



ifm electronic

**Optimierung und Lösung
von technischen Abläufen
durch Sensorik, Kommunikations-
und Steuerungssysteme**

Schulungsunterlagen

efector 400[®]

Drehgeber

Schulungsunterlagen Drehgeber, V1.5

Hinweis zur Gewährleistung:

Sämtliche auf diesem Datenträger veröffentlichten Daten sind geistiges Eigentum der ifm bzw. wurden uns teilweise von Kunden oder Lieferanten zur exklusiven Nutzung überlassen. Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass jedwede Verwertung (insbesondere Vervielfältigung, Verbreitung und Ausstellung) sowie Bearbeitung oder Umgestaltung nur nach vorheriger schriftlicher Zustimmung durch ifm zulässig ist.

Diese Schulungsunterlagen wurden unter Beachtung der größtmöglichen Sorgfalt erstellt. Gleichwohl kann keine Garantie für die Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts übernommen werden.

Da sich Fehler trotz intensiver Bemühungen nie vollständig vermeiden lassen, sind wir für Hinweise jederzeit dankbar.

ifm electronic gmbh, Abteilung VTD-STV, Teichstr. 4, 45127 Essen, Tel.: 0201/2422-0,
Internet: www.ifm.com

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	6
1.1	Meßsysteme	6
1.1.1	Drehgeber als Standardmessmittel	6
1.2	Einsatzgebiete des Drehgebers	6
1.2.1	Rotatorische Bewegung	6
1.2.2	Lineare Bewegung	7
1.3	Beispiele für Einsatzgebiete von Drehgebern	7
1.4	Digitale Signalform	8
1.5	Messgerät und Meßsystem	8
2	Techniken und Verfahren elektronischer Längenerfassung	8
2.1	Analoge Systeme	9
2.1.1	Potentiometer	9
2.1.2	Resolver	9
2.1.3	Induktives Prinzip	9
2.1.4	Magnetisches Prinzip	10
2.1.5	Kapazitives Prinzip	10
2.2	Digitale Systeme	10
2.2.1	Mechanische Drehgeber	10
2.2.2	Oszillator-Aufnehmer	11
2.2.3	Induktives System	11
2.2.4	Optoelektronische Drehgeber (Winkelcodierer)	12
3	Drehgeber der ifm electronic	12
3.1	DIADUR-Verfahren	12
3.2	Drehgeberbauformen der ifm electronic	13
4	Drehgeber	13
4.1	Inkrementaler Drehgeber	14
4.1.1	Form und Aufbau	14
4.1.2	Teilscheibe	14
4.1.3	Auflösung - mechanisch	15
4.1.4	Signalbildung	15
4.1.5	Impulsbildung und Ausgangssignale	18
4.1.6	Anschlussbelegung eines inkrementalen Drehgebers	22
4.1.7	Drehrichtungserkennung für die Zählrichtung	23
4.1.8	Impulsvervielfachung	23
4.2	Absoluter Drehgeber	25
4.2.1	Auflösung	26
4.2.2	Singleturn-Drehgeber	26
4.2.3	Multiturn-Drehgeber	28
4.2.4	Codearten	29
4.3	Gegenüberstellung des absoluten Drehgebers zum inkrementalen Drehgeber	32

4.4	Datenübertragung	32
4.4.1	SSI-Schnittstelle am Drehgeber	33
4.4.2	SSI-Schnittstellenprogrammierung per Software	35
4.4.3	SSI-Controller	36
4.4.4	Profibus-DP-Schnittstelle	38
4.5	Genauigkeit des Drehgebers	40
4.5.1	Teilungsfehler	40
4.5.2	Impuls-/Pausenverhältnis	40
4.5.3	Phasenversatz	41
5	Mechanische Ausführung	41
5.1	Vollwellendrehgeber	41
5.1.1	Flanscharten für Vollwellendrehgeber	43
5.2	Hohlwellendrehgeber	43
5.2.1	Montage des Hohlwellendrehgebers	45
6	Elektrischer Anschluss	45
6.1	Anschlussleitung/Kabel	45
6.2	Stecker	47
6.2.1	Kabel Dosen/Kupplung	48
6.2.2	Steckverbindungen	48
6.3	Leitungsverlegung	48
6.4	Erdung und Abschirmung	49
7	Mechanische Daten	49
7.1	Maximale mechanische Drehzahl	49
7.1.1	Mechanische Drehzahl des Drehgebers	49
7.2	Wellenbelastbarkeit	50
7.3	Stoßfestigkeit und Vibrationsfestigkeit	51
7.4	Gehäusewerkstoff	51
7.5	Schutzart	51
7.6	Arbeitstemperatur	52
8	Elektrische Daten	52
8.1	Spannungsversorgung	52
8.2	Spannungsversorgung durch die externe Auswerteelektronik	53
8.3	Sensorleitungen bei Drehgeber	54
8.4	Stromaufnahme	54
8.4.1	Leuchtdioden (LEDs)	54
8.5	Strombelastbarkeit der Signalausgänge	55
8.6	Signalfrequenz	55
8.6.1	Signalfrequenz und mechanische Drehzahl	55
8.6.2	Signalfrequenz und Leitungslänge	56
9	Übersicht Drehgeber	57
10	Bedienungsanleitung	58

11	Datenblatt	58
12	Zubehör	59
12.1	Kupplungen für Vollwellendrehgeber	59
12.2	Befestigungswinkel	61
12.3	Lagerbock	62
12.4	Montageglocke	62
12.5	Ritzel und Zahnstange	63
12.6	Federndes Unterteil	63
12.7	Messrad	64
12.8	Befestigungsexcenter	65
12.9	Impulsteiler, Impulsverlängerer	65
12.9.1	Impulsteiler	66
12.9.2	Impulsverlängerer	66
13	Montage von Drehgebern	66
14	Beispielberechnungen	67
14.1	Wegerfassung	67
14.2	Schaltfrequenz und mechanische Drehzahl	68
15	Behandlung von Drehgebern	68
16	Applikationen	69
17	Anhang	71
17.1	Kleines technisches Lexikon	71
17.2	Typenschlüssel	75
17.3	Beispiele für die Anwendung des Typenschlüssels	75
18	Quellennachweis	76

1 Einführung

In allen Bereichen der Technik werden Produktions- und Prüfvorgänge in zunehmendem Maße automatisiert. Geht es lediglich darum, Endlagen oder Referenzpunkte zu überwachen, dann werden vorzugsweise induktive, kapazitive Näherungsschalter oder optoelektronische Sensoren zum Einsatz kommen.

1.1 Meßsysteme

Werkzeuge der Automatisierung

Die mechanischen Bewegungen von Roboterarmen, Linearschlitzen, Drehfischen oder Schiebern müssen häufig numerisch gesteuert werden. Meßsysteme für Längen, Winkel und Teilschritten von Drehbewegungen dienen dazu, diese Bewegungen an die Steuerung zurückzumelden.

1.1.1 Drehgeber als Standardmessmittel

Drehgeber werden immer dann notwendig sein, wenn hohe Genauigkeiten und kurze Messzeiten erforderlich sind und die Verarbeitung der Informationen durch elektronische Steuerungsanlagen erfolgen soll.

Im Folgenden soll es speziell um Winkel- bzw. Wegmessungen gehen. Dazu gibt es eine Vielzahl von Meßmethoden, die weiter unten kurz vorgestellt werden.

Zuverlässig

Ein Standardgerät für die Winkel- und Wegmessung ist der Drehgeber. Bei vielen Fertigungsabläufen und Produktionsprozessen ist er als zuverlässiger Messwertempfänger oder Befehlsgeber nicht mehr wegzudenken. Drehgeber kommen überall dort zum Einsatz, wo es gilt, Längen, Positionen, Drehzahlen und Winkel genau zu erfassen.

Funktion

Drehgeber wandeln mechanische Bewegungen in elektrische Signale um.

Belastbar

Drehgeber haben sich in den unterschiedlichsten Applikationen bewährt, auch unter rauen Einsatzbedingungen wie Erschütterungen, Verschmutzungen, wechselnde Temperaturen und Vibrationen. Sie haben eine hohe Zuverlässigkeit und eine lange Lebensdauer.

Vielseitig

Das photoelektrische Messprinzip ermöglicht einerseits eine hohe Messgenauigkeit und andererseits kostengünstige, vielseitig einsetzbare und konstruktiv angepasste Lösungen für die Automatisierungstechnik.

1.2 Einsatzgebiete des Drehgebers

Typische Einsatzgebiete von Längenmeßsystemen sind holzverarbeitende Maschinen, Werkzeugmaschinen, Roboter und Handhabungsautomaten, Textilmaschinen, elektronische Waagen, Plotter und Drucker aus dem EDV-Bereich sowie Prüfeinrichtungen.

1.2.1 Rotatorische Bewegung

Überall dort, wo drehende Maschinen- oder Anlagenteile vorhanden sind, kann der Drehgeber ohne großen mechanischen Aufwand eingesetzt werden. Mithilfe seiner Befestigungseinrichtungen wie Flansch, Befestigungsbohrungen oder Nuten kann er leicht mit dem sich drehenden Teil verbunden werden.

1.2.2 Lineare Bewegung

Fast jede lineare Bewegung ist mit einer Drehbewegung verknüpft, wie zum Beispiel ein Vorschub mit der Drehung einer Antriebswelle. Außerdem kann eine lineare Bewegung leicht mit Hilfe eines Messrades oder einer Zahnstange mit einem Zahnrad am Drehgeber in eine Drehbewegung umgesetzt werden.

Daher werden Drehgeber häufig zur Wegmessung eingesetzt. Zur Umrechnung des Drehwinkels in eine Strecke wird dann ein Umrechnungsfaktor benötigt, der sich aus der Geometrie der Vorrichtung sowie eventuellen Über- oder Untersetzungsverhältnissen ergibt.

1.3 Beispiele für Einsatzgebiete von Drehgebern

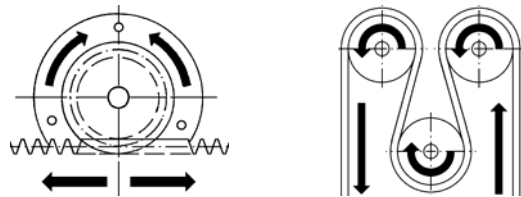


Abbildung 1, Wegmessungen und Gleichlaufüberwachungen

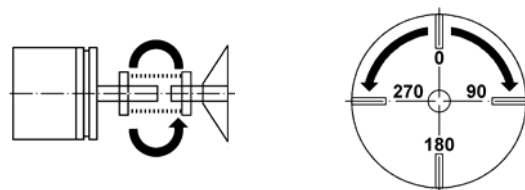


Abbildung 2, Drehzahlerfassungen und Winkelmessungen

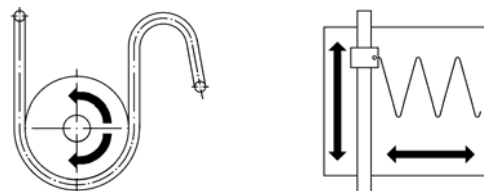


Abbildung 3, Biegeanlagen und X-Y-Schreiber Zeichentische

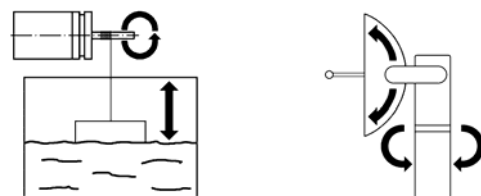


Abbildung 4, Füllstandsmessungen und Radar-/Antennenanlagen

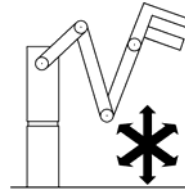


Abbildung 5, Industrieroboter

1.4 Digitale Signalform

Die Messwerte über Winkel oder Strecken werden in den meisten Fällen in digitalisierter Form benötigt, damit sie in einer Folgeelektronik, z. B. einer SPS, weiterverarbeitet werden können.

Aus diesem Grund erfolgt die Messung bereits in digitaler Form. Der analogen Messgröße in Form von Länge oder Winkel wird durch die Messeinrichtung in Form des Drehgebers eine digitale Ausgangsgröße zugeordnet. Die Ausgangsgröße des Drehgebers ist also mit fest vorgegebenen Schritten eine quantisierte Abbildung der Messgröße.

Digitale Längen- und Winkelmessgeräte basieren meist auf Normalen mit einer periodischen Struktur. Verschiedene physikalische Prinzipien dienen dazu, elektrische Signale zu erzeugen und daraus den Messwert zu bilden.

1.5 Messgerät und Meßsystem

Messgerät

Maßscheibe und Abtasteinrichtung des Drehgebers werden auch als Messgerät, Sensor, Aufnehmer oder Wandler bezeichnet. Sie wandeln Länge oder Winkel in elektrische Signale um.

Aus dem Englischen stammen Bezeichnungen wie Transducer, Encoder oder Codierer.

Meßsystem

Zu einem Meßsystem zählt die gesamte Messkette. Sie kann z. B. aus einer Maßscheibe, dem Abtastkopf, der Interpolationselektronik und einem Zähler bestehen.

Die Elektronik und der Zähler können als Interfaceelektronik in einer dem Messgerät nachgeschalteten Elektronik integriert sein.

Bei einer Winkelmessung ist auch die Kupplung zwischen Maschinenwelle und Messgerät zum Meßsystem zu zählen.

Zur Messung von Winkel oder Länge gibt es bei der ifm zwei unterschiedliche Geräteformen:

- Inkrementaler Drehgeber
- Absoluter Drehgeber.

Beide, sowohl absolute Drehgeber als auch inkrementale Drehgeber, besitzen im Vergleich zueinander Vorzüge. Sie können auch in einem Gerät vereint sein.

2 Techniken und Verfahren elektronischer Längenerfassung

Im Bereich der elektronischen Signalverarbeitung unterscheidet man hauptsächlich zwischen der Verarbeitung von analogen und digitalen Signalen. Ebenso unterscheidet man auch bei den Informationen, die von den verschiedenen Meßsystemen geliefert werden.

Die Einteilung erfolgt grob in analoge und digitale Systeme/Signalgeber.

2.1 Analoge Systeme

2.1.1 Potentiometer

Potentiometer setzen sich zusammen aus einer Schleifbahn aus Widerstandsmaterial und einem Schleifkontakt.

Der Schleifkontakt berührt nur einen kleinen Teil der Widerstandswindungen oder -fläche. Je nach Stellung des Schleifkontakts ergibt sich eine entsprechende Widerstandsgröße.

Einsatzbereiche: Füllstandsmessung, Messung von Klappen- und Ventilstellungen, Temperaturmessungen über eine Bimetallfeder.

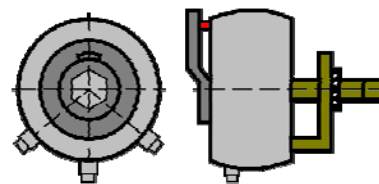


Abbildung 6, Potentiometer

2.1.2 Resolver

Resolver sind Drehmelder, die genau die momentane Position des Rotors angeben. Sie gehören zu den absoluten Drehgebern. Der Aufbau des Gerätes ähnelt dem eines Elektromotors oder -generators.

Einsatzbereiche sind Roboter und der militärischer Bereich (Flugzeuge, Panzer).

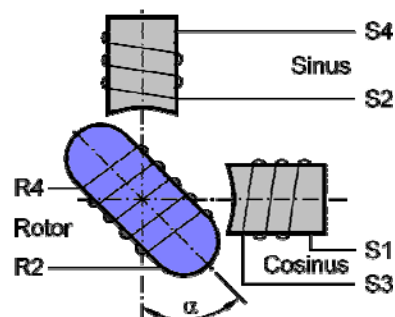
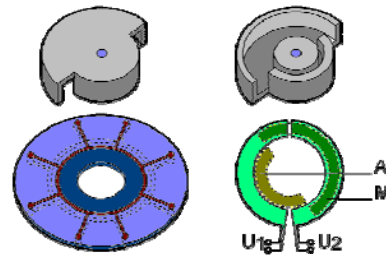


Abbildung 7, Resolver

2.1.3 Induktives Prinzip

Die Geräte (bekannt sind Ausführungen der Fa. Novotechnik) bestehen im Prinzip aus zwei Kernschalen, die einen magnetischen Kreis bilden. Zwischen ihnen werden gedruckte Spulen mit zwei geschlossenen Ringen bewegt.

