

Schnittstellen

von HEIDENHAIN-Messgeräten

www.heidenhain.com

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 integrierten Signalkonvertern 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.

Signalkonverter

Die Signalkonverter von HEIDENHAIN ermöglichen eine flexible Anpassung der Schnittstellen von Messgerätesignalen an die Anforderungen Ihrer Applikation. Applikationsabhängig werden zusätzliche Signale wie z. B. Temperatursensoren verarbeitet und an die Folge-Elektronik übermittelt.



Weitere Informationen:

- www.heidenhain.de/produkte/signalkonverter
- 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

Serielle Datenübertragung				
serielle Schnittstellen	EnDat	bidirektionale Schnittstelle	mit Inkrementalsignalen	6
			ohne Inkrementalsignale	
	Siemens	firmenspezifisch	ohne Inkrementalsignale	13
	Fanuc	firmenspezifisch	ohne Inkrementalsignale	
	Mitsubishi	firmenspezifisch	ohne Inkrementalsignale	
	Yaskawa	firmenspezifisch	ohne Inkrementalsignale	
	Panasonic	firmenspezifisch	ohne Inkrementalsignale	
	SSI	synchron serielle Schnittstelle	mit Inkrementalsignalen	14
	PROFINET IO	Ethernet basierter Feldbus	ohne Inkrementalsignale	16
Inkrementalsignale				
sinusförmige Signale	1 V_{SS}	Spannungssignale, hochinterpolierbar		17
	11 μA_{SS}	Stromsignale, interpolierbar		20
Rechtecksignale	TTL	RS 422 typ. 5 V		21
	HTL	typ. 10 V bis 30 V		24
	HTLs	typ. 10 V bis 30 V ohne inverse Signale		
Sonstige Signale				
Kommutierungssignale	Blockkommutierung			26
	Sinuskommutierung			27
Weitere Informationen				
Datengruppen von Messgeräten				28
Signalkonverter				30
Diagnose, Prüf- und Testgeräte				32
Messprinzipien				36
Allgemeine Elektrische Hinweise				37

Schnittstellenvielfalt und Konnektivität

Schnittstellenvielfalt – Immer gut verbunden

Für genaue und hochgenaue Anwendungen bietet HEIDENHAIN eine große Bandbreite an Messgeräten. Denn ganz gleich, in welchem Einsatzbereich HEIDENHAIN-Produkte verwendet werden sollen: Für jede Applikation sollen einfache Anschlussmöglichkeiten zur Verfügung stehen – mechanisch, elektronisch, zwischen einzelnen Komponenten und innerhalb komplexer Netzwerke. Diese Vielfalt an Schnittstellen und ihre Kombinationen untereinander ermöglichen den Maschinenherstellern die Wahl des bestgeeigneten Messgeräts für ihre Antriebslösungen.

Schnittstellenvielfalt von HEIDENHAIN-Positionsmessgeräten

- HEIDENHAIN EnDat
- Siemens DRIVE-CLiQ
- Fanuc Serial Interface
- Mitsubishi High Speed Interface
- Panasonic Serial Interface
- Yaskawa Serial Interface
- SSI
- 1 VSS
- TTL
- HTL
- und viele mehr

Elektronische Konnektivität – Datennutzung erhöht Anlagenverfügbarkeit

Für die elektronische Konnektivität ist die problemlose Kommunikation mit der Steuerung der Maschine bzw. Anlage das entscheidende Kriterium bei der Messgeräthewahl. Dabei geht es nicht nur um die zuverlässige und korrekte Übertragung der ermittelten Positionsdaten. Wesentlich ist auch eine Weitergabe von Zusatzinformationen z. B. zur Inbetriebnahme, Überwachung und Diagnose. Diese Daten können die Verfügbarkeit von Anlagen erhöhen und die Planbarkeit von Prozessen erleichtern, indem sie dazu beitragen Maschinenstillstände zu vermeiden und Wartungszyklen zu reduzieren.

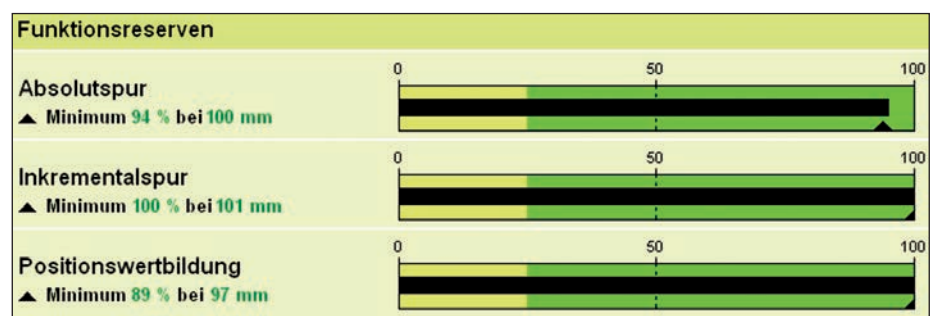
Vollserielle Schnittstellen – Weniger Kabel, mehr Informationen, digitalisierte Fertigung

Der Trend geht zu vollseriellen Schnittstellen und zur Übertragung von absoluten Positionsdaten. Sie bieten Einsparpotentiale bei der Verkabelungstechnik zwischen Positionsmessgerät und Folge-Elektronik, da die Übertragung der Analogsignale entfällt. Dazu werden die Positionswerte im Messgerät digitalisiert und anschließend an die Folge-Elektronik übertragen. Dies minimiert die Einflüsse auf die Qualität der Positionsinformation und ihre Übertragung, die bei Sinussignalen auftreten können, und erhöht die mögliche Positionsauflösung gegenüber inkrementalen Schnittstellen mit TTL- oder HTL-Ausgangssignalen.

Vollserielle Schnittstellen wie z. B. EnDat 3 erlauben gleichzeitig intelligente Verkabelungskonzepte wie z. B. HMC 2 und Busbetrieb.

Neben den Eigenschaften des Messgerätes nimmt die Schnittstelle zur übergeordneten Folge-Elektronik eine zentrale Bedeutung ein. Für die elektronische Konnektivität ist die problemlose Kommunikation mit der Steuerung der Maschine bzw. Anlage das entscheidende Kriterium bei der Messgeräthewahl. Auf der anderen Seite bestimmt diese Schnittstelle auch die Möglichkeiten in Bezug auf die digitalisierte Fertigung. Speziell EnDat 3 ist ausgerichtet auf die optimierte Systemintegration für die fortschreitende Digitalisierung der Fertigung und die Anforderungen von Industrie 4.0

- Verfügbarkeit umfangreicher Prozessdaten
- Automatische Systeminstallation
- Aussagekräftiges Systemmonitoring als Basis für ein übergeordnetes Condition Monitoring
- Flexible Maschinenkonzepte
- Reduzierung Systemkosten



Beispielhafte Darstellung der Funktionsreserve

Messgerätedaten und mehr – Einfache Inbetriebnahme und Funktionsüberwachung

Eine digitale Schnittstelle für Positionsdaten ermöglicht außerdem das Übertragen des „elektronischen Typenschildes“, also von Daten zur Inbetriebnahme des Messgeräts und des Antriebs. Außerdem übermittelt sie Zusatzinformationen wie die Wicklungstemperatur des Motors oder Diagnosedaten. Sensorboxen wie die EIB 5000 ermöglichen die Einbindung komplexer Sensorik, z. B. für die Überwachung des Direktantriebs. Diese Informationen sind abhängig von der Schnittstelle. Dabei erlaubt es z. B. die EnDat 3-Schnittstelle während des Betriebs, bei der turnusmäßigen Wartung oder bei einer Störung schnell und zuverlässig Informationen über den Funktionszustand des Positionsmessgerätes zu liefern und daraus Wartungsmaßnahmen abzuleiten.

Für die Bewertung der Funktionsreserve im geschlossenen Regelbetrieb erzeugen Messgeräte von HEIDENHAIN Bewertungszahlen. Die einfach verständlichen Bewertungszahlen geben detaillierte Informationen über den Zustand der internen Abtastsignale, der Positionswertbildung und des Messgerätes.

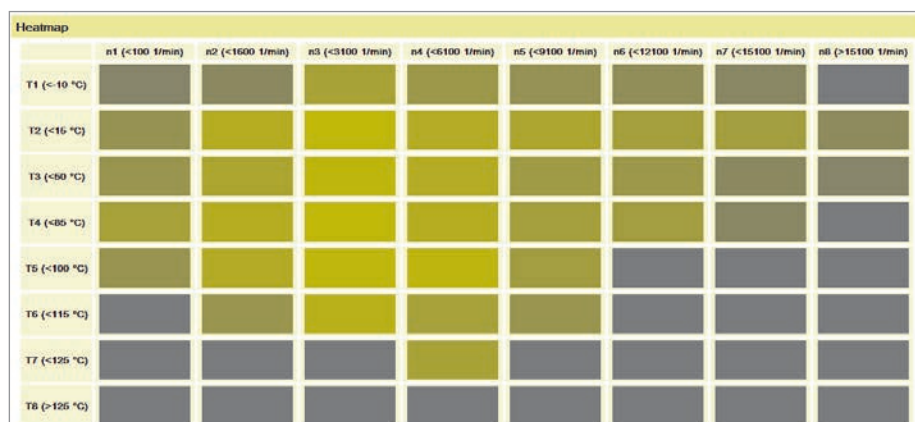
Anhand dieser Daten können Steuerungen oder Umrichter Aussagen über die Funktionsreserve treffen. Ihre Skalierung und Bedeutung ist für alle Messgeräte von HEIDENHAIN identisch, sodass eine durchgängige Bewertung möglich ist. Ihre Übertragung erfolgt im geschlossenen Regelkreis, die Ressourcenbelastung der Folge-Elektronik ist relativ gering, da lediglich Zahlenwerte zur Anzeige und Auswertung gebracht werden müssen.

Messgeräte von HEIDENHAIN unterstützen eine Erfassung von Betriebszustandsdaten. Hierbei werden während des laufenden Betriebes des Messgerätes in der Applikation Daten erfasst und im Gerät in einem nichtflüchtigen Speicher abgelegt. Diese Funktion der Erfassung und Speicherung wird auch Datenlogger genannt.

Diese applikationsspezifischen Daten können für die laufende Analyse der Applikation oder als Eingangswert für ein übergeordnetes Condition Monitoring verwendet werden. Ebenso können die Daten zur Unterstützung im Servicefall oder für das Qualitätsmanagement ausgelesen werden.

Funktionale Sicherheit – Fehler ausschließen

Im Maschinenbau spielt die Funktionale Sicherheit eine zunehmend wichtige Rolle. Für Messgeräte heißt das, Positionsdaten stets richtig und genau zu ermitteln und an die Maschinensteuerung zu übertragen. Zur Funktionalen Sicherheit gehören vor allem aber auch die Gerätediagnose und der mechanische Fehlerausschluss. Messgeräte von HEIDENHAIN überzeugen mit anwenderfreundlichen Lösungen für die unterschiedlichsten sicherheitsgerichteten Anwendungen.



Beispiel-Heatmap (Darstellung der Temperatur über die Drehzahl im Betrieb)

EnDat 3 – Bewährte Schnittstellentechnologie konsequent weiterentwickelt

EnDat 3 überführt die Eigenschaften und Vorteile von EnDat in die Zukunft einer digitalen Fertigung. Dafür setzt EnDat 3 auf eine neue Architektur, die Bewährtes weiterführt und bestmöglich die Durchgängigkeit und Kompatibilität zu den Vorgängerschnittstellen aufrechterhält.

EnDat 3 Merkmale:

- Datenübertragung im Hybridkabel
- Bus-Topologien
- Sensorik: Flexibilität der Dateninhalte und Sensorbox
- Funktionale Sicherheit: Kommunikation nach dem Black Channel-Prinzip
- Höhere Datenbandbreite
- Definition von Sendelisten
- Systeminstallation: Einführung von Zugriffsebenen

Schnittstelle	
Protokoll	Request-Response-Verfahren im Halbduplex
Physik	RS-485: 4-Adern oder 2-Adern
Datenrate	12,5 Mbit/s (25 Mbit/s)
Kabellänge	max. 100 m bei 12,5 Mbit/s; max. 40 m bei 25 Mbit/s
HPF-Sendezeit (Verfügbarkeit der Position im Master)	typ. 10 μ s (der Parameter XEL.timeHPFout gibt die Zeitspanne zwischen der Bildung des Positionswerts (Latch) und dem Senden des vollständigen HPF an – ohne Kabeinflüsse)
Zykluszeit	typ. > 25 μ s
Bus-Betrieb	Daisy-Chain
Funktionale Sicherheit	ausgelegt bis SIL 3, Kommunikation nach dem Black Channel-Prinzip

Funktionen	
Diagnose	für Condition Monitoring und Predictive Maintenance
Systeminformationen	automatische Inbetriebnahme und Ablage von Betriebszustandsdaten
Zugriffssteuerung	Benutzer-Authentifizierung für z. B. Nullpunktverschiebung, OEM-Speicher

Unterstützte Kommunikationsarten	E30-R2	E30-R4	E30-RB
EnDat 3: Kommunikation auf Versorgungsadern aufmoduliert	✓	–	–
EnDat 3: Kommunikation + separate Versorgungsadern (4 Adern)	–	✓	✓
EnDat 3: Busbetrieb	–	–	✓
Einbindung Sensorbox	–	✓	✓

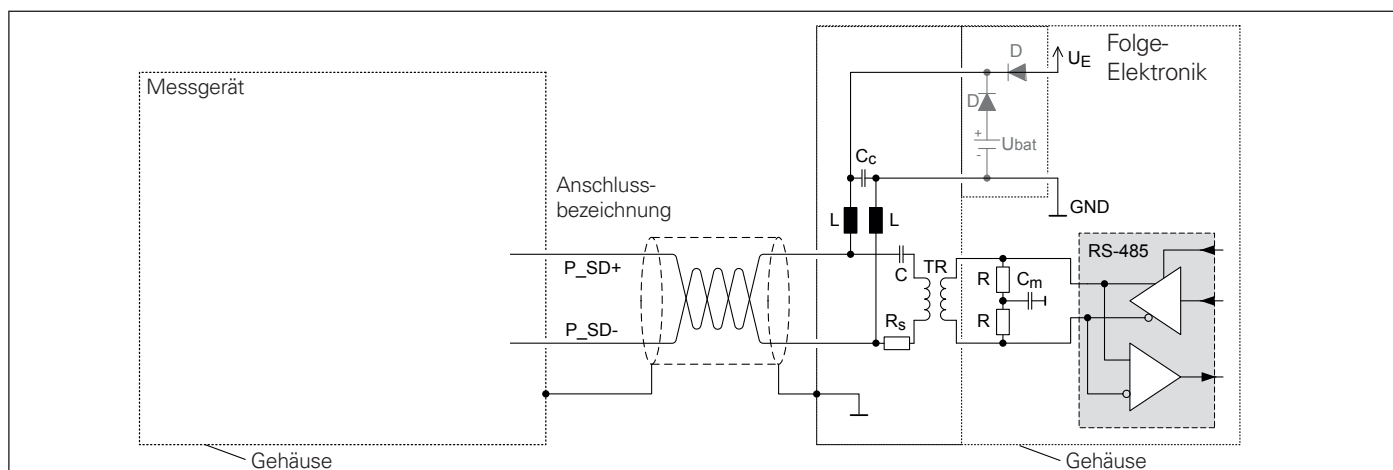
Bestellbezeichnungen

Die Bestellbezeichnung definiert grundlegende Eigenschaften der Kommunikation



Weitere Informationen:

www.endat.de



Blockschaltbild 2 Adern

Kommunikation

Die Schnittstelle benötigt für die Kommunikation zwei Adern. In der Regel werden bei EnDat 3 zwei weitere Adern für die Spannungsversorgung des Messgeräts verwendet. Die Gleichanteilsfreiheit des digitalen Datenstroms erlaubt es, die Kommunikation auf die Versorgungsadern zu modulieren und damit die Anzahl der Adern für bestimmte Anwendungen (z. B. Hybrid-Motorkabel) auf insgesamt zwei Adern zu reduzieren. Die EnDat 3-Schnittstellenspezifikation folgt einem an OSI orientierten Schichtenmodell.

