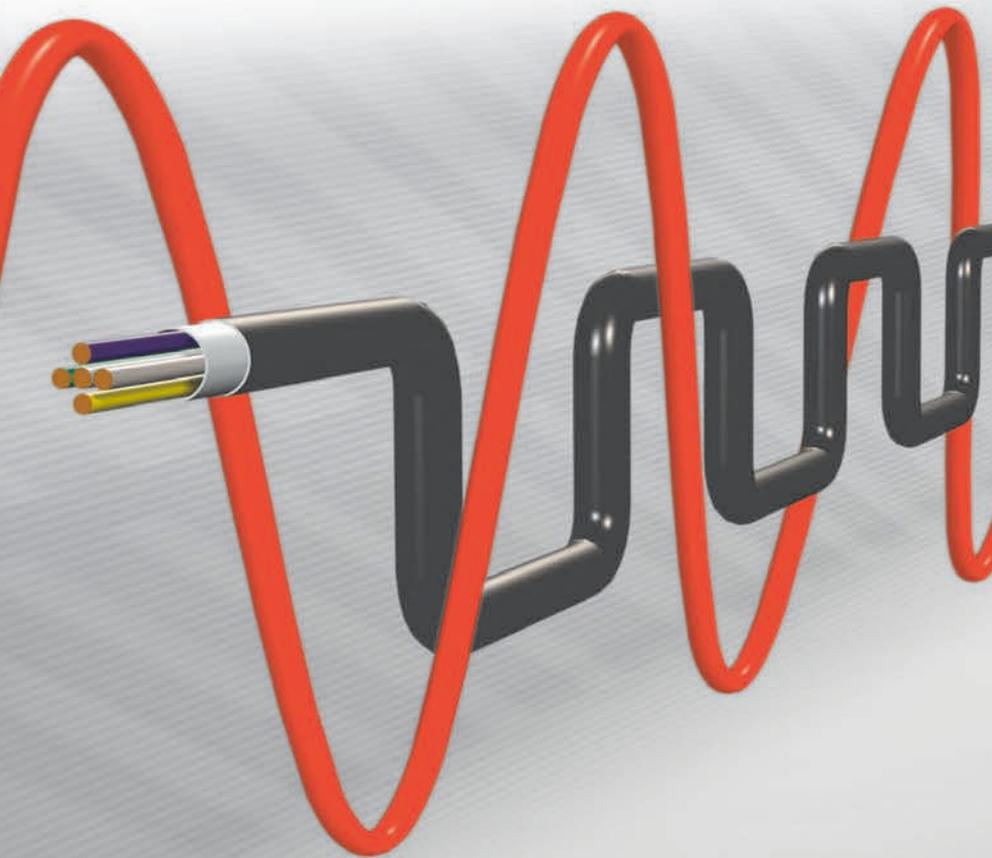




HEIDENHAIN



Schnittstellen

von HEIDENHAIN-
Messgeräten

Schnittstellen

Schnittstellen als definierte Übergänge zwischen Messgeräten und Folge-Elektroniken gewährleisten einen sicheren Informationsaustausch.

HEIDENHAIN bietet Messgeräte mit Schnittstellen für viele gängige Folge-Elektroniken an. Welche Schnittstelle möglich ist, hängt u. a. vom Messverfahren ab, nach dem das Messgerät arbeitet.

Messverfahren

Beim **inkrementalen Messverfahren** wird die Positionsinformation **durch Zählen** der einzelnen Inkremente (Messschritte) von einem beliebig gesetzten Nullpunkt aus gewonnen. Da zum Bestimmen von Positionen ein absoluter Bezug erforderlich ist, wird zusätzlich ein Referenzmarkensignal ausgegeben. Messgeräte, die nach dem inkrementalen Messverfahren arbeiten, geben in aller Regel **Inkrementalsignale** aus. Manche inkrementale Messgeräte mit integrierter Interface-Elektronik verfügen über eine Zählerfunktion: Mit Überfahren der Referenzmarke wird ein absoluter Positionswert gebildet und über eine serielle Schnittstelle ausgegeben.

Hinweis

Sondergeräte können andere Schnittstelleneigenschaften, z. B. Schirmung, aufweisen.

Beim **absoluten Messverfahren** wird die absolute Positionsinformation direkt **aus der Teilung der Maßverkörperung** gewonnen. Der Positionswert steht unmittelbar nach dem Einschalten des Messgeräts zur Verfügung und kann jederzeit von der Folge-Elektronik abgerufen werden.

Messgeräte, die nach dem absoluten Messverfahren arbeiten, geben **Positionswerte** aus. Manche Schnittstellen liefern zusätzlich Inkrementalsignale.

Absolute Messgeräte erfordern keine Referenzfahrt, vorteilhaft vor allem bei verketteten Anlagen, Transferstraßen oder Maschinen mit mehreren Achsen. Außerdem bieten sie eine hohe Robustheit gegen EMV-Störungen.

Interface-Elektroniken

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



Weitere Informationen:

- Produktübersicht *Interface-Elektroniken*
- Prospekt *Kabel und Steckverbinder*

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

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

Inhalt

Positionswerte				
serielle Schnittstellen	EnDat	bidirektionales Interface	mit Inkrementalsignalen	4
			ohne Inkrementalsignale	
	Siemens	firmenspezifisch	ohne Inkrementalsignale	7
	Fanuc	firmenspezifisch	ohne Inkrementalsignale	
	Mitsubishi	firmenspezifisch	ohne Inkrementalsignale	
	Panasonic	firmenspezifisch	ohne Inkrementalsignale	
	Yaskawa	firmenspezifisch	ohne Inkrementalsignale	
	PROFIBUS-DP	Feldbus	ohne Inkrementalsignale	8
	PROFINET IO	Ethernet basierter Feldbus	ohne Inkrementalsignale	10
	SSI	synchron serielle Schnittstelle	mit Inkrementalsignalen	12
Inkrementalsignale				
sinusförmige Signale	1 V_{SS}	Spannungssignale, hochinterpolierbar		14
	11 μA_{SS}	Stromsignale, interpolierbar		17
Rechtecksignale	TTL	RS 422 typ. 5 V		18
	HTL	typ. 10 V bis 30 V		21
	HTLs	typ. 10 V bis 30 V ohne inverse Signale		
Sonstige Signale				
Kommutierungssignale	Blockkommutierung			23
	Sinuskommutierung			24
Limit/Homing	Limit-Schalter			25
	Lage-Erkennung			26
Weitere Informationen				
	Interface-Elektroniken			28
	Diagnose und Prüf- und Testgeräte			30
	Allgemeine Elektrische Hinweise			34

EnDat 2.2 – Die bidirektionale Schnittstelle

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

Historie und Kompatibilität

Die seit Mitte der 90er Jahre verfügbare EnDat-2.1-Schnittstelle wurde mittlerweile auf die Version EnDat 2.2 erweitert (für Neuanwendungen empfohlen). EnDat 2.2 ist von der Kommunikation, den Befehlsätzen und Zeitbedingungen kompatibel zur Version EnDat 2.1, bietet jedoch deutliche Vorteile. So ist es möglich mit dem Positionswert sogenannte Zusatzinformationen (z. B. Sensorwerte, Diagnose, usw.) zu übertragen, ohne dafür eine eigene Abfrage zu starten. Dies erlaubt weitere Messgerätetypen (z. B. mit Batteriepufferung, inkrementale Messgeräte, usw.) zu unterstützen. Dazu wurde das Protokoll der Schnittstelle erweitert und die Zeitverhältnisse (Taktfrequenz, Rechenzeit, Recovery Time) optimiert.

Unterstützte Messgeräte-Typen

Folgende Messgeräte-Typen werden derzeit mit der EnDat-2.2-Schnittstelle unterstützt (auslesbar aus dem Speicherbereich des Messgerätes):

- Längenmessgerät inkremental
- Längenmessgerät absolut
- Rotatives Messgerät Singleturn inkremental
- Rotatives Messgerät Singleturn absolut
- Multiturn-Drehgeber
- Multiturn-Drehgeber mit Batteriepufferung

Für die verschiedenen Messgeräte-Typen müssen z. T. Parameter unterschiedlich interpretiert werden (siehe EnDat-Spezifikation) oder EnDat-Zusatzinformationen verarbeitet werden (z. B. inkrementale oder batteriegepufferte Messgeräte).

Schnittstelle	EnDat seriell bidirektional
Datenübertragung	Positionswerte, Parameter und Zusatzinformationen
Dateneingang	Differenzleitungsempfänger nach EIA-Standard RS-485 für Signale CLOCK und $\overline{\text{CLOCK}}$ sowie DATA und $\overline{\text{DATA}}$
Datenausgang	Differenzleitungstreiber nach EIA-Standard RS-485 für Signale DATA und $\overline{\text{DATA}}$
Positionswerte	Steigend bei Verfahren in Pfeilrichtung (siehe Anschlussmaße der Messgeräte)
Inkrementalsignale	Geräteabhängig $\sim 1 V_{SS}$, TTL, HTL (siehe jeweilige <i>Inkrementalsignale</i>)

Bestellbezeichnungen

Die Bestellbezeichnungen definieren die zentralen *Technischen Daten* und geben Auskunft über:

- typischen Spannungsversorgungsbereich
- Befehlssatz
- Verfügbarkeit von Inkrementalsignalen
- maximale Taktfrequenz

In der Bestellbezeichnung ist an zweiter Stelle die Schnittstellengeneration hinterlegt. Bei Messgeräten der aktuellen Generation ist die Bestellbezeichnung aus dem Messgerätespeicher auslesbar.

Inkrementalsignale

Manche Messgeräte stellen zusätzlich Inkrementalsignale zur Verfügung. Sie werden meist benutzt um die Auflösung des Positionswertes zu erhöhen oder eine zweite Folge-Elektronik zu bedienen. Aktuelle Gerätegenerationen besitzen eine hohe interne Auflösung und stellen deshalb keine Inkrementalsignale mehr zur Verfügung. Ob das Messgerät Inkrementalsignale ausgibt ist aus der Bestellbezeichnung ersichtlich:

- EnDat01 mit Inkrementalsignalen $1 V_{SS}$
- EnDatH mit Inkrementalsignalen HTL
- EnDatT mit Inkrementalsignalen TTL
- EnDat21 ohne Inkrementalsignale
- EnDat02 mit Inkrementalsignalen $1 V_{SS}$
- EnDat22 ohne Inkrementalsignale

Anmerkung zu EnDat01/02:

Die Signalperiode ist im Speicher des Messgerätes abgelegt

Anmerkungen zu EnDatH/EnDatT:

Für die Angabe des Interpolationsfaktors, mit dem die internen Inkrementalsignale ausgegeben werden, wird ein Buchstabe an die Bestellbezeichnung angehängt:

- a 2-fache Interpolation
- b ohne Interpolation
- c 0,5-fache Interpolation (Inkrementalsignale/2)

Versorgungsspannung

Die typische Versorgungsspannung der Messgeräte hängt von der Schnittstelle ab:

EnDat01 EnDat21	5 V $\pm 0,25$ V
EnDat02 EnDat22	3,6 V bis 5,25 V bzw. 14 V
EnDatH	10 V bis 30 V
EnDatT	4,75 V bis 30 V

Ausnahmen sind in den *Technischen Daten* dokumentiert.

Befehlssatz

Der Befehlssatz beschreibt die verfügbaren Mode-Befehle, die den Informationsaustausch zwischen Messgerät und Folge-Elektronik definieren. Der Befehlssatz EnDat 2.2 beinhaltet alle EnDat-2.1-Mode-Befehle. Zusätzlich erlaubt EnDat 2.2 weitere Mode-Befehle zur Auswahl von Zusatzinformationen und ermöglicht Speicherzugriffe auch im geschlossenen Regelkreis. Bei Übertragung eines Mode-Befehls aus dem Befehlssatz EnDat 2.2 an ein Messgerät, das nur den EnDat-2.1-Befehlssatz unterstützt, kommt es zu einer Fehlermeldung. Welcher Befehlssatz unterstützt wird, ist im Speicherbereich des Messgerätes abgelegt:

- EnDat01/21/H/T Befehlssatz 2.1 oder 2.2
- EnDat02/22 Befehlssatz 2.2

Taktfrequenz

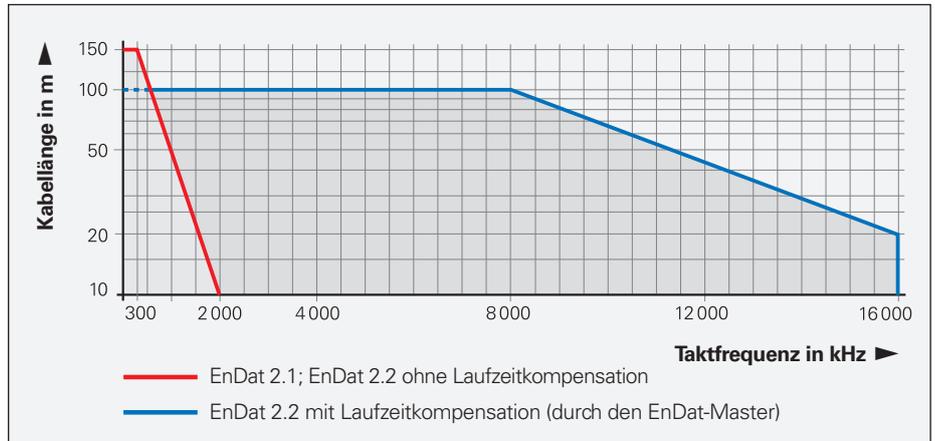
Die Taktfrequenz ist – abhängig von der Kabellänge (max. 150 m) – variabel zwischen 100 kHz und 2 MHz. Mit Laufzeitkompensation in der Folge-Elektronik sind Taktfrequenzen bis 16 MHz bzw. Kabellängen bis maximal 100 m möglich. Bei EnDat-Messgeräten mit Bestellbezeichnung EnDatx2 ist die maximale Taktfrequenz im Messgerätespeicher abgelegt. Bei allen anderen Messgeräten beträgt die maximale Taktfrequenz 2 MHz. Eine Laufzeitkompensation ist nur für die Bestellbezeichnungen EnDat21 und EnDat22 vorgesehen; zu EnDat02 siehe Anmerkung.

EnDat01 EnDatT EnDatH	≤ 2 MHz (siehe Diagramm „ohne Laufzeitkompensation“)
EnDat21	≤ 2 MHz
EnDat02	≤ 2 MHz bzw. ≤ 8 MHz bzw. 16 MHz (siehe Anmerkung)
EnDat22	≤ 8 MHz bzw. 16 MHz

Übertragungsfrequenzen bis zu 16 MHz in Kombination mit großen Kabellängen stellen hohe technische Anforderungen an das Kabel. Das direkt am Messgerät angeschlossene Adapterkabel darf aus Gründen der Übertragungstechnik nicht länger als 20 m sein. Größere Kabellängen werden aus einem max. 6 m langem Adapterkabel und einem Verlängerungskabel realisiert. Generell muss die komplette Übertragungsstrecke für die jeweilige Taktfrequenz ausgelegt sein.

Anmerkung zu EnDat02

EnDat02-Messgeräte können eine steckbare Kabelbaugruppe aufweisen. Über die Ausführung des Adapterkabels entscheidet der Kunde, ob das Gerät mit Inkrementalsignalen oder ohne Inkrementalsignale betrieben wird. Dies hat auch Einfluss auf die maximal mögliche Taktfrequenz. Bei Adapterkabeln mit Inkrementalsignalen ist die Taktfrequenz eingeschränkt auf 2 MHz, siehe auch EnDat01. Bei Adapterkabeln ohne Inkrementalsignale kann die Taktfrequenz maximal 16 MHz betragen. Die genauen Werte sind im Speicher des Messgeräts abgelegt.



Kabellängen bis max. 300 m sind nach Rücksprache mit HEIDENHAIN unter bestimmten Bedingungen möglich

Positionswerte

Der Positionswert kann mit oder ohne Zusatzinformationen übertragen werden. Er wird frühestens nach Ablauf der Rechenzeit t_{caj} an die Folge-Elektronik übertragen. Die Rechenzeit wird bei der höchsten für das Gerät zulässigen Taktfrequenz ermittelt, maximal aber bei 8 MHz.

Für den Positionswert wird nur die benötigte Anzahl an Bit übertragen. Die Bit-Anzahl ist damit abhängig vom jeweiligen Messgerät und kann für eine automatische Parametrierung aus dem Messgerät ausgelesen werden.

Typische Betriebsarten

Betriebsart EnDat 2.1: In dieser Betriebsart werden Messgeräte verwendet, die zusätzlich Inkrementalsignale zur Verfügung stellen. Für die Positionswertbildung wird einmalig die Absolutposition gleichzeitig mit der Inkrementalposition ausgelesen und zu einem Positionswert verrechnet. Die weitere Bildung des Positionswertes im Regelkreis beruht auf den Inkrementalsignalen. Es werden ausschließlich EnDat-2.1-Mode-Befehle verwendet.

Betriebsart EnDat 2.2: In dieser Betriebsart werden rein serielle Messgeräte verwendet. Für die Positionswertbildung wird in jedem Regelzyklus der Positionswert aus dem Messgerät ausgelesen. Für das Auslesen des Positionswertes werden typisch EnDat-2.2-Mode-Befehle verwendet. Für das Lesen und Schreiben von Parametern nach dem Einschalten werden typisch EnDat-2.1-Mode-Befehle verwendet. Bei der EnDat-2.2-Schnittstelle können im geschlossenen Regelkreis neben der Position auch Zusatzinformationen abgefragt und Funktionen (z.B. Parameter lesen/schreiben, Fehlermeldungen zurücksetzen usw.) ausgeführt werden.

Zusatzinformationen

Je nach Übertragungsart (Auswahl über MRS-Code) können an den Positionswert eine oder zwei Zusatzinformationen angehängt werden. Welche Zusatzinformationen das jeweilige Messgerät unterstützt ist in den Parametern des Messgeräts hinterlegt.

Die Zusatzinformationen enthalten:

Statusangaben, Adressen und Daten

- WRN – Warnungen
- RM – Referenzmarke
- Busy – Parameterabfrage

Daten Zusatzinformation 1

- Diagnose
- Positionswert 2
- Speicherparameter
- MRS-Code – Quittierung
- Testwerte
- Temperatur
- Zusätzliche Sensoren

Daten Zusatzinformation 2

- Kommutierung
- Beschleunigung
- Grenzlagensignale
- Asynchroner Positionswert
- Betriebszustandsfehlerquellen
- Zeitstempel

Speicherbereiche

Im Messgerät stehen mehrere Speicherbereiche für Parameter zur Verfügung, die von der Folge-Elektronik gelesen und teilweise vom Messgerätehersteller, vom OEM oder auch vom Endkunden beschrieben werden können. Die Parameterdaten werden in einem permanenten Speicher abgelegt. Dieser Speicher erlaubt nur eine begrenzte Anzahl von Schreibzugriffen und ist nicht für die zyklische Ablage von Daten ausgelegt. Bestimmte Speicherbereiche lassen sich mit einem Schreibschutz (rücksetzbar nur durch Messgerätehersteller) versehen.