Einsatzbereiche: Maschinenbau, Fördertechnik, Roboter, Druckindustrie, Verpackungsindustrie, Gießerei- und Walzanlagen.



A: Ausgleichsfinger; M: Messfinger

Abbildung 8, induktives Prinzip (Novotechnik)

2.1.4 Magnetisches Prinzip

Auf dem Umfang einer Scheibe sind kleine Dauermagnete angeordnet. Der davor angeordnete Hallsensor setzt die magnetischen Wechselfelder in elektrische Signale um.

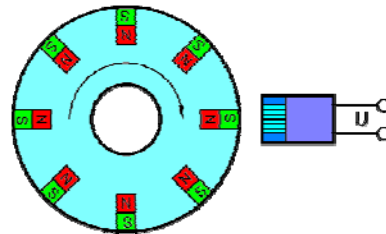


Abbildung 9, Magnetisches Prinzip

2.1.5 Kapazitives Prinzip

Auf einer Achse werden zwei Platten eines Kondensators zueinander verschoben. Aus der sich einstellenden Kapazität kann auf die Position der Achse geschlossen werden.

2.2 Digitale Systeme

2.2.1 Mechanische Drehgeber

Mechanische Drehgeber erzeugen ein digitales Ausgangssignal. Über Nocken werden auf einer Steuerwelle Schalter oder Kontakte betätigt. Man nennt diese Geräte auch Nocken- oder Programmschaltwerke. Einsatzbereiche: Förderanlagen mit geringer Auflösung, Transportbänder und Waschmaschinen.

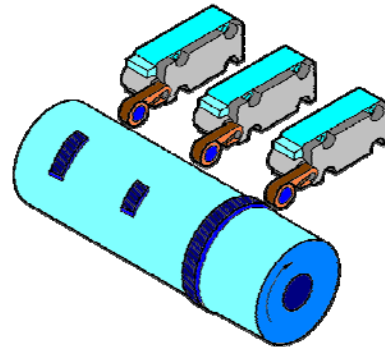


Abbildung 10, Mechanischer Drehgeber (Nockenschaltwerk)

Eine verschleißfreie Ausführung eines Nockenschaltwerks ist gegeben, wenn die mechanischen Schalter aus Abbildung 10 gegen induktive Näherungsschalter ausgetauscht werden.

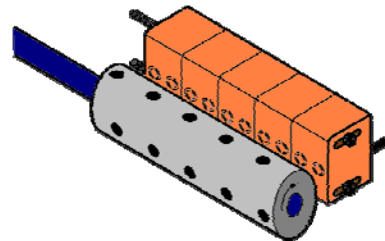


Abbildung 11, Nockenschaltwerk mit induktiven Näherungsschaltern

2.2.2 Oszillator-Aufnehmer

Die Oszillator-Aufnehmer arbeiten nach dem inkrementalen Prinzip und geben digitale Signale ab. Als Geber werden meist Gabelinitiatoren verwendet, die eine Zahnstange oder Codierscheibe berührungslos abtasten.

2.2.3 Induktives System

Bei diesem Prinzip werden z. B. die Zähne eines rotierenden Zahnrads mit Hilfe eines induktiven Näherungsschalters abgefragt.

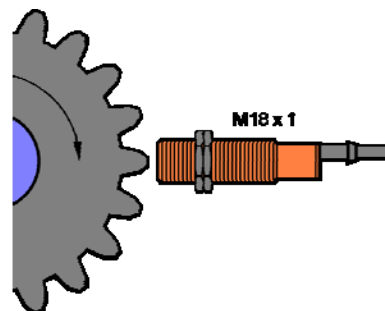


Abbildung 12, Induktives System

2.2.4 Optoelektronische Drehgeber (Winkelcodierer)

Auf dem Rand einer runden Metall- oder Glasscheibe sind lichtdurchlässige Schlitze (Segmente oder Inkremente) angeordnet. Mithilfe von Einweglichtschranken im Miniaturformat und einer Folgeelektronik werden binäre Ausgangssignale erzeugt. Mit der Anzahl der Inkremente wird die Auflösung eines Vollkreises festgelegt.



Abbildung 13, Inkrementaler Drehgeber

Die optoelektronischen Drehgeber sind Gegenstand dieser Schulungsunterlage.

3 Drehgeber der ifm electronic

Die ifm electronic bietet Drehgeber an, die nach dem optoelektronischen Prinzip arbeiten. In der Vergangenheit wurde dabei mit verschiedenen Partnern zusammengearbeitet. Seit dem Jahr 1990 arbeitet ifm mit der Firma Heidenhain in Traunreut zusammen.

3.1 DIADUR-Verfahren

Für eine hohe Auflösung des Drehgebers sind die Anzahl der Inkremente (Hell- Dunkelfelder) auf der Glasscheibe von ausschlaggebender Bedeutung. Das patentierte DIADUR-Verfahren von Heidenhain erlaubt es, sehr feine Strukturen auf eine Glasscheibe zu bringen. Das DIADUR-Verfahren gliedert sich in sechs Schritte:

Reinigung der Glasscheibe (Ultraschall, berührungslos).
 Aufbringen von Photoresists, vorgetrocknet, gehärtet.
 Der Photoresist ist ein lichtempfindliches Material, das in flüssiger Form auf ein Trägermaterial –hier Glas- aufgebracht wird.
 Es werden sogenannte Arbeitsoriginale (Negative) auf die Glasplatte gepresst.
 Die gesamte Glasfläche wird mit Chrom beschichtet und über eine entsprechende Maske belichtet.
 Der Chrom wird mit einer chemischen Lösung abgewaschen.
 Chrom hält nur dort auf der Glasplatte, wo der Photoresist belichtet ist.

Aufgrund der vielen Arbeitsgänge ist die Erstellung einer Diadurglasscheibe sehr zeitaufwendig.
 Die Vorteile einer Diadurglasscheibe sind:

Sehr gute Kantenschärfe der Striche. Dadurch entsteht eine sehr hohe Genauigkeit.

Die Glasscheibe ist weitestgehend resistent gegen chemische und mechanische Einwirkungen.

Die Systemgenauigkeit beträgt ca. $\pm 1/20$ Teilstrich bei Teilscheiben bis 5.000 Inkrementen und ± 12 Winkelsekunden bei Teilscheiben mit über 5.000 Inkrementen.

3.2 Drehgeberbauformen der ifm electronic

Nachfolgende Bilder zeigen –bezogen auf die ifm-Kennzeichnung- in alphabetischer Reihenfolge die Standard-Drehgeberbauformen der ifm electronic. Die Größenordnungen der Drehgeber in den Abbildungen sind nicht maßstabsgerecht.

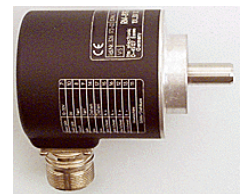
Die Kennung der einzelnen Drehgeber beginnt immer mit dem Großbuchstaben 'R'. Der zweite Großbuchstabe ist die Kennung für die Bauform. Sie bezieht sich auf den Flansch und die Wellenart. Beispiel: RC für die Bauform mit Rundflansch und Vollwelle.



RM, abs. SSI, Hohlwelle



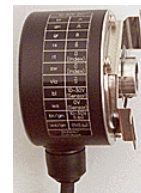
RM, abs., Profibus DP, Vollwelle



RM, abs., SSI, Vollwelle



RN, abs., parallel, Vollwelle



RO, inkr., Hohlwelle



RP, inkr., Hohlwelle



RU, inkr., Vollwelle



RV, inkr., Vollwelle

4 Drehgeber

Drehgeber setzen mechanische Bewegungsabläufe wie Dreh- und Längsbewegung (Rotation und Translation) in binäre/digitale Spannungswerte um. Es sind Messwertaufnehmer, hauptsächlich für Drehbewegungen.

In Verbindung mit mechanischen Umwandlern wie Messrädern oder Zahnstangen können inkrementale Drehgeber auch für lineare Messungen eingesetzt werden.

Drehgeber arbeiten nach dem Prinzip der photoelektrischen Abtastung feiner Gitter.

Drehgeber haben in den meisten Fällen eine runde Bauform.

Auch wenn die nachfolgende Information überflüssig erscheint: Drehgeber müssen von außen mechanisch an der Welle angetrieben werden.

Entsprechend der Mess- und Auswerteverfahren unterscheidet man zwischen:

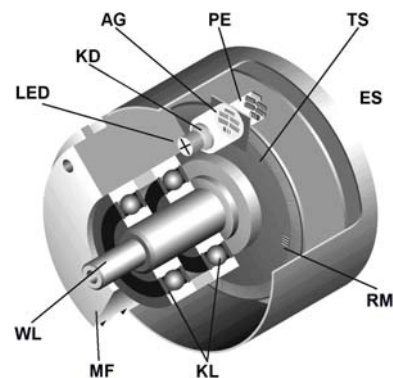
- Inkrementaldrehgeber
- Absolutdrehgeber

4.1 Inkrementaler Drehgeber

4.1.1 Form und Aufbau

Die Hauptbestandteile eines inkrementalen Drehgebers sind in AG: Abtastgitter; PE: Photoelemente; TS: Teilscheibe; ES: Elektrische Signale; RM: Referenzmarke; KL: Kugellager; MF: Montageflansch; WL: Welle; KD: Kondensator. Abbildung 14 dargestellt. Es sind:

- Welle (Vollwelle oder Hohlwelle)
- Montageflansch
- Kugellager
- Teilscheibe
- Abtastsystem (LED, Kondensator/Linse, Abtastgitter, Photoelemente)
- Elektronik für die Signalbildung
- Elektrischer Anschluss (Kabel, Stecker)
- Gehäusekappe



AG: Abtastgitter; PE: Photoelemente; TS: Teilscheibe; ES: Elektrische Signale; RM: Referenzmarke; KL: Kugellager; MF: Montageflansch; WL: Welle; KD: Kondensator.

Abbildung 14, Inkrementaler Drehgeber

4.1.2 Teilscheibe

Das Kernelement des Drehgebers ist die Teilscheibe aus gehärtetem und speziell oberflächenbearbeitetem Glas, siehe 3.1, DIADUR-. Sie dient als Träger für die Kreisteilungen oder Strichgitter.

Inkremente

Durch die Verwendung des speziellen Glases ist es möglich, den Drehgeber auch bei hohen Temperaturen zu betreiben, ohne dass sich gravierende Änderungen der Signalgüte einstellen.

Auf der Teilscheibe befindet sich am äußeren Rand das Radialgitter, bestehend aus Lücken und Strichen (Hell- Dunkelfelder).

Diese Striche und Lücken werden als Inkremente bezeichnet und bilden die sogenannte Inkrementalspur.

Maßverkörperung

Diese Inkrementalspur stellt die Maßverkörperung des Drehgebers dar. Bei einer kompletten Umdrehung der Teilscheibe werden soviel elektrische Signale ausgegeben, wie Inkremente auf der Teilscheibe vorhanden sind. Die Teilscheibe ist fest mit einer nach außen geführten Welle gekoppelt.

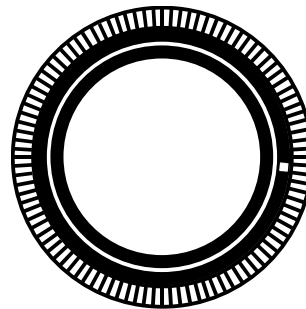


Abbildung 15, Teilscheibe mit Inkrementen

4.1.3 Auflösung - mechanisch

Unter Auflösung versteht man die Anzahl der mechanisch vorhandenen Hell-Dunkelfelder auf der Teilscheibe des Drehgebers, die pro Umdrehung der Teilscheibe als Spannungsimpulse zur Verfügung gestellt werden. Die mechanische Strichzahl eines Drehgebers kann nachträglich nicht verändert werden.

Die Anzahl der Inkremente auf der Teilscheibe richtet sich nach der erforderlichen Auflösung im Rahmen der Applikation.

Bei den Standardgeräten besteht pro Bauform eine große Auswahl an unterschiedlichen Strichzahlen und damit an unterschiedlichen Auflösungen. Sie beginnt meistens bei fünf und setzt sich anfangs in kleinen Schritten fort, später werden die Abstände größer.

Standardauflösungen

Der von der Bauform her kleine inkrementale Drehgeber RB für den Spannungsbereich von 10 – 30 VDC wird z. B. im ifm-Produktkatalog mit folgenden Auflösungen angeboten: 5, 10, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 100, 125, 150, 200, 250, 360, 400, 500, 600 und 1.000.

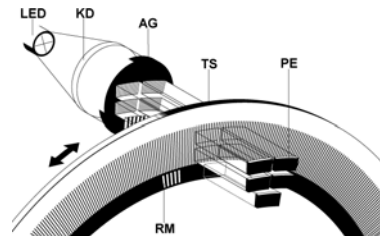
Eine andere Strichzahl bedeutet immer einen anderen Drehgeber und damit eine andere Artikel-/Bestellnummer.

Die maximale optisch als Hell- Dunkelfeld darstellbare Strichzahl sind 10.000 Inkremente. Der Bereich der Strichzahlen hängt von der Bauform ab. Von den Standards abweichende Strichzahlen sind auf Anfrage erhältlich.

4.1.4 Signalbildung

Durchlichtverfahren

Die Signalbildung wird mithilfe des Durchlichtverfahrens realisiert. Beim Durchlichtverfahren handelt es sich um das Prinzip der photoelektrischen Abtastung feiner Strichgitter. Dieses Abtastungsprinzip ist vergleichbar mit einer miniaturisierten optoelektronischen Einweglichtschranke.



KD: Kondensator; AG: Abtastgitter; TS: Teilscheibe; PE: Photoelemente; RM: Referenzmarke.

Abbildung 16, Photoelektrische Abtastung, Durchlichtverfahren

Referenzmarke, Nullindex

Neben der Inkrementalspur befindet sich auf einer zweiten zusätzlichen Spur die Referenzmarke. Durch sie wird auf einem separaten Kanal einmal pro Umdrehung ein einziger, definierter Impuls ausgegeben, der sogenannte Nullindex.

Abtastplatte

In geringem Abstand gegenüber der drehbaren Teil- oder Codierscheibe mit den Inkrementen befindet sich eine fest montierte Abtastplatte. Sie trägt auf vier Feldern eine Gitterteilung und auf einem weiteren Feld die Referenzmarkenteilung.

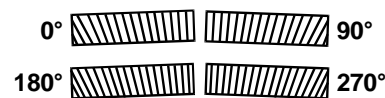


Abbildung 17, Abtastplatte, ohne Referenzmarkenteilung

Teilungsperiode

Die vier Strichgitter der Abtastplatte sind jeweils um ein Viertel der Teilungsperiode zueinander versetzt.

Eine Teilungsperiode = $360 \text{ Grad} / \text{Strichzahl}$.

Die Segmente sind dem Kreisverlauf der Teilscheibe angepasst und deshalb leicht gekrümmt.

Kondensator

Alle Felder werden von einem parallel ausgerichteten Lichtbündel durchstrahlt, das von einer Beleuchtungseinheit - bestehend aus LED und einer Sammellinse (Kondensator -A-) - ausgeht.

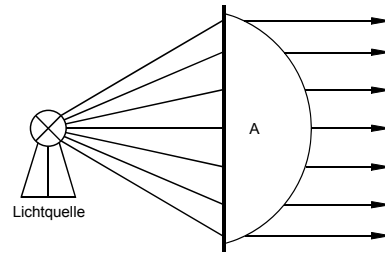


Abbildung 18, Lichtquelle und Kondensator

Bei Drehung der Teilscheibe wird der Lichtstrom durch die Hell- Dunkelfelder periodisch unterbrochen und seine Intensität von Silizium-Photodioden erfasst. Jedem Segment der Abtastplatte ist ein Photoelement zugeordnet.

Signalbildung der Photoelemente

Wird die Teilscheibe gedreht, erzeugen die Photoelemente für die Inkrementalspur vier sinusförmige Stromsignale, die jeweils um 90 Grad elektrisch zueinander phasenverschoben sind.