Die Messgeräteseite der Schnittstelle wird als Slave bezeichnet, die Seite der Folge-Elektronik als Master. Die Kommunikation erfolgt im Halbduplexverfahren. Ein Kommunikationszyklus besteht aus einem Request des Masters und einer darauffolgenden Response des Slaves. Des Weiteren ist die Kommunikation zwischen Master und Slave in zwei Bereiche unterteilt, die Foreground-Kommunikation und die Background-Kommunikation.

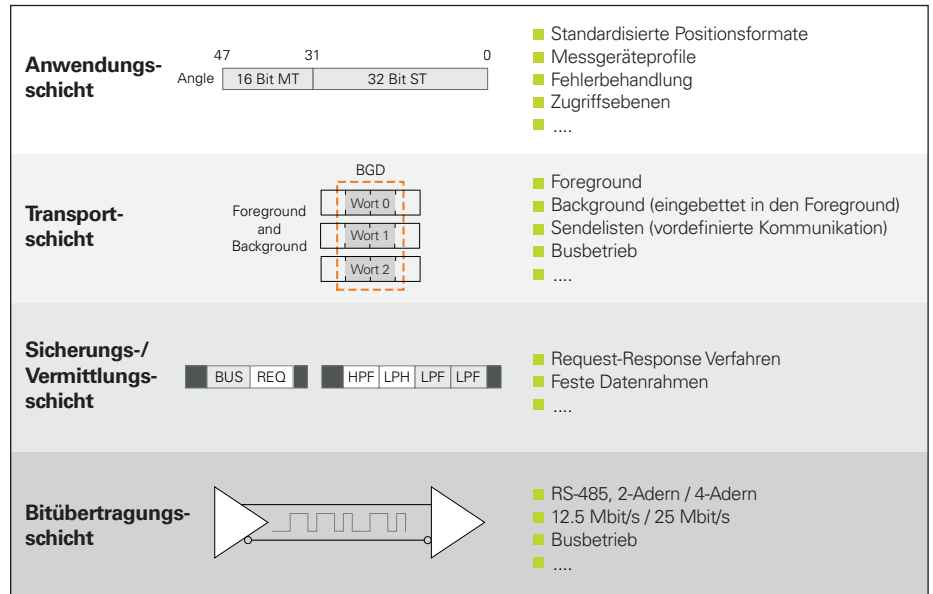
Foreground-Kommunikation

Die Foreground-Kommunikation ist für Daten vorgesehen, die im Kommunikationszyklus (z. B. Reglertakt) zur Verfügung stehen sollen.

Request und Response sind in Frames mit fester Länge strukturiert. Sie werden jeweils von einer Preamble (PRE) eingeleitet und von einer Postamble (POST) abgeschlossen. Über den Request REQ wird die Kommunikation mit dem Messgerät gesteuert bzw. werden bestimmte Aktionen im Messgerät (z. B. Löschen von Fehlermeldungen etc.) ausgelöst. Der REQ bestimmt damit auch die Inhalte der Response. Unabhängig vom Inhalt des REQ gliedert sich die Response nach der zeitlichen Abfolge in hochpriorie und niedripriorie Daten.

Die Response enthält:

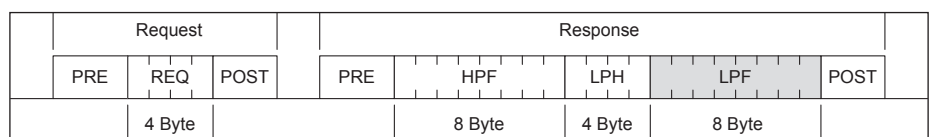
- Einen HPF (High Priority Frame)
Der HPF überträgt typischerweise die Position des Messgeräts. Je nach Messgerät können auch andere Informationen definiert werden, die im HPF übertragen werden
- Einen LPH (Low Priority Header)
Der LPH enthält Statusinformationen über die folgenden Dateninhalte. Er überträgt auch Informationen zur Anzahl der übertragenen LPF und zur Sendeliste. Die Sendeliste beschreibt die zeitliche Abfolge der LPF in den einzelnen Kommunikationszyklen
- Optional bis zu 15 LPF (Low Priority Frames)
Die LPF übertragen Zusatzinformationen wie z. B. Diagnosewerte, Sensorinformationen oder redundante Informationen für die Funktionale Sicherheit



Schichtenmodell der EnDat 3-Kommunikation

Die LPF bei EnDat 3 sind eine Erweiterung des Konzepts der Zusatzinformationen bei EnDat 2.2. Die Umschaltung zwischen verschiedenen LPF erfolgt nach einer vorher im Speicher des Messgeräts konfigurierten Sendeliste und bedarf keines Eingriffs durch die Folge-Elektronik im Reglertakt. Die Konfiguration der Sendeliste erfolgt entweder flüchtig nach jedem Neustart oder dauerhaft im permanenten Speicher des Messgeräts. Im laufenden Betrieb bestimmt die Sendeliste, welche LPF von Zyklus zu Zyklus in der Response enthalten sind. Es können bis zu acht verschiedene Sendelisten im Speicher abgelegt werden. Die Art des Request bestimmt, welche Sendeliste aktiv ist, und erlaubt damit eine schnelle und flexible Reaktion der Folge-Elektronik auf verschiedene Betriebszustände.

Im Folgenden ist ein Kommunikationszyklus exemplarisch dargestellt. Ein vollständiger Zyklus enthält immer die weiß gekennzeichneten Teile; optional sind zusätzlich bis zu 15 LPF (grau gekennzeichnet) möglich. Die Protokollinhalte REQ, HPF, LPH und die einzelnen LPF sind jeweils über einen CRC (Cyclic Redundancy Check) abgesichert.



Kommunikationszyklus

Background-Kommunikation

Zusätzlich gibt es Aufgaben mit einer niedrigeren zeitlichen Anforderung, z. B. Lesen und Schreiben des Messgerätespeichers. Für diese Aufgaben ist bei EnDat 3 ein Background-Kanal definiert. Die Background-Kommunikation ist eingebettet in die Foreground-Kommunikation und benutzt deren Frames (REQ, LPH, LPF) als Transportcontainer. Damit erlaubt der Background-Kanal z. B. ein Lesen und Schreiben des Messgerätespeichers im Reglertakt. Allerdings gibt es für den Background-Kanal keine Echtzeitanforderungen.

Busbetrieb

Für spezielle Applikationen bietet EnDat 3 neben dem Punkt-zu-Punkt Betrieb die Möglichkeit einer Kommunikation im Busbetrieb. Dann wird der Request um einen Bus Request Frame vor dem normalen Request Frame erweitert. Dadurch können Responses mehrerer Teilnehmer in einem Kommunikationszyklus erfolgen.

Funktionale Sicherheit

EnDat 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.

Die Basis der Funktionalen Sicherheit mit EnDat 3-Messgeräten für Applikationen bis SIL 3 bilden folgende Faktoren:

- Positionswert
 - Zwei unabhängige Positionswerte Pos1 (hochaufgelöst) und Pos2 (ggf. niedriger aufgelöst)
 - Vergleich von Pos1 und Pos2 durch die Sichere Steuerung (Safe CU)
- Zwangsdynamisierung
 - Zyklischer Test der Überwachungsfunktion im Messgerät
- Fehlermeldungen
 - Überwachung der Fehlerbits F1 und F2
- Ein sicherer EnDat Master wird nicht benötigt (Black Channel) und ist damit nicht Bestandteil der Sicherheitskette
- Trennung der Kommunikation zum Motion Controller und zur Sicheren Steuerung (Safe CU), z. B. getrennte Fehlermeldungen

Zusammengefasst heißt das:

Einfache Implementierbarkeit durch den Black Channel-Ansatz in Kombination mit standardisierten Positionsformaten und der Verlagerungsmöglichkeit der Zwangsdynamisierung in das Messgerät.

Diagnose

Über EnDat ist eine weitgehende Überwachung und Diagnose des Messgerätes ohne zusätzliche Leitung möglich. Die Diagnose generiert Bewertungszahlen, Fehlermeldungen und Warnungen und gilt als wesentliche Voraussetzung für die hohe Verfügbarkeit des Gesamtsystems.

Entscheidende Faktoren sind:

- Planbarkeit des Maschineneinsatzes
- Unterstützung des Servicetechnikers vor Ort
- Einfache Beurteilung der Funktionsreserve des Messgerätes
- Vereinfachung der Fehlersuche im Reparaturfall
- Erstellung aussagekräftiger Qualitätsstatistiken

Zur Bewertung der Funktionalität des Messgerätes können bei EnDat-Geräten sogenannte Bewertungszahlen zyklisch aus dem Messgerät ausgelesen werden. Die Bewertungszahlen geben den aktuellen Zustand des Messgerätes wieder und bestimmen die Funktionsreserve eines Messgerätes. Ihre Skalierung ist für alle HEIDENHAIN-Messgeräte identisch. Damit ist eine durchgängige Bewertung möglich. Zusammen mit weiteren Sensordaten bilden die Funktionsreserven die Basis für Condition Monitoring und Predictive Maintenance durch die übergeordnete Folge-Elektronik.

Systeminformationen

Systeminformationen, also das sogenannte elektronische Typenschild, stehen über EnDat sowohl zum Messgerät als auch zum System zur Verfügung:

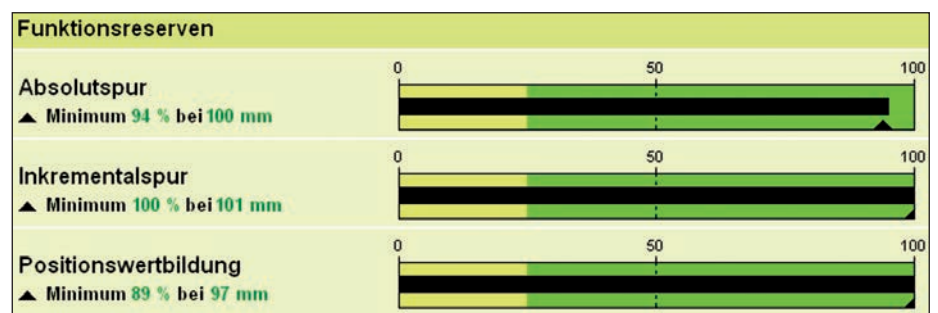
- Die Messgeräte-Parameter, also alle zur Inbetriebnahme notwendigen Parameter des Messgerätes, sind im Messgerät gespeichert.
- Systemparameter können vom OEM bzw. Anlagenbauer im Speicher des Messgerätes abgelegt werden. Die Zugangsbereiche können über Passwörter geschützt werden.
- Zustandsdaten des Systems oder des Prozesses, die sogenannten Betriebszustandsdaten, können im Regelbetrieb im Messgerät abgelegt werden. Betriebszustandsdaten kann das Messgerät auch selbstständig erfassen.

Zugriffssteuerung

Speicherbereiche können durch die entsprechende Benutzer-Authentifizierung auf verschiedenen Ebenen geschützt werden. Als Zugriffsebenen stehen OEM1, OEM2 und Benutzer zur Verfügung. Die Authentifizierung erfolgt über ein 32-Bit-Passwort. Bei Auslieferung sind OEM1, OEM2 und Benutzer offen und können durch verschiedene Passwörter geschützt werden.

Außerdem können Single- und Multiturninformationen unabhängig voneinander eingestellt und geschützt werden. Typische Anwendungen sind:

- OEM1 (Motorenhersteller): Singleturn ist eingestellt und OEM1-Speicher wird beschrieben. Dafür ist ein Passwort festgelegt, der OEM1-Bereich ist geschützt
- OEM2 (Maschinenhersteller): Multiturn ist eingestellt und OEM2-Speicher wird beschrieben. Dafür ist ein separates Passwort festgelegt, der OEM2-Bereich ist geschützt
- Benutzer (Kunde): Benutzer-Speicher kann beschrieben werden. Dafür ist ein separates Passwort festgelegt, der Benutzer-Bereich ist geschützt



Beispielhafte Darstellung der Funktionsreserve

Verbindungstechnik

Bei Messgeräten mit rein serieller EnDat-Schnittstelle werden hauptsächlich 8-polige M12-Steckverbindungen, aber auch 9-polige M23-Steckverbindungen verwendet. Diese weitverbreitete Steckertechnik bietet viele Vorteile:

- Kostentoptimierte Verbindungstechnik
- Kleinere Abmessungen der Stecker und dünnere Verbindungskabel

EnDat 3 bietet durch die reduzierte Anzahl von Adern weitere Möglichkeiten, die Verbindungstechnik zu miniaturisieren bzw. optimal an die Anforderungen der Applikation anzupassen.

Kabel

Hohe Übertragungsfrequenzen in Kombination mit großen Kabellängen stellen hohe technische Anforderungen an das Kabel. HEIDENHAIN-Kabel sind dafür qualifiziert – auch aufgrund des speziell für diese Anwendung entwickelten Kabelaufbaus. Daher empfehlen wir HEIDENHAIN-Kabel zu verwenden.

4-Ader-Technik

In der 4-Ader-Variante versorgt der Master auf einem Adernpaar das Messgerät und kommuniziert über ein zweites Adernpaar mit dem Messgerät.

2-Ader-Technik (HMC 2)

Die 2-Ader-Variante erfordert im Vergleich zur 4-Ader-Variante zusätzlich Hardware. Bei der 2-Ader-Variante versorgt die Folge-Elektronik auf einem einzigen Adernpaar das Messgerät und kommuniziert auf demselben Adernpaar mit dem Messgerät. Dazu werden Messgeräteversorgung und Datenstrom mit einer Frequenzweiche auf Master-Seite und mit einer Frequenzweiche auf Slave-Seite voneinander getrennt.