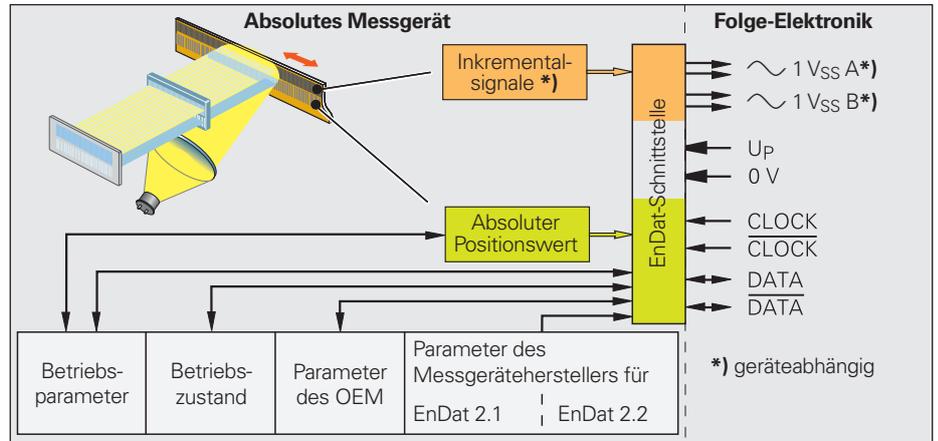
Parameter sind in verschiedenen Speicherbereichen abgelegt, z. B.:

- Messgerätespezifische Informationen
- Informationen des OEM (z. B. „elektronisches Typenschild“ des Motors)
- Betriebsparameter (Nullpunktverschiebung, Anweisung etc.)
- Betriebszustand (Alarm- oder Warnmeldungen)

Überwachungs- und Diagnosefunktionen

des EnDat-Interface ermöglichen eine detaillierte Überprüfung des Messgeräts:

- Fehlermeldungen
- Warnungen
- Online-Diagnose basierend auf Bewertungszahlen (EnDat 2.2)
- Anbau-Schnittstelle



Funktionale Sicherheit – Grundprinzip

EnDat 2.2 unterstützt grundsätzlich den Einsatz von Messgeräten in sicherheitsgerichteten Applikationen. Dazu werden die Normen DIN EN ISO 13849-1 (Nachfolger der EN 954-1) sowie EN 61508 und EN 61800-5-2 als Basis herangezogen. In diesen Normen erfolgt die Beurteilung sicherheitsgerichteter Systeme unter anderem auf Basis von Ausfallwahrscheinlichkeiten integrierter Bauelemente bzw. Teilsysteme. Der modulare Ansatz erleichtert den Herstellern sicherheitsgerichteter Anlagen die Realisierung ihrer Komplettsysteme, da sie auf bereits qualifizierten Teilsystemen aufbauen können.



Weitere Informationen:

„Funktionale Sicherheit“ unter www.endat.de

Eingangsschaltung der Folge-Elektronik

Dimensionierung

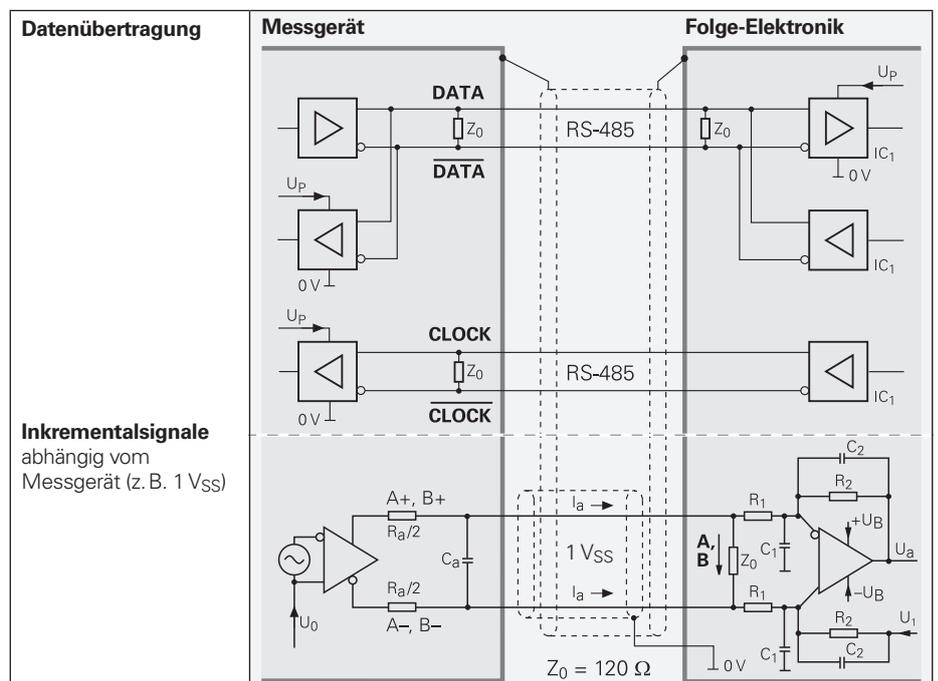
IC_1 = RS-485-Differenzleitungsempfänger und -treiber

$$Z_0 = 120 \Omega$$



Weitere Informationen:

FAQ: RS-485 Transceiver unter www.endat.de



firmenspezifische serielle Schnittstellen

Steuerungshersteller ¹⁾	Schnittstelle	Bezeichnung im Prospekt	Bestellbezeichnung	Kennbuchstabe ²⁾	Anmerkung
Siemens	Siemens DRIVE-CLiQ	DRIVE-CLiQ	DQ01	S	
Fanuc	Fanuc Serial Interface α	Fanuc α	Fanuc02	F	Normal and high speed, two-pair transmission
	Fanuc Serial Interface αi	Fanuc αi	Fanuc05		High-speed, one-pair transmission beinhaltet α Interface (normal and high speed, two-pair transmission)
			Fanuc06		High-speed, one-pair transmission
Mitsubishi	Mitsubishi high speed interface	Mitsubishi	Mitsu01 Mit02-4 Mit02-2 Mit03-4 Mit03-2	M	Two-pair transmission Generation 1, two-pair transmission Generation 1, one-pair transmission Generation 2, two-pair transmission Generation 2, one-pair transmission
Yaskawa	Yaskawa Serial Interface	Yaskawa	YEC02	Y	–
			YEC07		kompatibel zu YEC02
Panasonic	Panasonic Serial Interface	Panasonic	Pana01	P	–
			Pana02		kompatibel zu Pana01

¹⁾ Für weitere Informationen zur Kombination von Messgerät und Steuerung kontaktieren Sie bitte den Steuerungshersteller

²⁾ Der Kennbuchstabe ist ein Zusatz nach der Typenbezeichnung von HEIDENHAIN-Messgeräten, z. B. LC 495 S.

Positionswerte

PROFIBUS-DP – serielle Schnittstelle



PROFIBUS-DP

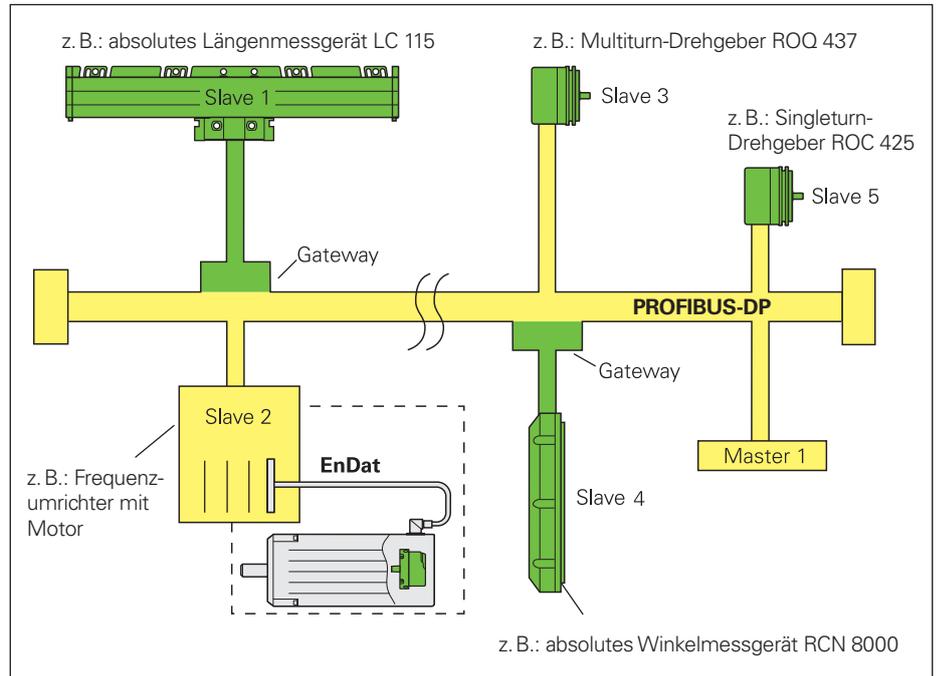
Der PROFIBUS ist ein herstellerunabhängiger, offener Feldbus nach der internationalen Norm EN 50170. Beim Anschluss von Sensoren über Feldbussysteme wird der Verkabelungsaufwand und die Anzahl der Leitungen zwischen Messgerät und Folge-Elektronik minimiert.

Topologie und Buszuordnung

Der PROFIBUS-DP ist in Linienstruktur aufgebaut. Übertragungsraten von bis zu 12 Mbit/s sind möglich. Es können sowohl Mono- als auch Multi-Master-Systeme realisiert werden. Jeder Master kann nur seine zugehörigen Slaves bedienen (Polling). Hierbei werden die Slaves zyklisch vom Master abgefragt. Slaves sind beispielsweise Sensoren wie absolute Drehgeber, Längenmessgeräte oder auch Regeleinrichtungen wie Frequenzumrichter von Motoren.

Physikalische Eigenschaften

Die elektrischen Eigenschaften des PROFIBUS-DP entsprechen dem RS-485-Standard. Als Busverbindung dient eine geschirmte, verdrehte Zweidrahtleitung mit aktiven Busabschlüssen an beiden Enden.



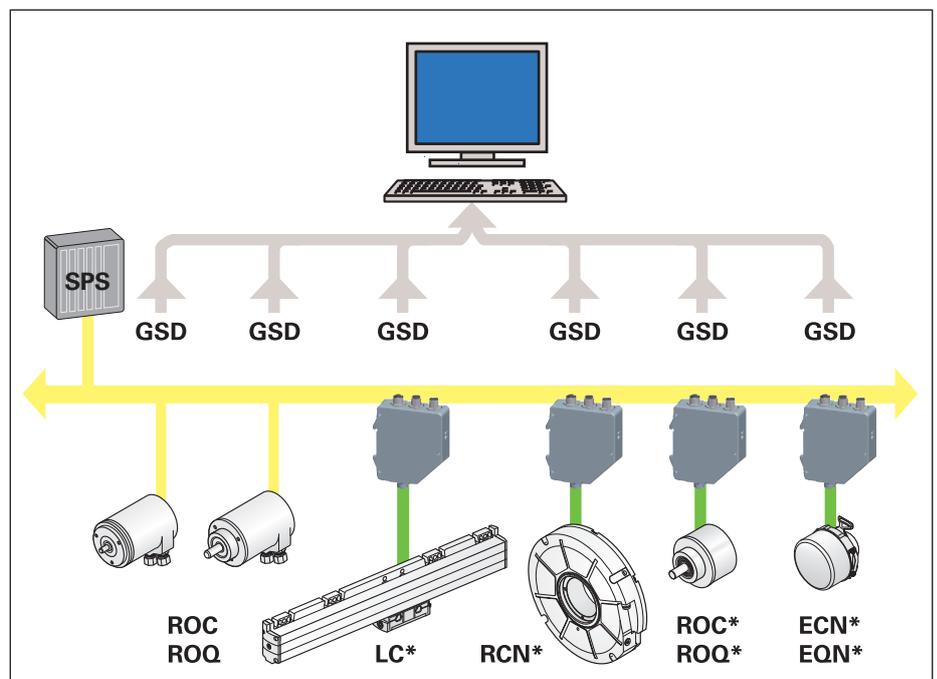
Busstruktur PROFIBUS-DP

Inbetriebnahme

Die zur Systemkonfiguration notwendigen Daten der anschließbaren HEIDENHAIN-Messgeräte stehen als „elektronische Datenblätter“ – den sogenannten Geräte-Stamm-Daten (GSD) – für jedes Messgerät zur Verfügung. Diese Geräte-Stamm-Daten beschreiben die Merkmale eines Gerätes eindeutig und vollständig in einem genau festgelegten Format. Somit ist eine einfache und anwendungsfreundliche Integration der Geräte in das Bussystem möglich.

Konfiguration

Die PROFIBUS-DP-Geräte können entsprechend den Bedürfnissen des Anwenders konfiguriert und parametrierbar werden. Diese mit Hilfe der GSD-Datei im Konfigurationstool einmal gewählten Einstellungen werden im Master gespeichert. Bei jedem Netzwerkstart werden damit die PROFIBUS-Geräte konfiguriert. Dies vereinfacht einen Gerätetausch: Die Konfigurationsdaten brauchen weder bearbeitet noch neu eingegeben zu werden.



* mit EnDat-Interface

Es stehen zwei verschiedene GSD-Dateien zur Auswahl:

- GSD-Datei für das DP-V0-Profil
- GSD-Datei für das DP-V1- und DP-V2-Profil

PROFIBUS-DP-Profil

Zum Anschluss von absoluten Messgeräten (Encoder) an den PROFIBUS-DP wurden bei der PNO (Profibus-Nutzer-Organisation) standardisierte, herstellerunabhängige Profile definiert. Somit wird hohe Flexibilität und einfache Konfiguration an allen Anlagen gewährleistet, die diese standardisierten Profile nutzen.

DP-V0 Profil

Das Profil kann bei der PNO in Karlsruhe unter der Bestellnummer 3.062 angefordert werden. Darin sind zwei Klassen definiert, wobei die Klasse 1 dem Mindestumfang entspricht und die Klasse 2 zusätzliche, teilweise optionale Funktionen beinhaltet.

DP-V1 und DP-V2 Profil

Das Profil kann bei der PNO in Karlsruhe unter der Bestellnummer 3.162 angefordert werden. Auch in diesem Profil gibt es zwei Geräteklassen:

- Klasse 3 mit den grundlegenden Funktionen und
- Klasse 4 mit den vollen Skalierungs- und Preset-Funktionen.

Zusätzlich zu den obligatorischen Funktionen der Klassen 3 und 4 sind optionale Funktionen definiert.

Unterstützte Funktionen

Besondere Bedeutung in dezentralen Feldbussystemen besitzen die **Diagnosefunktionen** (z. B. Warnungen und Alarmer) und das „**elektronische Typenschild**“ mit Informationen wie Messgerätetyp, Auflösung, Messbereich. Aber auch die Programmierfunktionen wie Umschalten der Zählrichtung, **Preset/Nullpunktverschiebung** und **Ändern der Auflösung (Skalierung)** sind möglich. Zusätzlich lässt sich die **Betriebszeit** des Messgeräts sowie die Geschwindigkeit erfassen.

Messgeräte mit PROFIBUS-DP

Die absoluten Messgeräte mit **integrierter PROFIBUS-DP-Schnittstelle** werden direkt in den PROFIBUS eingebunden. Zur Anzeige der **Betriebszustände**, Versorgungsspannung und Busstatus verfügen sie über LEDs an der Rückseite.

Leicht zugänglich unter der Buskappe untergebracht sind die Codierschalter für die Adressierung (0 bis 99) und die Zuschaltung des Abschlusswiderstands. Dieser ist zu aktivieren, falls es sich bei dem Drehgeber um den letzten Teilnehmer am PROFIBUS-DP handelt und nicht der externe Abschlusswiderstand verwendet wird.

Funktionen der Klasse DP-V0

Merkmal <i>Datenwortbreite</i>	Klasse	Rotative Messgeräte		Lineare Messgeräte
		≤ 16 Bit	≤ 31 Bit ¹⁾	≤ 31 Bit ¹⁾
Positionswert im Dualcode	1,2	✓	✓	✓
Datenwortlänge	1,2	16	32	32
Skalierungsfunktion Messschritt/U Gesamtauflösung	2 2	✓ ✓	✓ ✓	– –
Zählrichtungsumkehr	1,2	✓	✓	–
Preset (Ausgangsdaten 16 bzw. 32 Bit)	2	✓	✓	✓
Diagnosefunktionen Warnungen und Alarmer	2	✓	✓	✓
Betriebszeiterfassung	2	✓	✓	✓
Geschwindigkeit	2	✓ ²⁾	✓ ²⁾	–
Profilversion	2	✓	✓	✓
Seriennummer	2	✓	✓	✓

¹⁾ Bei Datenwortbreite > 31 Bit werden nur die oberen 31 Bit übertragen

²⁾ Benötigt eine 32 Bit Konfiguration der Ausgangsdaten und 32 + 16 Bit Konfiguration der Eingangsdaten

Funktionen der Klasse DP-V1, DP-V2

Merkmal <i>Datenwortbreite</i>	Klasse	Rotative Messgeräte		Lineare Messgeräte
		≤ 32 Bit	> 32 Bit	
Telegramm	3,4	81-84	84	81-84
Skalierungsfunktion	4	✓	✓	–
Zählrichtungsumkehr	4	✓	✓	–
Preset/ Nullpunktverschiebung	4	✓	✓	✓
Azyklische Parameter	3,4	✓	✓	✓
Kanalabhängige Diagnose über den Alarmkanal	3,4	✓	✓	✓
Betriebszeiterfassung	3,4	✓ ¹⁾	✓ ¹⁾	✓ ¹⁾
Geschwindigkeit	3,4	✓ ¹⁾	✓ ¹⁾	–
Profilversion	3,4	✓	✓	✓
Seriennummer	3,4	✓	✓	✓

¹⁾ von DP-V2 nicht unterstützt

Positionswerte

PROFINET IO – serielle Schnittstelle



PROFINET IO

PROFINET IO ist der offene Industrial Ethernet Standard für die industrielle Kommunikation. Er baut auf das bewährte Funktionsmodell von PROFIBUS-DP, nutzt jedoch die Fast-Ethernet-Technologie als physikalisches Übertragungsmedium und ist somit für die schnelle Übertragung von E/A-Daten zugeschnitten. Zeitgleich bietet er die Übertragungsmöglichkeit für Bedarfsdaten, Parameter und IT-Funktionen.