Sinusform

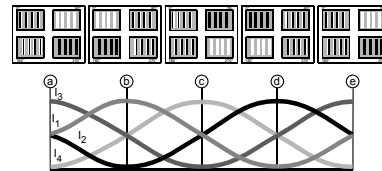


Abbildung 19, Sinusverlauf der Photoelemente

Sinuskurve I_1 : Segment 0°

Sinuskurve I_2 : Segment 180°

Sinuskurve I_3 : Segment 90°

Sinuskurve I_4 : Segment 270°

Das Photoelement für die Referenzmarke, bzw. den Nullindex gibt eine Signalspitze aus.

Die vier sinusförmigen Signale der Photoelemente liegen zunächst symmetrisch zur Nulllinie.

Photoelemente

Die Photoelemente sind antiparallel geschaltet. Auf diese Art entstehen zwei um 90 Grad elektrisch verschobene Ausgangssignale.

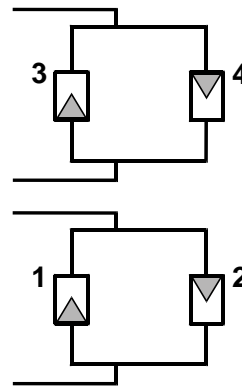


Abbildung 20, Verschaltung der Photoelemente

Gleichstromanteil

Durch die antiparallele Verschaltung wird der Gleichstromanteil unterdrückt. Der Gleichstromanteil entsteht durch Streulicht der benachbarten Felder des Abtastgitters.

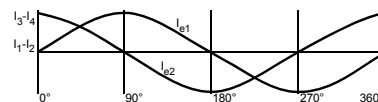


Abbildung 21, Signalspannung

4.1.5 Impulsbildung und Ausgangssignale

Rechtecksignale

Die beiden Sinuskurven I_{e1} und I_{e2} werden mithilfe von Spannungskomparatoren in Rechtecksignale umgewandelt. Damit ergeben sich zwei um 90 Grad zueinander phasenverschobene Rechtecksignal-Folgen. Die Rechtecksignale werden in der Endstufe des Drehgebers verstärkt und als elektrische Signale in Form von Spannungsimpulsen zur Verfügung gestellt.

Rechtecksignal

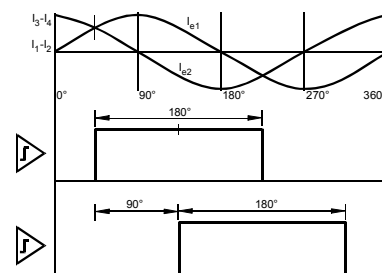


Abbildung 22, Impulsbildung

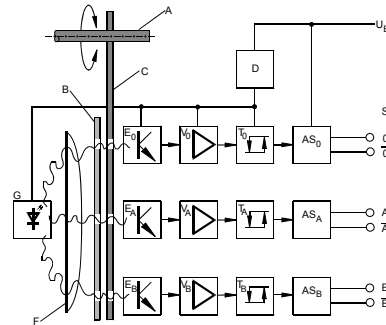
90-Grad-Versatz

Durch das Zusammenspiel von Abtastplatte und Teilscheibe hat der elektrische 90-Grad-Versatz von Kanal A zu Kanal B einen mechanischen Ursprung. Dadurch ist gewährleistet, dass dieser Versatz bei allen Umdrehungsgeschwindigkeiten der Teilscheibe gleich bleibt.

Für einfache Zählvorgänge würde es ausreichen, nur einen Ausgangskanal auszuwerten. Aber nur mit Hilfe des zweiten, elektrisch um 90 Grad versetzten, Signalausgangs ist es möglich, die Dreh- oder Zählrichtung zu ermitteln (siehe 4.1.7).

Signalauswertung

Standardmäßig werden von einem inkrementalen Drehgeber drei Signalausgänge zur Verfügung gestellt: Kanal A, Kanal B und Kanal 0 (Nullindex).



A: Welle; B: Abtastplatte; C: Teilscheibe; D: Spannungsversorgung; SE: Signalausgänge; AS₀, AS_A und AS_B: Signalausgangsstufen mit invertierten und nichtinvertierten Ausgängen; E₀: Infrarot-Empfangstransistor; F: Kondensator; G: Lichtquelle; T₀: Impulsbildung (Schmitt-Trigger); V₀: Gleichspannungsverstärker.

Abbildung 23, Signalbildung, Blockschaltbild

Das Impuls-Pause-Verhältnis der beiden Ausgangssignale von Kanal A und Kanal B ist zu jeder Zeit 1:1.

Signalablauf

Die Spannungspegel der Ausgangskanäle eines inkrementalen Drehgebers laufen folgendermaßen ab:

LOW-Pegel (Spannungswert Null).

Spannungsanstieg von LOW- nach HIGH-Pegel (positiver Flankenwechsel).

HIGH-Pegel (Spannungswert der Betriebsspannung).

Spannungsabfall von HIGH nach LOW-Pegel (negativer Flankenwechsel).

Wird der inkrementale Drehgeber an Spannung gelegt, gibt er für jeden Kanal den jeweiligen Pegelwert aus, der sich durch die Stellung der Teilscheibe ergibt. Durch einen eventuellen Spannungswechsel eines Kanals von 'keine Spannung' auf Betriebsspannung erfolgt kein Zählvorgang in der nachgeschalteten Auswerteelektronik.

Impulsdiagramm

Die zeitliche Dauer eines einzelnen Impulses (Ein/Aus) hängt von der Drehgeschwindigkeit der Teilscheibe ab. Eine Zeitangabe über die Impulslänge ist daher nicht möglich.

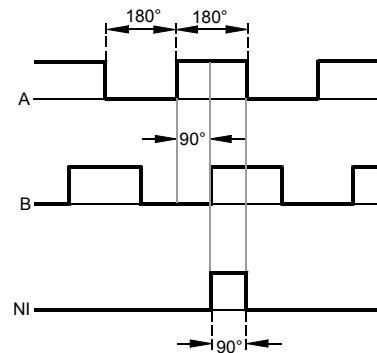


Abbildung 24, Impulsdiagramm Kanäle A, B und 0-Index (NI)

Messschritt

Die zeitliche Gesamtlänge eines einzelnen Impulses wird deshalb mit dem Wert elektrisch 360 Grad festgelegt.

Für die Dauer von (elektrisch) 180 Grad liegt der Ein-Impuls vor, für die restlichen 180 Grad hat der Impuls den Wert Null.

Der Abstand zwischen den Kanälen A und B beträgt elektrisch 90 Grad und ist unabhängig von Geschwindigkeit und Drehrichtung der Teilscheibe. Der Messschritt ist der Winkelwert, der sich aus dem Abstand zwischen zwei Flanken der beiden Rechteck-Impulsfolgen von Ausgang A und Ausgang B ergibt.

Ohne vorherige Interpolation der Messsignale entspricht der Messschritt dem vierten Teil der Teilungsperiode (90 Grad) der Radialgitterteilung.

Nullindex, Kanal 0

Der Nullindex, auch Nullimpuls oder Referenzmarke genannt, wird nur einmal pro Umdrehung der Teilscheibe erzeugt. Auf dem gesamten Umfang der Indexspur ist nur ein Segment vorhanden.

Die Position der Referenzmarke auf der Teilscheibe ist ebenfalls mechanisch festgelegt.

Wie aus Abbildung 24 ersichtlich, ist die relative Dauer des HIGH-Pegels vom Nullindex nur halb so lang wie die der Kanäle A und B. Eine Folgeelektronik muss also für die Auswertung des Nullindex eine vierfach höhere Eingangsfrequenz haben, als für die Auswertung der Kanäle A und B. Bei hoher Umdrehungszahl des Gebers verringert sich die Länge des Nullindexes. Der Flankenabstand wird kürzer. Dies kann bei "langsamen" Auswerteelektroniken/SPS zu einer Nichterkennung des Signals führen, auch wenn die anderen Kanäle noch sauber eingelesen werden.

Der Nullindex kann zur Definition eines Schaltungspunktes, zur Zählung der Umdrehungen oder zur Synchronisation eines nachgeschalteten elektronischen Zählers eingesetzt werden.

Neben der mechanischen Lage des Nullindexes auf der Teilscheibe werden die Signalperioden von Kanal A und Kanal B als Bezugsgrößen verwendet.

Der Nullindex ist standardmäßig 90 Grad lang - siehe Abbildung 24. Bei der ifm-Bauform RB für den Spannungsbereich von 10 bis 30 VDC beträgt die Länge des Indexes 360 Grad.

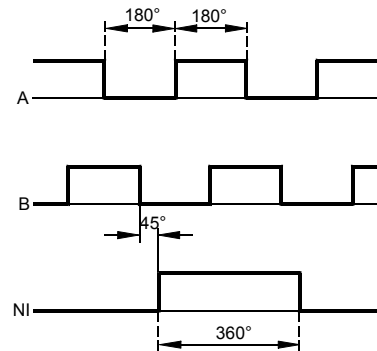


Abbildung 25, Nullindex 360 Grad lang (NI), Bauform RB, 10 - 30 V

Referenzmarke außen

Als Hilfsmittel zur Ermittlung der Position des Nullindexes wird bei verschiedenen Bauformen die ungefähre Lage außen durch eine Referenzmarke sichtbar gemacht. Zu diesem Zweck befindet sich auf dem Flansch in der Nähe der Welle eine Vertiefung. Die gleiche Vertiefung befindet sich noch mal auf der Stirnseite der Welle.

Bringt man beide Vertiefungen in Überdeckung, liegt am Ausgang das Signal für den Nullindex an. Bei hohen Auflösungen ist der Nullindex entsprechend kurz und die Positionierung von Hand wird schwierig.

Invertierte Ausgangssignale

Bei verschiedenen Drehgebern werden die drei standardmäßigen Ausgangssignale (Kanäle A, B und Nullindex) zusätzlich in invertiertem Zustand zur Verfügung gestellt.

Insgesamt verfügt der Drehgeber dann über sechs Signalausgänge: Kanal A und Kanal A-Nicht¹; Kanal B und Kanal B-Nicht sowie Nullindex und Nullindex-Nicht.

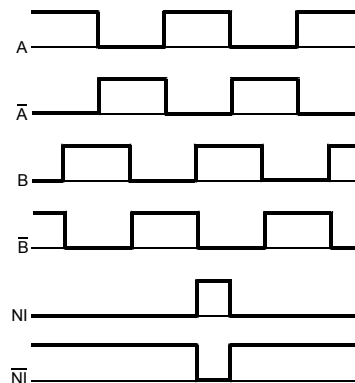


Abbildung 26, Impulsdigramm mit invertierten Kanälen (NI: Null-Index)

Störungen ausblenden

Durch die invertierten Signale ist es möglich, die Spannungsdifferenz auszuwerten. Einkoppelte Störsignale auf langen Anschlussleitungen bleiben dadurch weitestgehend ohne negative Wirkung.

Außer bei den Bauformen RA und RB werden bei allen HTL-Drehgebern² die invertierten Signale zur Verfügung gestellt.

Sinussignale

¹ Ein Ausdruck wie 'A-Nicht' wird als einzelnes Zeichen oder Wort durch einen Strich oberhalb des Zeichens oder Wortes dargestellt (siehe Abbildung 26).

² HTL steht für High-Transistor-Logik. Hierbei handelt es sich um Geräte, deren Betriebsspannung über 5 VDC liegt.

Bei einigen inkrementalen Drehgebern werden statt der Rechtecksignale die Sinusspannungen für die Kanäle A und B ausgegeben. Sie können in der Folgeelektronik vielfältig weiterverarbeitet werden. Auch diese beiden sinusförmigen Inkrementsignale sind elektrisch um 90 Grad phasenverschoben.

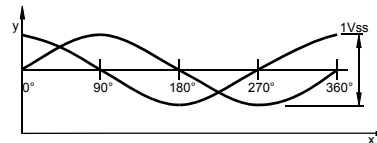


Abbildung 27, Sinus-Ausgangssignale

1 Volt Spitze-Spitze (Vss)

Das Referenzmarkensignal für den Nullindex ist ebenfalls in analoger Form vorhanden. Der Spannungshub hat annähernd eine Dreiecksform in einer Größenordnung von ca. 0,5 V.

Werden Spannungssignale in Sinusform ausgegeben, beträgt die Spannungshöhe ein Volt von Spitze zu Spitze.

Es sind Kabellängen von bis zu 150 m möglich.

Die sinusförmigen Ausgangssignale können in einer Folgeelektronik (Komparator) digitalisiert werden. Sie eignen sich sehr gut für die Impulsvervielfachung – siehe unten. Außerdem können sie bei digitalen Antrieben zur Drehzahlkontrolle auch bei sehr langsamen Bewegungen eingesetzt werden.

4.1.6 Anschlussbelegung eines inkrementalen Drehgebers

Die einzelnen Adern werden nach Farben unterschieden und haben für alle inkrementalen Drehgeber der ifm electronic die gleiche Bedeutung. Die vorhandenen Anschlussadern hängen vom jeweiligen Drehgeber ab.

Anschlussbelegung eines inkrementalen Drehgebers:

- braun Kanal A
- grün Kanal A invertiert (A-Nicht)
- grau Kanal B
- rosa Kanal B invertiert (B-Nicht)
- rot Null-Index
- schwarz Null-Index invertiert (Null-Index-Nicht)
- blau L+ (Sensor)
- weiß 0 V (Sensor)
- braun/grün +U_b (L+)
- weiß/grün U_n (0 V)
- violett Störungssignal (invertiert)
- Abschirmung Gehäuse

Störungssignal

Verschiedene Drehgeber verfügen als zusätzlichen Signalausgang über ein Störungssignal. Das Störungssignal zeigt Fehlfunktionen des Drehgebers an, wie z. B. Bruch der Versorgungsadern, Ausfall der Lichtquelle, Verschmutzung der Teilkreisscheibe oder der Photoelemente.

Ein Rechteckimpuls zeigt die Störung an. Führt die Leitung für das Störungssignal LOW-Pegel, liegt eine Störung vor. Bei HIGH-Pegel ist das Gerät funktionstüchtig.

Bei Kabelgeräten muss im Falle einer Nichtnutzung des Störsignals die Anschlussader (violett) isoliert werden, um eventuelle Kurzschlüsse zu vermeiden. Der Ausgangstreiber für das Störsignal ist, anders als bei den Nutzsignalen, nicht kurzschlussfest.

4.1.7 Drehrichtungserkennung für die Zählrichtung

Der elektrische 90-Grad-Versatz zwischen den Kanälen A und B in Verbindung mit den dynamischen Signalwechseln wird von nachgeschalteten Auswerteelektroniken wie speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) oder elektronischen Vor- Rückwärtszählern zur Bestimmung der Zählrichtung benutzt.

Signalwechsel

Entscheidend für die Dreh- oder Zählrichtungserkennung sind die Signalwechsel und Signalzustände der Kanäle A und B des Drehgebers.

Bei Stillstand des Drehgebers findet kein Signalwechsel statt. Eine Nachfolgeelektronik kann (noch) nicht entscheiden, welche Zählrichtung vorliegt.

Werden Drehgeber und Auswerte-/Anzeigeelektronik an Spannung gelegt, kann je nach Stellung der Teilscheibe im Drehgeber ein Signalwechsel auf einem oder mehreren Ausgangskanälen stattfinden. Dieser Signalwechsel wird aber als Zählimpuls von der Auswerteelektronik unterdrückt, da er ja vor dem Ausschalter der Versorgungsspannung für den Zählvorgang gewertet wurde.

Dadurch ist sichergestellt, dass nach dem Einschalten der Messeinrichtung die Zählrichtung richtig ermittelt werden kann, wenn sich die Teilscheibe in Bewegung setzt.

Ist die Teilscheibe in Bewegung, erfolgt je nach mechanischer Drehrichtung der positive Signalwechsel von Kanal A vor dem positiven Signalwechsel von Kanal B und umgekehrt.

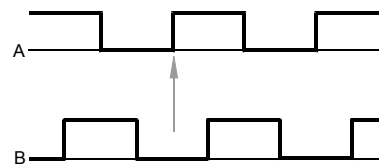


Abbildung 28, Signalwechsel

Phasendiskriminator

Mithilfe eines Phasendiskriminators in einer Auswerteelektronik lässt sich die Drehrichtungserkennung durch Auswertung der Phasenlage von Signal A zu Signal B leicht durchführen.