4-Ader-Bus im Daisy-Chain-Betrieb

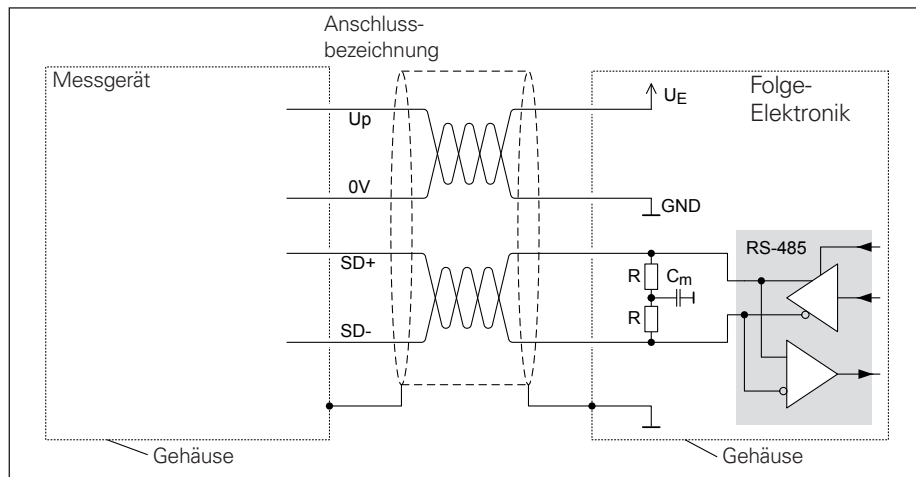
Mit der Variante 4-Ader-Bus im Daisy-Chain-Betrieb können Messgeräte an einem Daisy-Chain-Bus betrieben werden. Im Vergleich zur 4-Ader-Variante wird bei der Variante 4-Ader-Bus im Daisy-Chain-Betrieb ein zusätzlicher Sende- und Empfangszweig (Transceiver) im Messgerät benötigt. Der zusätzliche Sende- und Empfangszweig stellt die Datenverbindung zum nachfolgenden Messgerät im Bus her. Die Variante 4-Ader-Bus im Daisy-Chain-Betrieb unterstützt auch die 4-Ader-Variante.

Sensorbox

Bei der 4-Ader-Variante kann eine Sensorbox eingeschleift werden.

Spannungsversorgung

Bei Versorgungsspannung und Leistungsaufnahme sind die Vorgaben des jeweiligen Messgeräts einzuhalten. Für Messgeräte mit EnDat 3-Schnittstelle wird eine Versorgungsspannung von 12 V ($\pm 5\%$) empfohlen.



Blockschaltbild 4-wire



Ein-Kabel-Lösung HMC 2:
Standardkomponenten für eine sichere Verbindung



Weitere Informationen:

- Prospekt *Kabel- und Steckverbinder*
- Produktinformation *HMC 2*

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.

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>)

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).

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* 2fache Interpolation
- *b* ohne Interpolation
- *c* 0,5fache 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



Weitere Informationen:

www.endat.de

Taktfrequenz

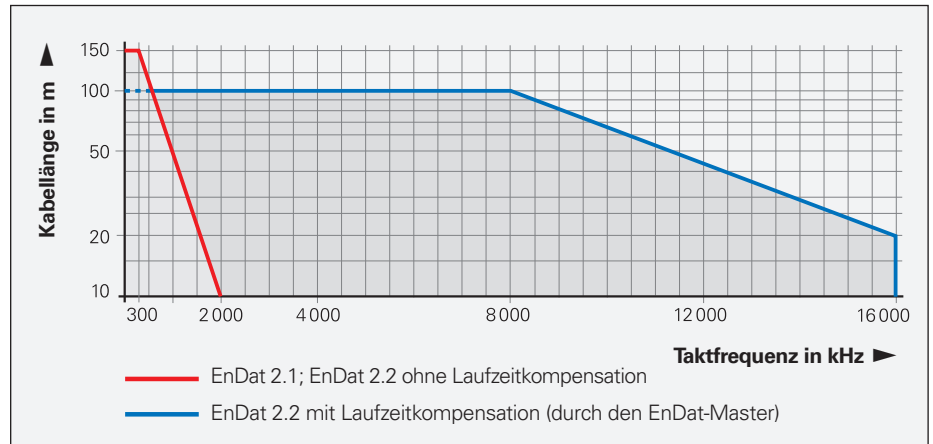
Die Taktfrequenz ist – abhängig von der Kabellänge (max. 150 m) – variabel zwischen 100 kHz und 2 MHz. Mit Laufzeitkompensation in der Folge-Elektronik sind Taktfrequenzen bis 16 MHz bzw. Kabellängen bis maximal 100 m möglich. Bei EnDat-Messgeräten mit Bestellbezeichnung EnDat2 ist die maximale Taktfrequenz 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_{cal} bzw. nach 14,5 Takten 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.

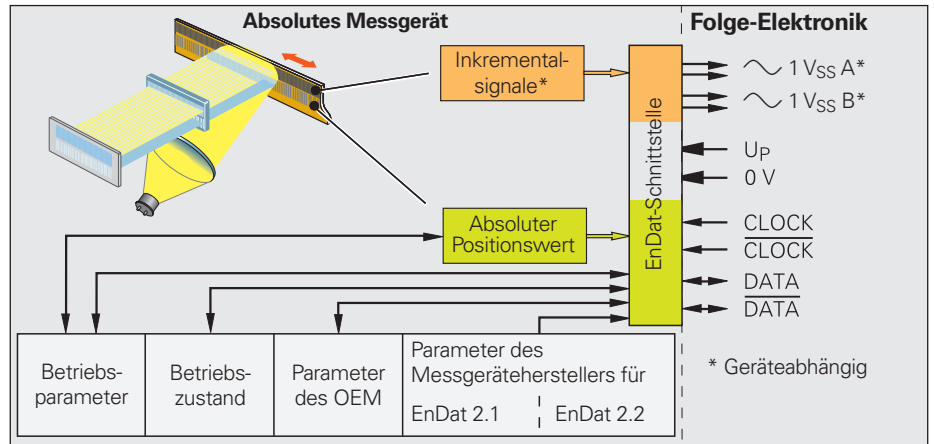
- Fehlermeldungen
- Warnungen
- Online-Diagnose basierend auf Bewertungszahlen zur einfachen Bestimmung der Funktionsreserve eines Messgeräts
- Parameter für den Messgeräte-Anbau

Eingangsschaltung der Folge-Elektronik

Dimensionierung

$IC_1 = RS\ 485$ -Differenzleitungsempfänger und-treiber

$$Z_0 = 120\ \Omega$$



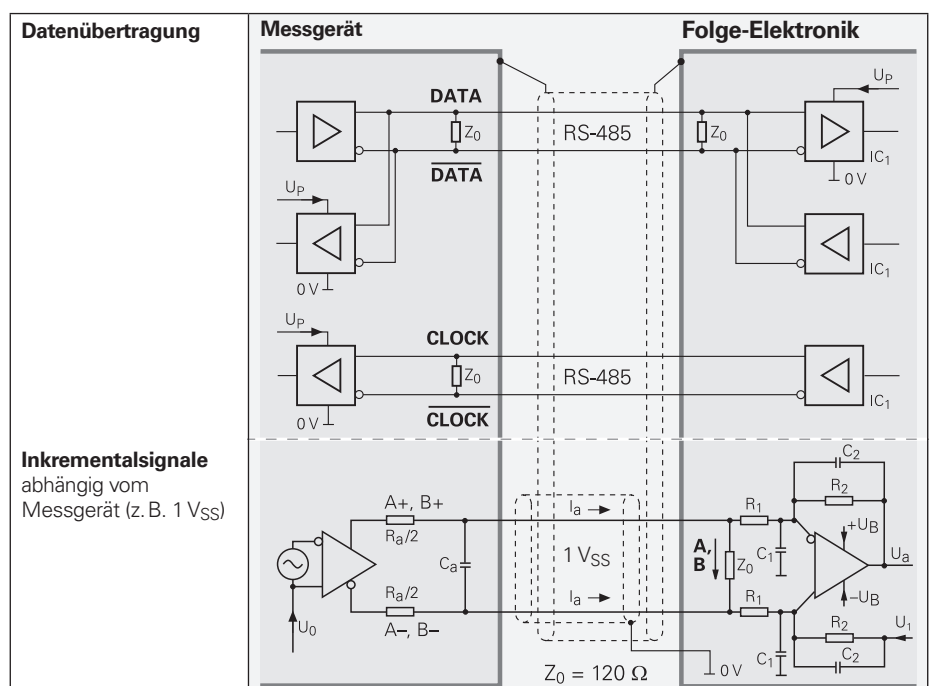
Systeminformationen

Systeminformationen, also das sogenannte elektronische Typenschild, stehen über EnDat sowohl zum Messgerät als auch zum System zur Verfügung:

- Die Messgeräte-Parameter, also alle zur Inbetriebnahme notwendigen Parameter des Messgeräts, sind im Messgerät gespeichert.
- Systemparameter können vom OEM bzw. Anlagenbauer im Speicher des Messgeräts abgelegt werden.
- Zustandsdaten des Systems oder des Prozesses, die sogenannten Betriebszustandsdaten, können im Regelbetrieb im Messgerät abgelegt werden.

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.



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 α i	Fanuc α i	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 495S

DRIVE-CLiQ ist eine geschützte Marke der Siemens AG.

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 Programmieringänge 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 (Messgerät muss sich im Stillstand befinden).

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

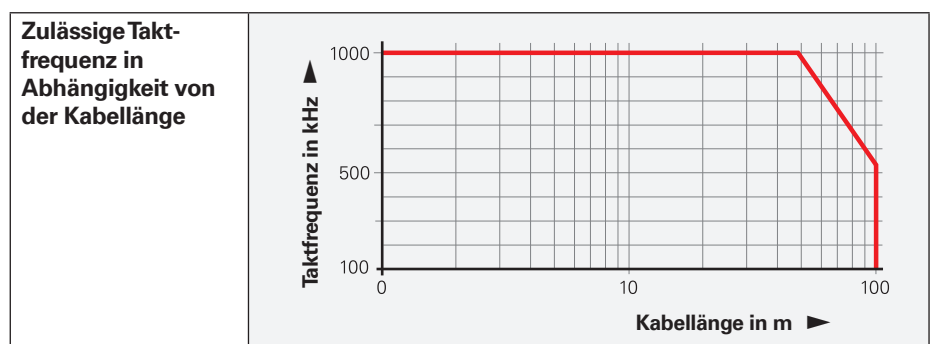
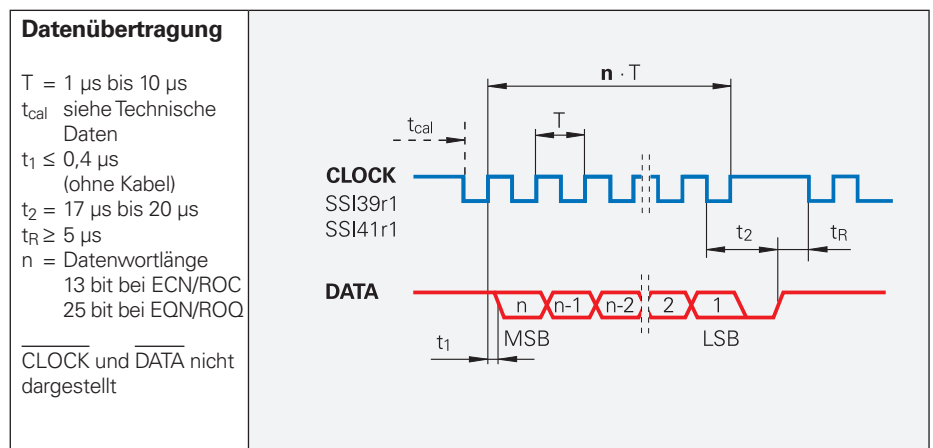
Ansteuerzyklus für vollständiges Datenformat

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>)
Programmieringänge 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:

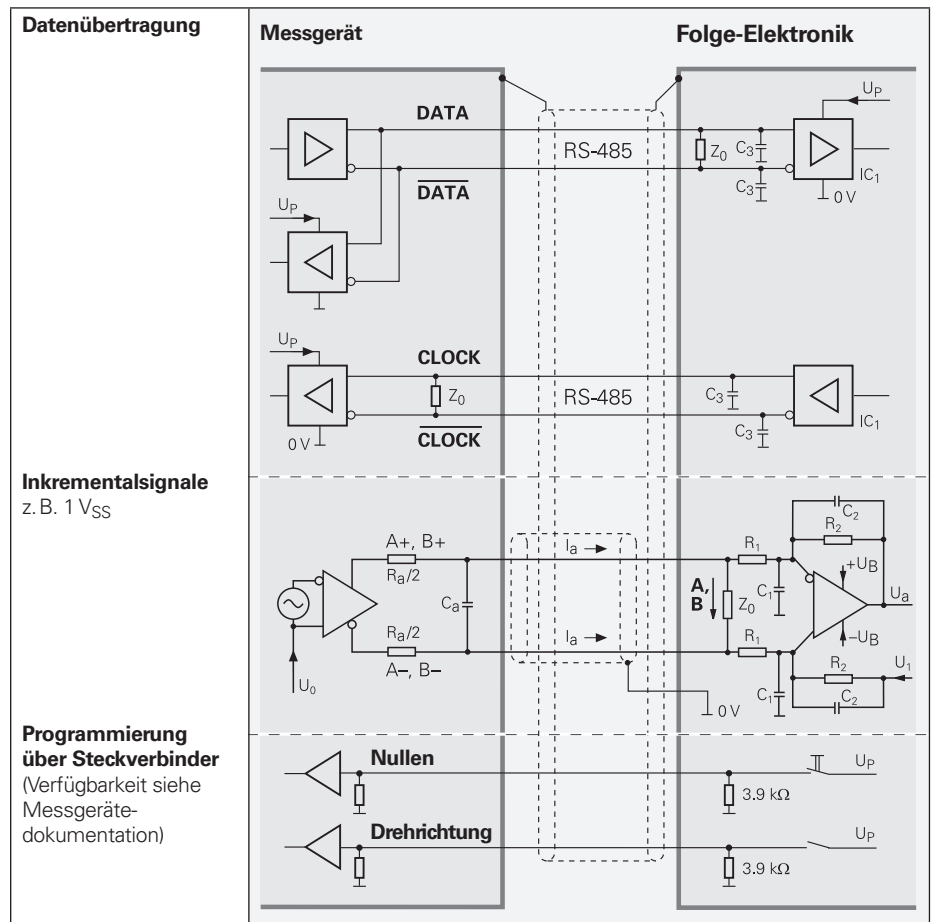
- SSI41H mit Inkrementalsignalen HTL
- SSI41T mit Inkrementalsignalen TTL

Eingangsschaltung der Folge-Elektronik

Dimensionierung

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

$Z_0 = 120 \Omega$
 $C_3 = 330 \text{ pF}$ (zur Verbesserung der Störfestigkeit)



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 verdrilltes Adernpaar pro Richtung an PROFINET angeschlossen. Die Übertragungsgeschwindigkeit beträgt 100 Mbit/s (Fast-Ethernet).

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.

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 Nenn-Versorgungsspannung am Messgerät. Die Signalgröße bezieht sich auf eine Differenzmessung am Messgerät bei 120 Ohm Abschlusswiderstand zwischen den zusammengehörigen Ausgängen (siehe *Eingangsschaltung der Folge-Elektronik*). 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.