PROFINET ermöglicht die Anbindung von dezentralen Feldgeräten an einen Controller und beschreibt den Datenaustausch zwischen Controller und Feldgeräten, sowie die Parametrierung und Diagnose. Das PROFINET-Konzept ist modular aufgebaut. Kaskadierungsfunktionen können vom Nutzer selbst ausgewählt werden. Diese unterscheiden sich im Wesentlichen in der Art des Datenaustauschs, um den hohen Anforderungen an die Geschwindigkeit gerecht zu werden.

Topologie und Buszuordnung

Ein PROFINET-IO-System setzt sich zusammen aus:

- **IO-Controller** (Steuerung/SPS, kontrolliert die Automatisierungsaufgabe)
- **IO-Device** (dezentrales Feldgerät, z. B. Drehgeber)
- **IO-Supervisor** (Entwicklungs- oder Diagnose-Werkzeug, z. B. PC oder Programmiergerät)

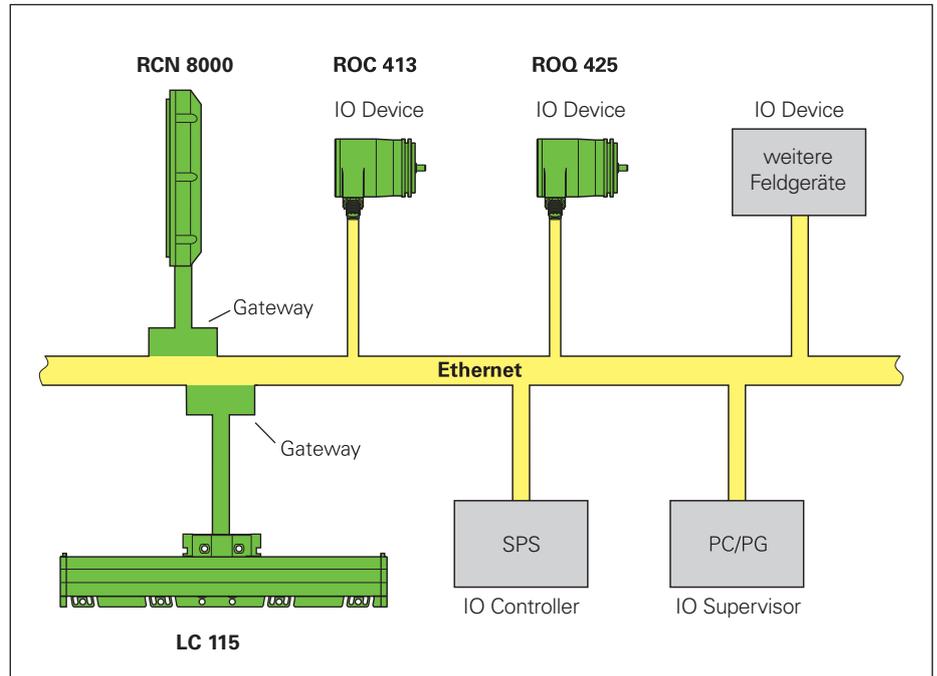
PROFINET IO arbeitet nach dem Provider-Consumer-Modell, das die Kommunikation zwischen den gleichberechtigten Teilnehmern am Ethernet unterstützt. Vorteilhaft ist, dass der Provider seine Daten ohne Aufforderung des Kommunikationspartners sendet.

Physikalische Eigenschaften

HEIDENHAIN-Messgeräte werden gemäß 100BASE-TX (IEEE 802.3 Clause 25) über ein abgeschirmtes verdrehtes Adernpaar pro Richtung an PROFINET angeschlossen. Die Übertragungsgeschwindigkeit beträgt 100 Mbit/s (Fast-Ethernet).

PROFINET-Profil

HEIDENHAIN-Messgeräte erfüllen in der Regel die Definitionen nach Profil 3.162, Version 4.1. Das Geräteprofil beschreibt die Geberfunktionalität. Unterstützt werden dabei die Funktionen der Klasse 4 (volle Skalierungs- und Preset-Funktion). Zusätzliche Informationen über PROFINET können bei der PROFIBUS-Nutzerorganisation PNO bestellt werden.



Unterstützte Funktionen (Profil 3.162, V4.1)	Klasse	Drehgeber Singletum	Multitum
Positionswert	3,4	✓	✓
Isochron-Modus	3,4	✓	✓
Funktionsumfang der Klasse 4	4	✓	✓
Skalierungsfunktion	4	✓	✓
Messeinheiten pro Umdrehung	4	✓	✓
Gesamtmessbereich	4	✓	✓
Zyklischer Betrieb (binäre Skalierung)	4	✓	✓
Nichtzyklischer Betrieb	4	✓	✓
Preset	4	✓	✓
Code-Sequenz	4	✓	✓
Preset-Steuerung G1_XIST1	4	✓	✓
Kompatibilitätsmodus (Messgeräteprofil V.3.1)	3,4	✓	✓
Betriebszeit	3,4	✓	✓
Geschwindigkeit	3,4	✓	✓
Profilversion	3,4	✓	✓
Permanente Speicherung des Offsetwerts	4	✓	✓
Identifikation & Wartung (I & M)		✓	✓
Externes Firmware-Upgrade		✓	✓

Inbetriebnahme

Um ein Messgerät mit PROFINET-Schnittstelle in Betrieb zu nehmen, muss eine Geräte-Beschreibungsdatei GSD (Geräte-Stamm-Daten) heruntergeladen und in die Konfigurationssoftware importiert werden. Die GSD enthält die für ein PROFINET-IO-Gerät notwendigen Ausführungsparameter.

Konfiguration

Profile sind vordefinierte Konfigurationen der verfügbaren Funktionen und Leistungsmerkmale von PROFINET für den Einsatz in bestimmten Geräten oder Anwendungen wie Drehgeber. Sie werden von PI (PROFIBUS & PROFINET International) Arbeitsgruppen festgelegt und veröffentlicht.

Profile sind wichtig für die Offenheit, Interoperabilität und Austauschbarkeit, so dass der Endverbraucher sicher sein kann, dass ähnliche Geräte von verschiedenen Herstellern in einer standardisierten Weise funktionieren.

Messgeräte mit PROFINET

Die absoluten Messgeräte mit integrierter PROFINET-Schnittstelle werden direkt in das Netzwerk eingebunden. Die Adressvergabe erfolgt automatisch über ein im PROFINET integriertes Protokoll. Ein PROFINET-IO-Feldgerät wird innerhalb eines Netzwerks durch seine physikalische Geräte-MAC-Adresse adressiert.

Zur Diagnose des Busses und des Gerätes verfügen die Messgeräte an der Rückseite über zwei zweifarbige LEDs.

Ein Abschlusswiderstand für den letzten Teilnehmer ist nicht notwendig.

Positionswerte

SSI – serielle Schnittstelle

Der **absolute Positionswert** wird über die Datenleitungen (DATA) synchron zu einem von der Steuerung vorgegebenen Takt (CLOCK) beginnend mit dem „most significant bit“ (MSB) übertragen. Die Datenwortlänge beträgt nach SSI-Standard bei Singleturn-Drehgebern 13 Bit und bei Multiturn-Drehgebern 25 Bit. Zusätzlich zu den absoluten Positionswerten können **Inkrementalsignale** mit ausgegeben werden. Signalbeschreibung siehe *Inkrementalsignale*.

Folgende **Funktionen** können über die Programmiergänge der Schnittstelle durch Anlegen der Versorgungsspannung U_P aktiviert werden:

- **Drehrichtung**

Durch dauerhaftes Anlegen eines HIGH-Pegels an PIN 2 ($t_{\min} > 1 \text{ ms}$) wird die Drehrichtung für steigende Positionswerte umgekehrt.

- **Nullen** (Null setzen)

Durch Anlegen einer positiven Flanke ($t_{\min} > 12 \text{ ms}$) an PIN 5 wird der aktuelle Positionswert auf Null gesetzt.

Achtung: Die Programmiergänge müssen immer mit einem Widerstand (siehe *Eingangsschaltung der Folge-Elektronik*) abgeschlossen werden.

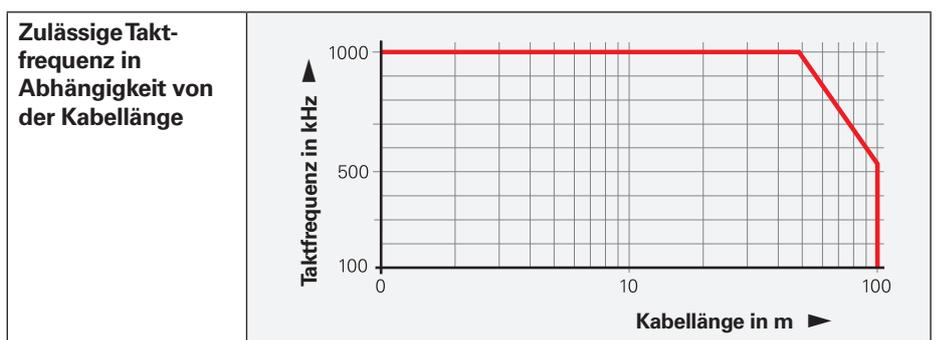
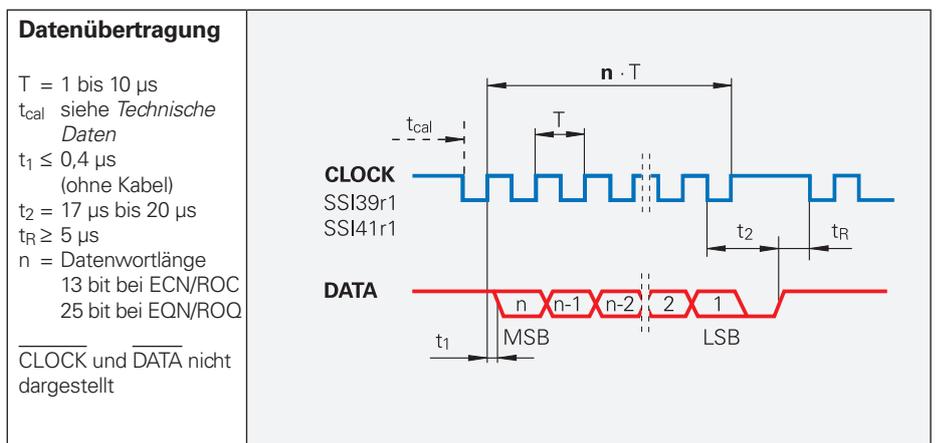
Ansteuerzyklus für vollständiges Datenformat

Im Ruhezustand liegen Takt- und Datenleitungen auf dem HIGH-Pegel. Mit der ersten fallenden Taktflanke wird der intern zyklisch gebildete Positionswert gespeichert. Die Datenübertragung erfolgt mit der ersten steigenden Taktflanke.

Nach Übertragung eines vollständigen Datenwortes bleibt der Datenausgang auf dem LOW-Pegel, bis der Drehgeber für einen neuen Messwertabruf bereit ist (t_2). Bei Messgeräten mit den Schnittstellen SSI 39r1 und SSI 41r1 ist zusätzlich eine anschließende Taktpause t_R notwendig. Kommt während dieser Zeit (t_2 bzw. t_2+t_R) eine neue Datenausgabe-Anforderung (CLOCK), werden die bereits ausgegebenen Daten nochmals ausgegeben.

Bei einer Unterbrechung der Datenausgabe (CLOCK = HIGH für $t \geq t_2$) wird mit der nächsten fallenden Taktflanke ein neuer Messwert gespeichert. Die Folge-Elektronik übernimmt mit der nächsten steigenden Taktflanke die Daten.

Schnittstelle	SSI seriell
Bestellbezeichnung	Singleturn: SSI 39r1 Multiturn: SSI 41r1
Datenübertragung	Absolute Positionswerte
Dateneingang	Differenzleitungsempfänger nach EIA-Standard RS-485 für Signale CLOCK und $\overline{\text{CLOCK}}$
Datenausgang	Differenzleitungstreiber nach EIA-Standard RS-485 für Signale DATA und $\overline{\text{DATA}}$
Code	Gray-Code
Steigende Positionswerte	bei Rechtsdrehung auf die Welle gesehen (über Schnittstelle umstellbar)
Inkrementalsignale	geräteabhängig $\sim 1 V_{SS}$, TTL, HTL (siehe jeweilige <i>Inkrementalsignale</i>)
Programmiergänge Inaktiv Aktiv	Drehrichtung und Nullen: Verfügbarkeit siehe Dokumentation des Messgeräts LOW $< 0,25 \cdot U_P$ HIGH $> 0,6 \cdot U_P$
Verbindungskabel Kabellänge Signallaufzeit	HEIDENHAIN-Kabel mit Abschirmung z. B. PUR [(4 x 0,14 mm ²) + 4(2 x 0,14 mm ²) + (4 x 0,5 mm ²)] max. 100 m 6 ns/m



Inkrementalsignale

Manche Messgeräte stellen zusätzlich Inkrementalsignale zur Verfügung. Sie werden meist benutzt um die Auflösung des Positionswertes zu erhöhen oder eine zweite Folge-Elektronik zu bedienen. In aller Regel handelt es sich um 1- V_{SS} -Inkrementalsignale. Ausnahmen sind aus der Bestellbezeichnung ersichtlich:

- SSI41H mit Inkrementalsignalen HTL
- SSI41T mit Inkrementalsignalen TTL

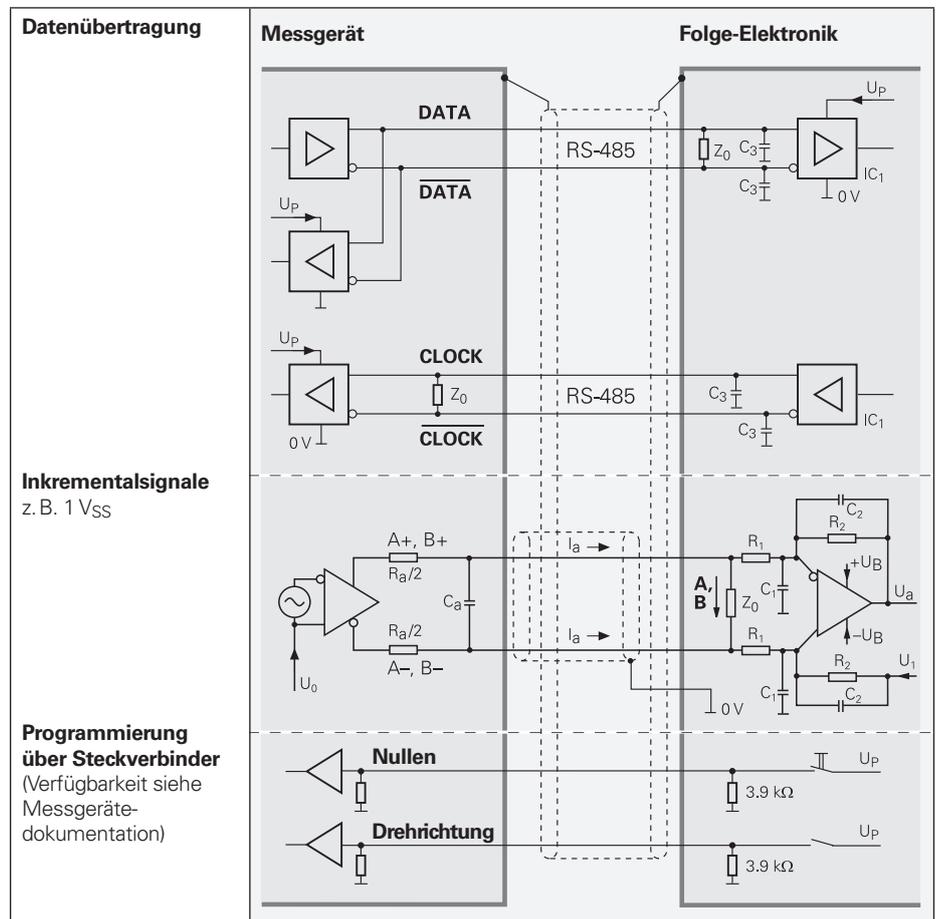
Eingangsschaltung der Folge-Elektronik

Dimensionierung

IC_1 = Differenzleitungsempfänger und -treiber
 z. B. SN 65 LBC 176
 LT 485

Z_0 = 120 Ω

C_3 = 330 pF (zur Verbesserung der Störfestigkeit)



Inkrementalsignale

~ 1 V_{SS} – sinusförmige Signale

HEIDENHAIN-Messgeräte mit ~ 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 Versorgungsspannung am Messgerät. Die Signalgröße 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 dB $\hat{=}$ 70 % der Signalgröße
- -6 dB $\hat{=}$ 50 % der Signalgröße

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

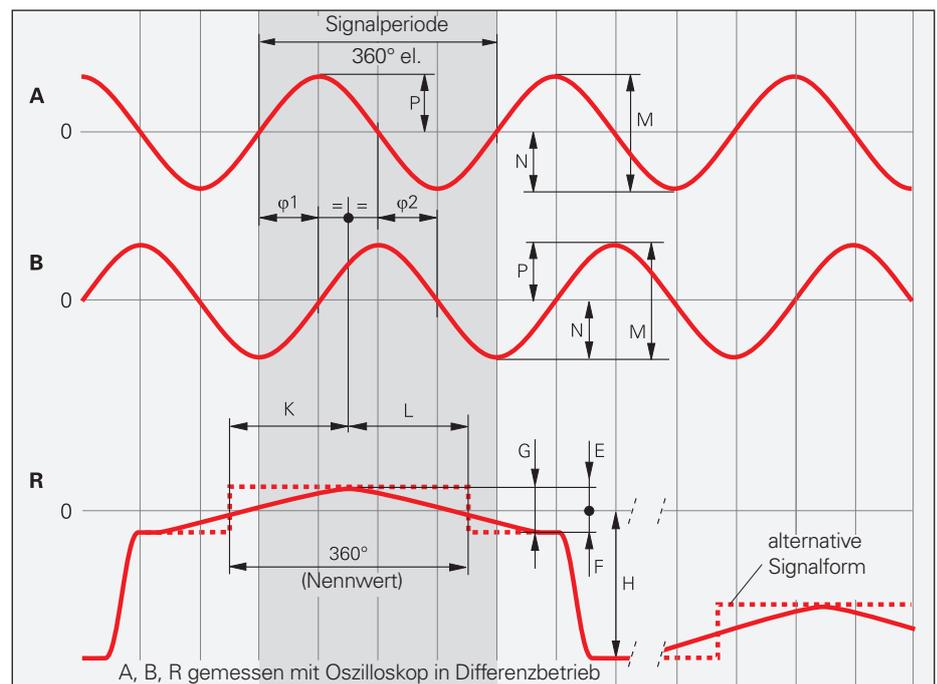
Interpolation/Auflösung/Messschritt

Die Ausgangssignale der 1-V_{SS}-Schnittstelle werden üblicherweise in der Folge-Elektronik interpoliert, um ausreichend hohe Auflösungen zu erreichen. Zur **Geschwindigkeitsregelung** sind Interpolationsfaktoren von größer 1000 üblich, um auch bei niedrigen Drehzahlen/Geschwindigkeiten noch verwertbare Informationen zu erhalten.