4.1.8 Impulsvervielfachung

Verdopplung

Mithilfe von logischen Schaltelementen wie AND- und OR-Gatter können die steigenden und fallenden Rechtecksignale der Kanäle A und B so verschaltet werden, dass sich bei den Ausgangssignalen eine höhere Auflösung ergibt, als sie durch die mechanische Aufteilung der Teilscheibe gegeben ist.

Durch die elektrischen Laufzeiten der erforderlichen Logik-Gatter ist bei dieser Vorgehensweise keine beliebige Erhöhung der Impulsanzahl möglich.

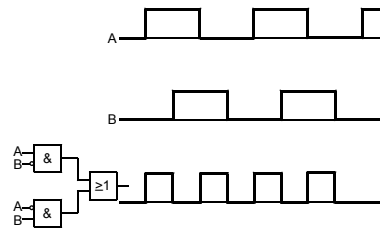


Abbildung 29, Verdoppelung der Impulse

Die Schaltung aus Abbildung 29 lässt sich auch mit einem Exklusiv-Odergatter (XOR) durchführen.

Durch die Impulsvervielfachung mit Logikgatter geht der elektrische 90-Grad-Versatz der Kanäle A und B verloren.

Wird der 90-Grad-Versatz dennoch benötigt, bietet sich die Verwendung eines Drehgebers mit Sinus-Ausgangssignalen an - siehe oben.

Mit einer entsprechenden Elektronik lässt sich eine weitere Impulsvervielfachung durchführen.

Vervielfachung (Logikgatter)

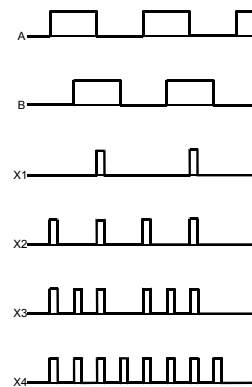


Abbildung 30, Impulsvervielfachung

Je nach dem, welche Flanke eines Kanals ausgewertet wird, lassen sich die in Abbildung 30 dargestellten Impulsfolgen und die damit verbundene Impulsvervielfachung realisieren.

Einfachauswertung

Impulsfolge X1 stellt eine Einfachauswertung dar. Es wird auf die fallende Flanke von Kanal A reagiert. Die Anzahl der Impulse hat sich nicht erhöht.

Zweifachauswertung

Impulsfolge X2 ergibt sich, wenn sowohl auf die steigende, als auch auf die fallende Flanke von Kanal A reagiert wird. Es ist eine Zweifachauswertung mit doppelter symmetrischer Impulsanzahl.

Dreifachauswertung

Eine Dreifachauswertung stellt das Impulsdigramm X3 dar. Zusätzlich zur steigenden und fallenden Flanke von Kanal A wertet es auch noch die steigende Flanke von Kanal B aus. Die Impulsauswertung ist dreifach, aber unsymmetrisch.

Vierfachauswertung

In Diagramm X4 ist eine Vierfachauswertung dargestellt. Die steigende und die fallende Flanke beider Kanäle wird ausgewertet. Die Anzahl der Impulse hat sich vervierfacht, und sie ist symmetrisch.

In Grenzbereichen kann es zu Fehlimpulsen kommen. Die Phasenlage der Kanäle muss exakt eingehalten werden. Die Impulslänge nach der Vervielfachung ist so einzustellen, dass bei maximaler Drehzahl die neu gebildeten Impulse etwa halb so lang sind wie die Ursprungsimpulse der Ausgangskanäle. Die sich dadurch ergebende kurze Signaldauer stellt erhöhte Anforderungen an die Elektronik der Auswerteeinheit (SPS oder Zähler).

Vervielfachung aus Sinussignalen

Mithilfe von linearer Interpolation lässt sich bei Drehgebern, die Sinussignale in der Größenordnung von $1 V_{SS}$ ausgeben, ein Vielfaches der mechanischen Auflösung erzielen (Faktor 10 und mehr). Eine Impulsvervielfachung mit Sinussignalen als Basis bietet den Vorteil, dass der elektrische 90-Grad Versatz zwischen den Ausgangskanälen A und B erhalten bleibt.

4.2 Absoluter Drehgeber

Absolute Meßsysteme ermitteln jeweils auf Abruf aus der Teilscheibenteilung die momentane Absolutposition des Meßsystems in Form einer eindeutigen Codeinformation. Diese Position geben sie als codierten Wert in binärer Form an die Folgeelektronik weiter.

Der besondere Vorteil liegt darin, dass dieser Positionswert auch nach einem Spannungsausfall wieder unverändert zur Verfügung steht. Die genaue Position wird auch dann angezeigt, wenn sich der Drehgeber im spannungslosen Zustand weitergedreht hat.

Messfehler durch Fehlimpulse und sich addierende Fehler sind weitestgehend ausgeschlossen.

Digitale Zahlenwerte

Der absolute Drehgeber wandelt Drehbewegungen oder Positionen in digitale Zahlenwerte um. Jede Winkelstellung der Teilscheibe wird als binärer Zahlenwert ausgegeben.

Digitale Zahlen setzen sich aus einzelnen Bits zusammen, die nur den Wert 1 oder 0 annehmen können. Für den Absolutdrehgeber bedeutet der Digitalwert 1, dass die Signalleitung HIGH-Pegel hat. Der Digitalwert 0 entspricht demzufolge dem LOW-Pegel.

Alle Signalausgänge des Absolutdrehgebers bilden mit ihren jeweiligen HIGH- und LOW-Pegeln eine eindeutige binäre Zahl. Bedingung ist natürlich, dass die Signalleitungen entsprechend ihrer Wertigkeit in der richtigen Reihenfolge stehen.

Der digitale Zahlenwert eines Absolutdrehgebers besteht aus bis 13 Bit. Für jedes Bit wird eine separate Signalleitung benötigt.

Mit dem digitalen Zahlenwert lassen sich Winkelstellungen und -bewegungen messen und Positionen bestimmen.



Abbildung 31, Teil- oder Codierscheiben

Viele Spuren

Im Gegensatz zu inkrementalen Drehgebern hat die Teilscheibe des absoluten Drehgebers wesentlich mehr Spuren (siehe Abbildung 31).

Die Absolutdrehgeber haben als Maßverkörperung eine Teilscheibe aus Glas mit mehreren Teilungs- bzw. Codespuren. Jede einzelne Spur entspricht einem Bit innerhalb des binären Ausgangswertes – siehe oben.

Auch diese Absolutdrehgeber arbeiten nach der Prinzip der photoelektrischen Abtastung von Strichgittern.

Inkrementale Signale

Auf der Teilscheibe sind in konzentrischen Kreisen (= Spuren) lichtdurchlässige und lichtundurchlässige Zonen verteilt. Auf einer festgelegten radialen Lesezone (hier tasten Lichtschranken die Spuren ab) ergibt sich bei jeder Stellung der Scheibe eine genau festgelegte Folge von Hell-Dunkel-Feldern.

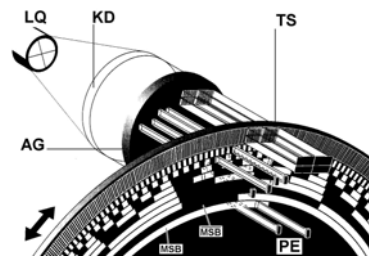
In geringem Abstand gegenüber der drehbaren Teilscheibe sind eine oder mehrere Abtastplatten angeordnet, die den Teilungs- bzw. Codespuren zugeordnete Abtastfelder tragen.

Jede Abtastplatte wird von einem parallel ausgerichteten Lichtbündel durchstrahlt. Dieses Lichtbündel wird wie beim inkrementalen Drehgeber von einer LED und einem Kondensator erzeugt.

Bei Drehung der Teilscheibe wird der Lichtstrom moduliert und seine Intensität von den Silizium-Photoelementen erfasst.

Bei absoluten Drehgebern, die zusätzlich Inkrementalsignale ausgeben, sind der feinsten Spur vier Abtastfelder zugeordnet.

Die vier Strichgitter der Abtastfelder sind wie beim inkrementalen Drehgeber jeweils um ein Viertel der Teilungsperiode zueinander versetzt.



LQ: Lichtquelle; KD: Kondensator; TS: Teilscheibe; PE: Photoelemente; AG: Abtastgitter.

Abbildung 32, Photoelektrische Abtastung, Durchlichtverfahren

Wird der absolute Drehgeber an Spannung gelegt, steht sofort der der binäre Wert in Form von HIGH-/LOW-Pegeln an den Ausgangskanälen an, der durch die momentane Position der Teilscheibe verursacht wird.

Die Anzahl der Spuren richtet sich nach der gewünschten Auflösung, die Verteilung der hellen und dunklen Segmente nach der Art der Codierung, die gewählt wird.

Absolute Drehgeber werden unterschieden nach:

- Singleturn-Drehgeber
- Multiturn-Drehgeber.

4.2.1 Auflösung

Bei absoluten Drehgebern hängt die Auflösung von der Anzahl der Spuren ab.

Der Singleturn-Drehgeber ist mit Auflösungen von 256 (8 Bit), 360, 512 (9 Bit), 1.024 (10 Bit), 2.048 (11 Bit), 4.096 (12 Bit) und 8.192 (13 Bit) erhältlich. Siehe auch Kapitel 4.2.4, Codierung.

Der Multiturn-Drehgeber hat bis zu 13 Spuren und damit eine Auflösung von 8.192 Schritten pro Umdrehung bei 4.096 (12 Bit) zählbaren Umdrehungen.

4.2.2 Singleturn-Drehgeber

Singleturn-Drehgeber sind Absolut-Drehgeber. Sie geben im Unterschied zu den inkrementalen Geräten zu jeder Winkelstellung der Achse einen codierten Zahlenwert aus.

Nach einer vollständigen Drehung der Achse beginnt der Zahlenwert wieder beim Startwert.

Ändert sich die Drehrichtung der Welle, ändert sich auch die Zählrichtung des Ausgangswertes.

Paralleler Datenausgang

Die Singleturn-Drehgeber haben meistens einen parallelen Datenausgang, bei dem jeder Spur der Teilscheibe eine separate Datenleitung zugeordnet ist. Dadurch wird die Anzahl der zu verdrahtenden Anschlussadern sehr groß.

Freigabesignal

Die Daten der Signalspuren werden vom Drehgeber ständig ausgegeben, wenn an den Freigabekanälen A und B ein LOW-Signal, bzw. keine Spannung anliegt. Wird an die Freigabekanäle ein HIGH-Signal gelegt, werden die alle Signalausgänge hochohmig und sind damit gesperrt.

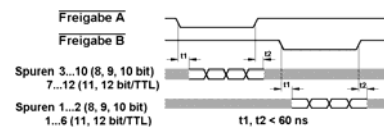


Abbildung 33, Impulsdiagramm der Parallelschnittstelle

Die Signalausgänge sind auf zwei Freigabekanäle aufgeteilt - siehe Abbildung 33. Die Anzahl der Spuren für den jeweiligen Freigabekanal sind folgendermaßen aufgeteilt:

Freigabekanal A:	Spuren 3 bis 10	8-, 9- und 10-Bit-Drehgeber
	Spuren 7 bis 12	11- und 12-Bit-Drehgeber
Freigabekanal B:	Spuren 1 bis 2	8-, 9- und 10-Bit-Drehgeber
	Spuren 1 bis 6	11- und 12-Bit-Drehgeber.

LSB und MSB

Spur 1 ist das niederwertigste Bit (LSB), die letzte Spur mit der höchsten Indexzahl (z. B. Bit 12) ist das höchstwertigste Bit (MSB).

Wird Bit 1 (LSB) nicht übertragen, ist der Übertragungsfehler am kleinsten; wird das letzte Bit (MSB) nicht übertragen, ist der Fehler am größten.

Die Kennzeichnung der Anschlüsse in Form der Aderfarben des Drehgebers variiert in Abhängigkeit zur Bitzahl.

Anschlussbelegung eines 10-Bit-Drehgebers:

- braun U_b, Plus, 10 - 30 VDC
- gelb/braun Sensor, Plus, 10 - 30 VDC
- weiß U_b, Minus, 0 V
- weiß/gelb Sensor, Minus, 0 V
- grün Freigabekanal A
- gelb Freigabekanal B
- weiß/grau Bit 10 (MSB)
- weiß/grün Bit 9
- rot/blau Bit 8
- grau/rosa Bit 7
- violett Bit 6
- schwarz Bit 5
- rot Bit 4
- blau Bit 3
- rosa Bit 2
- grau Bit 1 (LSB)

Die jeweilige Anschlussbelegung befindet sich auf jedem Drehgeber.

Multiplexbetrieb

Dadurch, dass die Signalausgänge durch das LOW-Signal am Freigabekanal hochohmig werden, ist eine Parallelschaltung der Ausgangssignale mit anderen Drehgebern möglich. So kann z. B. eine SPS mehrere Drehgeber im Multiplexverfahren betreiben. Zwei oder mehr Drehgeber werden dann parallel auf die gleichen Kanäle der SPS-Eingangskarte verdrahtet. Bei 10-Bit-Drehgebern werden somit nur 10 Eingangskanäle belegt, unabhängig von der Anzahl der Drehgeber. Mit den Ausgängen der SPS werden die Freigabekanäle der Drehgeber angesteuert. Für diesen Zweck werden pro Drehgeber zwei Ausgangskanäle benötigt. Die Signalausgänge der einzelnen Drehgeber werden während des Betriebes entweder nacheinander oder bei Bedarf in die SPS eingelesen. Wichtig ist, dass immer nur ein Drehgeber freigeschaltet ist. Je nach Ausführung des Drehgebers werden TTL-Signale oder 24 VDC-Signale ausgegeben.

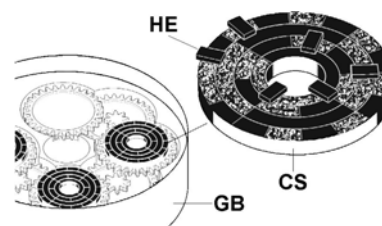
Drehsinn und Zählrichtung

Bei Drehgebern wird/muss nach der Drehrichtung unterschieden werden können. Aus diesem Grund gibt es die Festlegung, dass die Drehrichtung immer mit Blick auf die Stirnseite der Welle des Drehgebers festgelegt wird. Beim Singleturn-Drehgeber bedeutet dies, dass die Rechtsdrehung im Uhrzeigersinn erfolgt, wenn man auf die Welle blickt. Die Zählrichtung ist dann aufsteigend.

Drehrichtung rechts	aufsteigende Zählrichtung
Drehrichtung links	fallende Zählrichtung

4.2.3 Multiturn-Drehgeber

Multiturn-Drehgeber sind ebenfalls Absolut-Drehgeber. Sie geben wie die Singleturn-Drehgeber zu jeder Winkelstellung der Achse einen codierten Zahlenwert aus. Multiturn-Drehgeber haben zur Bestimmung der Position innerhalb einer Umdrehung denselben Aufbau wie ein Singleturn-Drehgeber. Zusätzlich wird in einer weiteren Bitkombination die Anzahl der vollständig ausgeführten Umdrehungen der Achse als binäre Zahl ausgegeben. Die Maßverkörperung zur Unterscheidung der Anzahl an Umdrehungen besteht aus permanent magnetischen Kreisteilungen, die über ein Getriebe zur Untersetzung miteinander verbunden sind. Die Abtastung erfolgt über digitale Hall-Sensoren.



HE: Hall-Elemente; CS: Codescheibe; GB: Getriebebox.

Abbildung 34, Getriebebox mit Codescheiben und Hall-Elementen

Die nachfolgende Grafik zeigt den Impulsverlauf am Beispiel eines (nicht-existenten) Multiturn-Drehgebers mit vier Bit für den Single- und drei Bit für den Multiturnbereich.

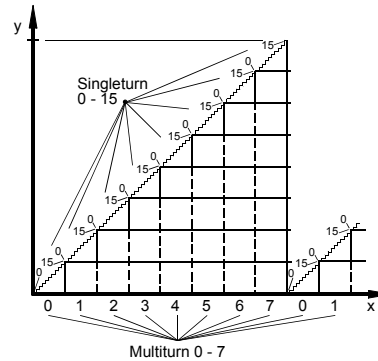


Abbildung 35, Multiturn-Drehgeber, 4 Bit Singleturn, 3 Bit Multiturn

4.2.4 Codearten

In der Steuerungstechnik werden verschiedene Codearten verwendet, so z. B. Gray-Code, BCD-Code oder Dual-Code und Abwandlungen dazu.