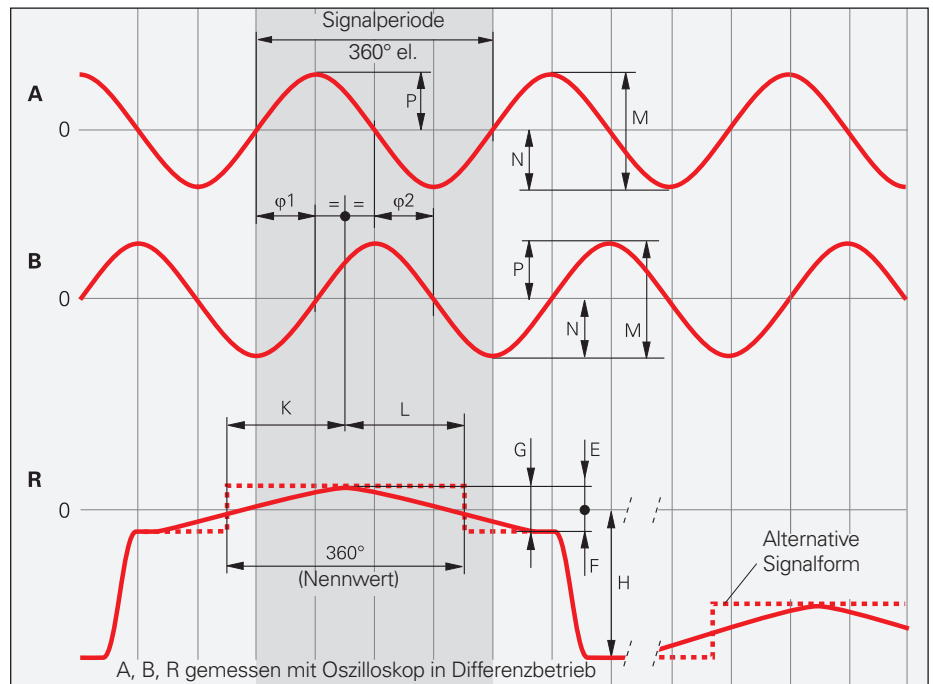
Interpolation/Auflösung/Messschritt

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 $ \varphi_1 + \varphi_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 Signallaufzeit max. 150 m 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 ± 5 % verursacht ein kurzzeitiger Kurzschluss eines Ausgangs 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}

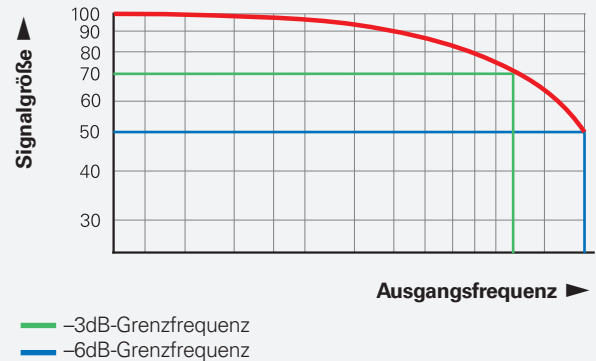
Die Größe der Inkrementalsignale kann z. B. anhand der Zeigerlänge des resultierenden Positionszeigers überwacht werden: Die Ausgangssignale A und B werden in der XY-Darstellung am Oszilloskop als Lissajous-Figur dargestellt. Bei ideal sinusförmigen Signalen entsteht ein Kreis mit dem Durchmesser M. In diesem Fall entspricht der dargestellte Positionszeiger r also ½M. Es gilt so die Formel

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

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

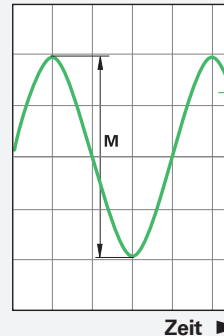
Grenzfrequenz

Typischer Verlauf der Signalgröße abhängig von der Ausgangsfrequenz (messgeräteabhängig)

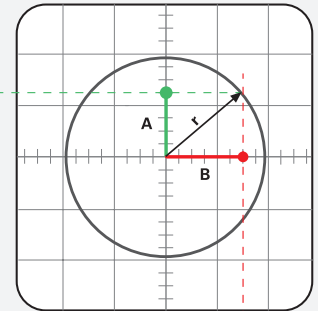


— -3dB-Grenzfrequenz
 — -6dB-Grenzfrequenz

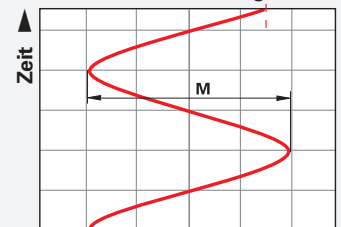
Inkrementalsignal A



Zeit ►



Inkrementalsignal B



Zeit ▲

Eingangsschaltung der Folge-Elektronik

Dimensionierung

Operationsverstärker z. B. MC 34074

Z₀ = 120 Ω

R₁ = 10 kΩ und C₁ = 100 pF

R₂ = 34,8 kΩ und C₂ = 10 pF

U_B = ±15 V

U₁ ca. U₀

-3dB-Grenzfrequenz der Schaltung

Ca. 450 kHz

Ca. 50 kHz mit C₁ = 1000 pF
 und C₂ = 82 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

Inkrementalsignale Referenzmarkensignal

R_a < 100 Ω, typ. 24 Ω

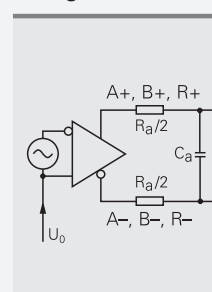
C_a < 50 pF

ΣI_a < 1 mA

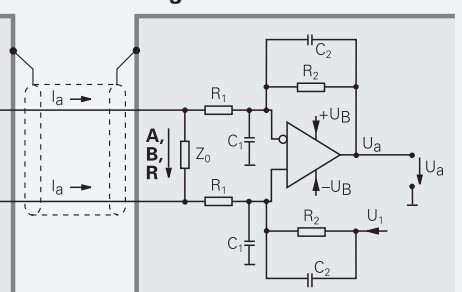
U₀ = 2,5 V ± 0,5 V

(bezogen auf 0 V der Spannungsversorgung)

Messgerät



Folge-Elektronik



Eingangsschaltung der Folge-Elektronik für hohe Signalfrequenzen

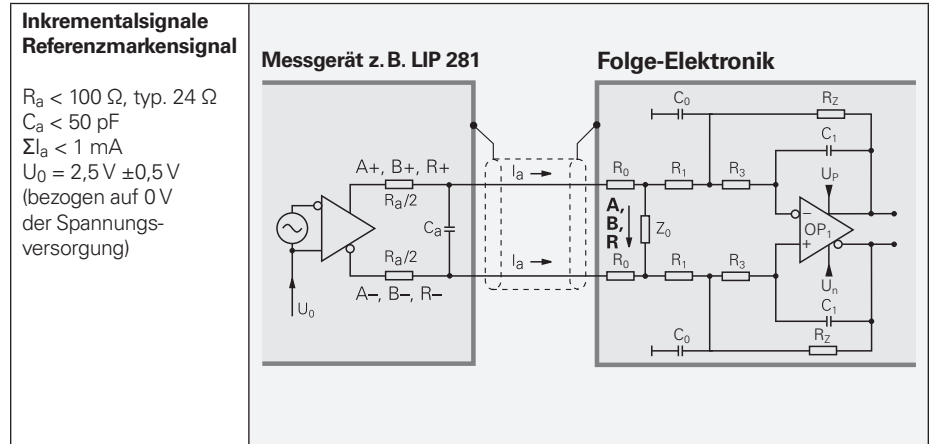
Für hochgenaue Messgeräte mit hoher Signalfrequenz ist eine spezielle Eingangsschaltung notwendig.

-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.



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)

Grenzfrequenz -3 dB

	500 kHz		2,5 MHz		5 MHz		10 MHz	
Signal	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	
Z_0^*	127 Ω	59,0 Ω	133 Ω	59,0 Ω	133 Ω	59,0 Ω	133 Ω	59,0 Ω
R_0	0 Ω	31,6 Ω	0 Ω	31,6 Ω	0 Ω	31,6 Ω	0 Ω	31,6 Ω
R_1	1,21 k Ω		681 Ω		681 Ω		681 Ω	
R_2	1,47 k Ω		825 Ω		825 Ω		825 Ω	
R_3	1,82 k Ω		464 Ω		464 Ω		464 Ω	
C_0	220 pF		100 pF		47 pF		22 pF	
C_1	68 pF		47 pF		22 pF		10 pF	
OP_1	z. B. THS452x						z. B. AD8138	

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

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} nacheilend zu U_{a1} – gilt für die in der Anschlussmaßzeichnung angegebene Bewegungsrichtung.

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

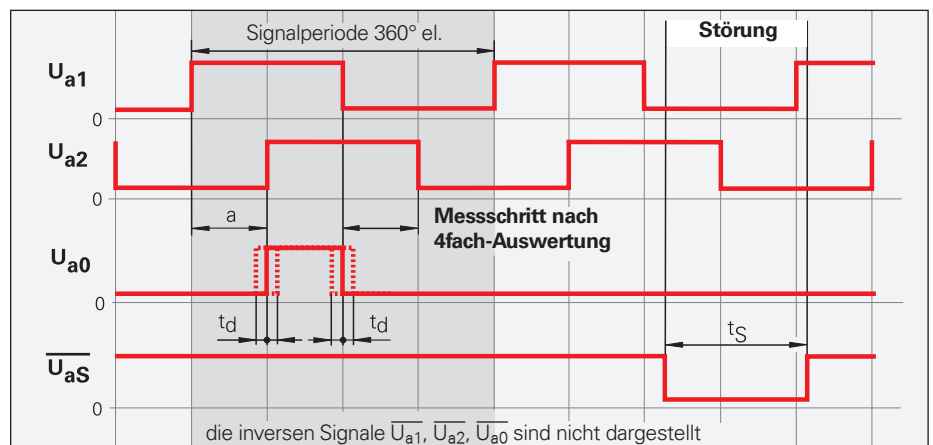
Der **Messschritt** ergibt sich aus dem Abstand zwischen zwei Flanken der Inkrementalsignale U_{a1} und U_{a2} durch 1fach-, 2fach- oder 4fach-Auswertung.

Die Folge-Elektronik muss so ausgelegt sein, dass sie jede Flanke der Rechteckimpulse erfasst. Der in den Technischen Daten angegebene minimale **Flankenabstand a** gilt für die angegebene Eingangsschaltung bei Kabellänge 1 m und bezieht sich auf eine Messung am Ausgang des Differenzleitungsempfängers. Für die Auswertung des Referenzmarkensignals wird üblicherweise bei HIGH-Pegel auf den Signalen U_{a1} und U_{a2} der Pegel des Referenzmarkensignals geprüft und mit dem Flankenwechsel bei U_{a1} bzw. U_{a2} verknüpft.

Hinweis

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

Schnittstelle	Rechtecksignale TTL
Inkrementalsignale	TTL-Rechtecksignale U_{a1}, U_{a2} und deren inverse Signale $\overline{U_{a1}}$, $\overline{U_{a2}}$
Referenzmarkensignal Signalbreite Verzögerungszeit	TTL-Rechtecksignal U_{a0} und dessen inverses Signal $\overline{U_{a0}}$ 90° el. (andere Signalbreiten auf Anfrage) $ t_d \leq 50$ ns
Störungssignal	TTL-Rechtecksignal $\overline{U_{aS}}$ 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 %)	$t_+ / t_- \leq 30$ 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 Signalkonverter 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. Verfahrensgeschwindigkeit:

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

a_{nom} nominaler Flankenabstand
 IPF Interpolationsfaktor
 $f_{e_{nom}}$ nominale Eingangsfrequenz

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

Messgeräte und Signalkonverter 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. **Verfahrensgeschwindigkeit** darf auch kurzzeitig nicht überschritten werden, da dies zu einem irreversiblen Verzählen führt.

Berechnungsbeispiel 1

Längenmessgerät LIDA 400
 Anforderungen: Anzeigeschritt 0,5 μ m, Verfahrensgeschwindigkeit 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

Verfahrensgeschwindigkeit 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

abzgl. kabelabhängiger Laufzeitunterschiede 0,2 ns pro Meter

bei 25 m Kabellänge 5 ns

resultierender Flankenabstand 0,215 μ s

abzgl. 10 % Sicherheit 0,022 μ s

min. Flankenabstand an der

Folge-Elektronik **0,193 μ s**

Berechnungsbeispiel 2

Winkelmessgerät ERA 4000 mit 32768 Strichen
 Anforderungen: Messschritt 0,1", Ausgangssignale TTL (externer Signalkonverter 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

32768 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

abzgl. kabelabhängige Laufzeitunterschiede 0,2 ns pro Meter

bei 20 m Kabellänge 4 ns

minimaler Flankenabstand IBV 102 **$\geq 0,56 \mu$ 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

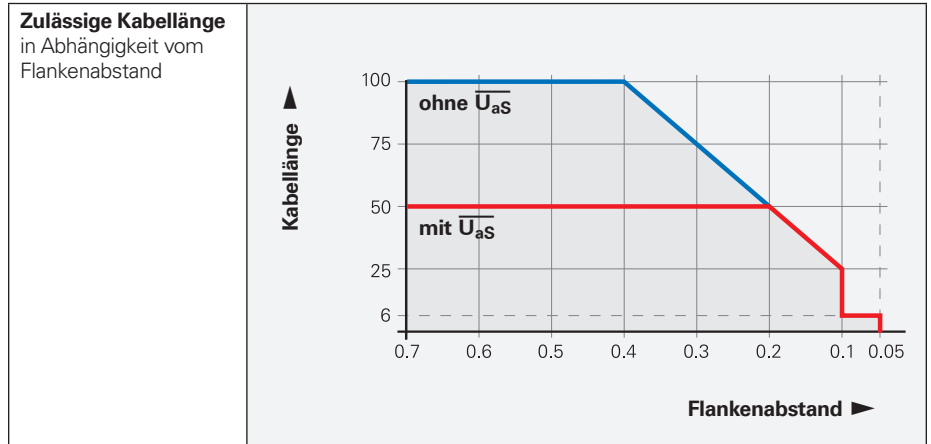
abzgl. 5 % Toleranz 3,8 kHz

Dies sind 3800 Signale pro Sekunde oder 228000 Signale pro Minute.

Bei 32768 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 Regelung (Remote-Sense-Netzteil) nachregeln.

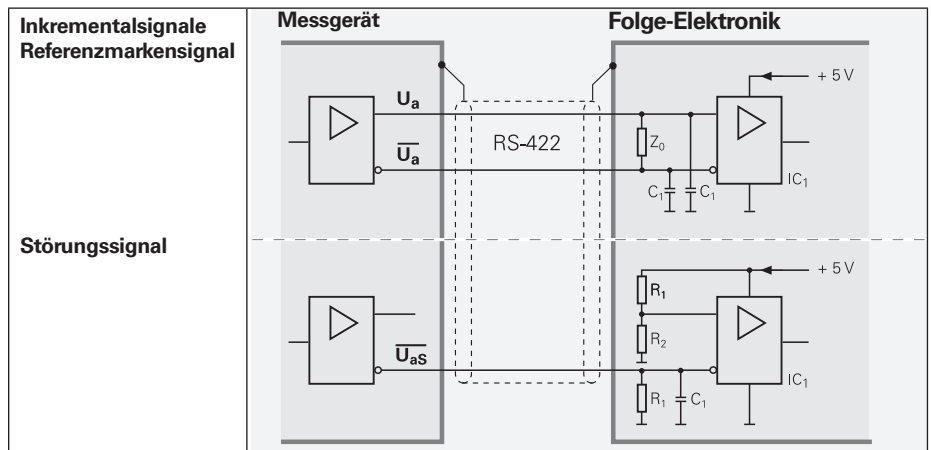


Eingangsschaltung der Folge-Elektronik

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)



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 störsichere Übertragung (nicht bei HTLs).