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

Schnittstelle	sinusförmige Spannungssignale ~ 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: $\leq 0,065$ (entspricht 15°) Signalverhältnis M _A /M _B : 0,8 bis 1,25 Phasenwinkel $\phi_1 + \phi_2$ /2: 90° \pm 10° el.
Referenzmarkensignal	1 oder mehrere Signalspitzen R Nutzanteil G: $\geq 0,2$ V Ruhewert H: $\leq 1,7$ V Störabstand E, F: 0,04 V bis 0,68 V Nulldurchgänge K, L: 180° \pm 90° el.
Verbindungskabel	HEIDENHAIN-Kabel mit Abschirmung z. B. PUR [4(2 x 0,14 mm ²) + (4 x 0,5 mm ²)]
Kabellänge	max. 150 m
Signallaufzeit	6 ns/m

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



Kurzschlussfestigkeit

Der Kurzschluss von Ausgängen ist kein zulässiger Betriebszustand. Ausnahme: bei Messgeräten mit Versorgungsspannung DC 5 V \pm 5 % verursacht ein kurzzeitiger Kurzschluss eines Ausganges gegen 0 V oder U_p keinen Geräteausfall.

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

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}

Die Größe der Inkrementalsignale kann z. B. anhand der Zeigerlänge des resultierenden Positionszeigers überwacht werden: Die Ausgangssignale A und B werden in der XY-Darstellung am Oszilloskop als Lissajous-Figur dargestellt. Bei ideal sinusförmigen Signalen entsteht ein Kreis mit dem Durchmesser M . In diesem Fall entspricht der dargestellte Positionszeiger r also $\frac{1}{2}M$. Es gilt so die Formel

$$r = \sqrt{\frac{A^2 + B^2}{2}}$$

mit der Bedingung $0,3V < 2r < 1,35V$

Eingangsschaltung der Folge-Elektronik

Dimensionierung

Operationsverstärker z. B. 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.

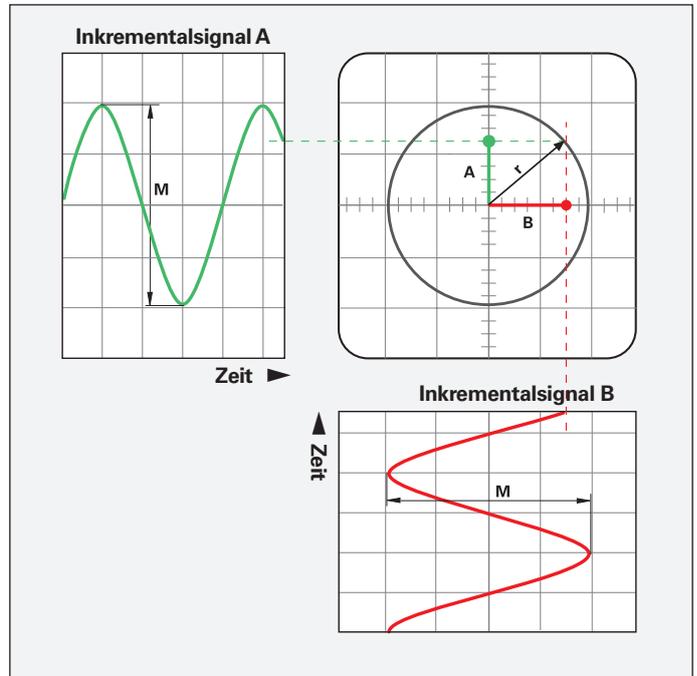
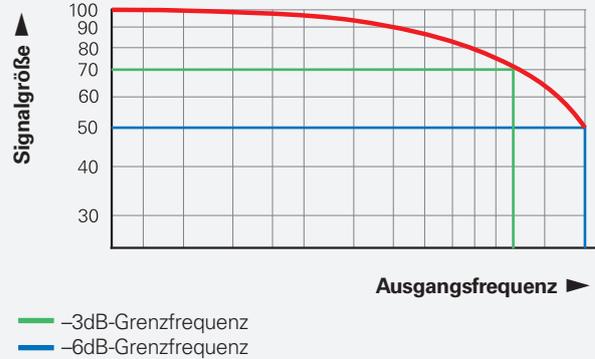
Ausgangssignale der Schaltung

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

Verstärkung 3,48fach

Grenzfrequenz

Typischer Verlauf der Signalgröße abhängig von der Ausgangsfrequenz (messgeräteabhängig)



Inkrementalsignale Referenzmarkensignal

$R_a < 100 \Omega$, typ. 24 Ω

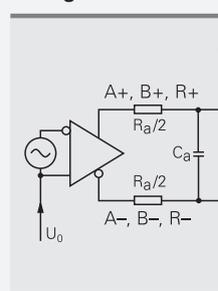
$C_a < 50 \text{ pF}$

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

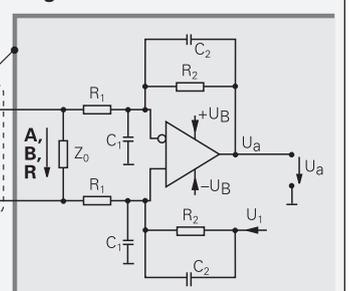
$U_0 = 2,5 \text{ V} \pm 0,5 \text{ V}$

(bezogen auf 0 V der Spannungsversorgung)

Messgerät



Folge-Elektronik



Eingangsschaltung der Folge-Elektronik für hohe Signalfrequenzen

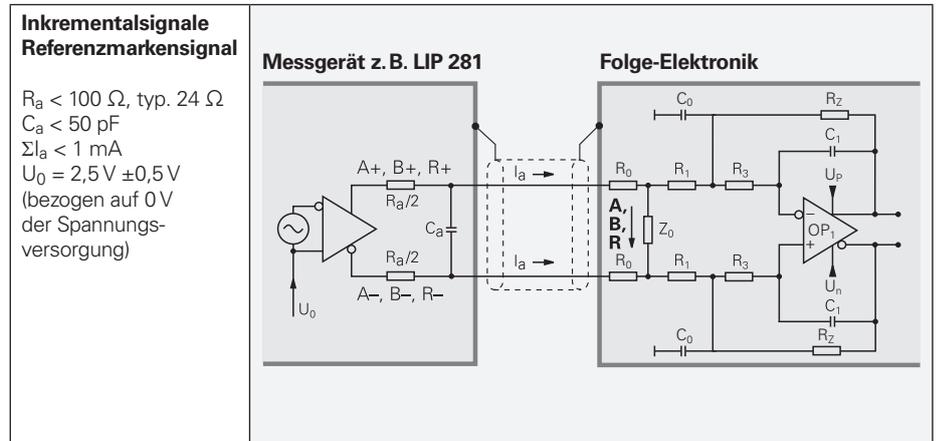
Für hochgenaue Messgeräte mit hoher Signalfrequenz ist eine spezielle Eingangsschaltung notwendig.

-3dB-Grenzfrequenz der Schaltung

Für die Eingangsschaltung gibt es verschiedene Beschaltungsmöglichkeiten. Dadurch können unterschiedliche Grenzfrequenzen realisiert werden. Je nach Anwendung und verwendetem Messgerät sollte die Empfängerschaltung angepasst werden, um ein Maximum an Performance für das Gesamtsystem zu erreichen.

Ausgangssignale der Schaltung

Die Eingangsschaltung wurde für einen nachgeschalteten AD-Wandler mit einem Eingangsbereich von $2V_{SS}$ optimiert. Es ergibt sich ein Verstärkungsfaktor der Signale von 1,21. Dies führt zu einer Ausgangsspannung $U_a = 1,21 V_{SS}$ der A und B Signale. Für das R Signal ergibt sich eine Verstärkung von 0,58.



Grenzfrequenz -3 dB

Signal	500 kHz		2,5 MHz		5 MHz		10 MHz	
	A, B	R	A, B	R	A, B	R	A, B	R
U_a	0 V		0 V		0 V		0 V	
U_p	+5 V		+5 V		+5 V		+5 V	
U_n	0 V		0 V		0 V		0 V oder -5 V	
Z₀*	127 Ω	59,0 Ω	133 Ω	59,0 Ω	133 Ω	59,0 Ω	133 Ω	59,0 Ω
R₀	0 Ω	31,6 Ω	0 Ω	31,6 Ω	0 Ω	31,6 Ω	0 Ω	31,6 Ω
R₁	1,21 kΩ		681 Ω		681 Ω		681 Ω	
R₂	1,47 kΩ		825 Ω		825 Ω		825 Ω	
R₃	1,82 kΩ		464 Ω		464 Ω		464 Ω	
C₀	220 pF		100 pF		47 pF		22 pF	
C₁	68 pF		47 pF		22 pF		10 pF	
OP₁	z. B. THS452x						z. B. AD8138	

* Als effektiver Abschlusswiderstand der Schaltung ergeben sich $\approx 120 \Omega$ für A, B und R.

Inkrementalsignale

~ 11 μA_{SS} – sinusförmige Signale

HEIDENHAIN-Messgeräte mit ~ 11- μA_{SS} -Schnittstelle geben Stromsignale aus. Sie sind vorgesehen zum Anschluss an Positionsanzeigen ND oder Impulsformer-Elektroniken EXE von HEIDENHAIN.

Die sinusförmigen **Inkrementalsignale** I_1 und I_2 sind um 90° el. phasenverschoben und haben einen Signalpegel von typisch 11 μA_{SS} . Die dargestellte Folge der Ausgangssignale – I_2 nacheilend zu I_1 – gilt für die in der Anschlussmaßzeichnung angegebene Bewegungsrichtung bzw. bei Messtastern für den einfahrenden Messbolzen.

Das **Referenzmarkensignal** I_0 besitzt einen Nutzanteil G von ca. 5,5 μA .

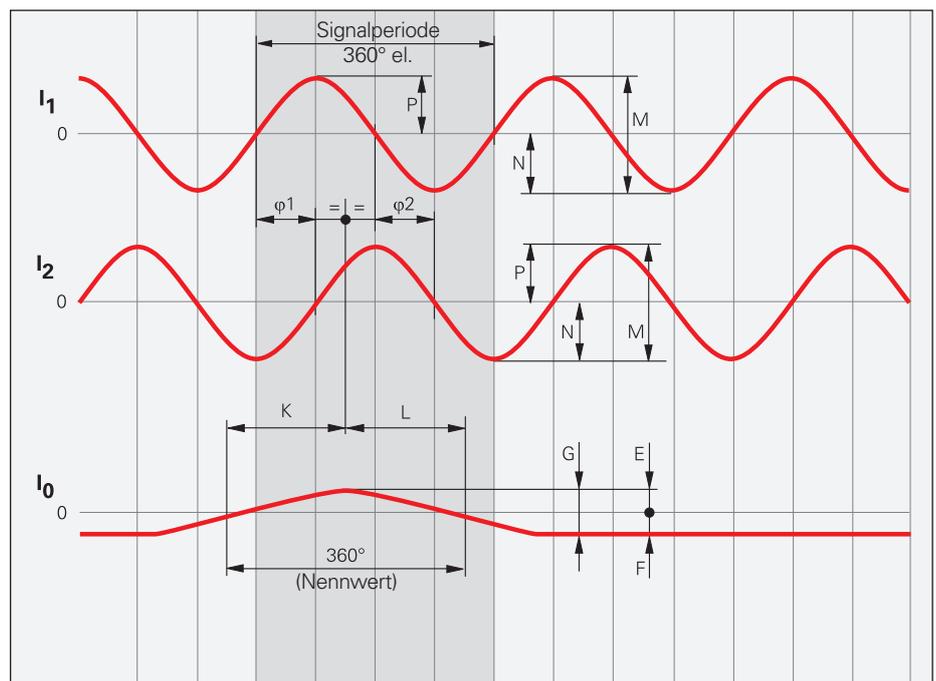
Die **Signalgröße** gilt bei der in den *Technischen Daten* angegebenen Versorgungsspannung am Messgerät. Sie bezieht sich auf eine Differenzmessung zwischen den zusammengehörigen Ausgängen. Die Signalgröße ändert sich mit zunehmender Frequenz. Die **Grenzfrequenz** gibt an, bis zu welcher Frequenz ein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

- -3 dB-Grenzfrequenz: 70 % der Signalgröße
- -6 dB-Grenzfrequenz: 50 % der Signalgröße

Interpolation/Auflösung/Messschritt

Die Ausgangssignale der 11- μA_{SS} -Schnittstelle werden üblicherweise in der Folge-Elektronik – Positionsanzeigen ND oder Impulsformer-Elektroniken EXE von HEIDENHAIN – interpoliert, um ausreichende hohe Auflösungen zu erreichen.

Schnittstelle	sinusförmige Stromsignale ~ 11 μA_{SS}
Inkrementalsignale	2 annähernd sinusförmige Signale I_1 und I_2 Signalgröße M: 7 bis 16 μA_{SS} /typ. 11 μA_{SS} Symmetrieabweichung $ P - N /2M$: $\leq 0,065$ (entspricht 15°) 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 I_0 Nutzanteil G: 2 μA bis 8,5 μA Störabstand E, F: $\geq 0,4 \mu\text{A}$ Nulldurchgänge K, L: $180^\circ \pm 90^\circ$ el.
Verbindungskabel	HEIDENHAIN-Kabel mit Abschirmung PUR $[3(2 \times 0,14 \text{ mm}^2) + (2 \times 1 \text{ mm}^2)]$
Kabellänge	max. 30 m
Signallaufzeit	6 ns/m



□TTL – Rechtecksignale

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

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

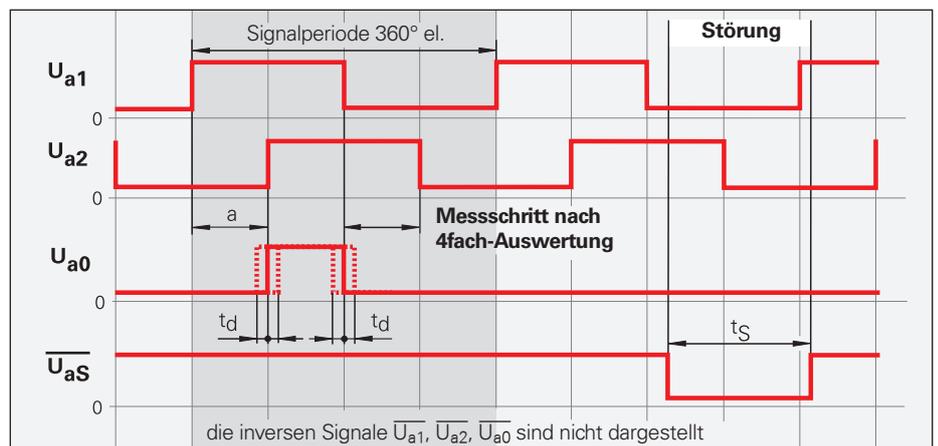
Der **Messschritt** ergibt sich aus dem Abstand zwischen zwei Flanken der Inkrementalsignale U_{a1} und U_{a2} durch 1fach-, 2fach- oder 4fach-Auswertung.

Die Folge-Elektronik muss so ausgelegt sein, dass sie jede Flanke der Rechteckimpulse erfasst. Der in den *Technischen Daten* angegebene minimale **Flankenabstand a** gilt für die angegebene Eingangsschaltung bei Kabellänge 1 m und bezieht sich auf eine Messung am Ausgang des Differenzleitungsempfängers.

Hinweis

Referenzmarkensignal, Störsignal, sowie die inversen Signale werden nicht von allen Messgeräten ausgegeben. Bitte sehen Sie dazu die Anschlussbelegung.

Schnittstelle	Rechtecksignale □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) $ t_d \leq 50$ ns
Störungssignal Impulsbreite	1 TTL-Rechteckimpuls $\overline{U_{aS}}$ Störung: LOW (auf Anfrage: U_{a1}/U_{a2} hochohmig) Gerät in Ordnung: HIGH $t_s \geq 20$ ms
Signalgröße	Differenzleitungstreiber nach EIA-Standard RS 422
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 z. B. 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) typ. 6 ns/m



Getaktete Ausgangssignale sind typisch für Messgeräte und Interpolationselektroniken mit 5fach-Interpolation (oder höher). Bei ihnen wird der Flankenabstand a aus einer internen Taktquelle abgeleitet. Gleichzeitig definiert die Taktfrequenz auch die zulässige Eingangsfrequenz der Inkrementalsignale ($1 V_{SS}$ bzw. $11 \mu A_{SS}$) und daraus resultierend die max. zulässige Drehzahl bzw. Verfahrgeschwindigkeit:

$$a_{nom} = \frac{1}{4 \cdot IPF \cdot fe_{nom}}$$

a_{nom} nominaler Flankenabstand
 IPF Interpolationsfaktor
 fe_{nom} nominale Eingangsfrequenz

Die Toleranzen der internen Taktquelle beeinflussen den Flankenabstand a des Ausgangssignals und die Eingangsfrequenz f_e und somit Verfahrgeschwindigkeit bzw. Drehzahl.

In der Angabe für den Flankenabstand sind diese Toleranzen bereits mit 5 % berücksichtigt: Es ist jeweils nicht der nominale, sondern der minimale Flankenabstand a_{min} angegeben.

Bei der maximal zulässigen Eingangsfrequenz muss hingegen eine Toleranz von mindestens 5 % berücksichtigt werden. Das bedeutet, dass sich auch die maximal zulässige Verfahrgeschwindigkeit bzw. Drehzahl entsprechend reduzieren.

Messgeräte und Interpolationselektroniken ohne Interpolation verfügen in aller Regel über **nicht getaktete Ausgangssignale**. Der bei einer maximal zulässigen Eingangsfrequenz auftretende minimale Flankenabstand a_{min} ist aus den *Technischen Daten* ersichtlich. Wird die Eingangsfrequenz reduziert, erhöht sich der Flankenabstand entsprechend.