Dual-Code (Binär-Code)

Beim Dual-Code (Binär-Code) ist jeder Ziffer eine bestimmte Wertigkeit zugeordnet, beginnend mit 2^0 bei der niederwertigsten Stelle und 2^{n-1} für die höchste Stelle.

Der Dual-Code ist technisch einfach zu verarbeiten. Bei der optischen Abtastung kann es jedoch zu Lesefehlern kommen, da die Bitwechsel mehrerer Spuren nicht exakt zeitsynchron erfolgt, oder auf mehreren Spuren findet gleichzeitig ein Bitwechsel statt (siehe Abbildung 36, bei Wertigkeit 7 und 8). Dadurch kann es zu falschen Positionszuordnungen kommen.

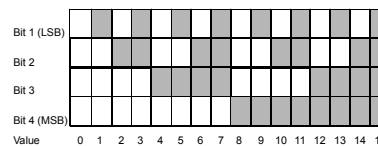


Abbildung 36, Dualcode

BCD-Code

Der BCD-Code ist tetradisch aufgebaut. Jeder Ziffer einer Dezimalzahl wird eine 4-stellige Dualzahl (Tetrade) zugeordnet. Der BCD-Code wird hauptsächlich dann eingesetzt, wenn Dezimalanzeigen direkt angesteuert werden sollen.

Vier Bit lassen Zahlenwerte von Null bis 15 zu. Für die BCD-Codierung sind die Bits von (binär) 0000 bis 1001 erforderlich. Die Bitkombinationen von 1010 bis 1111 werden nicht benötigt, weil sie die Dezimalzahlen von 10 bis 15 repräsentieren. Die Effizienz dieses Codes ist daher nicht so hoch. Die Zahl 3600 wird folgendermaßen dargestellt:

```

3      6      0      0
0011  0110  0000  0000
    
```

Damit sind mindestens 14 Bit erforderlich, da die beiden vorangestellten Nullen der Bitkombination für die Drei nicht benötigt werden.

Im reinen Binärcode und auch im Gray-Code sind für dieselbe Zahl lediglich 12 Bit erforderlich. $2^{12} = 4.096$ ($2^{11} = 2.048$).

Gray-Code

In Absolut-Drehgebern wird der Gray-Code häufig verwendet. Sein Vorteil liegt in seinem einfachen Aufbau: Er ist spiegelsymmetrisch und einschrittig, d. h. beim Übergang von einer Position (Zahl) zur nächsten wechselt immer nur ein einzelnes Bit. Entsprechend gering ist die Gefahr möglicher Fehler bei der Übertragung und Weiterverarbeitung.

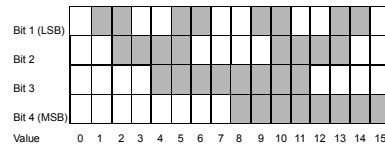


Abbildung 37, Gray-Code

Bei einem 4-stelligen Code ergeben sich $2^4 = 16$ Kombinationen. Da der echte Gray-Code von 0 bis 2^{n-1} zählt, sind das in der obigen Abbildung dezimal die Zahlen von 0 bis 15.

Ein 12-stelliger Code ($2^{12} = 4.096$ Kombinationen) zählt dezimal von 0 bis 4.095.

Die beim Gray-Code abgelesene Bitinformation wird durch einen geeigneten Codewandler in einen Binärcode umgewandelt. Dieser kann dann weiterverarbeitet werden. Zur Weiterverarbeitung der Signale können Codewandler (z. B. Gray- in Dual-Codewandler) oder Programmmodule in programmierbaren Steuerungen eingesetzt werden.

Reflektierbarer Gray-Code

Die Codewerte werden in aufsteigender Richtung ausgegeben, wenn sich die Welle des Drehgebers im Uhrzeigersinn dreht. Da der Gray-Code reflektierbar ist, können durch eine Invertierung des höchstwertigen Bits (MSB) bei Rechtsdrehung der Welle auch fallende Codewerte erzeugt werden.

Symmetrisch gekappter Gray-Code (Gray-Excess-Code)

Der einschrittige Gray-Code gilt für Auflösungen, die sich als Potenz zur Basis 2 darstellen lassen (2, 4, 8, 16, ... 256, 512 usw.).

Sollen andere Auflösungen, wie z. B. 360 oder 1000, realisiert werden, wird ein entsprechender Ausschnitt aus dem Gray-Code entnommen, der dem gewünschten geradzahligen Bereich entspricht – siehe Abbildung 38 für den Wert 10. Damit bleibt die Einschrittigkeit des Codes erhalten. Allerdings beginnt der Darstellungsbereich nicht mehr bei Null, sondern er verschiebt sich um einen bestimmten Betrag.

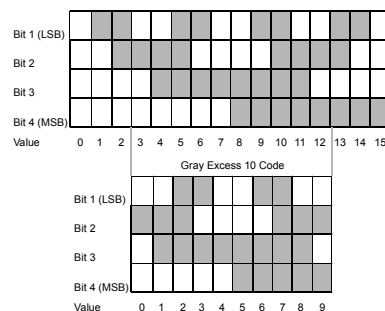


Abbildung 38, Gray-Excess-Code

Für die Auswertung zieht man vom generierten Binärwert die Hälfte der Differenz zwischen ursprünglicher und reduzierter Auflösung ab.

Rechenweg zur Ermittlung des Startwertes für das Beispiel mit dem Wert 360:

Nächst höherer binäre Wert über 360 ist 512 (2⁹).
 Von diesem Wert werden die 360 abgezogen, sind 152.
 Dieses Ergebnis wird durch 2 dividiert, sind 76.

Der Zahlenbereich beginnt bei 76 und endet bei 435. Auf der Codierscheibe des Absolutdrehgebers wird dieser Bereich von 76 bis 435 abgebildet. Der Wert 76 wird intern umgerechnet und als Null ausgegeben. Der interne Wert 435 wird dementsprechend als 359 ausgegeben.

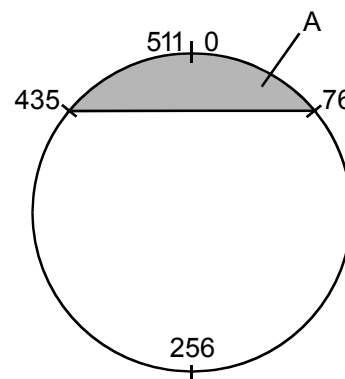


Abbildung 39, Gekappter Gray-Code für den Wert 360

Die Bezeichnung für den in Abbildung 39 dargestellten Code lautet:
 512 Gray-Exzeß-76-Code.

Im Rahmen der mechanischen Auflösung sind für den gekappten Gray-Code - wie beim normalen Gray-Code - nur gerade Zahlen möglich. Der gekappte Gray-Code (auch "reduzierter Gray-Code" genannt; z. B. 10 Gray-Excess-3-Code) wird also immer dann eingesetzt, wenn die Vorteile eines einschrittigen Codes genutzt werden sollen, aber Strichzahlen gewünscht werden, die nicht einer Potenz von 2 entsprechen. Bei der Wahl der Strichzahl muss jeweils nur darauf geachtet werden, dass der Wert ohne Rest durch 2 teilbar ist.

Für andere Strichzahlen ergeben sich folgende Positionen:

- 76 bis 436 bei einer gewünschten Auflösung von 360
- 152 bis 872 bei einer 720er-Auflösung und
- 12 bis 1.012 bei der 1.000er-Auflösung.

Beim Gray-Code oder gekappten Gray-Code haben die einzelnen Bits keine Wertigkeit, wie zum Beispiel beim Dual-Code, wo jeder Bitkombination direkt durch die Potenzen von 2 eine Dezimalzahl zugeordnet werden kann.

Dekadischer Gray-Excess-3-Code

Hierbei handelt es sich um eine Mischung aus dem BCD-Code und dem Gray-Code.

Jede einzelne Dekade ist aus dem Gray-Code derart verschlüsselt, dass sie von der Zahl 3 beginnend bis zur Zahl 13 aufwärts zählt. Danach beginnt die zweite Dekade mit der Zahl 3 und die erste Dekade zählt abwärts usw.

Der dekadische Gray-Excess-3-Code ist ein einschrittiger Code, und er ist spiegelsymmetrisch.

Nachteilig wirkt sich aus, dass sowohl hardware- als auch softwaremäßig die Umwandlung sehr aufwendig ist.

Gegenüberstellung verschiedener Codearten

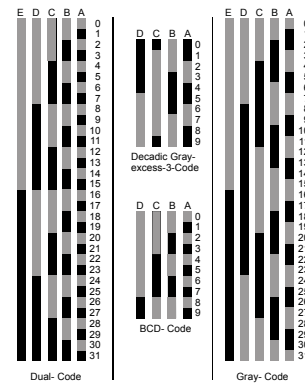


Abbildung 40, Codearten

In der Tabelle ist zu erkennen, dass nur der Gray-Code und der Dual-Code die Anzahl der Möglichkeiten voll ausnutzen, d. h. es ergeben sich 2^n Kombinationen. Beim Gray-Excess-Code gibt es Bitkombinationen, die nicht benutzt werden können.

4.3 Gegenüberstellung des absoluten Drehgebers zum inkrementalen Drehgeber

Beim absoluten Drehgeber steht nach dem Einschalten oder nach einem Spannungsausfall sofort der tatsächliche Positionswert zur Verfügung. Beim Multiturn-Drehgeber kann zusätzlich die Anzahl der Umdrehungen erfasst werden. Dadurch hat dieser Absolutdrehgeber einen sehr großen Messbereich.

Bei inkrementalen Drehgebern hingegen müsste die Anlage unter Umständen von Hand in die Grundstellung bzw. an einen Referenzpunkt gefahren werden.

Der Aufwand für Anschaltung und Auswertung ist bei Absolut-Drehgebern höher als bei inkrementalen Drehgebern. Absolutdrehgeber sind auch in der Anschaffung teurer.

4.4 Datenübertragung

Der absolute Drehgeber gibt wie erwähnt ein Datenwort aus, dessen Länge von der Auflösung abhängt. Wenn es für jede Spur einen separaten Signalausgang gibt, sprechen wir von paralleler Datenübertragung.

Um die Informationen zur Auswerteeinheit zu übertragen, muss ein Kabel verlegt werden, das für jeden Kanal eine Ader bietet. Bei einem Multiturn-Drehgeber mit 12 Bit für den Singleturnbereich und 12 Bit für den Multiturnbereich wären dies allein 24 Adern für die Datenleitung.

Entsprechend viele Signaleingänge werden auch an der Auswerteelektronik, z. B. einer SPS, benötigt. Dies führt bei hoch auflösenden Geräten schnell zu den bekannten Verdrahtungsproblemen:

- hohe Störanfälligkeit,
- hohe Kabelkosten,
- hoher Installationsaufwand,
- dicke, unflexible Kabel.

Viele Adern

Beim Singleturn-Drehgeber mit maximal 13 Bit Daten ist der Aufwand noch vertretbar. Hier wird meistens noch von paralleler Datenübertragung Gebrauch gemacht.

Beim 5 V-Gerät ist auch ein Multiplexbetrieb mit 8 und 4 Kanälen möglich. Damit spart man keine Kabel, aber Eingänge am Auswertegerät oder der SPS.

4.4.1 SSI-Schnittstelle am Drehgeber

Ein Multiturn-Drehgeber kann 4.096 Umdrehungen (12 Bit) mit einer Auflösung von 8.192 Schritten (13 Bit) erfassen. Wollte man diese Daten parallel übergeben, dann wären dazu $12 + 13 = 25$ Datenleitungen erforderlich. Hinzu kämen noch die Leitungen für Spannungsversorgung und Sensor.

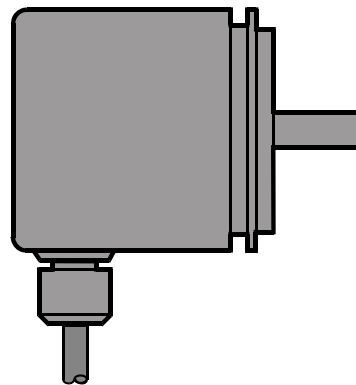


Abbildung 41, SSI-Schnittstelle Gerät RM

Wenig Adern

Für Multiturn-Drehgeber wird deshalb eine serielle Datenübertragung angeboten. Das Gerät besitzt zu diesem Zweck eine SSI-Schnittstelle (Synchron-Seriell Interface EIA RS422A oder RS485). Für die Datenübertragung sind nur noch vier Datenadern Datenleitungen notwendig.

Gegenüber der parallelen Schnittstelle kommt diese mit weniger Bauteilen aus und ist weniger stör anfällig. Zur Übertragung sind wesentlich weniger Leitungen erforderlich, als bei der parallelen Schnittstelle. Zudem sind wesentlich größere Kabellängen möglich.

Neben der Spannungsversorgung und der Sensorüberwachung hat dieser Drehgeber folgende Anschlüsse:

- Takt und Takt invertiert
- TTL-kompatible Signale für Daten und Daten invertiert
- Zwei sinusförmige Inkrementsignale (A und B), 1 Vss

Die Daten werden abhängig vom Gerät entweder im Dual-Code oder Gray-Code übertragen.

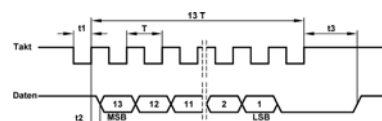


Abbildung 42, SSI, Impulsdiagramm für Singleturn-Drehgeber

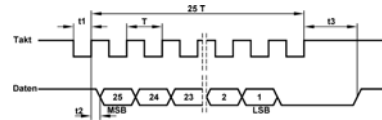


Abbildung 43, SSI, Impulsdiagramm für Multiturn-Drehgeber

Die in den obigen Abbildungen dargestellten Zeiten für T, t1 und t2 müssen eingehalten werden. Sie betragen

- Takt T: 0,9 µs bis 11 µs
- t1: größer 0,45 µs
- t2: maximal 0,4 µs.

Funktion

Im Ruhezustand liegen Takt- und Datenleitung auf HIGH-Pegel. Der Takt wird durch die Auswerteelektronik erzeugt (z. B. SSI-Controller). Die erste fallenden Taktflanke signalisiert den Beginn der Datenübertragung - der aktuelle Messwert wird gespeichert. Die Datenübertragung erfolgt mit der ersten steigenden Taktflanke. Mit den danach steigenden Taktflanken werden die Daten bitweise, beginnend mit dem MSB, übertragen. Das Übertragen eines vollständigen Datenwortes erfordert n + 1 steigende Taktflanken (n = Auflösung in Bit). Für einen 24-Bit-Drehgeber werden demnach 25 Taktflanken benötigt. Nach der Übertragung eines vollständigen Datenwortes bleibt der Datenausgang auf dem LOW-Pegel und der Takt ausgang auf HIGH-Pegel, bis der Drehgeber für einen Messwertabruf bereit ist (t3 - siehe Abbildung 43). Kommt während dieser Zeit eine neue Datenausgabeanforderung (Takt), werden die bereits ausgegebenen Daten nochmals ausgegeben. In diesem Fall ist zwischen LSB der ersten und MSB der zweiten Datenübertragung der Datenausgang auf LOW-Pegel. Bei einer Unterbrechung der Datenausgabe (Takt = High für t >= t3) wird mit der nächsten Taktflanke ein neuer Messwert gespeichert. Die Folgeelektronik übernimmt mit der steigenden Taktflanke die Daten. Die Signallänge beträgt standardmäßig 25 Bit (ohne Parity-Bit), auf Anfrage ist auch eine Version mit 24 Bit (oder mit Parity-Bit) erhältlich. Neben den Werten für die absolute Position können parallel dazu auch inkrementale Daten in Sinusform übertragen werden.