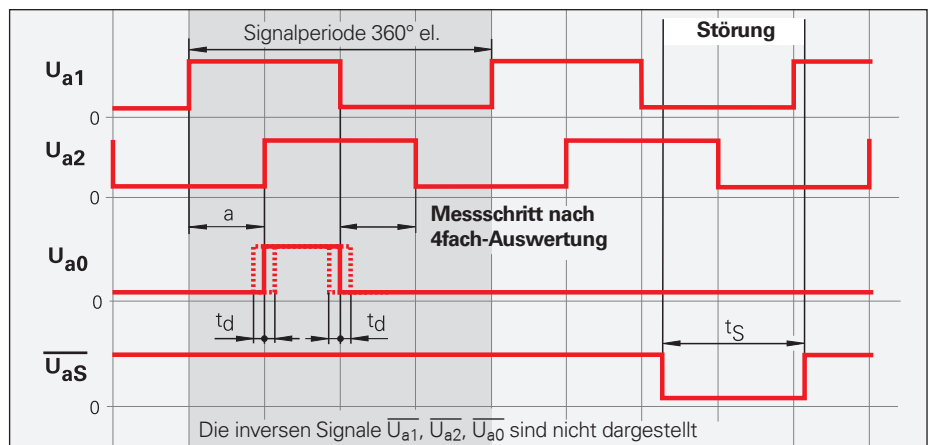
Die dargestellte Folge der Ausgangssignale – U_{a2} nacheilend zu U_{a1} – gilt für die in der Anschlussmaßzeichnung angegebene Bewegungsrichtung.

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.

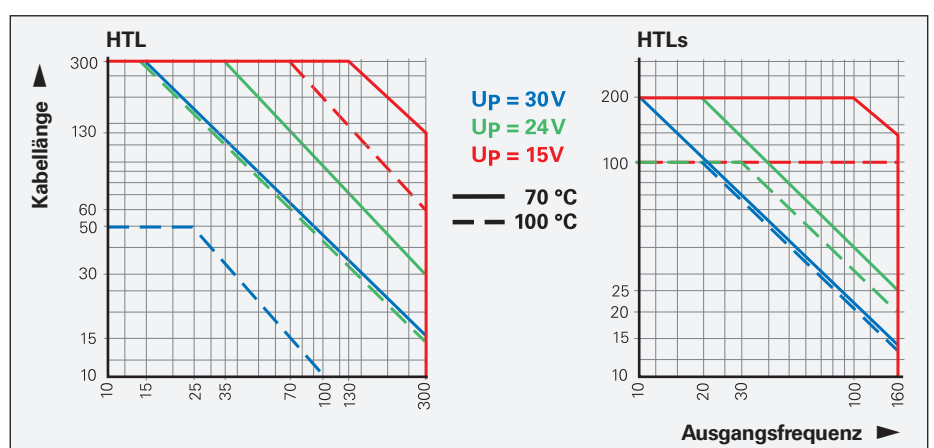
Die Folge-Elektronik muss so ausgelegt sein, dass sie jede Flanke der Rechteckimpulse erfasst. Der in den Technischen Daten angegebene minimale **Flankenabstand a** bezieht sich auf eine Messung am Ausgang der angegebenen Differenz-Eingangsschaltung. Um Zählfehler zu vermeiden, sollte die Folge-Elektronik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

Schnittstelle	Rechtecksignale HTL, HTLs	
Inkrementalsignale	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 Signalbreite Verzögerungszeit	HTL-Rechtecksignal U_{a0} und dessen inverses Signal $\overline{U_{a0}}$ (HTLs ohne $\overline{U_{a0}}$) 90° el. (andere Signalbreiten auf Anfrage) $ t_d \leq 50$ ns	
Störungssignal	HTL-Rechtecksignal $\overline{U_{aS}}$ 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	

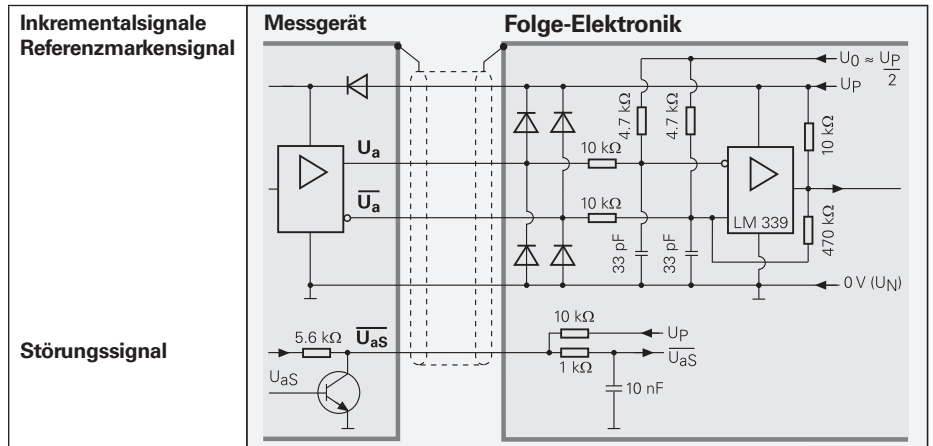


Die zulässige **Kabellänge** bei inkrementalen Messgeräten mit HTL-Signalen ist abhängig von der Ausgangsfrequenz, der anliegenden Versorgungsspannung und der Arbeitstemperatur des Messgeräts.

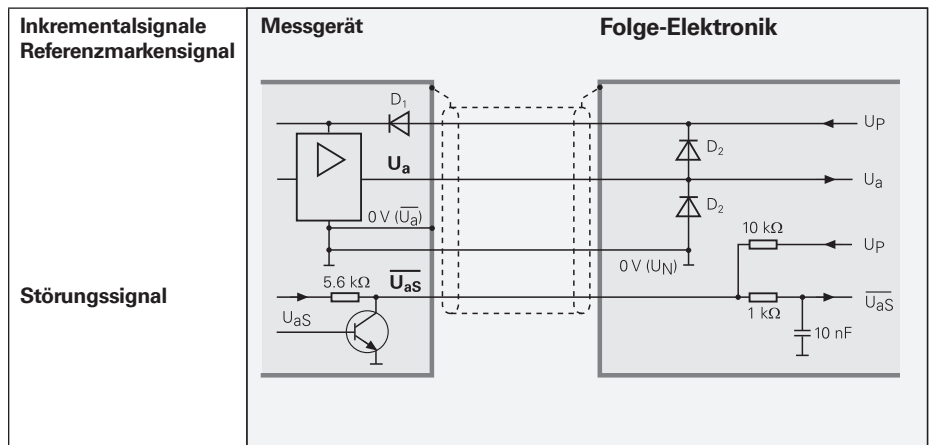
Die **Stromaufnahme** bei Messgeräten mit HTL-Ausgangssignalen ist abhängig von der Ausgangsfrequenz und der Kabellänge zur Folge-Elektronik.



Eingangsschaltung der Folge-Elektronik HTL



HTLs



Sonstige Signale

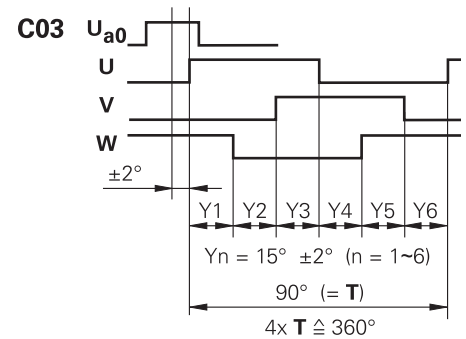
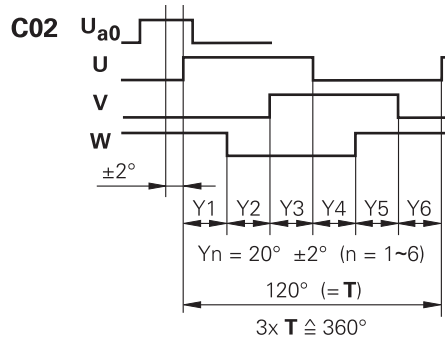
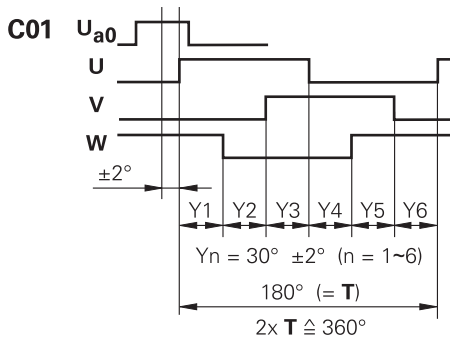
Kommutierungssignale für Blockkommutierung

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)

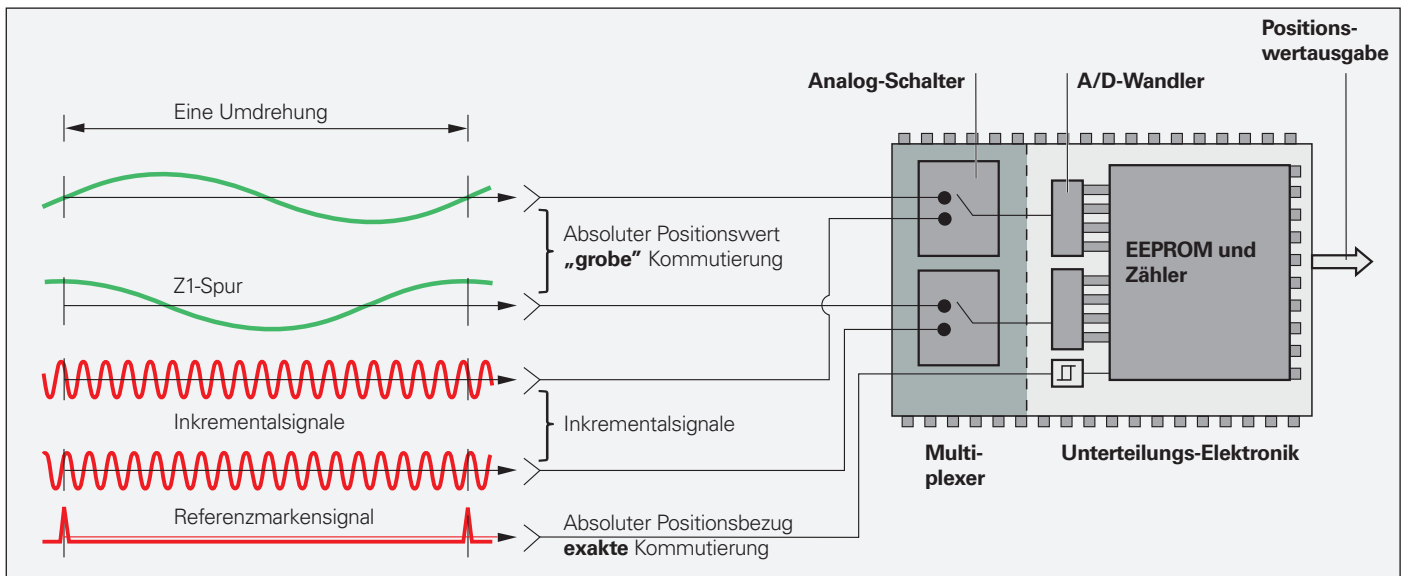


Kommutierungssignale für Sinuskommutierung

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

Elektronische Kommutierung mit Z1-Spur



Limitschalter

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



Weitere Informationen:

Siehe Abschnitt *Limit-Schalter* im Prospekt *Offene Längenmessgeräte*

Weitere Informationen

Datengruppen von Messgeräten

Die Daten, die von einem Messgerät generiert werden bzw. im Messgerät gespeichert sind, können in verschiedene Datengruppen unterschieden werden. Die Unterstützung der jeweiligen Datengruppen ist abhängig vom jeweiligen Messgerät und der Schnittstelle. Je nach Schnittstelle bzw. Messgerät gibt es hier große Unterschiede in Bezug auf Funktion bzw. Informationstiefe. Unter Umständen ist auch ein Prüf- bzw. Testgerät von HEIDENHAIN notwendig, um auf die Daten zugreifen zu können. Dies ist dann der Fall, wenn die Daten nicht direkt über die Schnittstelle zugänglich sind und damit das Messgerät in einen speziellen Betriebsmodus geschaltet werden muss. Weitere Informationen finden Sie in der Dokumentation zum Messgerät bzw. unter www.endat.de. Der Zugriff auf die Daten im laufenden Betrieb erfolgt durch die Folge-Elektronik. Diese steuert die Kommunikation und bestimmt damit den Umfang, die Dynamik und die weitere Verarbeitung und Speicherung der Daten.

Bestimmungsgemäße Daten

Daten, die bei der bestimmungsgemäßen Verwendung des Messgerätes erzeugt werden. Diese Daten sind flüchtig und werden nicht im Messgerät gespeichert.

- Positionen
 - Ein- bzw. mehrdimensional
- Funktionale Sicherheit
 - Redundante Position
 - Absichernde Daten (z. B.: zusätzliche Alarminformation, Lebenszeichen, Achsadresse und Safety CRC)
- Sensorik
 - Temperatur
 - Vibrationsanalyse
- Diagnose
 - Alarme, Warnungen
 - Online-Diagnose

Systemdaten

Diese Daten dienen dazu das System – bestehend aus Messgerät, Motor und Antrieb – für den Einsatz zu beschreiben bzw. zu konfigurieren. Diese Daten sind permanent im Messgerät gespeichert bzw. werden permanent im Messgerät abgelegt.

- Elektronisches Typenschild
 - Beschreibende Parameter, die die Eigenschaften des Messgerätes beschreiben.
- Messgeräte-Konfiguration
 - Konfigurationsdaten, z. B. Nullpunktverschiebung, die der OEM vornehmen kann, um z. B. die Nulllage des Messgerätes an die des Motors anzupassen.
- OEM-Daten
 - Freier Speicherbereich, der vom OEM z. B. dafür benutzt werden kann, um Informationen zum Antriebssystem zu hinterlegen, z. B. Motor-Parameter.

Anbaudaten

Diese Daten sind permanent im Messgerät abgelegt und werden bei bestimmten Messgeräten benötigt, um die bestimmungsgemäße Verwendung des Messgerätes zu ermöglichen. Für diese Messgeräte werden die notwendigen Anbau-Informationen direkt über die Schnittstelle übertragen bzw. es ist ein Anbauassistent auf Basis eines Prüf- bzw. Testgerätes von HEIDENHAIN verfügbar, der die entsprechenden Daten im Rahmen des Anbau-Prozesses generiert und im Messgerät ablegt. Wenn die Messgeräte-Schnittstelle dies nicht ermöglicht, dann ist eine zusätzliche Anbau-Schnittstelle zum Messgerät erforderlich.