Zusätzlich reduzieren **kabelabhängige Laufzeitunterschiede** den Flankenabstand um 0,2 ns pro Meter Kabellänge. Um Zählfehler zu vermeiden, sind 10 % Sicherheit zu berücksichtigen. Die Folge-Elektronik ist so auszulegen, dass sie auch noch 90 % des resultierenden Flankenabstandes verarbeiten kann.

Bitte beachten Sie:

Die max. zulässige **Drehzahl** bzw. **Verfahrgeschwindigkeit** darf auch kurzzeitig nicht überschritten werden, da dies zu einem irreversiblen Verzählen führt.

Berechnungsbeispiel 1

Längenmessgerät LIDA 400
 Anforderungen: Anzeigeschritt 0,5 μ m, Verfahrgeschwindigkeit 1 m/s, Ausgangssignale TTL, Kabellänge zur Folge-Elektronik 25 m.
 Welchen minimalen Flankenabstand muss die Folge-Elektronik verarbeiten?

Auswahl des Interpolationsfaktors

20 μ m Teilungsperiode : 0,5 μ m Anzeigeschritt = 40fach-Unterteilung
 Auswertung in der Folge-Elektronik 4fach
Interpolation 10fach

Auswahl des Flankenabstands

Verfahrgeschwindigkeit 60 m/min (enstpr. 1 m/s)
 + Toleranzwert 5 % 63 m/min

In Technischen Daten auswählen:

nächste LIDA-400-Version 120 m/min (aus *Technische Daten*)
minimaler Flankenabstand 0,22 μ s (aus *Technische Daten*)

Bestimmen des Flankenabstands, den die Folge-Elektronik verarbeiten muss

abzügl. kabelabhängige Laufzeitunterschiede 0,2 ns pro Meter
 bei 25 m Kabellänge 5 ns
 resultierender Flankenabstand 0,215 μ s
 abzügl. 10 % Sicherheit 0,022 μ s
min. Flankenabstand an der Folge-Elektronik 0,193 μ s

Berechnungsbeispiel 2

Winkelmessgerät ERA 4000 mit 32 768 Strichen
 Anforderungen: Messschritt 0,1", Ausgangssignale TTL (externe Interface-Elektronik IBV notwendig), Kabellänge von IBV zur Folge-Elektronik 20 m, Minimaler Flankenabstand, den die Folge-Elektronik verarbeiten kann, 0,5 μ s (Eingangsfrequenz 2 MHz).
 Welche Drehzahl ist möglich?

Auswahl des Interpolationsfaktors

32 768 Striche entspricht 40" Signalperiode
 Signalperiode 40": Messschritt 0,1" = 400fach-Unterteilung
 Auswertung in der Folge-Elektronik 4fach
Interpolation in der IBV 100fach

Berechnen des Flankenabstands

Zul. Flankenabstand der Folge-Elektronik 0,5 μ s
 Dies entspricht 90 % des resultierenden Flankenabstands
 daraus folgt: resultierender Flankenabstand 0,556 μ s
 abzügl. kabelabhängige Laufzeitunterschiede 0,2 ns pro Meter
 bei 20 m Kabellänge 4 ns
minimaler Flankenabstand IBV 102 \geq 0,56 μ s

Auswahl der Eingangsfrequenz

Gemäß Produktinformation sind bei der IBV 102 die Eingangsfrequenzen und somit die Flankenabstände a einstellbar.
 nächster passende Flankenabstand 0,585 μ s
Eingangsfrequenz bei 100fach-Interpolation 4 kHz

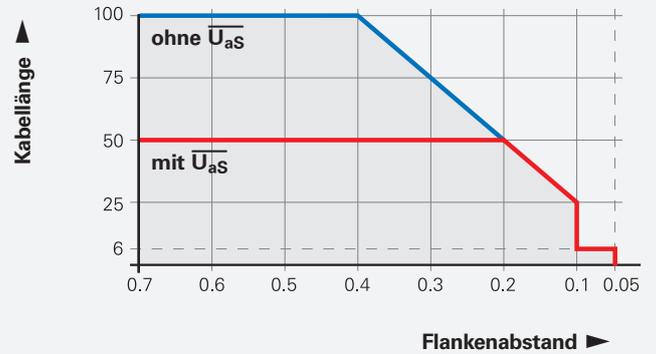
Berechnen der zulässigen Drehzahl

abzügl. 5 % Toleranz 3,8 kHz
 Dies sind 3800 Signale pro Sekunde oder 228000 Signale pro Minute.
 Bei 32 768 Strichen des ERA 4000 gilt:
max. zulässige Drehzahl 6,95 Umdrehungen/min.

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 Versorgungsspannung (siehe *Technische Daten*) am Messgerät gewährleistet sein. Über Sensorleitungen lässt sich die Spannung am Messgerät erfassen und gegebenenfalls mit einer entsprechenden Regeleinrichtung (Remote-Sense-Netzteil) nachregeln.

Größere Kabellängen sind nach Rücksprache mit HEIDENHAIN möglich.

Zulässige Kabellänge
in Abhängigkeit vom
Flankenabstand



Eingangsschaltung der Folge-Elektronik

Dimensionierung

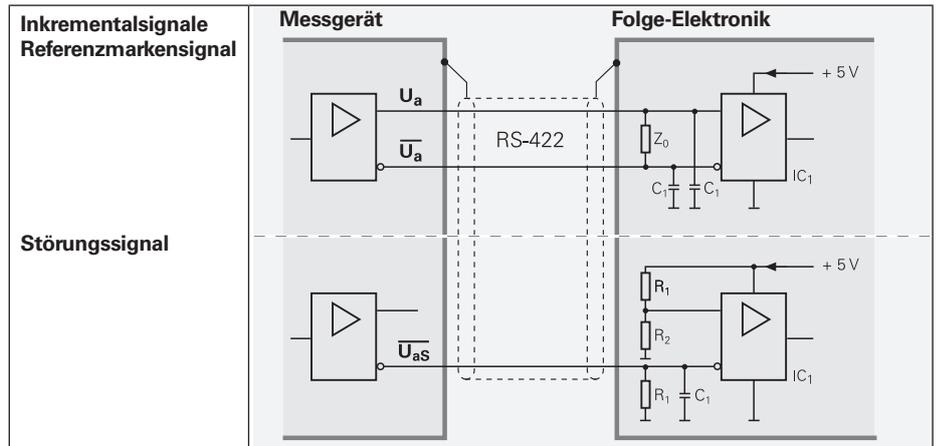
IC_1 = empfohlene Differenzleitungsempfänger:
DS 26 C 32 AT
nur für $a > 0,1 \mu s$:
AM 26 LS 32
MC 3486
SN 75 ALS 193

$R_1 = 4,7 \text{ k}\Omega$

$R_2 = 1,8 \text{ k}\Omega$

$Z_0 = 120 \Omega$

$C_1 = 220 \text{ pF}$ (dient zur Verbesserung der Störsicherheit)



Inkrementalsignale

HTL – Rechtecksignale

HEIDENHAIN-Messgeräte mit HTL-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 störichere Übertragung (nicht bei HTLs). Die dargestellte Folge der Ausgangssignale – U_{a2} nacheilend zu U_{a1} – gilt für die in der Anschlussmaßzeichnung angegebene Bewegungsrichtung.

Das **Störungssignal** $\overline{U_{aS}}$ zeigt Fehlfunktionen an, wie z. B. 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.

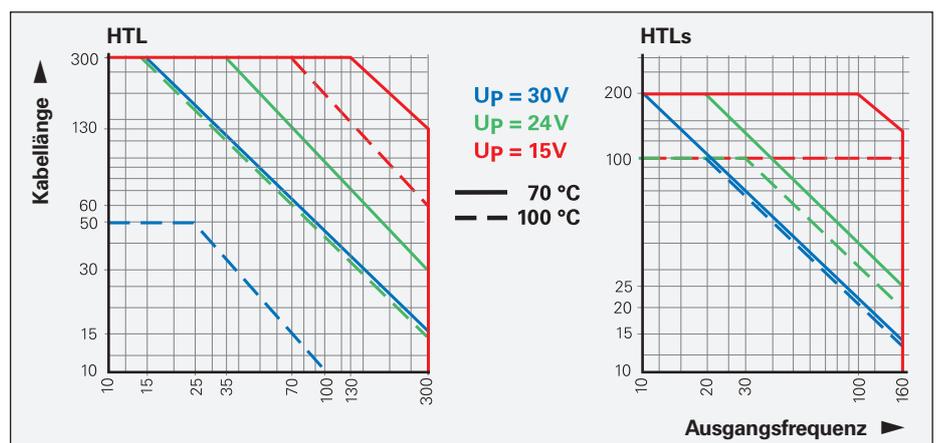
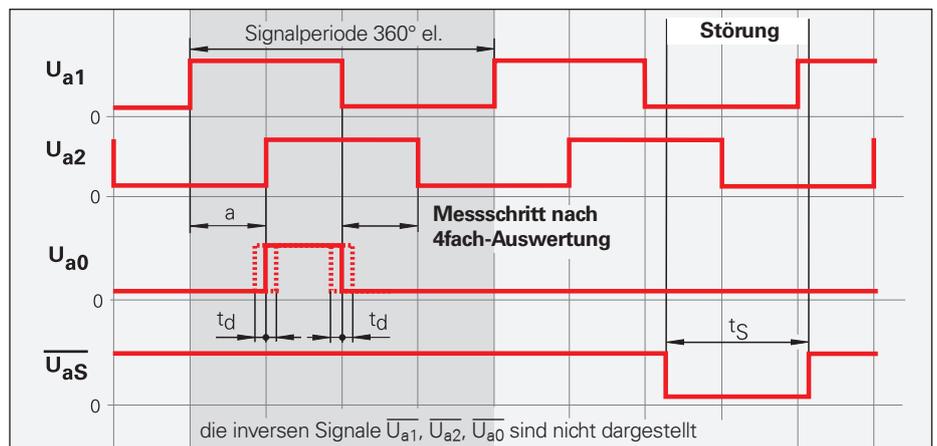
Die Folge-Elektronik muss so ausgelegt sein, dass sie jede Flanke der Rechteckimpulse erfasst. Der in den *Technischen Daten* angegebene minimale **Flankenabstand a** bezieht sich auf eine Messung am Ausgang der angegebenen Differenz-Eingangsschaltung. Um Zählfehler zu vermeiden, sollte die Folge-Elektronik so ausgelegt sein, dass sie auch noch 90 % des Flankenabstandes a verarbeiten kann.

Die max. zulässige **Drehzahl** bzw. **Verfahrgeschwindigkeit** darf auch kurzzeitig nicht überschritten werden.

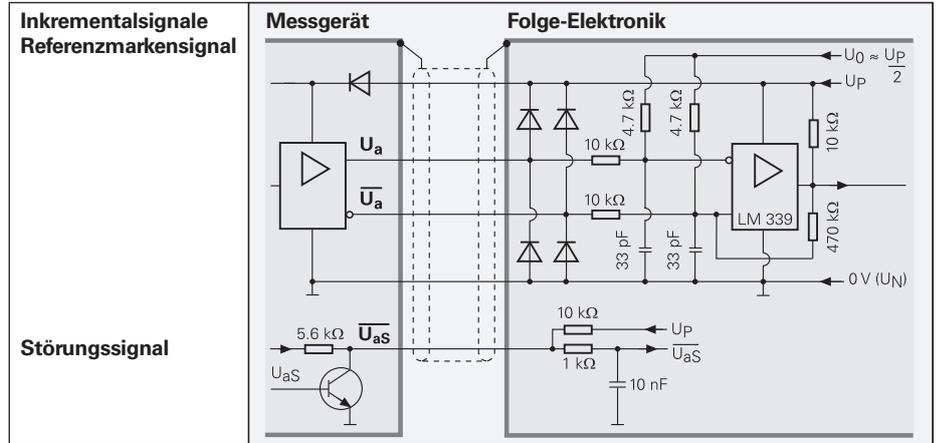
Die zulässige **Kabellänge** bei inkrementalen Messgeräten mit HTL-Signalen ist abhängig von der Ausgangsfrequenz, der anliegenden Versorgungsspannung und der Arbeitstemperatur des Messgeräts.

Die **Stromaufnahme** bei Messgeräten mit HTL-Ausgangssignalen ist abhängig von der Ausgangsfrequenz und der Kabellänge zur Folge-Elektronik.

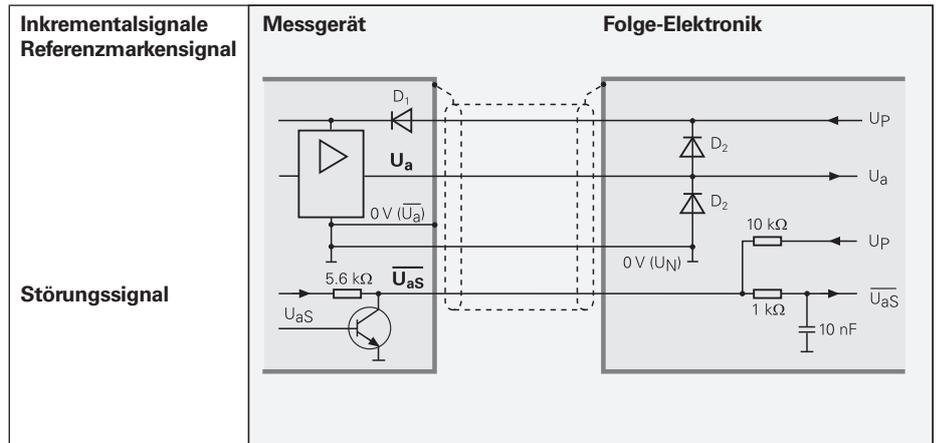
Schnittstelle	Rechtecksignale HTL, HTLs	
Inkrementalsignale	2 HTL-Rechtecksignale U_{a1}, U_{a2} und deren inverse Signale $\overline{U_{a1}}$, $\overline{U_{a2}}$ (HTLs ohne $\overline{U_{a1}}$, $\overline{U_{a2}}$)	
Referenzmarkensignal Impulsbreite Verzögerungszeit	1 oder mehrere HTL-Rechteckimpulse U_{a0} und deren inverse Impulse $\overline{U_{a0}}$ (HTLs ohne $\overline{U_{a0}}$) 90° el. (andere Breite auf Anfrage) $ t_d \leq 50$ ns	
Störungssignal Impulsbreite	1 HTL-Rechteckimpuls $\overline{U_{aS}}$ Störung: LOW Gerät in Ordnung: HIGH $t_S \geq 20$ ms	
Signalpegel	$U_H \geq 21$ V bei $-I_H = 20$ mA $U_L \leq 2,8$ V bei $I_L = 20$ mA	bei Versorgungsspannung $U_P = 24$ V, ohne Kabel
zulässige Belastung	$ I_L \leq 100$ mA max. Last pro Ausgang, (außer $\overline{U_{aS}}$) $C_{Last} \leq 10$ nF gegen 0 V Ausgänge max. 1 min kurzschlussfest nach 0 V und U_P (außer $\overline{U_{aS}}$)	
Schaltzeiten (10 % bis 90 %)	$t_+/t_- \leq 200$ ns (außer $\overline{U_{aS}}$) mit 1 m Kabel und angegebener Eingangsschaltung	
Verbindungskabel Kabellänge Signallaufzeit	HEIDENHAIN-Kabel mit Abschirmung z. B. PUR [4(2 × 0,14 mm ²) + (4 × 0,5 mm ²)] max. 300 m (HTLs max. 100 m) 6 ns/m	



Eingangsschaltung der Folge-Elektronik HTL



HTLs



Sonstige Signale

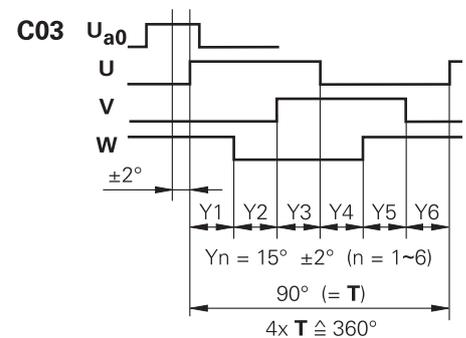
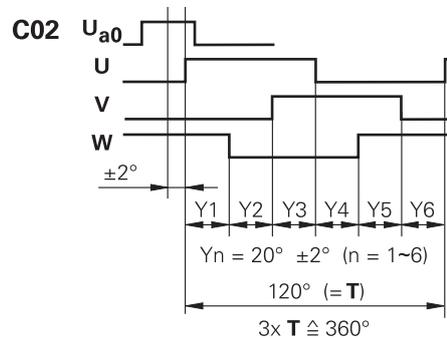
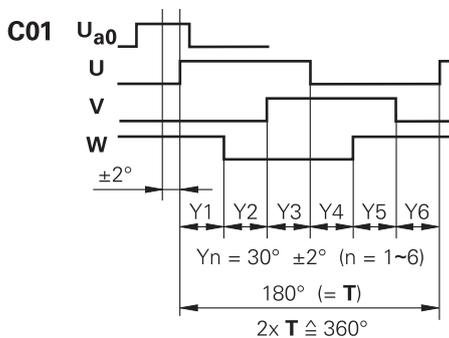
Kommutierungssignale für Blockkommutierung

Die **Block-Kommutierungssignale U, V und W** werden aus drei separaten Spuren gewonnen. Sie werden als Rechtecksignale im TTL-Pegel ausgegeben.