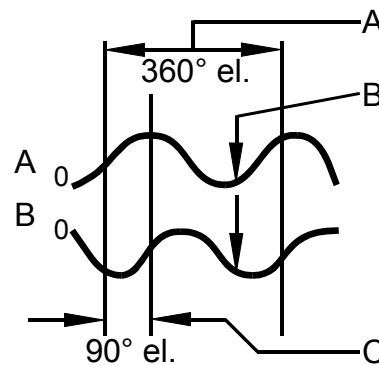


Abbildung 44, SSI-Schnittstelle, Inkrementale Signalf orm

Die Größenordnung für die inkrementalen Signale liegt bei 1 Vss für einen Abschlusswiderstand von etwa 120 Ohm. Die Signale für die Kanäle A und B sind annähernd sinusförmig und haben ebenfalls einen 90-Grad-Versatz. Die Anzahl der Inkremente ist auf 512 pro Umdrehung begrenzt.

Die Auswertung der seriellen Daten des Multiturn-Drehgebers kann durch eine Folgeelektronik - dem SSI-Controller - durchgeführt werden.

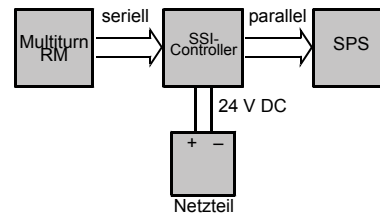


Abbildung 45, SSI-Schnittstelle, Blockschaltbild

Die Datenaktualisierung erfolgt synchron mit dem Auslesezyklus. Die Daten sind also so aktuell, wie der zeitliche Abstand zwischen zwei Auslesungen. Ein periodisches Auslesen des Gebers ist deshalb empfehlenswert.

Nach einer längeren Auslesepause und gleichzeitiger Wellendrehung des Gebers kann der Datengehalt bei der ersten Auslesung veraltet sein und sollte ignoriert werden.

Anschlussbelegung eines Multiturn-Drehgebers mit SSI-Schnittstelle:

- schwarz n. c. (Not connected)
- rot n. c.
- grün n. c.
- braun n. c.
- braun U_b , Plus, 10 - 30 VDC
- violett Takt
- gelb Takt - Nicht
- weiß/grün U_b , Minus, 0 V
- Schirm Gehäuse
- blau/schwarz Kanal B (+)
- rot/schwarz Kanal B (-)
- grau Daten - Nicht
- grün/schwarz Kanal A (+)
- gelb/schwarz Kanal A (-)
- rosa Daten

4.4.2 SSI-Schnittstellenprogrammierung per Software

Verschiedene Multiturn-Drehgeber mit SSI-Schnittstelle können mittels PC parametrieren werden (ifm-Bauform RM6110 und RM6113). Die dazu erforderliche Programmierung des Drehgebers erfolgt mit einer besonderen Software über einen handelsüblichen PC.

Die Programmiersoftware dient neben der Programmierung auch zur Kontrolle der eingestellten Werte. Dies ist besonders beim Austausch von Geräten notwendig.

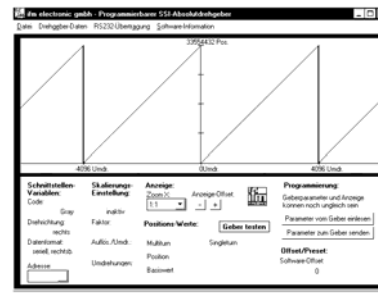


Abbildung 46, SSI-Programmiersoftware

Vor der Inbetriebnahme von neuen oder ersetzten programmierbaren Drehgebern muss grundsätzlich die richtige Einstellung überprüft werden. Die Werkseinstellung kann ohne Änderung unter Umständen zu folgenschweren Fehlfunktionen der Anlage führen.

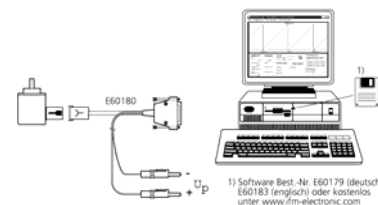


Abbildung 47, SSI-Programmierung, Verschaltung

Das als Zubehör lieferbare Programmierkabel verbindet den Drehgeber direkt mit der COM-Schnittstelle des PC und dient zur Spannungsversorgung, falls der Drehgeber noch nicht an eine Steuerung/SPS angeschlossen ist.

Die Einstellmöglichkeiten und die Bedienung der Software sind sehr umfangreich und können der den Produkten beigelegten ausführlichen Bedienungsanleitungen entnommen werden.

Z. B. können eingestellt/programmiert werden:

- Ausgabeformat der Positionswerte im Dual- oder Gray-Code.
- Übertragungsformat der Daten im Tannenbaumformat (SSI) oder synchronseriell rechtsbündig.
- Drehrichtung für steigende Positionswerte.
- Singleturn-Auflösung bis maximal 8.192 Positionen pro Umdrehung.
- Multiturn-Auflösung bis maximal 4.096 unterscheidbare Umdrehungen.
- Offset- und Preset-Werte.

Mithilfe der Software ist auch eine Überprüfung des Drehgebers möglich.

4.4.3 SSI-Controller

Der SSI-Controller ermöglicht den Anschluss von Absolut-Drehgebern mit SSI-Schnittstelle an die E/A-Baugruppe einer SPS. Die im Gray-Code ausgegebenen Daten des Drehgebers werden mittels des SSI-Controllers in parallele Daten gewandelt. Durch Taktung der SPS wird eine Synchronisierung der Messwerte sichergestellt.

Im Controller sind zusätzliche Funktionen vorgesehen, die Leitungsbruch, Bedienfehler und Spannungsfehler anzeigen.

RST	(Reset) Eingang für externes Setzen der Nullposition.
OEN	(Output enable) Eingang für externes Schaltsignal, das die Datenausgänge freischaltet oder sperrt (für den Einsatz mehrerer Controller an einer SPS). HIGH-Pegel schaltet die Datenausgänge frei, LOW-Pegel sperrt sie. Wird dieser Eingang nicht mit der SPS verbunden, sind die Datenausgänge permanent frei.
DAV	(Data-valid) Bei Datenaufruf durch das Strobe-Signal haben diese Daten Gültigkeit, wenn der Ausgang DAV HIGH-Signal führt. Bei LOW-Signal können folgende Fehler vorliegen: <input type="checkbox"/> Übertragungsfehler des SSI-Bausteins <input type="checkbox"/> Messwerte oberhalb der programmierten Auflösung
PYB	(Ausgang für die interne Paritätsinformation) Die Parität wird über das vollständige Datenwort aus Singleturn- und Multiturnanteil gebildet. Bei gerader Summe aller auf HIGH liegenden Ausgänge einschließlich des Paritätsausgangs führt dieser Ausgang HIGH-Signal

Technische Daten SSI-Controller

Der SSI-Controller hat eine typische Stromaufnahme von 150 mA bei nichtgeschalteten Ausgängen. Die Versorgungsspannung von 24 VDC darf um 20 % schwanken. Die Daten vom Drehgeber werden mit einer Frequenz von 100 kHz abgerufen. Das Gehäuse hat die Schutzart IP40, die Klemmen IP20. Die Arbeitstemperatur liegt zwischen 0 Grad C. und +50 Grad C. Die Befestigung erfolgt über zwei Schrauben oder per Normhutschiene. Zum Anschluss sind 46 selbstöffnende Klemmen vorgesehen, die einen Aderquerschnitt bis zu 2,5 mm² zulassen. Die parallelen Ausgänge sind kurzschlussfest und haben einen HIGH-Pegel von 22,8 V, LOW-Pegel 1,4 V. Die Datenfrequenz der Ausgänge beträgt Binär 1.000 Hz, im BCD-Code 600 Hz.

4.4.4 Profibus-DP-Schnittstelle

Eine weitere Alternative zur Vermeidung von vielen Adern zur Datenübertragung eines Multiturn- oder Singleturn-Drehgebers stellt der Profibus dar.

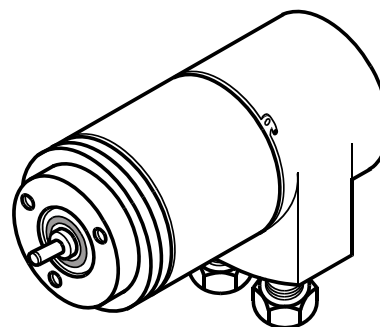


Abbildung 51, Profibus-DP Drehgeber, Bauform RM

Statt einer SSI-Schnittstelle oder paralleler Ausgänge hat der Drehgeber eine Schnittstelle für den Profibus-DP. Der Drehgeber arbeitet als Slave neben anderen Komponenten auf dem Bus. Der Ausdruck 'DP' steht für Dezentrale Peripherie.

Profibus ist ein herstellerunabhängiger, offener Feldbusstandard, der durch die internationalen Normen EN 50170 und EN 50254 festgelegt ist. Profibus ermöglicht die Kommunikation von Geräten verschiedener Hersteller.

Er ist sowohl für zeitkritische Anwendungen, als auch für komplexe Aufgaben geeignet. Weitere technische und auch herstellerübergreifende Informationen sind im Internet unter <http://www.profibus.com> verfügbar.

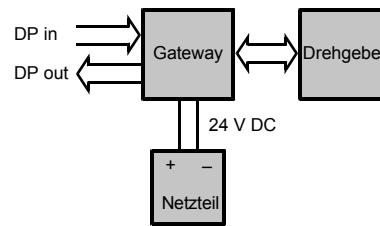


Abbildung 52, Profi-Bus DP

Der Absolut-Drehgeber mit Profibus-DP-Schnittstelle zeichnet sich dadurch aus, dass er aufgrund der Zertifizierung durch die Profibus Nutzerorganisation (PNO) uneingeschränkt in allen Profibus-DP-Netzwerken genutzt werden kann.

Dies bedeutet unter anderem, dass alle möglichen Baudraten, der komplette Adressbereich und die Geräteeigenschaften entsprechend dem Profibus-Geräteprofil für Drehgeber unterstützt werden.

Mittels der sogenannten Geräte-Stammdaten-Datei (GSD) für MS-Windows, wird der Drehgeber im Profibus-System konfiguriert. Die Datei kann im Internet unter den Adressen <http://www.ifm-electronic.com> oder <http://www.profibus.com> kostenlos heruntergeladen werden.

Die Adressvergabe und die Einstellung des Abschlusswiderstandes erfolgen am Gerät. Die Adresse des Gerätes ist von 3 bis 126 einstellbar. Das Einstellen der Adresse über den Profibus-Master ist nicht möglich.

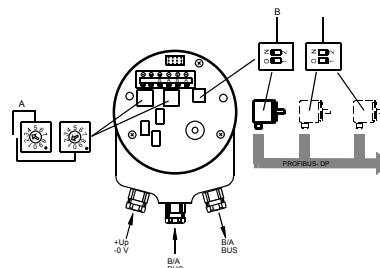


Abbildung 53, Profibus, Adressierung und Abschlusswiderstand

Die Daten werden im Dual-Code übertragen. Die Programmierschnittstelle hat eine Übertragungsrate von maximal 12 MBaud³.

Zu den Programmiermöglichkeiten gemäß Profibus-Drehgeber-Profil Klasse 2 zählen:

- ◆ Zählrichtung der Codewerte
- ◆ Auflösung
- ◆ Nullpunkt
- ◆ Endschalter HI und LO
- ◆ Bewegungsindikator
- ◆ Trennung Multi- und Singleturn-Drehgeber

Des weiteren stehen folgende Diagnosemöglichkeiten gemäß Profibus-Drehgeber-Profil Klasse 2 zur Verfügung:

- ◆ Alarmer
- ◆ Warnungen
- ◆ Status

3 MBaud = Megabaud

- ◆ Seriennummer des Drehgebers.

Zum Gerät wird ein umfangreiches Handbuch mitgeliefert. Es beschreibt die Installation und Konfigurationsmöglichkeiten.

Dazu zählen:

- Allgemeine Informationen über die Profibus-Technologie.
- die Geräteinstallation in Form von Verkabelung, Adressierung, Abschlusswiderstand und GSD-Datei.
- Gerätekonfiguration, bestehend aus Encoderklasse, Betriebsparameter, Datenaustausch, Diagnoseinformationen.
- Konfiguration des DP-Profibus-Drehgebers an einer Siemens-SPS vom Typ S7-CPU 315-2 DP, Version STEP7 V5.X.

4.5 Genauigkeit des Drehgebers

Bei einem Drehgeber werden drei Arten der Genauigkeit unterschieden:

Teilungsfehler
Impuls-/Pausenverhältnis
Phasenversatz

Die Genauigkeit eines Drehgebers wird in elektrischen Graden oder als Teil der Teilungsperiode angegeben.

Die Genauigkeit der ausgegebenen Signalfolge eines Drehgebers ist im wesentlichen von folgenden Bedingungen abhängig:

Fehler der Radialgitterteilung der Teilscheibe.
Fehler in der Gitterteilung des Abtastgitters.
Exzentrizität der Teilscheibe zur Welle.
Rundlaufabweichung der Lagerung.
Abweichungen durch die Ankoppelung mit Rotor-Kupplungen (Vollwellendrehgeber).
Interpolationsfehler bei der Weiterverarbeitung der Messsignale.

4.5.1 Teilungsfehler

Der Teilungsfehler ist als Abweichung einer beliebigen Flanke zu ihrem exakten geometrischen Ort beschrieben. Er gibt die größte Abweichung vom Nominalabstand zwischen zwei Impulsflanken einer oder verschiedener Impulskanäle an. Der Teilungsfehler setzt sich zusammen aus mechanischem Drehfehler und elektronischer Wiederholgenauigkeit.

Er steigt nicht an, wenn der Drehgeber auf mehrere volle Umdrehungen durchdreht. Der Fehler ist dadurch nicht kumulativ.

Der Teilungsfehler hat bei Positionieranwendungen, die innerhalb einer Umdrehung des Drehgebers durchgeführt werden sollen, große Bedeutung.

4.5.2 Impuls-/Pausenverhältnis

Das Impuls-/Pausenverhältnis beschreibt das Verhältnis zwischen den steigenden und fallenden Impulsflanken. Es ist wichtig für die Berechnung der tatsächlich benötigten Grenz-Eingangsfrequenz der Eingangsschaltung der Auswerteelektronik. Dieser Genauigkeitswert wird für jeden Drehgeber angegeben.

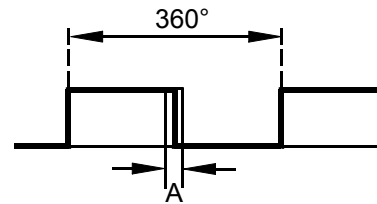


Abbildung 54, Impuls-/Pausenverhältnis

Der Bereich A in Abbildung 54 zeigt den Ort der Schwankungsbreite.

4.5.3 Phasenversatz

Der Phasenversatz beschreibt die Schwankung von zwei aufeinander folgenden Flanken der beiden Kanäle A und B um ihren Nennabstand. Dieser Abstand soll elektrisch 90 Grad betragen. Die maximal mögliche Abweichung wird im Datenblatt angegeben.

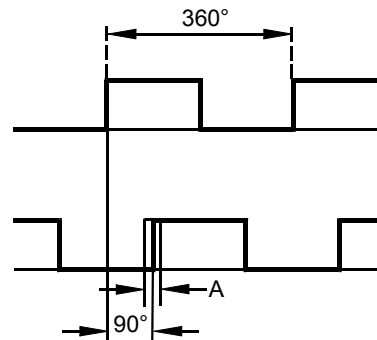


Abbildung 55, Phasenversatz

Der Bereich A in Abbildung 55 zeigt den Bereich der Schwankung. Für Strichzahlen bis 5.000 gilt eine Genauigkeit von $\pm 1/20$ Teilungsperiode. Dies gilt bei einer Abtastfrequenz von ein bis zwei Kilohertz und bei Raumtemperatur. Liegt die Strichzahl über 5.000, so wird die Genauigkeit in Winkelsekunden angegeben. Sie beträgt etwa ± 12 Winkelsekunden. Die Genauigkeit der absoluten Positionswerte ist in den technischen Daten des jeweiligen Gerätes angegeben.

5 Mechanische Ausführung

Drehgeber werden bezüglich der Art ihrer mechanischen Ankoppelung in Vollwellen- und Hohlwellendrehgeber mit unterschiedlichen Flanscharten für die mechanische Befestigung unterschieden. Für den elektrischen Anschluss gibt es Kabel- und Steckergeräte. In Ausnahmefällen auch Geräte mit Klemmraum (z. B. Absolut-Drehgeber Bauform RM für Profibusanschaltung).