Betriebszustandsdaten

Hierbei werden während des laufenden Betriebs des Messgerätes in der Applikation Daten erfasst und im Gerät gespeichert (Datenlogger). Diese applikationsspezifischen Daten können für die laufende Analyse der Applikation oder als Eingangswert für ein übergeordnetes Condition Monitoring verwendet werden. Bei EnDat 3 sind diese Daten direkt abrufbar, bei allen anderen Schnittstellen ist ein Prüfgerät von HEIDENHAIN erforderlich. Weitere Informationen sind in der Technischen Information „Betriebszustandsdaten“ zu finden.

Log data

Dies bezeichnet Daten, die in speziellen Situationen, z. B. im Falle eines Alarmes im Messgerät gespeichert werden. Diese Daten sind nur über ein Prüfgerät von HEIDENHAIN mit speziellen Zugangsberechtigungen (Produktschlüssel) abrufbar und dienen im Service-Fall der tiefergehenden Analyse durch den Servicetechniker von HEIDENHAIN.

	Bestimmungsgemäße Daten			Systemdaten			Anbau- daten	Betriebs- zustands- daten	Logging- daten
	Positionen	Sensorik	Diagnose	Parameter	Konfigura- tion	OEM			
EnDat 3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ 3)	✓	2)
EnDat 2.2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ 3)	2)	2)
EnDat 2.1	✓	-	✓	✓	✓	✓	2)	-	2)
DRIVE-CLiQ	✓	✓	✓	✓	✓ 1)	-	2)	2)	2)
Fanuc	✓	✓	✓	✓	2)	-	2)	2)	2)
Mitsubishi	✓	-	✓	✓	2)	-	2)	2)	2)
Panasonic	✓	-	✓	✓	2)	-	2)	2)	2)
Yaskawa	✓	✓	✓	✓	2)	-	2)	2)	2)
SSI	✓	-	-	-	2)	-	2)	-	-
1 V _{SS} 11 μA _{SS} TTL HTL HTLs	✓	-	-	-	-	-	2)	-	-

Die obigen Datengruppen bzw. Funktionen sind messgeräteabhängig:

- 1) Für bestimmte Funktionen, z. B. Nullpunktverschiebung ist ein Prüfgerät von HEIDENHAIN erforderlich
- 2) Prüfgerät von HEIDENHAIN ist erforderlich; ggf. ist ein Produktschlüssel notwendig
- 3) Messgeräteabhängig kann der Anbau direkt über die EnDat Schnittstelle erfolgen bzw. ein Prüfgerät ist erforderlich

Signalkonverter

Die Signalkonverter von HEIDENHAIN ermöglichen eine flexible Anpassung der Schnittstellen von Messgerätesignalen an die Anforderungen Ihrer Applikation. Applikationsabhängig werden zusätzliche Signale wie z. B. Temperatursensoren verarbeitet und an die Folge-Elektronik übermittelt.

Anpassung der Schnittstellen

Die Signalkonverter von HEIDENHAIN zur Anpassung der Messgerätesignale an die Schnittstelle steigern die Kompatibilität der Folge-Elektronik. Signale können interpoliert und verschiedene Bauformen (z. B. Gehäuse-, Stecker- oder Einbauform) für mehr Flexibilität in der Applikation gewählt werden.

Winkelmessung mit erhöhter Genauigkeit

Positionsverrechnung zweier Abtastköpfe von rotativen HEIDENHAIN-Messgeräten in Echtzeit ohne negativer Einflüsse auf den Regelkreis. Abweichungen wie ein exzentrischer Anbau der Teilung eines modularen Winkelmessgeräts oder Rundlaufabweichungen der Welle können mit der EIB 1500 kompensiert werden.

Temperaturerfassung am Direktantrieb

Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und Schutz des Direktantriebs vor Überlastung durch die Überwachung aller drei Wicklungen: optimierte Temperaturerfassung von bis zu drei Temperatursensoren und Kompensation des zeitlichen Übertragungsverhaltens der Temperaturmessung für ETEL-Direktantriebe.

Rechnergestützte Messwerterfassung

Die Signalkonverter ermöglichen den Anschluss von Messgeräten an rechnergestützte Applikationen, die gleichzeitig eine hohe Auflösung der Messgerätesignale und eine schnelle Messwerterfassung erfordern: Als Auswerte-Elektronik bei Prüfplätzen und Mehrstellen-Messplätzen oder mobile Datenerfassung bei der Maschinenvermessung.

Signalkonverter zur Anpassung der Schnittstellen

HEIDENHAIN-Signalkonverter können an Messgeräte mit sinusförmigen Signalen 1 V_{SS} (Spannungssignale) oder 11 µA_{SS} (Stromsignale) angeschlossen werden. An verschiedenen Signalkonvertern sind auch Messgeräte mit den seriellen Schnittstellen EnDat anschließbar.

Ausgangssignale der Signalkonverter

Die Signalkonverter 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 im Signalkonverter interpoliert. Dadurch werden feinere Messschritte und damit eine höhere Regelgüte und ein besseres Positionierverhalten erreicht.

Bildung eines Positionswerts

Verschiedene Signalkonverter 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



DRIVE-CLiQ ist eine geschützte Marke der Siemens AG.

Ausgänge		Eingänge		Bauform – 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 3011
			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 192F
				Steckerbauform – IP40	≤ 16384fach Unterteilung	EIB 3091F
			2	Gehäusebauform – IP65	≤ 16384fach Unterteilung	EIB 1592F
		EnDat 2.2	1	Kabelbauform – IP65	–	EIB 3392F
Mitsubishi high speed interface	1	~ 1 V _{SS}	1	Gehäusebauform – IP65	≤ 16384fach Unterteilung	EIB 192M
				Steckerbauform – IP40	≤ 16384fach Unterteilung	EIB 3091M
			2	Gehäusebauform – IP65	≤ 16384fach Unterteilung	EIB 1592M
Yaskawa Serial Interface	1	EnDat 2.2	1	Steckerbauform – IP40	–	EIB 3391 Y
		~ 1 V _{SS}	1	Gehäusebauform – IP65	≤ 16384fach Unterteilung	EIB 3091 Y²⁾

¹⁾ Umschaltbar

²⁾ Nur in Verbindung mit bestimmten Messgeräten verfügbar

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.

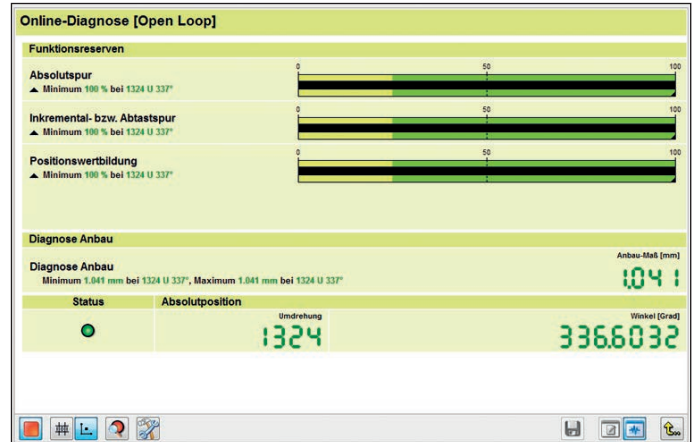
Inkrementale Messgeräte besitzen vorzugsweise 1 V_{SS} -, TTL- oder HTL-Schnittstellen. TTL- und HTL-Messgeräte überwachen geräteintern die Signalamplituden und generieren daraus ein einfaches Störungssignal. Bei 1 V_{SS} -Signalen ist eine Analyse der Ausgangssignale nur mit externen Prüfgeräten bzw. 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 (abhängig von Messgerät bzw. Schnittstelle):

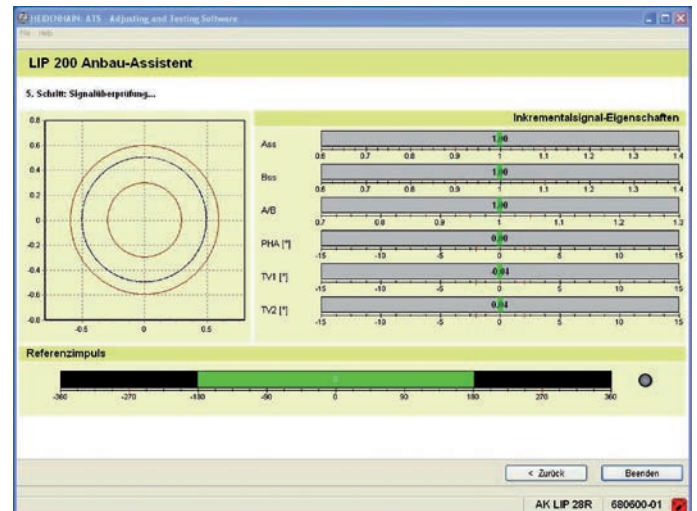
- Fehlermeldung: Positionswert ist nicht zuverlässig
- Warnmeldung: eine interne Funktionsgrenze des Messgerätes ist erreicht
- Bewertungszahlen:
 - detaillierte Informationen zur Funktionsreserve des Messgerätes
 - identische Skalierung für alle HEIDENHAIN-Messgeräte
 - zyklisches Auslesen möglich
- Betriebszustandsdatenerfassung
 - Erfassung und Speicherung von periodischen, zustandsbasierten bzw. zustandsgetriggerten Applikations-Daten, z. B. Temperaturen, Drehzahlen, Betriebszeiten während des laufenden Betriebes des Messgerätes. Diese Funktion der Erfassung und Speicherung wird auch Datenlogger genannt.
 - Diese applikationsspezifischen Daten können für die laufende Analyse der Applikation bzw. die Unterstützung im Servicefall verwendet werden.
 - Die Daten können direkt über die EnDat 3 Schnittstelle ausgelesen werden bzw. in Verbindung mit einem Prüf- und Testgerät von HEIDENHAIN ausgelesen werden.

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

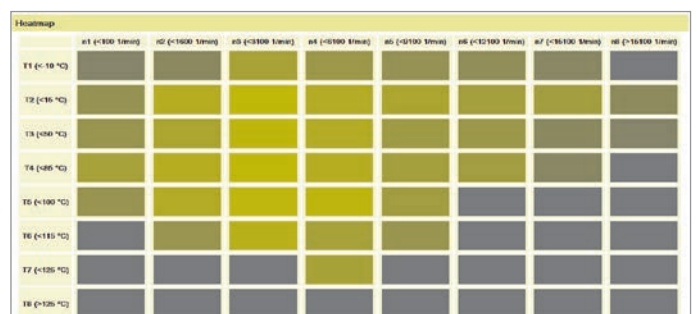
Zur Analyse der Messgeräte bietet HEIDENHAIN die passenden Prüfgeräte



Diagnose über PWM und ATS-Software



Inbetriebnahme über PWM und ATS-Software



Heatmap Temperatur über Drehzahl

Ein Farbdigramm zeigt durch Helligkeitsabstufungen die Nutzungszeiten im jeweiligen Temperatur-Drehzahl-Bereich

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.

Übersicht		PWM		PWT
Schnittstelle	Ausgangssignale (Auswahl)	Messgeräte-Diagnose	Monitoring-Betrieb	Messgeräte-Diagnose
EnDat 3	Positionswert Bewertungszahlen	Ja Ja	Ja Ja	Ja Ja
EnDat 2.1 (mit Inkrementalsignalen)	Positionswert Inkrementalsignale	Ja Ja	Nein Ja	Ja Ja
EnDat 2.2 (ohne Inkrementalsignale)	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
1 V_{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

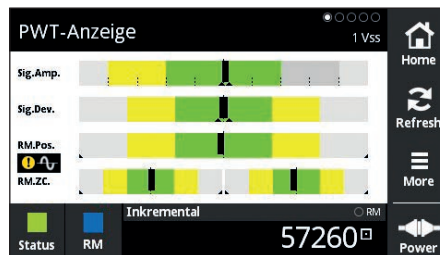
⁸⁾ Voraussetzung ist eine Two-Pair-Transmission (weitere Informationen siehe Dokumentation PWT 100/PWT 101)

PWT 101

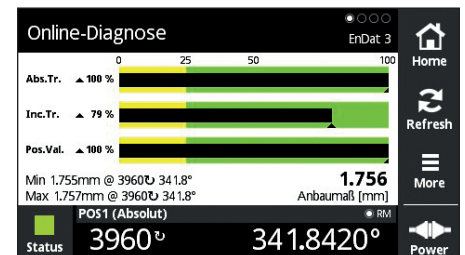
Das PWT 101 ist ein Testgerät zur Funktionskontrolle sowie Justage von inkrementalen und absoluten HEIDENHAIN-Messgeräten. Dank der kompakten Abmessungen und des robusten Designs ist das PWT 101 besonders für den mobilen Einsatz geeignet.



PWT 101	
Messgerät-Eingang nur für HEIDENHAIN-Messgeräte	<ul style="list-style-type: none"> • EnDat 2.1 oder EnDat 2.2 (mit bzw. ohne Inkrementalsignale) • EnDat 3 (ggf. Signaladapter erforderlich) • DRIVE-CLiQ • Fanuc Serial Interface • Mitsubishi high speed interface • Panasonic Serial Interface • Yaskawa Serial Interface • 1 Vss/TTL/11 µAss
Anzeige	4,3" 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



PWT-Anzeige



Online-Diagnose

Anbau-Assistent

Für den Anbau von offenen oder mehrteiligen Längenmessgeräten bzw. modularen Winkelmessgeräten wird das PWM zusammen mit der Justage- und Prüfsoftware (ATS) empfohlen. Das PWT 101 kann – wenn es die Messgeräteschnittstelle unterstützt – ebenfalls verwendet werden. Jedoch mit eingeschränktem Umfang.

Messgeräte	Anbau bzw. Anbauassistent
LIC 21xx, LIC 31xx, LIF 4xx, LIF 1xx, LIDA 4xx, LIDA 2xx, ERM 2xxx	PWT 101 bzw. PWM mit ATS-Software
LIC 41xx, LIP 3xx, LB 3xx, LC 2xx, PP 281, ECA 4xxx, ECM 24xx, ERA 4xxx, ERA 7xxx, ERA 8xxx, ERP 880	mit PWT 101 eingeschränkt möglich: Für eine optimale Anbauqualität bitte das PWM mit ATS-Software verwenden
LIP 2xx, LIP 6xxx, ERP 1xxx, ERO 2xxx, PP 6xxx, MKV 1xxx	PWM mit ATS-Software erforderlich

PWM 3000

Das Phasenwinkel-Messgerät PWM 3000 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 3000/ATS-Software*.

Das PWM 3000 ist der funktionskompatible Nachfolger des PWM 21 und löst dieses ab. Das PWM 3000 wird ab Anfang 2026 eingeführt.

SA 1210

Anschluss von Messgeräten mit Bestellbezeichnung E30-R2 an das PWM 21 (der SA 1210 kann nicht zusammen mit dem PWM 20 betrieben werden).