Schnittstelle	Rechtecksignale \square TTL
Kommutierungssignale	3 Rechtecksignale U, V, W und deren invertierte Signale $\bar{U}, \bar{V}, \bar{W}$
Breite	2x180° mech., 3x120° mech. oder 4x90° mech. (weitere auf Anfrage)
Signalpegel	siehe <i>Inkrementalsignale</i> \square TTL
Inkrementalsignale	siehe <i>Inkrementalsignale</i> \square TTL
Verbindungskabel	HEIDENHAIN-Kabel mit Abschirmung z. B. PUR [6(2 x 0,14 mm ²) + (4 x 0,5 mm ²)]
Kabellänge	max. 100 m
Signallaufzeit	6 ns/m

Kommutierungssignale

(Werte in Grad mechanisch)

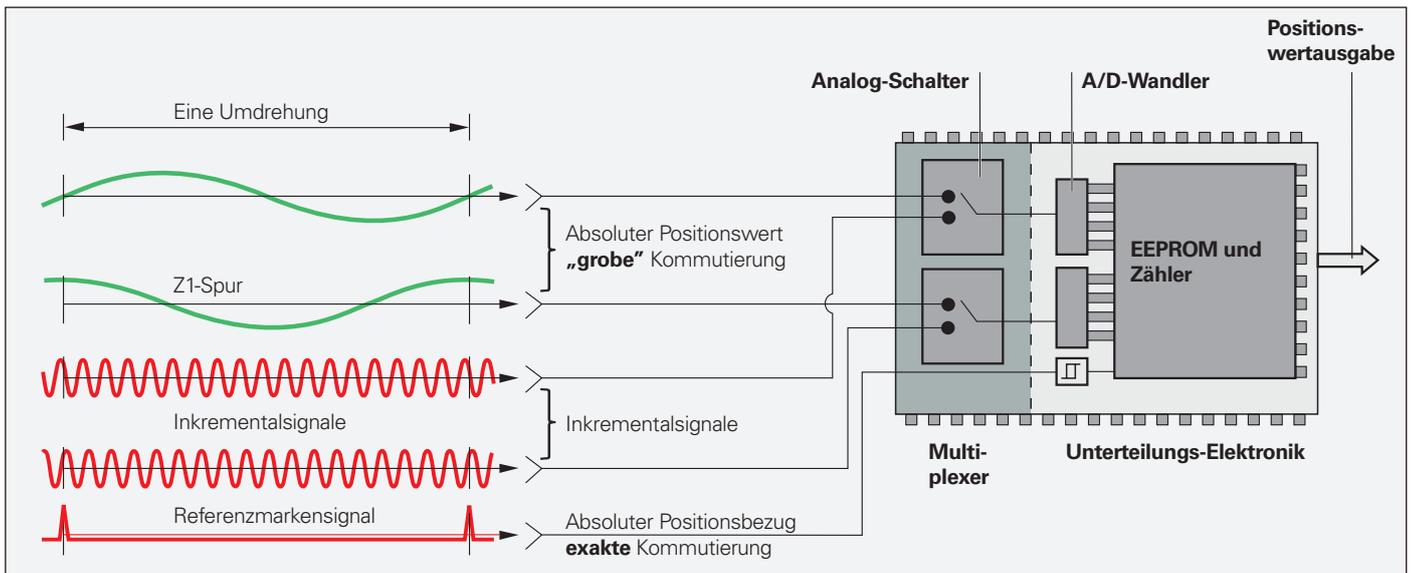


Kommutierungssignale für Sinuskommutierung

Die **Kommutierungssignale C und D** werden aus der sogenannten Z1-Spur gewonnen und entsprechen einer Sinus- bzw. Kosinusperiode pro Umdrehung. Sie besitzen eine Signalgröße von typ. $1 V_{SS}$ an $1 k\Omega$. Die Eingangsschaltung der Folge-Elektronik entspricht der $\sim 1 V_{SS}$ -Schnittstelle. Der erforderliche Abschlusswiderstand Z_0 beträgt jedoch $1 k\Omega$ anstatt 120Ω .

Schnittstelle	sinusförmige Spannungssignale $\sim 1 V_{SS}$
Kommutierungssignale	2 annähernd sinusförmige Signale C und D Signalpegel siehe <i>Inkrementalsignale</i> $\sim 1 V_{SS}$
Inkrementalsignale	siehe <i>Inkrementalsignale</i> $\sim 1 V_{SS}$
Verbindungskabel	HEIDENHAIN-Kabel mit Abschirmung z. B. PUR [4(2 x 0,14 mm ²) + (4 x 0,14 mm ²) + (4 x 0,5 mm ²)] max. 150 m 6 ns/m
Kabellänge	
Signallaufzeit	

Elektronische Kommutierung mit Z1-Spur



Sonstige Signale

Limit-Schalter

Messgeräte mit Limitschalter, z. B. LIDA 400, sind mit zwei integrierten Limit-Schaltern ausgestattet, die eine Endlagen-Erkennung oder den Aufbau einer Homing-Spur ermöglichen. Die Limit-Schalter werden durch unterschiedliche aufklebbare Magnete betätigt, damit wird ein gezieltes Schalten des rechten oder linken Limit-Schalters möglich. Durch Aneinanderreihen von Magneten lassen sich auch Homing-Spuren aufbauen.

Die Limit-Schalter-Signale werden über separate Leitungen ausgegeben und sind so direkt verfügbar.

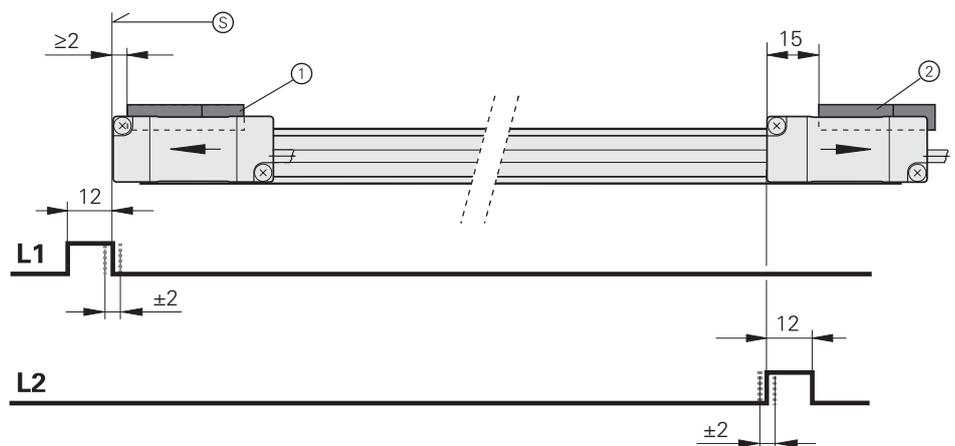
		LIDA 4xx
Ausgangssignale		HIGH-/LOW-Pegel je 1 TTL-Rechteckimpuls für Limit-Schalter L1 und L2
Signalgröße		Kollektorstufe mit Arbeitswiderstand 10 k Ω gegen 5 V
zulässige Belastung		$I_{aL} \leq 4 \text{ mA}$ $I_{aH} \leq 4 \text{ mA}$
Schaltzeiten Anstiegszeit (10 % bis 90 %) Abfallzeit		$t_+ \leq 10 \mu\text{s}$ $t_- \leq 3 \mu\text{s}$ gemessen mit 3 m Kabel und empfohlener Eingangsschaltung
zulässige Kabellänge		max. 20 m

mm

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

L1/L2 = Ausgangssignale der
 Limit-Schalter 1 und 2
 Toleranz der Schaltflanke: $\pm 2 \text{ mm}$

Ⓢ = Beginn der Messlänge ML
 1 = Magnet N für Limit-Schalter 1
 2 = Magnet S für Limit-Schalter 2

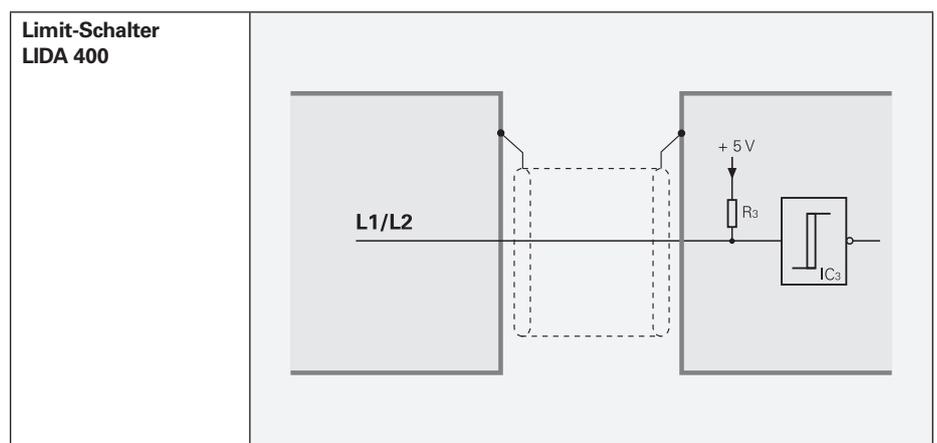


Eingangsschaltung der Folge-Elektronik

Dimensionierung

IC₃ z. B. 74AC14

R₃ = 1,5 k Ω



Lage-Erkennung

Messgeräte mit Lage-Erkennung, z. B. LIF 4x1/LIP 60x1, verfügen neben der Inkrementalteilung über eine Homing-Spur und Limit-Schalter zur Endlagenerkennung.

Die Signale werden im TTL-Pegel über separate Leitungen H und L ausgegeben und sind so direkt verfügbar.

Beim LIP 60x1 ist mit dem PWM 21 auch ein Feinabgleich der Limit/Homing-Lage möglich.

LIF 4x1/LIP 60x1

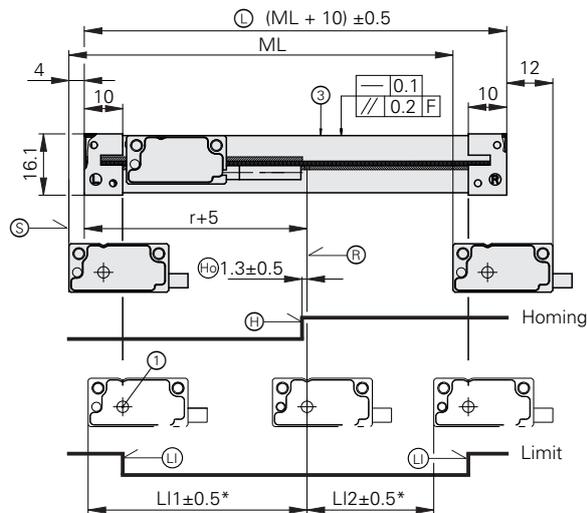
Ausgangssignale	je 1 TTL-Impuls für Homing-Spur H und Limit-Schalter L
Signalgröße	TTL $U_H \geq 3,8V$ bei $-I_H = 8\text{ mA}$ $U_L \leq 0,45V$ bei $I_L = 8\text{ mA}$
zulässige Belastung	$R \geq 680\ \Omega$ $ I_L \leq 8\text{ mA}$
zulässige Kabellänge	max. 10 m, bei LIP 60x1 während des Abgleichs mit PWM 21 max. 3 m

LIP 60x1

mm

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

- Ⓜ = Referenzmarken-Lage
- Ⓢ = Beginn der Messlänge ML
- Ⓣ = Limit-Marke, verstellbar
- Ⓟ = Schalter für Homingspur
- Ⓡ = Schalter für Limit

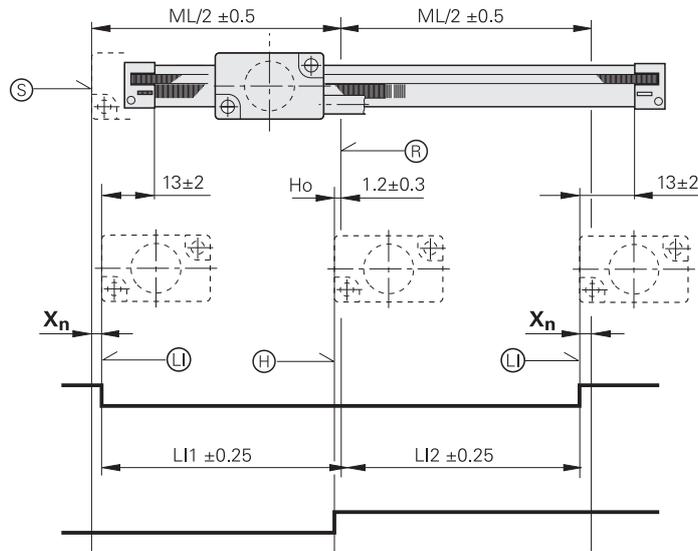


LIF 4x1

mm

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

Ⓜ = Referenzmarken-Lage
 Ⓢ = Beginn der Messlänge ML
 ⊕ = Limit-Marke, verstellbar
 ⊕ = Schalter für Homingspur
 Ho = Schaltpunkt Homing

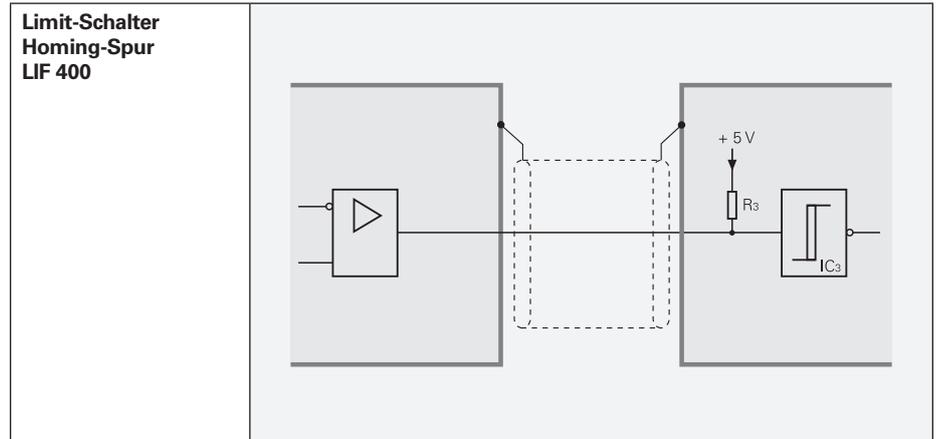


$X_n =$
 Var. 01 $X_1 = 2$ mm
 Var. 02 $X_2 = 14$ mm
 Var. 03 $X_3 = 22$ mm

Eingangsschaltung der Folge-Elektronik

Dimensionierung

IC₃ z. B. 74AC14
 R₃ = 4,7 kΩ



Weitere Informationen

Interface-Elektroniken

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

Eingangssignale der Interface-Elektronik

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

Ausgangssignale der Interface-Elektronik

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

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

Interpolation der sinusförmigen Eingangssignale

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

Bildung eines Positionswerts

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

Gehäusebauform



Steckerbauform



Kabelbauform



Hutschienen-Bauform



Ausgänge		Eingänge		Bauforn – Schutzart	Interpolation ¹⁾ bzw. Unterteilung	Typ
Schnittstelle	Anzahl	Schnittstelle	Anzahl			
□ TTL	1	~ 1 V _{SS}	1	Gehäusebauform – IP65	5/10fach	IBV 101
					20/25/50/100fach	IBV 102
					ohne Interpolation	IBV 600
					25/50/100/200/400fach	IBV 660B
		Steckerbauform – IP40	5/10fach	IBV 3171		
			20/25/50/100fach	IBV 3271		
		~ 11 μA _{SS}	1	Gehäusebauform – IP65	5/10fach	EXE 101
					20/25/50/100fach	EXE 102
□ TTL/ ~ 1 V _{SS} einstellbar	2	~ 1 V _{SS}	1	Gehäusebauform – IP65	2fach	IBV 6072
					5/10fach	IBV 6172
					5/10fach und 20/25/50/100fach	IBV 6272
EnDat 2.2	1	~ 1 V _{SS}	1	Gehäusebauform – IP65	≤ 16384fach Unterteilung	EIB 192
				Steckerbauform – IP40	≤ 16384fach Unterteilung	EIB 392
			2	Gehäusebauform – IP65	≤ 16384fach Unterteilung	EIB 1512
DRIVE-CLiQ	1	EnDat 2.2	1	Gehäusebauform – IP65	–	EIB 2391 S
				Kabelbauform – IP65	–	EIB 3392 S
Fanuc Serial Interface	1	~ 1 V _{SS}	1	Gehäusebauform – IP65	≤ 16384fach Unterteilung	EIB 192 F
				Steckerbauform – IP40	≤ 16384fach Unterteilung	EIB 392 F
			2	Gehäusebauform – IP65	≤ 16384fach Unterteilung	EIB 1592 F
Mitsubishi high speed interface	1	~ 1 V _{SS}	1	Gehäusebauform – IP65	≤ 16384fach Unterteilung	EIB 192 M
				Steckerbauform – IP40	≤ 16384fach Unterteilung	EIB 392 M
			2	Gehäusebauform – IP65	≤ 16384fach Unterteilung	EIB 1592 M
Yaskawa Serial Interface	1	EnDat 2.2	1	Steckerbauform – IP40	–	EIB 3391 Y
PROFIBUS-DP	1	EnDat 2.2	1	Hutschienen-Bauform	–	PROFIBUS-Gateway
PROFINET IO	1	EnDat 2.2	1	Hutschienen-Bauform	–	PROFINET-Gateway

¹⁾ umschaltbar

Diagnose, Prüf- und Testgeräte

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

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

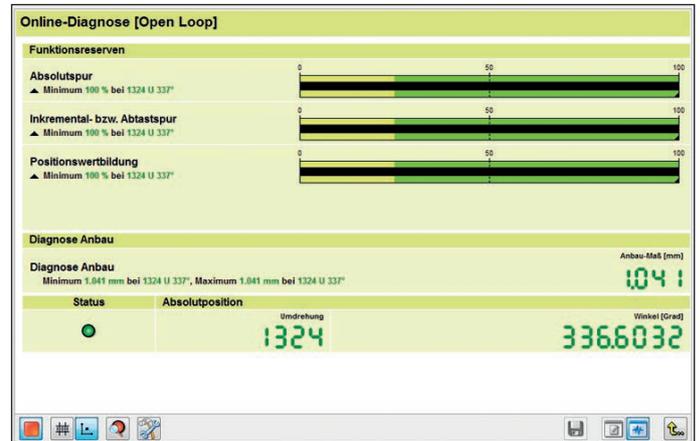
Absolute Messgeräte arbeiten mit serieller Datenübertragung. Abhängig von der Schnittstelle werden zusätzlich 1-V_{SS}-Inkrementalsignale ausgegeben. Die Signale werden geräteintern umfangreich überwacht. Das Überwachungsergebnis (speziell bei Bewertungszahlen) kann neben den Positionswerten über die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

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

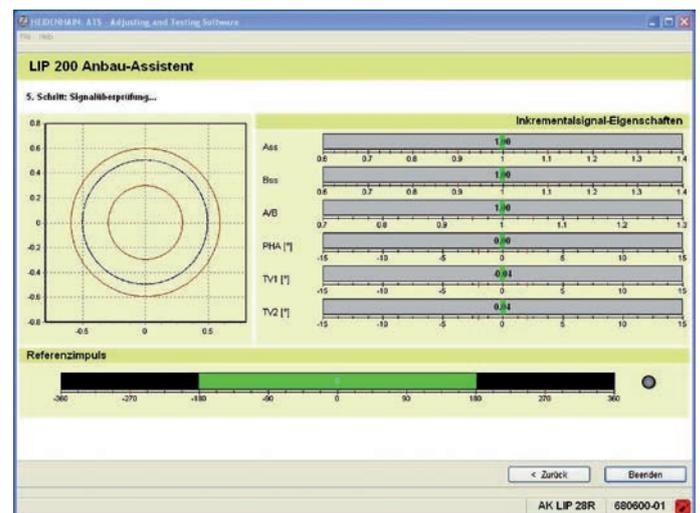
Die Folge-Elektronik kann damit ohne großen Aufwand den aktuellen Zustand des Messgerätes auch im geschlossenen Regelbetrieb bewerten.