5.1 Vollwellendrehgeber

Vollwellendrehgeber werden über Wellen mit 6 mm- oder 10 mm Durchmesser und entsprechenden mechanischen Kupplungen an die Maschine gekoppelt, wobei die Kupplung die Schwingungen und Erschütterungen aus der Maschine auffangen muss.



Abbildung 56, Vollwellendrehgeber

Kugellager

Die Welle, an deren Ende im Innern des Drehgebers die Codierscheibe montiert ist, wird durch zwei Kugellager geführt. In Abhängigkeit zur Flanschgröße sind die Wellen meist so ausgelegt, dass für verschiedene Wellendurchmesser die gleichen Kugellager verwendet werden können. Der Durchmesser der Welle im Kugellager beträgt 10 mm, nach außen hat die Welle aber nur einen Durchmesser von 6 mm. Der Drehgeber verfügt über zwei Kugellager, die hintereinander auf der Welle im Flansch sitzen. Die Kugellager sind zur Erzielung der jeweiligen Schutzart geschlossen, d. h. von außen kann man die Kugeln nicht sehen. Vor dem Kugellager befindet sich eine zusätzliche Dichtung. Werden die Anbaumaßtoleranzen und die maximalen Drehzahlen eingehalten, haben die Kugellager eine mittlere Lebensdauer zwischen 25.000 und 120.000 Betriebsstunden.

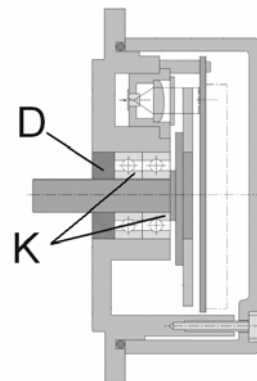


Abbildung 57, Kugellager (K) mit Dichtring (D)

Anfangsdrehmoment

Den Kugellagern kommt eine besondere Bedeutung zu, weil ihre mechanische Ausführung für die Gängigkeit der Welle entscheidend ist. Das wird immer dann besonders interessant, wenn der Antrieb für die Drehgeberwelle kein allzu großes Drehmoment hat oder eine hohe Schutzart für den Drehgeber gewünscht wird. Aus diesem Grund wird im Datenblatt das Anfangsdrehmoment angegeben. Das Minimum an Kraft, das auf die Welle in Drehrichtung wirken muss, um diese aus dem Stillstand in eine Drehbewegung zu versetzen. Die Größenordnung des Anfangsdrehmoments liegt bei kleiner 1 Ncm (Newton Zentimeter) und wird für Raumtemperatur angegeben. Zur eigentlichen mechanische Befestigung des Vollwellendrehgebers dient der Flansch.

Der Flansch

5.1.1 Flanscharten für Vollwellendrehgeber

Der Flansch eines Drehgebers ist ein präzises Aluminium-Spritzgussteil. Er hat außen das entsprechende Profil mit den dazugehörigen Gewinde-sacklöchern für die Befestigung.

Im Innern dient er der Aufnahme der Kugellager für die Welle, der Befesti-gung der Gehäusekappe und der Befestigung und Positionierung der LEDs für das Durchlichtverfahren.

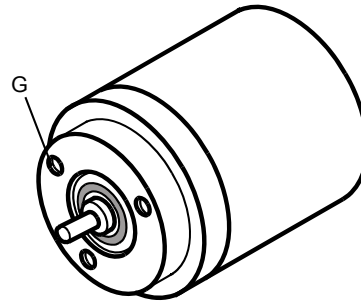


Abbildung 58, Flansch, mit Gewindelöchern (G)

Die einzelnen Ausführungen des Flansches sind charakteristisch für die Geräteart. Standardmäßig werden folgende Flanscharten unterschieden:

- Klemmflansch
- Synchronflansch
- Rundflansch

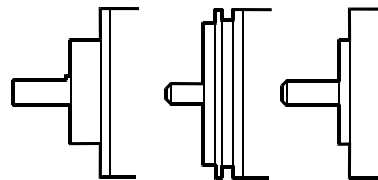


Abbildung 59, Flanscharten (1, 2, 3 - siehe oben)

Der Durchmesser des Flansches und die Lage der Befestigungsgewinde sind standardisiert.

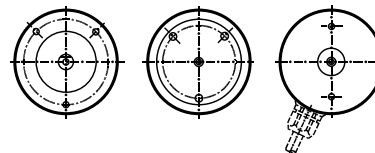


Abbildung 60, Klemm- Synchron- und Rundflansch

Neben den oben genannten Flanscharten gibt es auch noch den Quadrat-flansch.

5.2 Hohlwellendrehgeber

Hohlwellendrehgeber haben eine Eigenlagerung und eine statorseitig angebaute Kupplung. Sie können ohne besondere Kupplung direkt an die Maschine montiert werden.



Abbildung 61, Hohlwellendrehgeber

Bei einer Winkelbeschleunigung der Welle muss die Statorkupplung nur das aus der Lagerreibung resultierende Drehmoment aufnehmen. Die spezielle Statorkupplung ist Grundlage für eine hohe Eigenfrequenz der Ankoppelung und ermöglicht vergleichsweise hohe Verstärkungen im Regelkreis. Die statorseitig angebaute Kupplung lässt Axialbewegungen der Antriebswelle zu.

Die maximal zulässige Axialbewegung beträgt bei der Bauform

- RO ± 1 mm
- RA $\pm 0,5$ mm
- RP $\pm 1,5$ mm.

Die mechanische Verbindung zur Welle wird durch den sich drehenden Zapfen des Antriebes hergestellt. Die Hohlwelle des Drehgebers wird auf diesen Zapfen gesteckt.

Zusätzliche Befestigungsmöglichkeiten am Gehäuse ermöglichen eine Verdrehsicherung und Halt für das Gehäuse selbst.

Durch eine besondere, patentierte Lagerung innerhalb des Drehgebers werden auftretende Vibrationen aufgefangen.

Die Ausführungen der Hohlwelle sind je nach Drehgeber unterschiedlich. Zum einen können sie durchgehend sein; zum anderen sind sie nur einseitig offen (Sackloch).

Die Maße der Hohlwelle sind als Passung ausgeführt. Meist haben sie nach DIN ISO 286 T2 die Toleranz H7. Gängige Maße für den Innendurchmesser sind:

- 6 mm (6 mm bis 6,012 mm)
- 20 mm (20 mm bis 20,021 mm)
- 50 mm (50 mm bis 50,025 mm).

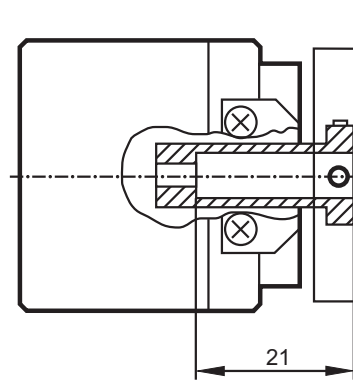


Abbildung 62, Hohlwellendrehgeber, Schnittbild

Die Befestigung der Hohlwelle auf dem Zapfen des Antriebes wird mit einer oder zwei Madenschraube(n) oder einem Klemmring durchgeführt. In Abhängigkeit von der Bauform muss die Antriebswelle ausreichend weit in die Hohlwelle reichen (Datenblattangabe). Auch bei den Hohlwellendrehgebern dient die Welle lediglich der Übertragung der Drehbewegung. Der Einsatz von Hohlwellendrehgebern ist gegenüber einem Vollwellendrehgeber kostengünstiger, weil auf zusätzliche Kupplungen, Montagevorrichtungen und sonstige Befestigungshilfen verzichtet werden kann. Der erforderliche Einbauraum ist gegenüber einem Drehgeber mit Vollwelle geringer.

5.2.1 Montage des Hohlwellendrehgebers

Der Hohlwellendrehgeber wird mithilfe eines federnden Befestigungsbügel montiert.

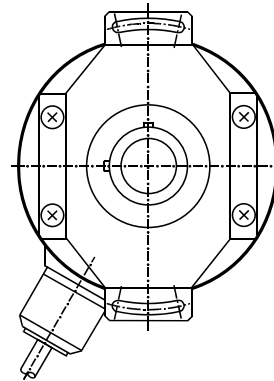


Abbildung 63, Befestigungsbügel für Hohlwellendrehgeber

6 Elektrischer Anschluss

Der elektrische Anschluss von Drehgebern kann durch eine Anschlussleitung/Kabel oder einen Stecker erfolgen.

6.1 Anschlussleitung/Kabel

Leitungslänge	<p>Die Länge der Anschlussleitung am Gerät beträgt ein oder zwei Meter. Es sind auch Leitungslängen von 10 m lieferbar. Das Leitungsende ist ein kurzes Stück abisoliert. Die Adern haben keine Aderendhülsen.</p> <p>Bei Verwendung einer Steckverbindung mit geeigneter Verlängerungsleitung (Querschnitt, Abschirmung) kann eine max. Länge von 100 m bei der 5 V-Version und von 50 m bei der 10 bis 30 V-Version erzielt werden. Das Kabelmaterial ist je nach Geräteart aus Polyurethan (PUR) oder Polyvinylchlorid (PVC).</p> <p>Die PUR-Leitung ist in höherem Maße öl-, hydrolyse- und mikrobebeständig.</p>
Biegeradius	<p>Die zulässigen Biegeradien der Anschlussleitungen sind grundsätzlich abhängig von Durchmesser und Material.</p> <p>Richtwerte für PUR-Kabel mit 5 oder 6 mm und PVC-Kabel mit 5 oder 8 mm:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Bei einmaliger Biegung $r \geq 20$ mm, <input type="checkbox"/> Bei Dauerbiegung $r \geq 75$ mm.
Schirmung	<p>Alle Anschlussleitungen an den Drehgebern sind abgeschirmt ausgeführt (Netzabschirmung). Die Schirmung der Anschlussleitung ist intern fest mit der Gehäusekappe verbunden. Die einzelnen Anschlussadern sind nicht abgeschirmt.</p>
Temperaturbereiche	<p>Je nach Kabelführung können die Drehgeberkabel in den folgenden Temperaturbereichen eingesetzt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> bei fest verlegtem Kabel -30° C. bis 85° C. <input type="checkbox"/> bei Wechselbiegung -10° C. bis 85° C.

Hat das Kabel eingeschränkte Hydrolyse- und Mikrobenbeständigkeit, kann es bewegt und ruhend bis 100° C eingesetzt werden.

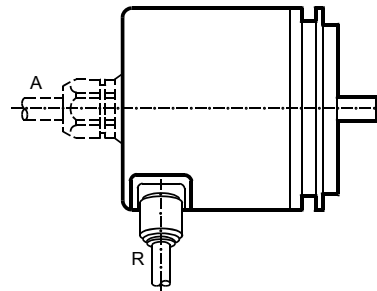


Abbildung 64, Kabelführung axial (A) und radial (R)

Die Leitungsführung aus dem Gerät kann sowohl axial als auch radial ausgeführt sein.

Die Kabeleinführung am Gerät wird meistens durch eine Verschraubung realisiert. Bei kleinen Drehgebern wird aus Platzgründen auf eine Verschraubung verzichtet. Die Kabelführung ist in diesen Fällen radial.

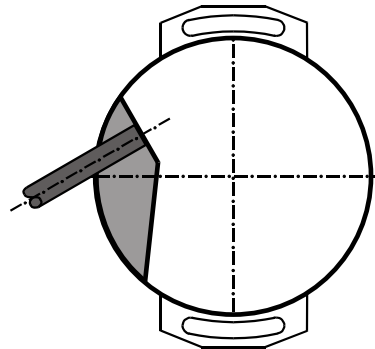


Abbildung 65, Kabelführung bei kleinen Geräten

Der Kabelausgang eines kleinen Drehgebers, wie er in Abbildung 65 dargestellt ist, ermöglicht es, die Anschlussleitung sowohl axial als auch radial zu führen.

Verschiedene Drehgeber verfügen auch über eine Anschlussleitung mit Kabelstecker. Diese Geräte haben ein Kabel, an dessen Ende ein Stecker montiert ist.

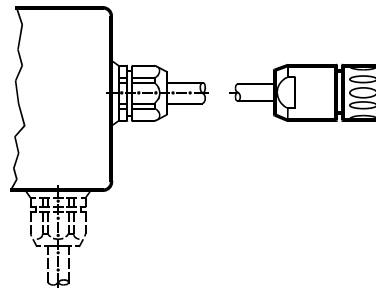


Abbildung 66, Kabelstecker

6.2 Stecker

Die Steckergröße am Gerät, die Anzahl der Steckerkontakte und deren Belegung richtet sich nach der Geräteausführung.



Abbildung 67, Steckergerät

In vielen Fällen handelt es sich um einen 12-poligen Anschluss.

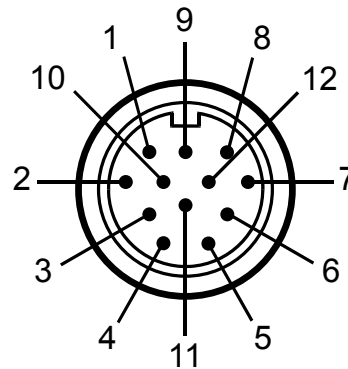


Abbildung 68, Pinbelegung eines Steckers

Die jeweilige Pinbelegung des Steckers am Gerät ist detailliert im Datenblatt aufgeführt.

6.2.1 Kabeldosen/Kupplung

Als Zubehör werden passende Kabeldosen für den Anschluss von Steckergeräten angeboten.

Im Datenblatt des Drehgebers mit Steckeranschluss ist die Steckerart angegeben, so dass die passende Kabeldose (Kupplung mit Kabel) oder die passende Steckverbindung zur Selbstkonfektionierung aus dem ifm-Zubehör gewählt werden kann.

Eine typische Kennzeichnung für einen Stecker ist z. B. ifm 1001.2.

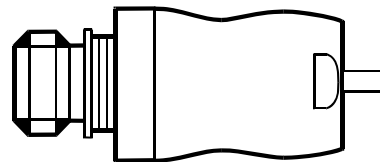


Abbildung 69, Kupplung, elektrisch

Die Kupplungen sind für den Betrieb mit Gleichspannung ausgelegt und haben einen Spannungsbereich von 4,5 VDC bis 30 VDC. Der Temperaturbereich liegt bei -40 Grad Celsius und reicht bis +140 Grad Celsius. Die Kupplungen sind für die Schutzart IP67 ausgelegt. Das Gehäusematerial ist vielfach Messing, ummantelt mit Kunststoff.

6.2.2 Steckverbindungen

Um einen Drehgeber mit Kabelanschluss nachträglich mit einer Steckverbindung zu versehen, werden als Zubehör konfektionierbare Steckverbindungen (Kabelstecker und Kabeldosen) angeboten. Das Gewinde hat die Größe M23. Kabelstecker und -dosen sind 12-polig. Die Anschlussadern werden gelötet. Sonstige Daten - siehe 6.2.1.

6.2.2 Steckverbindungen

Um einen Drehgeber mit Kabelanschluß nachträglich mit einer Steckverbindung zu versehen, werden als Zubehör Steckverbindungen (Kabelstecker und Kabeldosen) angeboten. Die Anschlußadern werden gelötet.

6.3 Leitungsverlegung

Bei der Montage sollten Verbindungsstecker oder Klemmenkästen mit Metallgehäuse verwendet werden, wobei durch diese Teile dann möglichst keine fremden Signale geführt werden sollen.

Die Gehäuse von Drehgeber, Stecker, Klemmenkasten und Auswertelektronik sollten über die Abschirmung der Leitung miteinander verbunden werden.

Die Abschirmung, möglichst induktionsarm (kurz, großflächig), ist im Bereich der Kabeleinführung anzuschließen. Das Abschirmsystem ist als Ganzes mit der Schutz Erde zu verbinden.

Die Anschlussleitungen sollten getrennt von eventuellen Störquellen (z. B. Motor-, Magnet- oder Ventilleitungen usw.) verlegt werden. Dabei ist ein Mindestabstand von 20 cm im allgemeinen ausreichend.

Verbindungen bzw. Stecker sollten nicht unter Spannung getrennt werden.

