎ +39 02 27 07 51

E-Mail: info@heidenhain.it

JP HEIDENHAIN K.K.

Tokyo 102-0073, Japan

☎ +81 (3) 32 34-77 81

E-Mail: sales@heidenhain.co.jp

KR HEIDENHAIN LTD.

Suwon, South Korea, 443-810

☎ +82 (31) 201 15 11

E-Mail: info@heidenhain.co.kr

MK Macedonia → BG

MX HEIDENHAIN CORPORATION MEXICO

20235 Aguascalientes, Ags., Mexico

☎ +52 (4 49) 9 13 08 70

E-Mail: info@heidenhain.com

MY ISOSERVE Sdn. Bhd

56100 Kuala Lumpur, Malaysia

☎ +60 (3) 91 32 06 85

E-Mail: isoserve@po.jaring.my

NL HEIDENHAIN NEDERLAND B.V.

6716 BM Ede, Netherlands

☎ +31 (3 18) 58 18 00

E-Mail: verkoop@heidenhain.nl

NO HEIDENHAIN Scandinavia AB

7300 Orkanger, Norway

☎ +47 72 48 00 48

E-Mail: info@heidenhain.no

PH Machinebanks Corporation

Quezon City, Philippines 1113

☎ +63 (2) 7 11 37 51

E-Mail: info@machinebanks.com

PL APS

02-489 Warszawa, Poland

☎ +48 2 28 63 97 37

E-Mail: aps@apserwis.com.pl

PT FARRESA ELECTRÓNICA, LDA.

4470 - 177 Maia, Portugal

☎ +351 2 29 47 81 40

E-Mail: fep@farresa.pt

RO Romania → HU

RU OOO HEIDENHAIN

125315 Moscow, Russia

☎ +7 (4 95) 9 31-96 46

E-Mail: info@heidenhain.ru

SE HEIDENHAIN Scandinavia AB

12739 Skärholmen, Sweden

☎ +46 (8) 53 19 33 50

E-Mail: sales@heidenhain.se

SG HEIDENHAIN PACIFIC PTE LTD.

Singapore 408593,

☎ +65 67 49-32 38

E-Mail: info@heidenhain.com.sg

SK Slovakia → CZ

SL Posredništvo HEIDENHAIN

SAŠO HÜBL s.p.

2000 Maribor, Slovenia

☎ +3 86 (2) 4 29 72 16

E-Mail: hubl@siol.net

TH HEIDENHAIN (THAILAND) LTD

Bangkok 10250, Thailand

☎ +66 (2) 3 98-41 47-8

E-Mail: info@heidenhain.co.th

TR T&M Mühendislik San. ve Tic. LTD. ŞTİ.

34738 Erenköy-Istanbul, Turkey

☎ +90 (2 16) 3 02 23 45

E-Mail: info@tmmuhendislik.com.tr

TW HEIDENHAIN Co., Ltd.

Taichung 407, Taiwan

☎ +886 (4) 23 58 89 77

E-Mail: info@heidenhain.com.tw

UA Ukraine → RU

US HEIDENHAIN CORPORATION

Schaumburg, IL 60173-5337, USA

☎ +1 (8 47) 4 90-11 91

E-Mail: info@heidenhain.com

VE Maquinaria Diekmann S.A.

Caracas, 1040-A, Venezuela

☎ +58 (2 12) 6 32 54 10

E-Mail: purchase@diekmann.com.ve

VN AMS Advanced Manufacturing

Solutions Pte Ltd

HCM City, Việt Nam

☎ +84 (8) 912 36 58 - 835 24 90

E-Mail: davidgoh@amsvn.com

ZA MAFEMA SALES SERVICES C.C.

Midrand 1685, South Africa

☎ +27 (11) 3 14 44 16

E-Mail: mailbox@mafema.co.za