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

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



Diagnose über PWM 21 und ATS-Software



Inbetriebnahme über PWM 21 und ATS-Software

Übersicht		PWM 21		PWT 101
Schnittstelle	Ausgangssignale	Messgeräte-Diagnose	Monitoring-Betrieb	Messgeräte-Diagnose
EnDat 2.1	Positionswert Inkrementalsignale	Ja Ja	Nein Ja	Ja Ja
EnDat 2.2	Positionswert Bewertungszahlen	Ja Ja	Ja Ja ¹⁾	Ja Ja
DRIVE-CLiQ	Positionswert Bewertungszahlen	Ja Ja	Nein Nein	Nein ⁷⁾ Nein ⁷⁾
Fanuc	Positionswert Bewertungszahlen	Ja Ja	Ja Ja	Ja ⁸⁾ Ja ⁸⁾
Mitsubishi	Positionswert Bewertungszahlen	Ja Ja ⁵⁾	Ja Ja ^{1) 5)}	Ja ⁸⁾ Ja ⁸⁾
Panasonic	Positionswert Bewertungszahlen	Ja Ja	Ja Ja ¹⁾	Ja ⁸⁾ Ja ⁸⁾
Yaskawa	Positionswert Bewertungszahlen	Ja Ja ⁶⁾	Nein ⁷⁾ Nein ⁷⁾	Ja ⁸⁾ Ja ⁸⁾
SSI	Positionswert Inkrementalsignale	Ja Ja	Nein Ja	Nein Nein
1V_{SS}	Inkrementalsignale	Ja	Ja	Ja
11 μA_{SS}	Inkrementalsignale	Ja	Ja	Ja
TTL	Inkrementalsignale Abtastsignale	Ja Ja ⁴⁾	Ja Nein	Ja Ja ⁴⁾
HTL	Inkrementalsignale	Ja ²⁾	Nein	Nein ⁷⁾
Kommutierung	Blockkommutierung Sinuskommutierung	Ja ²⁾ Ja	Nein Ja	Ja ³⁾ Ja

¹⁾ Information muss von der Steuerung angefragt und übertragen werden

²⁾ über entsprechenden Signaladapter

³⁾ nur für Messgeräte mit Blockkommutierung, siehe Dokumentation des Messgeräts

⁴⁾ wenn vom Messgerät unterstützt (PWT-Funktion)

⁵⁾ nicht verfügbar für Messgeräte mit Bestellbezeichnung Mitsu01

⁶⁾ nicht verfügbar für EIB 3391Y

⁷⁾ Funktion aktuell noch nicht verfügbar

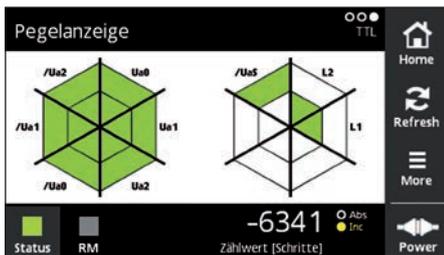
⁸⁾ Voraussetzung ist eine Two-Pair-Transmission (weitere Informationen siehe Dokumentation *PWT 100/PWT 101*)

PWT 101

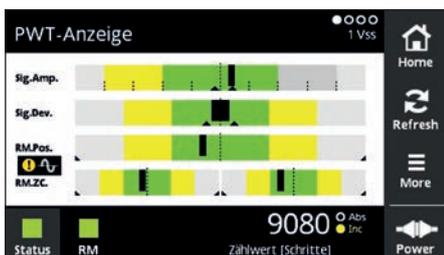
Das PWT 101 ist ein Testgerät zur Funktionskontrolle sowie Justage von inkrementalen und absoluten HEIDENHAIN-Messgeräten. Dank der kompakten Abmessungen und des robusten Designs ist das PWT 101 besonders für den mobilen Einsatz geeignet.



PWT 101	
Messgerät-Eingang nur für HEIDENHAIN-Messgeräte	<ul style="list-style-type: none"> • EnDat • Fanuc Serial Interface • Mitsubishi high speed interface • Panasonic Serial Interface • Yaskawa Serial Interface • 1 V_{SS} • 11 μA_{SS} • TTL
Anzeige	4,3" Farb-Flachbildschirm (Touchscreen)
Versorgungsspannung	DC 24 V Leistungsaufnahme max. 15 W
Arbeitstemperatur	0 °C bis 40 °C
Schutzart EN 60529	IP20
Abmessungen	ca. 145 mm × 85 mm × 35 mm



Pegelanzeige



PWT-Anzeige

PWM 21

Das Phasenwinkel-Messgerät PWM 21 dient zusammen mit der im Lieferumfang enthaltenen Justage- und Prüf-Software ATS als Justage- und Prüfpaket zur Diagnose und Justage von HEIDENHAIN-Messgeräten.



Weitere Informationen finden Sie in der Produktinformation *PWM 21/ATS-Software*.

	PWM 21
Messgeräte-Eingang	<ul style="list-style-type: none">• EnDat 2.1 oder EnDat 2.2 (Absolutwert mit bzw. ohne Inkrementalsignale)• DRIVE-CLiQ• Fanuc Serial Interface• Mitsubishi high speed interface• Yaskawa Serial Interface• Panasonic serial interface• SSI• 1 V_{SS}/TTL/11 µA_{SS}• HTL (über Signaladapter)
Schnittstelle	USB 2.0
Versorgungsspannung	AC 100 V bis 240 V oder DC 24 V
Abmessungen	258 mm × 154 mm × 55 mm

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

DRIVE-CLiQ ist eine geschützte Marke der Siemens AG.

Allgemeine elektrische Hinweise

Geltungsbereich

Die allgemeinen elektrischen Hinweise gelten für HEIDENHAIN-Messgeräte und Kabel. Abweichungen sind den *Technischen Daten* zu entnehmen.

Spannungsversorgung

Schließen Sie HEIDENHAIN-Messgeräte nur an Folge-Elektroniken an, deren Versorgungsspannung aus PELV-Systemen (Begriffserklärung siehe EN 50178) erzeugt wird.

HEIDENHAIN-Messgeräte erfüllen die Anforderungen der Norm IEC 61010-1, wenn die Spannungsversorgung aus einem Sekundärkreis mit begrenzter Energie nach IEC 61010-1^{3rd Ed.}, Abschnitt 9.4 oder mit begrenzter Leistung nach IEC 60950-1^{2nd Ed.}, Abschnitt 2.5 oder aus einem Sekundärkreis der Klasse 2 nach UL1310 erfolgt.¹⁾

Zur Spannungsversorgung der Messgeräte ist eine **stabilisierte Gleichspannung** U_p erforderlich. Spannungsangabe sowie Stromaufnahme bzw. Leistungsaufnahme sind aus den jeweiligen *Technischen Daten* 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
 $U_{SS} < 100 \text{ mV}$

Allerdings dürfen durch die Welligkeit die Grenzen der Versorgungsspannung nicht verletzt werden.

Die erforderliche Versorgungsspannung ist von der Messgeräte-Schnittstelle abhängig. Dabei wird zwischen Messgeräten ohne erweitertem Versorgungsspannungsbereich (z. B. DC 5,0 V $\pm 0,25$ V) und mit erweitertem Versorgungsspannungsbereich (z. B. DC 3,6 V bis 14 V) unterschieden.

Messgeräte mit erweitertem Versorgungsspannungsbereich

Bei Messgeräten mit erweitertem Versorgungsspannungsbereich steht die Stromaufnahme in einem nichtlinearen Zusammenhang zur Versorgungsspannung. Die Leistungsaufnahme des Messgerätes zeigt dagegen einen näherungsweise linearen Verlauf (siehe Diagramm *Strom- bzw. Leistungsaufnahme*).

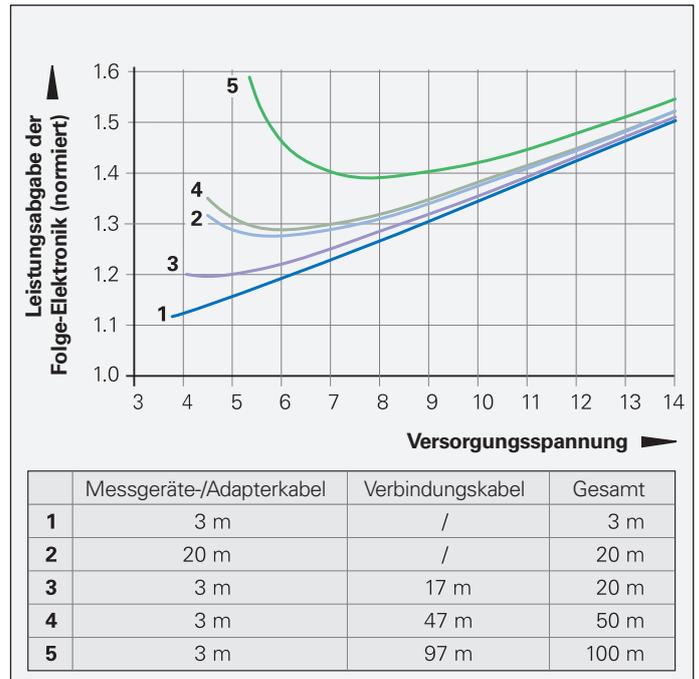
In den *Technischen Daten* ist daher die maximale Leistungsaufnahme bei minimaler und maximaler Versorgungsspannung angegeben. In dieser maximalen Leistungsaufnahme sind berücksichtigt:

- Empfohlene Empfängerschaltung
- Kabellänge 1 m
- Alterung und Temperatureinflüsse
- Bestimmungsgemäße Verwendung des Messgerätes hinsichtlich Taktfrequenz und Zykluszeit

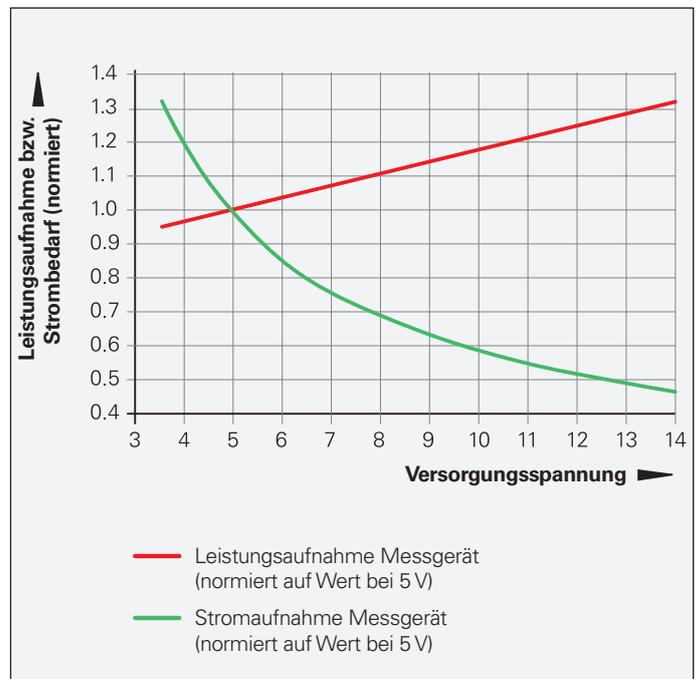
Für Vergleichs- und Prüfw Zwecke ist zusätzlich die typische Strom- bzw. Leistungsaufnahme bei typischen Umgebungs- und Betriebsbedingungen ohne Last (nur Spannungsversorgung angeschlossen) für die typische Versorgungsspannung bzw. Nennspannung mit angegeben.

Diese Angabe hat nur informativen Charakter; eine Änderung kann jederzeit ohne Vorankündigung erfolgen.

Für die Auslegung der Spannungsversorgung ist die maximale Leistungsaufnahme zu verwenden.



Einfluss der Kabellänge auf die Leistungsabgabe der Folge-Elektronik (beispielhafte Darstellung)



Strom- bzw. Leistungsaufnahme abhängig von der Versorgungsspannung (beispielhafte Darstellung)

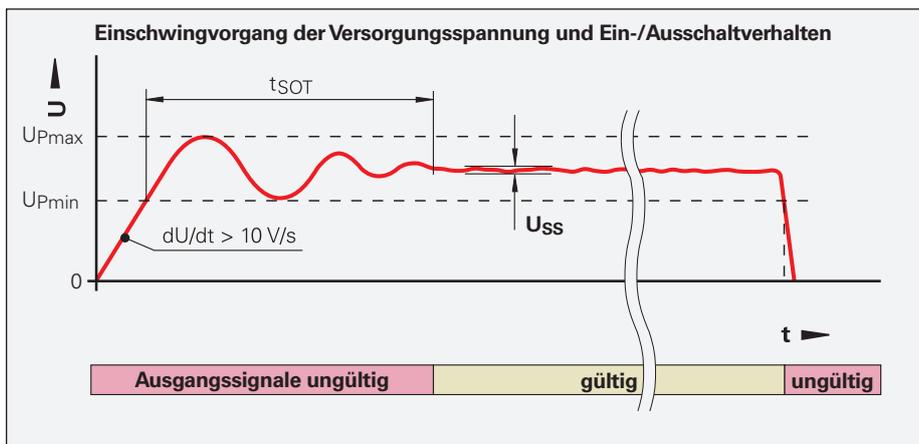
¹⁾ Anstelle der IEC 61010-1^{3rd Ed.}, Abschnitt 9.4 können auch die entsprechenden Abschnitte der Normen DIN EN 61010-1, EN 61010-1, UL 61010-1 und CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1 bzw. anstelle der IEC 60950-1^{2nd Ed.}, Abschnitt 2.5 die entsprechenden Abschnitte der Normen DIN EN 60950-1, EN 60950-1, UL 60950-1, CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1 verwendet werden.

Die Spannungswerte müssen am Messgerät eingehalten werden. Die am Gerät anliegende Spannung lässt sich über die **Sensorleitungen**, wenn vorhanden, überprüfen und ggf. nachregeln. Steht kein regelbares Netzteil zur Verfügung, sollen die Sensorleitungen zu den jeweiligen Versorgungsadern parallel geschaltet werden, um den Spannungsabfall zu reduzieren (siehe *Kabellängen* im Prospekt *Kabel und Steckverbinder*).

Ein-/Ausschaltverhalten der Messgeräte

Nach der Einschaltzeit t_{SOT} liegen gültige Ausgangssignale an. Während der Zeit t_{SOT} treten bei den Ausgangssignalen die in der Tabelle angegebenen maximalen Spannungswerte auf. Die Einschaltzeit t_{SOT} ist abhängig von der Schnittstelle.

Schnittstelle	Einschaltzeit	maximale Spannung
1V _{SS}	1,3 s	5,5 V
11μA _{SS}		
TTL		
HTL		
EnDat		
SSI		U _{Pmax}
PROFIBUS-DP	2 s	5,5 V
PROFINET	10 s	U _{Pmax}



Beim Abschalten der Spannungsversorgung bzw. Unterschreiten von U_{Pmin} sind die Ausgangssignale ebenfalls ungültig. Weiterhin sind die schnittstellenspezifischen Ein- und Ausschaltbedingungen zu berücksichtigen. Wird das Messgerät über eine

zwischengeschaltete Interface-Elektronik betrieben, sind zusätzlich auch deren Ein- und Ausschaltbedingungen zu berücksichtigen.

Weitere von HEIDENHAIN unterstützte firmenspezifische Schnittstellen sind nicht berücksichtigt.

Hinweise für die Auslegung des Netzteils der Folge-Elektronik

Auswahl der Spannungsversorgung der Folge-Elektronik

Wählen Sie die Spannungsversorgung möglichst nahe an der oberen Toleranzgrenze. Berücksichtigen Sie dabei den durch die Kabellänge bedingten Spannungsabfall ΔU . Insbesondere bei Messgeräten mit einer Versorgungsspannung von DC 5 V $\pm 0,25$ V und DC 5 V $\pm 0,5$ V sollte die Spannungsversorgung im oberen Bereich der Toleranz liegen. Für Messgeräte mit einer Versorgungsspannung von DC 3,6 V bis 14 V und Funktionaler Sicherheit wird eine Versorgungsspannung von DC 12 V empfohlen.

Leistungsabgabe der Folge-Elektronik

Bei Messgeräten mit erweitertem Versorgungsspannungsbereich muss die in den *Technischen Daten* angegebene maximale Leistungsaufnahme berücksichtigt werden. Beachten Sie besonders bei Messgeräten mit einer Versorgungsspannung von DC 5 V, dass die Leistungsangaben für die Stromaufnahme **ohne Last** erfolgen. Berücksichtigen Sie daher, dass sich abhängig von der Ausführung der Empfängerschaltung höhere Werte für die Stromaufnahme ergeben. Zusätzlich müssen die Verluste in den Adapter- bzw. Verbindungskabeln berücksichtigt werden (Berechnung siehe *Spannungsversorgung* im Prospekt *Kabel und Steckverbinder*).

Maximale Stromaufnahme im Einschaltmoment

Bei der Dimensionierung des Netzteils muss die erhöhte Stromaufnahme im Einschaltmoment berücksichtigt werden. HEIDENHAIN empfiehlt daher das Netzteil mit einer Strombegrenzung auszurüsten. Für die Begrenzung wird ein Wert von 400 mA empfohlen, mindestens aber der 1,2-fache Wert der maximalen Stromaufnahme des Messgerätes in eingeschwungenem Zustand. Beachten Sie bei der Dimensionierung der Stromüberwachung mit Abschaltung (v. a. Ansprechschwelle und -geschwindigkeit), dass die erhöhte Stromaufnahme im Einschaltmoment toleriert wird.

Geltungsbereich

Ergänzend zu den allgemeinen elektrischen Hinweisen gelten für HEIDENHAIN-Messgeräte mit firmenspezifischen Schnittstellen die nachfolgenden Abschnitte. Abweichungen sind den *Technischen Daten* zu entnehmen.