	PWM 3000
Messgeräte-Eingang	<ul style="list-style-type: none"> • EnDat 2.1 oder EnDat 2.2 (mit bzw. ohne Inkrementalsignale) • EnDat 3 (ggf. Signaladapter erforderlich) • DRIVE-CLiQ • Fanuc Serial Interface • Mitsubishi high speed interface • Yaskawa Serial Interface • Panasonic serial interface • SSI • 1 V_{SS}/TTL/11 µAss • HTL (über Signaladapter)
Schnittstelle	Ethernet nach IEEE 802.3 (10/100/1000 MBit/s)
Versorgungsspannung	AC 100 V bis 240 V
Abmessungen	226 mm x 172 mm x 55 mm

	ATS
Sprachen	Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch, Spanisch, Koreanisch, Chinesisch (vereinfacht), Chinesisch (traditionell)
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), Windows 11 ≈ 500 MByte frei auf Festplatte Bildschirmauflösung ≥ 1024 x 768

Messprinzipien

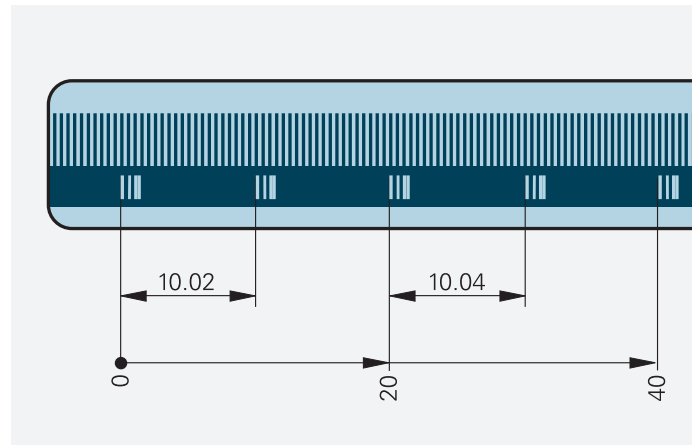
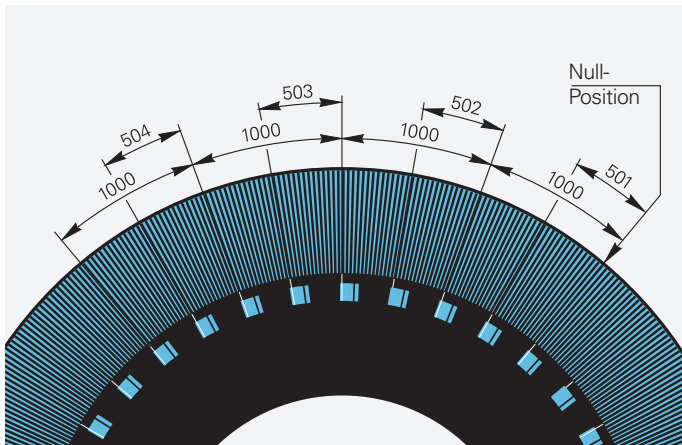
Inkrementelles Messverfahren

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. Die Bestimmung der Drehzahl bzw. der Verfahrgeschwindigkeit erfolgt durch mathematische Ableitung der Positionsveränderungen über die Zeit. Da zum Bestimmen von Positionen ein absoluter Bezug erforderlich ist, verfügen die Maßverkörperungen über eine weitere Spur, die eine bzw. mehrere Referenzmarken trägt. Die mit der Referenzmarke festgelegte absolute Position der Maßverkörperung ist genau einem Messschritt bzw. 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 „Referenzpunktfahren“ 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 ohne Richtungsumkehr – also nach kurzem Verfahrweg – den absoluten Bezug. Teilungstrommeln bzw. Messgeräte mit abstandscodierten Referenzmarken sind mit dem Buchstaben „C“ hinter der Typenbezeichnung gekennzeichnet (z. B. bei Winkelmessgeräten TTR ERM 2200C, ERA 4200C und dem Längenmessgerät LS 487C). Der absolute Bezug wird bei abstandscodierten Referenzmarken durch Zählen der Inkremente zwischen zwei Referenzmarken ermittelt und nach folgenden Formeln berechnet.

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 erforderlich. Diese absolute Positionsinformation wird **aus der Maßverkörperung** ermittelt, die als serielle Codestructur aufgebaut ist. Eine separate Inkrementalspur wird für den Positionswert interpoliert.



Winkelmessgeräte:

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

wobei:

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

Es bedeuten:

- α_1 = Absolute Winkelposition der zuerst überfahrenen Referenzmarke zur Null-Position in Grad
- abs = Absolutbetrag
- sgn = Signum-Funktion (Vorzeichen Funktion = +1 oder -1)
- M_{RR} = Messwert zwischen den überfahrenen Referenzmarken in Grad
- G = Grundabstand zwischen zwei festen Referenzmarken
- TP = Teilungsperiode ($\frac{360}{\text{Strichzahl}}$)
- D = Drehrichtung (+1 oder -1)
Die Drehung gemäß Anschlussmaße ergibt +1

Längenmessgeräte:

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

wobei:

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

Es bedeuten:

- P_1 = Position der zuerst überfahrenen Referenzmarke in Signalperioden
- abs = Absolutbetrag
- sgn = Signum-Funktion (Vorzeichen-Funktion = +1 oder -1)
- M_{RR} = Anzahl der Signalperioden zwischen den überfahrenen Referenzmarken
- G = Grundabstand zwischen zwei festen Referenzmarken in Signalperioden
- V = Verfahrrichtung (+1 oder -1) Verfahren der Abtasteinheit nach rechts (Anbau gemäß Anschlussmaße) ergibt +1

Allgemeine elektrische Hinweise

Geltungsbereich

Die allgemeinen elektrischen Hinweise gelten für folgende HEIDENHAIN-Produkte („www.heidenhain.de“ auf Typenschild oder Verpackungsetikett):

- Längen- und Winkelmessgeräte, sowie Signalkonverter
- Messtaster
- Tastsysteme
- Messgeräte-Kabel

Im Abschnitt Allgemeine Elektrische Hinweise werden alle oben aufgeführten Produkte nachfolgend als „Messgerät“ bezeichnet.

Abweichungen in Bezug auf die elektrischen Hinweise sind der Dokumentation zum HEIDENHAIN-Messgerät zu entnehmen.

Spannungsversorgung

Schließen Sie HEIDENHAIN-Messgeräte nur an Folge-Elektronik an, deren Versorgungsspannung aus PELV-Systemen (Begriffserklärung siehe EN 60204-1) erzeugt wird.

Sofern in der Messgeräte-Dokumentation nicht anders angegeben, weisen leitende Gehäuseteile keine elektrische Verbindung zu internen Stromkreisen auf.

HEIDENHAIN-Messgeräte verfügen, sofern nicht anders angegeben, über folgende Eigenschaften:

- Überspannungskategorie II (gemäß EN 60664-1)
- Verschmutzungsgrad 2
- max. Einsatzhöhe 2000 m ü. NN.

Die Messgeräte sind mit einer Funktions- bzw. Betriebsisolierung ausgestattet. Daher ist eine Versorgung über eine Schutzkleinspannung (PELV) erforderlich.

Messgeräte erfüllen die Anforderungen der Norm IEC 61010-1, wenn die Spannungsversorgung aus einem Sekundärkreis mit begrenzter Energie (Low Voltage, Limited Energy) nach IEC 61010-1^{3rd Ed.}, Abschnitt 9.4 oder aus einem Sekundärkreis der Klasse 2 nach UL1310 erfolgt.¹⁾

Messgeräte, die für Funktionale Sicherheit zertifiziert sind, erfüllen, wenn im Zertifikat angegeben, zusätzlich die Anforderungen der Norm IEC 61800-5-3, wenn die Spannungsversorgung aus einem Sekundärkreis mit der maßgeblichen Spannungsklasse DVC A erfolgt.

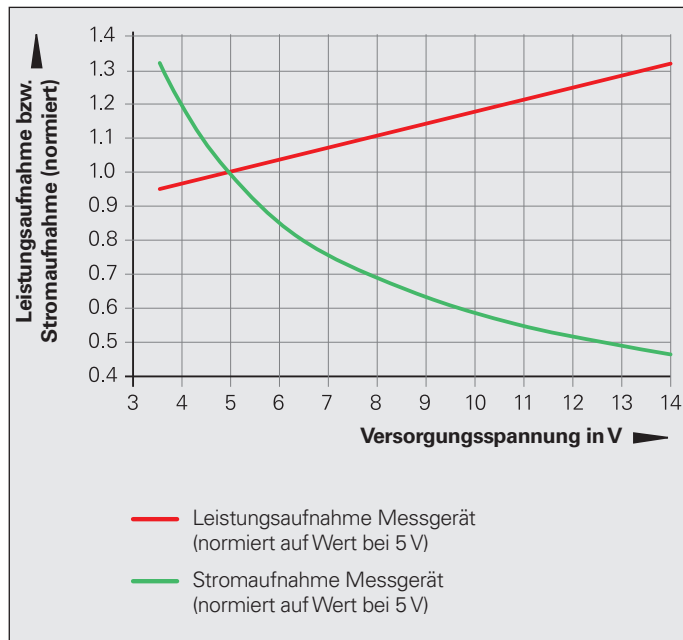
HEIDENHAIN-Messgeräte haben, sofern nicht in der Produkt-Dokumentation angegeben, keinen Überspannungsschutz.

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:

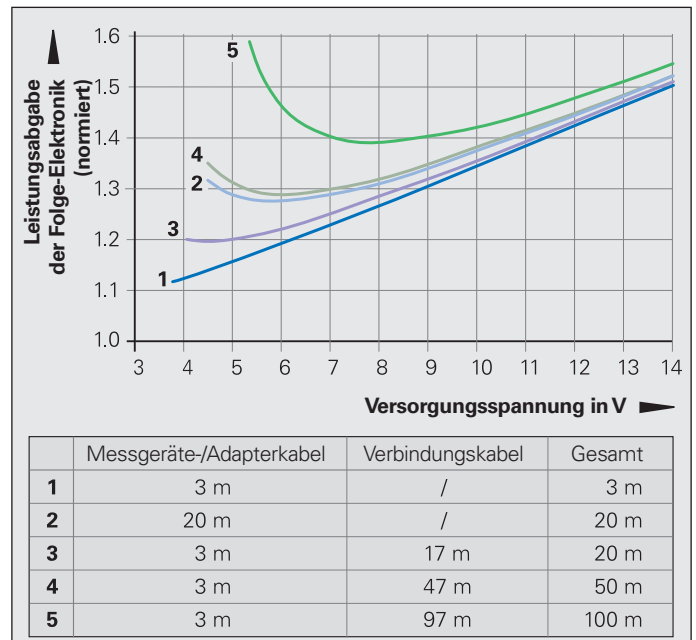
- Hochfrequentes Störsignal
 $U_{SS} < 250 \text{ mV}$ mit $dU/dt > 5 \text{ V}/\mu\text{s}$
- Niederfrequente Grundwelligkeit
 $U_{SS} < 100 \text{ mV}$

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

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



Einfluss der Kabellänge auf die Leistungsabgabe der Folge-Elektronik (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 verwendet werden.

Die Spannungswerte müssen am Messgerät eingehalten werden. Bei Messgeräten mit fest verbundener Kabelbaugruppe muss der Spannungsabfall in dieser Kabelbaugruppe berücksichtigt werden. Weitere Angaben (z. B. Querschnitt der Versorgungsadern) sind der Dokumentation des Messgeräts zu entnehmen. Die am Messgerät 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.

Für die Auslegung der Spannungsversorgung ist die maximale Strom- bzw. Leistungsaufnahme gemäß den **Technischen Daten** zu verwenden.

Für Vergleichs- und Prüfzwecke 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.

Zur **Berechnung der Strom- bzw. Leistungsaufnahme** des Messgeräts ist die tatsächlich am Messgerät anliegende Spannung U_P zu berücksichtigen. Diese setzt sich zusammen aus der Versorgungsspannung U_E , welche die Folge-Elektronik zur Verfügung stellt, abzüglich des **Spannungsabfalls** ΔU auf den Versorgungsadern.

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 Messgeräts 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 Messgeräts hinsichtlich Taktfrequenz und Zykluszeit

Für **Messgeräte mit erweitertem Versorgungsspannungsbereich** muss die Berechnung des Spannungsabfalls in den Versorgungsadern ΔU die nichtlineare Stromaufnahme berücksichtigen. Dies erfolgt in drei Schritten:

Schritt 1: Widerstand der Versorgungsadern

Der Widerstand der Versorgungsadern (Adapter- und Verbindungskabel) kann über die Formel ermittelt werden:

$$R_L = 2 \cdot \frac{1,05 \cdot L_K}{56 \cdot A_V}$$

Schritt 2: Koeffizienten zur Ermittlung des Spannungsabfalls

$$b = R_L \cdot \frac{P_{Mmax} - P_{Mmin}}{U_{Pmax} - U_{Pmin}} + U_E$$

$$c = P_{Mmin} \cdot R_L + \frac{P_{Mmax} - P_{Mmin}}{U_{Pmax} - U_{Pmin}} \cdot R_L \cdot (U_E - U_{Pmin})$$

Schritt 3: Spannungsabfall basierend auf den Koeffizienten b bzw. c

$$\Delta U = 0,5 \cdot (b - \sqrt{b^2 - 4 \cdot c})$$

Messgeräte ohne erweiterten Versorgungsspannungsbereich

Für Messgeräte ohne erweiterten Versorgungsspannungsbereich (typische Versorgungsspannung DC 5 V) berechnet sich der Spannungsabfall ΔU auf den Versorgungsadern gemäß:

$$\Delta U = 2 \cdot \frac{1,05 \cdot L_K}{56 \cdot A_V} \cdot I_M \cdot 10^{-3}$$

Wenn der Wert für den Spannungsabfall ΔU vorliegt, lassen sich für Messgerät und Folge-Elektronik die Parameter Spannung am Messgerät, Stromaufnahme sowie Leistungsaufnahme des Messgeräts und die von der Folge-Elektronik zur Verfügung zu stellende Leistung berechnen.

Spannung am Messgerät:

$$U_P = U_E - \Delta U$$

Stromaufnahme des Messgerätes:

$$I_M = \frac{\Delta U}{R_L}$$

Leistungsaufnahme des Messgeräts:

$$P_M = U_P \cdot I_M$$

Leistungsabgabe der Folge-Elektronik:

$$P_E = U_E \cdot I_M$$

Es bedeuten:

U_P	Spannung am Messgerät in V
I_M	Stromaufnahme des Messgerätes in mA
P_M	Leistungsaufnahme des Messgerätes in W
U_E	Versorgungsspannung an der Folge-Elektronik in V
P_E	Leistungsabgabe der Folge-Elektronik in W
ΔU	Spannungsabfall über das Kabel in V
L_K	Kabellänge in m
A_V	Querschnitt der Versorgungsadern in mm ² (siehe z. B. Prospekt <i>Kabel und Steckverbinder</i>)
2	Hin- und Rückleitung
1,05	Längenfaktor wegen verdrehter Adern
56	Elektrische Leitfähigkeit von Kupfer
R_L	Widerstand der Versorgungsadern (für beide Richtungen) in Ohm
P_{Mmin} , P_{Mmax}	Maximale Leistungsaufnahme bei minimaler bzw. maximaler Versorgungsspannung in W
U_{Pmin} , U_{Pmax}	Minimale bzw. maximale Versorgungsspannung des Messgeräts in V

Wird ein HEIDENHAIN-Messgerät über einen **Signalkonverter** an einer Folge-Elektronik betrieben, muss die Leistungsaufnahme des Messgeräts und die Leistungsaufnahme des Signalkonverters zur resultierenden Leistungsaufnahme addiert werden.