Messgeräte mit DRIVE-CLiQ-Schnittstelle

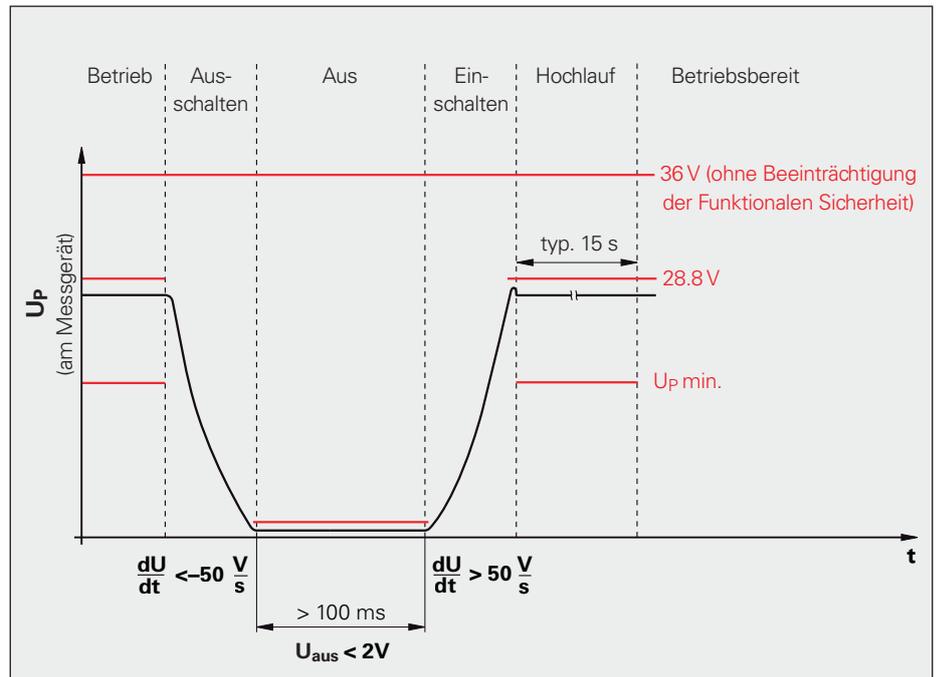
Spannungsversorgung

Messgeräte mit DRIVE-CLiQ-Schnittstelle sind für eine Nennspannung von DC 24 V ausgelegt. Als Toleranz der Spannungsversorgung gibt der Folge-Elektronikhersteller DC 20,4 V bis 28,8 V vor.

HEIDENHAIN-Messgeräte mit DRIVE-CLiQ-Schnittstelle erlauben einen größeren Spannungsbereich (siehe *Technische Daten*). Der Betrieb ist kurzzeitig bis DC 36,0 V zulässig. Im Bereich von DC 28,8 V bis 36,0 V ist mit höherer Leistungsaufnahme zu rechnen.

Ein-/Ausschaltverhalten

HEIDENHAIN-Messgeräte mit DRIVE-CLiQ-Schnittstelle sind für die nachfolgend dargestellten Ein-/Ausschaltbedingungen ausgelegt.



Darstellung der Ein-/Ausschaltbedingungen

Elektrisch zulässige Drehzahl/Verfahrensgeschwindigkeit

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

- der **mechanisch** zulässigen Drehzahl oder Verfahrensgeschwindigkeit und
- der **elektrisch** zulässigen Drehzahl oder Verfahrensgeschwindigkeit

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

Bei inkrementalen Messgeräten mit **Rechtecksignalen** ist die elektrisch zulässige Drehzahl oder Verfahrensgeschwindigkeit begrenzt durch

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

für Winkelmessgeräte oder Drehgeber

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

für Längenmessgeräte

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

Es bedeuten:

- n_{max} elektrisch zulässige Drehzahl in min^{-1}
- v_{max} elektrisch zulässige Verfahrensgeschwindigkeit in m/min
- f_{max} maximale Abtast-/Ausgangsfrequenz des Messgerätes bzw. Eingangsfrequenz der Folge-Elektronik in kHz
- z Signalperioden des Winkelmessgerätes oder Drehgebers pro 360°
- SP Signalperiode des Längenmessgerätes in μm

Elektrische Sicherheit

HEIDENHAIN-Messgeräte müssen aus PELV-Systemen (Begriffserklärung siehe EN 50178) versorgt werden.

Die Gehäuse der HEIDENHAIN-Messgeräte sind gegen interne Stromkreise isoliert. Die Bemessungs-Stoßspannung der Isolation beträgt 500 V gemäß EN 60664-1. Dazu ist der Verschmutzungsgrad 2 in der Mikro-Umgebung einzuhalten (siehe EN 60664-1).

Elektromagnetische Verträglichkeit

Elektrische Störquellen

Elektrische Störungen werden hauptsächlich durch kapazitive oder induktive Einkopplungen verursacht. Die Einkopplungen können dabei über Leitungen sowie Geräte-Eingänge und Ausgänge erfolgen.

Typische Störquellen sind:

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

Konformität

Die HEIDENHAIN-Messgeräte erfüllen bei Einhaltung der unten genannten Maßnahmen die **EMV-Richtlinie 2014/30/EU** hinsichtlich der Fachgrundnormen für:

• Störfestigkeit EN 61000-6-2

Im Einzelnen folgende Grundnormen:

- 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
- Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen EN 61000-4-11

• Störaussendung EN 61000-6-4

Maßnahmen

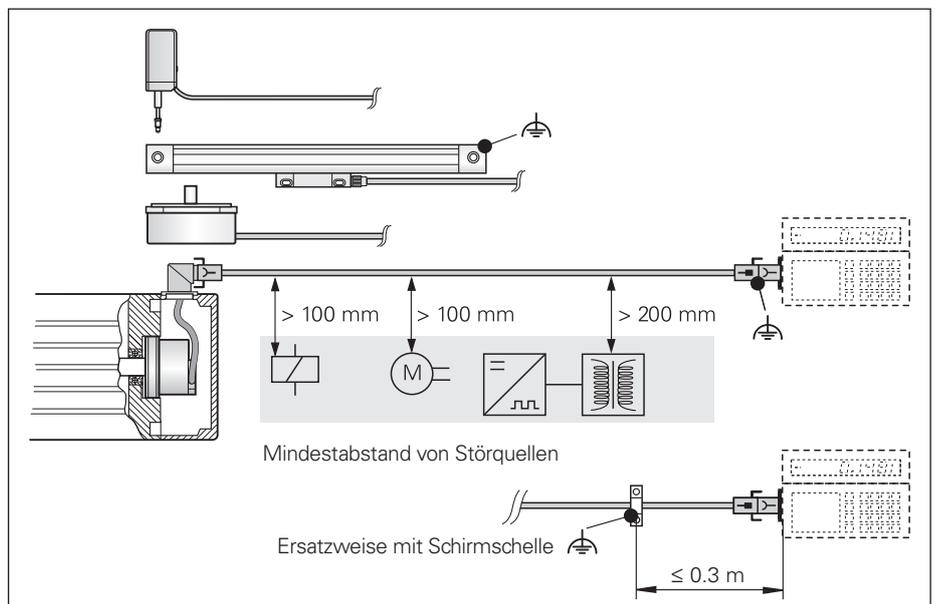
Die EMV-Richtlinie fordert, einen störungsfreien Betrieb ohne fundierte EMV-Kenntnisse zu erreichen. Die nachfolgend genannten Maßnahmen dienen dazu, diesen störungsfreien Betrieb sicherzustellen. Lassen Sie sich bei Bedarf durch HEIDENHAIN beraten.

- HEIDENHAIN-Messgeräte vorschriftsgemäß nach Montageanleitung ein- oder anbauen
- Nur original HEIDENHAIN-Kabel verwenden. Maximal zulässige Kabellänge für die jeweilige Schnittstelle beachten. Bei einer vom Standard abweichenden Verwendung (Belegung bei Signalen und Steckern) muss der Hersteller des Gesamtsystems die Konformität sicherstellen

- Kabel nicht in unmittelbarer Umgebung von Störquellen (induktiven Verbrauchern wie Schützen, Motoren, Frequenzumrichtern, Magnetventilen und dergleichen) 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
- Zufälliges Berühren der Schirmung (z. B. Stecker) mit anderen Metallteilen verhindern
- Bei Kabeln mit Innen- und Außenschirm den Innenschirm auf 0 V der Folge-Elektronik legen (Ausnahme: Hybrid-Motorkabel von HEIDENHAIN, siehe Dokumentation zum Hybrid-Motorkabel). Innenschirm nicht mit Außenschirm verbinden
- Verbindungselemente (z. B. Stecker, Klemmkästen) mit Metallgehäuse verwenden. Durch diese Elemente dürfen nur die Signale und die Versorgung des angeschlossenen Messgerätes geführt werden (Ausnahme: Hybrid-Motorkabel von HEIDENHAIN)
- Gehäuse von Messgerät, Verbindungselementen und Folge-Elektronik über den Schirm des Kabels miteinander verbinden. Schirm großflächig und rundum (360°) anschließen. Bei Messgeräten mit mehr als einem elektrischen Anschluss ist die produktspezifische Dokumentation zu berücksichtigen
- Messgeräte und Interface-Elektroniken mit offener Elektronik oder Kunststoffgehäuse in ein geschlossenes Metallgehäuse einbauen

Wenn andere Signale und Störquellen durch das Gehäuse geführt werden, sind für den störungsfreien Betrieb fundierte EMV-Kenntnisse erforderlich, und der Hersteller des Gesamtsystems muss die Konformität sicherstellen

- (Außen-)Schirm entsprechend der Montageanleitung mit Funktionserde verbinden
- Bei Geräten und Kabelbaugruppen mit Kunststoffsteckern oder Steckern ohne großflächige Schirmanbindung den (Außen-)Schirm kurz vor dem Stecker großflächig mit Funktionserde verbinden (Schirmschelle, siehe Abbildung). In unmittelbarer Nähe dürfen sich keine Störquellen befinden
- Für Messgeräte, die optional den Anschluss eines externen Sensors (z. B. Temperatursensor) ermöglichen, gilt die Konformität zur EMV Richtlinie nur für den Betrieb ohne externen Sensor. Bei Betrieb mit externem Sensor (z. B. Temperatursensor) sind für den störungsfreien Betrieb fundierte EMV-Kenntnisse erforderlich, und der Hersteller des Gesamtsystems muss die Konformität sicherstellen
 - In den meisten Applikationen ist ein störungsfreier Betrieb möglich, weil die auf den Sensor wirkenden Störgrößen gering sind
 - Zusätzlich sind die Anforderungen an die elektrische Isolation des Sensors zu berücksichtigen, weil von derartigen Systemen elektrische Gefahren ausgehen können
- Sind innerhalb der Gesamtanlage Ausgleichsströme zu erwarten, ist ein separater Potentialausgleichsleiter vorzusehen. Die Schirmung hat nicht die Funktion eines Potentialausgleichsleiters
- Für HEIDENHAIN-Messgeräte hochfrequent niederohmige Erdung (siehe EN 60204-1 Kapitel EMV) vorsehen



Weiterführende Dokumente

Längen messen



Prospekt
Längenmessgeräte
für gesteuerte Werkzeugmaschinen

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



Prospekt
Messtaster

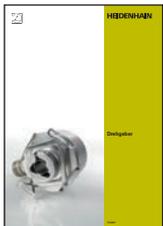
Inhalt:
HEIDENHAIN-ACANTO
HEIDENHAIN-SPECTO
HEIDENHAIN-METRO
HEIDENHAIN-CERTO



Prospekt
Offene Längenmessgeräte

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

Winkel messen



Prospekt
Drehgeber

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



Prospekt
Winkelmessgeräte mit Eigenlagerung

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



Prospekt
Messgeräte für elektrische Antriebe

Inhalt:
Drehgeber
Winkelmessgeräte
Längenmessgeräte



Prospekt
Modulare Winkelmessgeräte
mit optischer Abtastung

Inhalt:
Inkrementale Winkelmessgeräte
ERP, ERO, ERA



Prospekt
Modulare Winkelmessgeräte
mit magnetischer Abtastung

Inhalt:
Inkrementale Messgeräte
ERM



Prospekt
Winkelmessmodule

Inhalt:
Winkelmessmodule
MRP 2000/MRP 5000/MRP 8000
Winkelmessmodule mit integriertem
Torquemotor
SRP 5000, AccurET

Messwerte erfassen und anzeigen



Prospekt
Auswerte-Elektroniken
für messtechnische Anwendungen

Inhalt:
ND, QUADRA-CHEK, MSE, EIB, IK



Produktübersicht
Interface-Elektroniken



Prospekt
Positionsanzeigen/Längenmessgeräte
für handbediente Werkzeugmaschinen

Inhalt:
Positionsanzeigen
ND, POSITIP
Längenmessgeräte
LS

Einrichten und vermessen



Prospekt
Messgeräte zur Abnahme und Kontrolle
von Werkzeugmaschinen

Inhalt:
Inkrementale Längenmessgeräte
KGM, VM



Prospekt
Kabel und Steckverbinder

Inhalt:
Technische Eigenschaften, Kabelübersichten
und Kabellisten

HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5

83301 Traunreut, Germany

☎ +49 8669 31-0

FAX +49 8669 32-5061

E-mail: info@heidenhain.de

www.heidenhain.de

Vollständige und weitere Adressen siehe www.heidenhain.de
For complete and further addresses see www.heidenhain.de

DE	HEIDENHAIN Vertrieb Deutschland 83301 Traunreut, Deutschland ☎ 08669 31-3132 FAX 08669 32-3132 E-Mail: hd@heidenhain.de	ES	FARRESA ELECTRONICA S.A. 08028 Barcelona, Spain www.farresa.es	PL	APS 02-384 Warszawa, Poland www.heidenhain.pl
	HEIDENHAIN Technisches Büro Nord 12681 Berlin, Deutschland ☎ 030 54705-240	FI	HEIDENHAIN Scandinavia AB 01740 Vantaa, Finland www.heidenhain.fi	PT	FARRESA ELECTRÓNICA, LDA. 4470 - 177 Maia, Portugal www.farresa.pt
	HEIDENHAIN Technisches Büro Mitte 07751 Jena, Deutschland ☎ 03641 4728-250	FR	HEIDENHAIN FRANCE sarl 92310 Sèvres, France www.heidenhain.fr	RO	HEIDENHAIN Reprezentantă Romania Braşov, 500407, Romania www.heidenhain.ro
	HEIDENHAIN Technisches Büro West 44379 Dortmund, Deutschland ☎ 0231 618083-0	GB	HEIDENHAIN (G.B.) Limited Burgess Hill RH15 9RD, United Kingdom www.heidenhain.co.uk	RS	Serbia → BG
	HEIDENHAIN Technisches Büro Südwest 70771 Leinfelden-Echterdingen, Deutschland ☎ 0711 993395-0	GR	MB Milionis Vassilis 17341 Athens, Greece www.heidenhain.gr	RU	OOO HEIDENHAIN 115172 Moscow, Russia www.heidenhain.ru
	HEIDENHAIN Technisches Büro Südost 83301 Traunreut, Deutschland ☎ 08669 31-1337	HR	Croatia → SL	SE	HEIDENHAIN Scandinavia AB 12739 Skärholmen, Sweden www.heidenhain.se
AR	NAKASE SRL. B1653AOX Villa Ballester, Argentina www.heidenhain.com.ar	HU	HEIDENHAIN Kereskedelmi Képviselet 1239 Budapest, Hungary www.heidenhain.hu	SG	HEIDENHAIN PACIFIC PTE LTD Singapore 408593 www.heidenhain.com.sg
AT	HEIDENHAIN Techn. Büro Österreich 83301 Traunreut, Germany www.heidenhain.de	ID	PT Servitama Era Toolsindo Jakarta 13930, Indonesia E-mail: ptset@group.gts.co.id	SK	KOPRETINA TN s.r.o. 91101 Trenčín, Slovakia www.kopretina.sk
AU	FCR MOTION TECHNOLOGY PTY LTD Laverton North Victoria 3026, Australia E-mail: sales@fcrmotion.com	IL	NEUMO VARGUS MARKETING LTD. Holon, 58859, Israel E-mail: neumo@neumo-vargus.co.il	SL	NAVO d.o.o. 2000 Maribor, Slovenia www.heidenhain.si
BE	HEIDENHAIN N.V. 1760 Roosdaal, Belgium www.heidenhain.be	IN	HEIDENHAIN Optics & Electronics India Private Limited Chetpet, Chennai 600 031, India www.heidenhain.in	TH	HEIDENHAIN (THAILAND) LTD Bangkok 10250, Thailand www.heidenhain.co.th
BG	ESD Bulgaria Ltd. Sofia 1172, Bulgaria www.esd.bg	IT	HEIDENHAIN ITALIANA S.r.l. 20128 Milano, Italy www.heidenhain.it	TR	T&M Mühendislik San. ve Tic. LTD. ŞTİ. 34775 Y. Dudullu – Ümraniye-Istanbul, Turkey www.heidenhain.com.tr
BR	HEIDENHAIN Brasil Ltda. 04763-070 – São Paulo – SP, Brazil www.heidenhain.com.br	JP	HEIDENHAIN K.K. Tokyo 102-0083, Japan www.heidenhain.co.jp	TW	HEIDENHAIN Co., Ltd. Taichung 40768, Taiwan R.O.C. www.heidenhain.com.tw
BY	GERTNER Service GmbH 220026 Minsk, Belarus www.heidenhain.by	KR	HEIDENHAIN Korea LTD.. Gasam-Dong, Seoul, Korea, 153-782 www.heidenhain.co.kr	UA	Gertner Service GmbH Büro Kiev 02094 Kiev, Ukraine www.heidenhain.ua
CA	HEIDENHAIN CORPORATION Mississauga, Ontario L5T2N2, Canada www.heidenhain.com	MX	HEIDENHAIN CORPORATION MEXICO 20290 Aguascalientes, AGS., Mexico E-mail: info@heidenhain.com	US	HEIDENHAIN CORPORATION Schaumburg, IL 60173-5337, USA www.heidenhain.com
CH	HEIDENHAIN (SCHWEIZ) AG 8603 Schwerzenbach, Switzerland www.heidenhain.ch	MY	ISOSERVE SDN. BHD. 43200 Balakong, Selangor E-mail: sales@isoserve.com.my	VN	AMS Co. Ltd HCM City, Vietnam E-mail: davidgoh@amsvn.com
CN	DR. JOHANNES HEIDENHAIN (CHINA) Co., Ltd. Beijing 101312, China www.heidenhain.com.cn	NL	HEIDENHAIN NEDERLAND B.V. 6716 BM Ede, Netherlands www.heidenhain.nl	ZA	MAFEMA SALES SERVICES C.C. Midrand 1685, South Africa www.heidenhain.co.za
CZ	HEIDENHAIN s.r.o. 102 00 Praha 10, Czech Republic www.heidenhain.cz	NO	HEIDENHAIN Scandinavia AB 7300 Orkanger, Norway www.heidenhain.no		
DK	TPTEKNIK A/S 2670 Greve, Denmark www.tp-gruppen.dk	NZ	Llama ENGINEERING Ltd 5012 Wellington, New Zealand E-mail: info@llamaengineering.co.nz		
		PH	MACHINEBANKS' CORPORATION Quezon City, Philippines 1113 E-mail: info@machinebanks.com		