In Abhängigkeit des Signalkonverters ist gegebenenfalls ein Korrekturfaktor für den Wirkungsgrad des Schaltnetzteils des Signalkonverters (siehe Produktinformation) zu berücksichtigen.

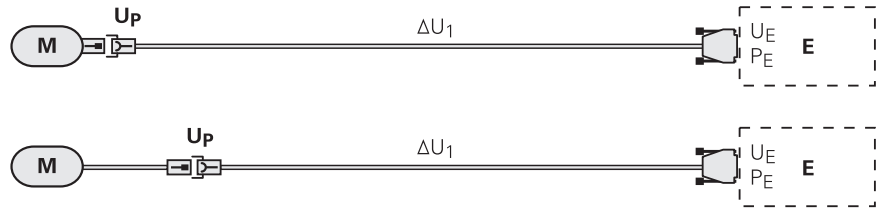


Weitere Informationen:

Kabel und Kabellängen siehe Prospekt *Kabel und Steckverbinder*

Messgerät M an Folge-Elektronik E:

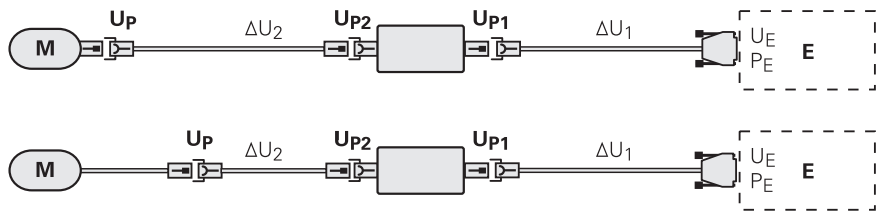
$$U_P = U_E - \Delta U_1$$



Signalkonverter zwischen Messgerät M und Folge-Elektronik E:

$$U_P = U_{P2} - \Delta U_2$$

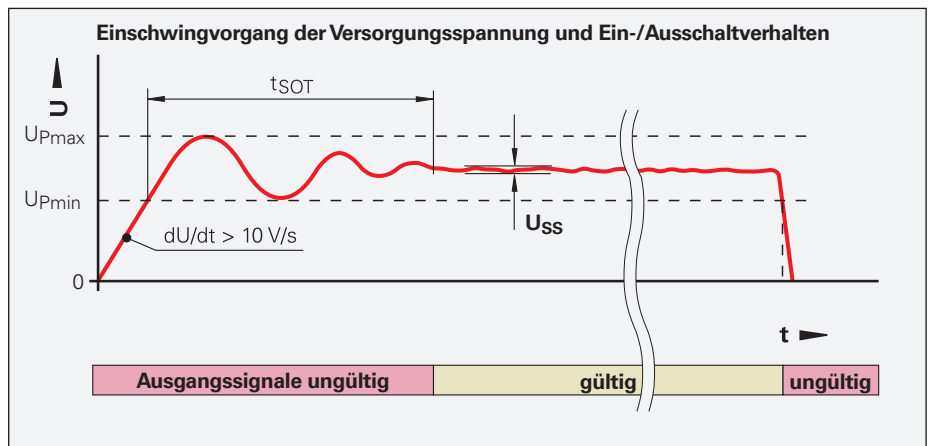
$$U_{P1} = U_E - \Delta U_1$$



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
1 V _{SS}	1,3 s	5,5 V
11 μA _{SS}		
TTL		
HTL		
EnDat		U _{Pmax}
SSI		5,5 V
PROFIBUS-DP	2 s	U _{Pmax}
PROFINET IO	10 s	5,5 V
		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 HEIDENHAIN-Messgerät über einen zwischengeschalteten HEIDENHAIN-Signalkonverter betrieben, sind zusätzlich auch dessen 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.

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 1,2fache 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.

Signallaufzeiten – Data Age

Aufgrund von Signallaufzeiten kommt es bei der Bildung des Positionswerts

- im Messgerät (bei seriellen Schnittstellen) bzw.
- in der Folge-Elektronik (bei inkrementalen Schnittstellen)

zu Abweichungen von der aktuellen physikalischen Position des Messgerätes.

Die Summe aller Signallaufzeiten wird als Data Age bezeichnet und führt zu einer geschwindigkeitsabhängigen Abweichung der ermittelten Position von der aktuellen physikalischen Position des Messgeräts.

Bestimmend für das Data Age sind die Laufzeiten im analogen und digitalen Signalverarbeitungspfad von Messgerät und Folge-Elektronik sowie die Laufzeiten durch die Übertragungsstrecke. Aufgrund der Eigenschaften der Schnittstelle kann das Data Age positiv oder auch negativ sein.

Weitere Informationen sind den Technischen Daten des Messgeräts zu entnehmen. Lassen Sie sich bei Bedarf durch HEIDENHAIN beraten.

Elektrisch zulässige Drehzahl/Verfahrgeschwindigkeit

Die maximal zulässige Drehzahl bzw. Verfahrgeschwindigkeit eines Messgeräts ergibt sich aus:

- der mechanisch zulässigen Drehzahl oder Verfahrgeschwindigkeit und
- der elektrisch zulässigen Drehzahl oder Verfahrgeschwindigkeit

Bei inkrementalen Messgeräten mit sinusförmigen Ausgangssignalen ist die elektrisch zulässige Drehzahl oder Verfahrgeschwindigkeit 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 Verfahrgeschwindigkeit 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 Verfahrgeschwindigkeit in m/min
f_{max}	Maximale Abtast-/Ausgangsfrequenz des Messgeräts bzw. Eingangsfrequenz der Folge-Elektronik in kHz
z	Signalperioden des Winkelmessgeräts oder Drehgebers pro 360°
SP	Signalperiode des Längenmessgeräts in μm

Messgeräte mit DRIVE-CLiQ-Schnittstelle

Ergänzend zu den allgemeinen elektrischen Hinweisen gelten für HEIDENHAIN-Messgeräte mit firmenspezifischen Schnittstellen die nachfolgenden Abschnitte. Abweichungen sind der Dokumentation des HEIDENHAIN-Messgeräts zu entnehmen.

Spannungsversorgung

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

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

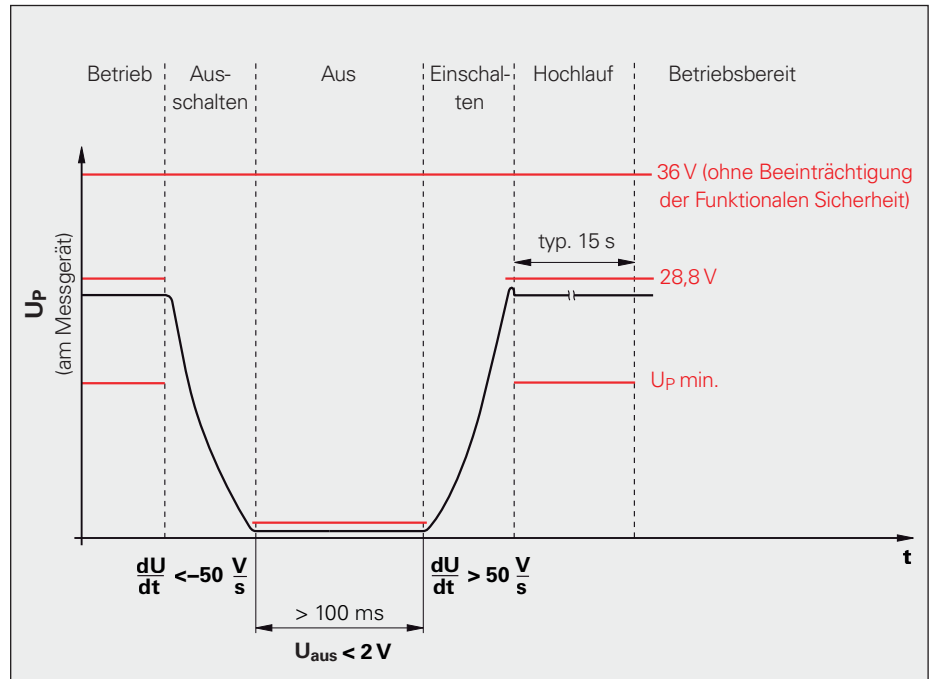
Messgeräte mit DRIVE-CLiQ-Schnittstelle sind für die nachfolgend dargestellten Ein-/Ausschaltbedingungen ausgelegt.

Kabellängen

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

Die DRIVE-CLiQ-Schnittstelle erlaubt zwar eine maximale Kabellänge von 100 m, dieser Wert wird allerdings durch eine Reihe von Einflussfaktoren reduziert:

- Anzahl der Trennstellen mit DRIVE-CLiQ-Kupplungen
- Längenfaktor des HEIDENHAIN Adapter bzw. Verbindungskabels (Längen-Korrekturfaktor = 4/3)
- Steckbares Adapterkabel am Messgerät
- Länge des HEIDENHAIN-Adapterkabels mit Korrekturfaktor



Ein-/Ausschaltbedingungen für HEIDENHAIN-Messgeräte und-Signalkonverter mit DRIVE-CLiQ-Schnittstelle

Bei Verwendung von HEIDENHAIN Kabeln kann eine maximale Kabellänge von 75 m erreicht werden.

Dabei gilt:

- Es sind max. drei Trennstellen M12, M23 ohne Verkürzung der max. Gesamtlänge erlaubt
- DRIVE-CLiQ Kupplungen verkürzen die maximale Länge um 5 m
- Weitere Trennstellen sollten vermieden werden und führen zu einer Verkürzung der maximalen Länge um 5 m je weiterer Trennstelle
- Stecker direkt an der Folge-Elektronik und direkt am Messgerät gelten nicht als Trennstelle

Messgeräte mit DRIVE-CLiQ-Schnittstelle, die über ein Ausgangskabel (AGK) angeschlossen werden, haben eine zusätzliche Längenbeschränkung. Aufgrund der Übertragungseigenschaften der Ausgangskabel gilt für die Formel zur Berechnung der maximal zulässigen Kabellänge der Grenzwert von 40 m. Diese Einschränkung gilt für alle Ausgangskabel, die laut Kabel-Übersichtsliste in der Spalte „Einsatz“ mit „DQ01“ gekennzeichnet sind.

Hinweis

Messgeräteabhängig kann es zu weiteren Längenbeschränkungen kommen. Weitere Informationen siehe Prospekt bzw. Produktinformation des jeweiligen Messgeräts.

1) Siehe technische Dokumentation des Herstellers der Folge-Elektronik

DRIVE-CLiQ ist eine geschützte Marke der Siemens AG.

Elektrische Sicherheit

HEIDENHAIN-Messgeräte sind nach IEC 61010-1, UL 61010-1 und CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1 zertifiziert. Sie müssen deshalb aus PELV-Systemen (Begriffserklärung siehe EN 60204-1) mit begrenzter Leistung („energiebegrenzter Stromkreis“) versorgt werden.

Messgeräte, die für Funktionale Sicherheit zertifiziert sind, erfüllen, wenn im Zertifikat angegeben, zusätzlich die Anforderungen der Norm IEC 61800-5-3, wenn die Spannungsversorgung aus einem Sekundärkreis mit der maßgeblichen Spannungsklasse DVC A erfolgt.

Elektromagnetische Verträglichkeit

Elektrische Störquellen

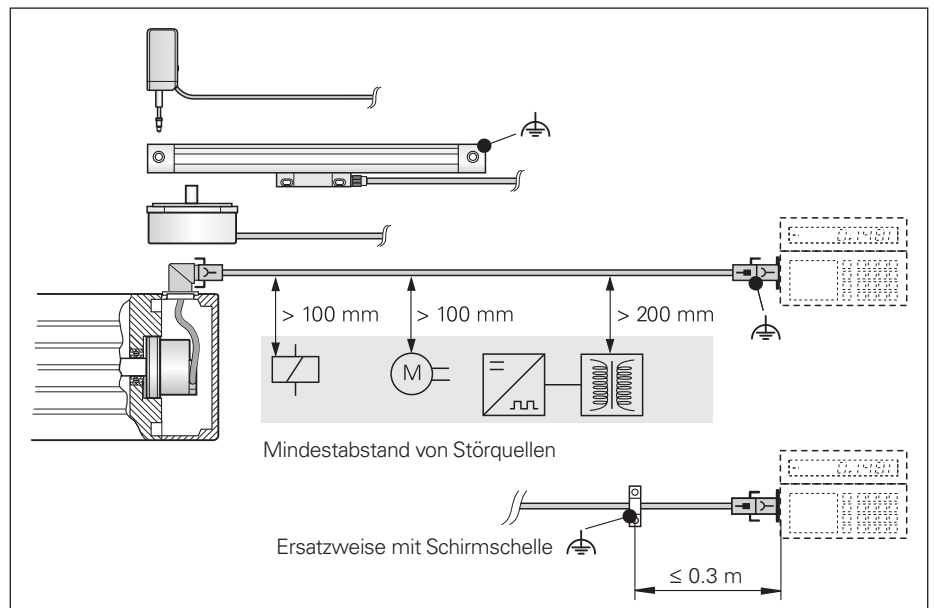
Elektrische Störungen werden hauptsächlich durch kapazitive oder induktive Einkopplungen verursacht. Die Einkopplungen können dabei über Leitungen sowie Geräte-Eingänge und-Ausgänge erfolgen.

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 bestimmungsgemäße Verwendung der HEIDENHAIN-Produkte wird in der jeweiligen Produktdokumentation definiert. Die daraus abgeleiteten Richtlinien und die anzuwendenden Normen sind der Konformitätserklärung des Messgeräts zu entnehmen.



Maßnahmen

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung müssen folgende Maßnahmen eingehalten werden:

- 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 Speicherdröseln 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 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 auf Seite 43). 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 Messgeräte hochfrequent niederohmige Erdung (siehe EN 60204-1 Kapitel EMV) vorsehen

Hinweise zur Anwendung

Robustheit gegen statische Aufladung

Die Konstruktion von Messgeräten erfolgt so, dass sie gegen eine statische Aufladung bis 500 V robust sind.

Umwelteinflüsse

Messgeräte mit offener Elektronik müssen durch eine Abdeckung vor Beschädigungen und gegen das Eindringen von Fremdkörpern und Flüssigkeiten geschützt werden.

Hinweis

Lassen Sie sich bei Bedarf durch HEIDENHAIN beraten.

HEIDENHAIN

Nanometer beherrschbar machen



HEIDENHAIN

DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH
Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5
83301 Traunreut, Germany
☎ +49 8669 31-0
☎ +49 8669 32-5061
info@heidenhain.de
www.heidenhain.com



HEIDENHAIN
worldwide