6.4 Erdung und Abschirmung

Die Abschirmung im fest angeschlossenen Kabel ist bei allen Geräten direkt mit dem Drehgebergehäuse verbunden.

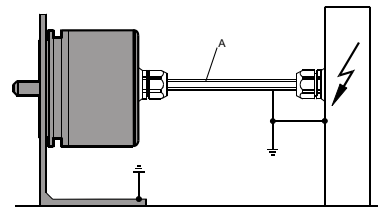


Abbildung 70, Erdung und Abschirmung

Die drehgeberseitig angeschlossene Abschirmung sollte möglichst direkt bis zur Auswertelektronik weitergeführt und dort geerdet werden. So erhält man die bestmögliche Abschirmung gegen Störungen von außen.

7 Mechanische Daten

Drehgeber sind eine Kombination aus hochwertiger Mechanik und Elektronik. In entsprechender Ausführung sind sie als präzises Messinstrument anzusehen. Aus diesem Grund kommt den mechanischen Daten eine große Bedeutung zu.

Inkrementale und absolute Drehgeber besitzen prinzipiell den gleichen mechanischen Aufbau. Die einzelnen Komponenten unterscheiden sich jeweils im Detail. Abweichungen bestehen in den Codierscheiben, in der Anzahl der Photoelemente und in den internen Auswertelektroniken.

7.1 Maximale mechanische Drehzahl

Die im Datenblatt angegebene maximale mechanische Drehzahl ist für den Dauerbetrieb bei der höchsten Temperatur angegeben.

Sie setzt voraus, dass die Verbindung zwischen Antriebswelle und Drehgeber keinen nennenswerten Versatz aufweist.

Die maximale Drehzahl des gesamten Systems von Drehgeber und Auswertelektronik wird von drei Einflussgrößen bestimmt:

- Mechanische Drehzahl des Drehgebers
- Grenzfrequenz/maximale Ausgangsfrequenz
- Maximale Eingangsfrequenz der Auswertelektronik.

7.1.1 Mechanische Drehzahl des Drehgebers

Die maximal zulässige mechanische Drehzahl ist im Datenblatt angegeben. Sie ergibt sich aus der mechanischen Belastbarkeit des Gebers. Ihr Wert liegt bei den meisten Geräten zwischen 10.000 und 12.000 Umdrehungen pro Minute. Ausnahmen bilden die Hohlwellendrehgeber mit maximal 3.000, bzw. 6.000 Umdrehungen pro Minute.

Grenzfrequenz / maximale Ausgangsfrequenz des Drehgebers.

Hier handelt es sich um einen elektrischen Wert für die Ausgangsendstufen des Drehgebers – siehe unten.

Die mechanische Drehzahl und die maximale Ausgangsfrequenz der Signalausgänge stehen in direktem Bezug zur Anzahl der Impulse, die pro Umdrehung ausgegeben werden. Das bedeutet, dass die Drehzahl während des Betriebes die maximal zulässige mechanische Drehzahl des Drehgebers nicht überschreiten darf und die Drehzahl nicht so hoch werden darf, dass sie wegen der Anzahl der Inkremente pro Umdrehung die maximal zulässige Ausgangsfrequenz der Endstufe überschreitet.

Beispiel:

Ein Drehgeber hat 5.000 Inkremente pro Umdrehung und eine maximale Ausgangsfrequenz von 250.000 Hertz. Der Drehgeber darf dementsprechend nur mit maximal 50 Umdrehungen pro Sekunde (3.000 min^{-1}) betrieben werden, obwohl er für 10.000 min^{-1} ausgelegt ist, damit die maximale Ausgangsfrequenz nicht überschritten wird.

Maximale Eingangsfrequenz der Auswertelektronik.

Für die Eingangselektronik gibt es normalerweise Angaben über die maximale Frequenz unter Berücksichtigung der Anzahl von Signalfanken, die ausgewertet werden sollen. Bei Impulsverdopplung oder –vervielfachung verringert sich die Impulslänge entsprechend. Außerdem muss der Phasenversatzfehler berücksichtigt werden.

Die oben beschriebenen Einflussgrößen sollten für den konkreten Anwendungsfall geprüft werden, um die Eignung des Drehgebers festzustellen. Wegen der Toleranzen sollten ein Drehgeber und eine Auswertelektronik gewählt werden, die wenigstens die 1,5-fache Frequenz verarbeiten können.

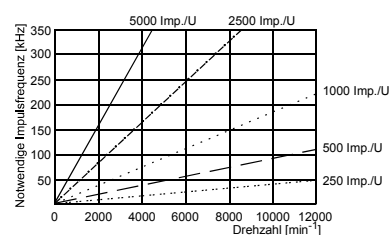


Abbildung 71, Drehzahl und Schaltfrequenz

7.2 Wellenbelastbarkeit

Die Welle eines Drehgebers besteht aus rostfreiem Stahl. Die maximale mechanische Wellenbelastbarkeit wird für den Wellenanfang angegeben, also an der Stelle mit der größtmöglichen Hebelwirkung.

Die Belastung der Welle wirkt sich auf die Lagerung aus. Mit der Wellenbelastbarkeit ist indirekt auch immer die Belastbarkeit der Lagerung gemeint.

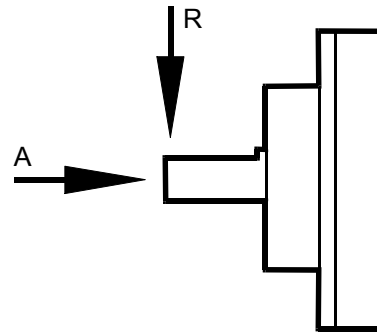


Abbildung 72, Wellenbelastbarkeit, axial (A) und radial (R)

Typische Werte sind:

- axial 10 N (Newton), 20 N, 40 N
- radial 20 N, 60 N.

Kugellagerabhängig

Die Wellenbelastbarkeit richtet sich vornehmlich nach der Auslegung der Lagerung. Kleine Geräte mit entsprechend kleinen Kugellagern haben auch kleinere Werte bei den zulässigen Belastungen. Die Werte für jeden Drehgeber sind im Datenblatt angegeben.

7.3 Stoßfestigkeit und Vibrationsfestigkeit

Die Stoßfestigkeit gibt den höchst zulässigen Wert einer Stoß- bzw. Schockbelastung an, der kurzfristig auftreten darf. Bei den ifm-Geräten beträgt dieser Wert 100 g über eine Zeit von 11 ms ($g = \text{Erdbeschleunigung}$); eine Ausnahme bildet allerdings die Bauform RB, hier beträgt die Stoßfestigkeit 30 g für 11 ms.

Beschleunigung

Zur Ermittlung dieses Wertes werden die Geräte laut Betriebsart angeschlossen und montiert (z. B. über die Stirnbefestigungslöcher des Flansches). An einer Fallmaschine werden die Geräte fallengelassen und federnd aufgefangen. Die Beschleunigung beträgt dabei 100 g (bei der Bauform RB 30 g). Die Amplitude, mit der das Gerät ausschwingt (Dämpfungsfaktor), muss nach 11 ms abklingen.

Trotz dieser hohen Werte sind Schläge oder Stöße mit einem Hammer o. ä., beispielsweise zum Ausrichten des Systems bei der Montage, auf alle Fälle zu vermeiden.

Vibrationen

Auch für Vibrationen wird ein Wert angegeben, bei dem der Drehgeber im Dauerbetrieb noch keine Fehlfunktion bzw. keine Zerstörung aufweist. Dieser beträgt für ifm-Geräte 10 g über den Frequenzbereich 55 bis 2.000 Hz. Die in den technischen Daten zum Drehgeber angegebenen Beschleunigungswerte beeinträchtigen die Funktion der Geräte nicht. Sie können jedoch zu Einschränkungen der Genauigkeit führen.

7.4 Gehäusewerkstoff

Die Gehäuse der Drehgeber bestehen ausnahmslos aus Metall. Die Welle ist aus rostfreiem Stahl, der Flansch besteht aus Aluminium, genau so wie die Kappe.

7.5 Schutzart

Standardmäßig werden die ifm-Drehgeber mit der Schutzart IP 64 geliefert. Wobei sich dieser Wert auf den Welleneingang bezieht, nicht auf das Gehäuse mit Kabelausgang oder Flanschstecker. Bei den Bauformen RB, RC, RU und RV ist auf Anfrage auch die Schutzart IP 66 mit einer zusätzlichen Wellendichtung erhältlich. Zu beachten ist dabei, dass die Geräte durch die besonders abgedichteten Lager etwas schwergängiger werden. Die Singleturn-Drehgeber haben IP 65. Das Gehäuse (Kappe), der Kabelausgang und die Flanschdosen erfüllen die Anforderungen von IP67.

7.6 Arbeitstemperatur

Die Temperaturen, in denen Drehgeber eingesetzt werden dürfen, reichen von -30 Grad Celsius bis +100 Grad Celsius. Der Temperaturbereich hängt von der Geräteart ab.

Der Arbeitstemperaturbereich gibt an, zwischen welchen Temperaturgrenzen der Einbauumgebung die technischen Kennwerte der Drehgeber eingehalten werden (DIN 32 878).

Den höchsten Temperaturbereich haben Inkrementaldrehgeber in der Vollwellenausführung. Den kleinsten Temperaturbereich haben Hohlwellendrehgeber.

Häufig wird im Datenblatt auch die Lagertemperatur angegeben. Dabei handelt es sich nicht um eine Temperaturangabe für die Kugellager des Gerätes, sondern um die Umgebungstemperatur während der Lagerung oder des Transports des Gerätes in der Verpackung.

Lagertemperatur

8 Elektrische Daten

Allgemein gilt, dass sich die Stromaufnahme des Drehgebers nach etwa 5 bis 6 Jahren etwas erhöht - siehe unten.

8.1 Spannungsversorgung

Inkremental- und Absolutdrehgeber werden ausschließlich mit Gleichspannung betrieben. Es gibt zwei Ausführungen:

TTL-Spannungsbereich, 5 VDC \pm 0,5 V und

HTL-Spannungsbereich, 10 V - 30 V einschließlich Restwelligkeit.

Die jeweils angegebenen Toleranzbereiche müssen nach dem Einschwingen der Versorgungsspannung eingehalten werden.

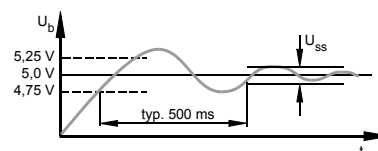


Abbildung 73, Einschwingen der TTL-Spannung

Aus Abbildung 73 ist zu entnehmen, dass es bis zu 500 ms dauern kann, bis sich die Versorgungsspannung innerhalb der Toleranzen befindet.

Die Spannungshöhe der Ausgangsimpulse richtet sich nach der Anschlussspannung.

Die interne Betriebsspannung für den Drehgeber wird durch eingebaute Spannungsregler sichergestellt. Die Ausgangsimpulse sind davon nicht betroffen.

Interne Betriebsspannung

Das bedeutet, dass bei einer schlechten Versorgungsspannung (Spannungseinbrüche, hohe Restwelligkeit) der Betrieb des Drehgebers aufrecht gehalten wird. Die Signalausgänge unterliegen aber dem Spannungsverlauf der Versorgungsspannung.

Die Form der Ausgangsimpulse bei schlechter Spannungsversorgung kann dazu führen, dass nicht alle Impulse von der nachgeschalteten Auswerteelektronik erfasst werden.

Im unteren Bild wird deutlich, dass Impuls 2 unterhalb des HIGH-Pegels der Steuerung liegt und somit nicht erfasst/gezählt wird.

Restwelligkeit

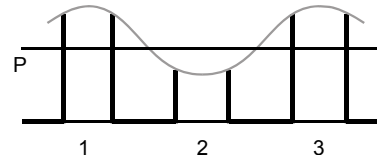


Abbildung 74, Restwelligkeit bei den Signalausgängen

Bei Längenmessungen werden die zu messenden Stücke zu lang.

8.2 Spannungsversorgung durch die externe Auswerteelektronik

Viele Anwendungssysteme bestehen aus einem elektronischen Zähler oder einer anderen Auswerteeinheit (z. B. Drehzahlwächter). In solchen Fällen wird häufig die Spannungsversorgung des Drehgebers direkt durch ein internes Netzteil der Auswerteeinheit durchgeführt (Sensorversorgung). Ist dies der Fall, so ist darauf zu achten, dass die Leistung des Netzteils der Auswerteelektronik in der Lage ist, die erforderliche Energie des Drehgebers sicherzustellen.

Stellt die Auswerteeinheit nicht genügend Leistung zur Verfügung, kann es zu oben beschriebenen Problemen mit den Ausgangsimpulsen kommen, oder die Auswerteeinheit wird durch Überlastung beschädigt.

Externes Netzteil

Reicht die Sensorversorgung der Auswerteeinheit nicht aus, muss auf ein zusätzliches externes Netzteil zurückgegriffen werden, mit dem der Drehgeber versorgt wird.

Bei der Verschaltung der drei Geräte Drehgeber (D), Auswerteeinheit (A) und Netzteil(N) ist darauf zu achten, dass das Netzteil nicht direkt mit der Sensorversorgung der Auswerteeinheit parallel geschaltet wird - siehe Abbildung unten.

In solchen Fällen kann es aufgrund der unterschiedlichen Innenwiderstände beider Netzteile zum Fließen von Ausgleichsströmen kommen, die zur Schädigung eines der Geräte führen kann.

Bezugsebene

Auf jeden Fall muss aber der Minusanschluss aller beteiligten Geräte miteinander verbunden werden, um einen einheitlichen Bezugspunkt zu haben.

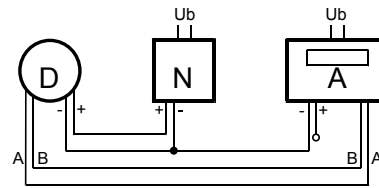


Abbildung 75, Drehgebersversorgung mit externem Netzteil

Die Ausgangsspannung des Netzteils (N) sollte die gleiche Höhe haben wie die Sensorversorgung der Auswerteeinheit (A) und im Betriebsspannungsbereich des Drehgebers liegen.

8.3 Sensorleitungen bei Drehgeber

Bei langen Zuleitungen kann es durch den Eigenwiderstand der Leitungen vorkommen, dass keine ausreichende Versorgungsspannung am Drehgeber zur Verfügung steht. Über die Sensorleitungen lässt sich von der Folgeelektronik aus die Spannung am Drehgeber erfassen und ggf. mit einer entsprechenden Regeleinrichtung nachführen.

Werden die Sensorleitungen nicht benötigt, können sie mit der jeweiligen Versorgungsleitung parallel geschaltet werden, um den Spannungsabfall zu vermindern.

Im Datenblatt und auf dem Typenschild werden die Sensorleitungen mit 'Sensor' bezeichnet.

8.4 Stromaufnahme

Die Stromaufnahme eines Drehgebers setzt sich zusammen aus dem Strom, der für den eigentlichen Betrieb des Drehgebers erforderlich ist (Grundlast) und dem Strom, der durch die Ausgangsstufen des Drehgebers zur Auswerteelektronik fließt.

Grundlast

Bei einem Drehgeber ist die Stromaufnahme nicht konstant. Sie erhöht sich im Laufe der Zeit, da die Leuchtkraft der LED(s) für das Durchlichtverfahren nachgeregelt werden. Und sie ist natürlich davon abhängig, wie viele Impulsausgänge gleichzeitig angesteuert werden.

Im Datenblatt wird nur die Stromaufnahme angegeben, die der Grundlast des Drehgebers entspricht. Es sind typische Werte. Z. B. 95 mA (max. 150 mA). Der Wert in Klammern ist der höchste Wert für die Stromaufnahme. Er kann erreicht werden, wenn die LEDs bis zum Höchstwert nachgeregelt worden sind (siehe unten).

Maximalstromaufnahme

Absolutdrehgeber haben eine höhere Stromaufnahme als inkrementale Drehgeber.

In vielen Fällen wird im Datenblatt nur noch ein Wert angegeben - der höchst mögliche. Bei der Dimensionierung eines Netzteils sollte immer mit dem höchsten Wert für die Stromaufnahme des oder der Drehgeber(s) gerechnet werden.

8.4.1 Leuchtdioden (LEDs)

In der Vergangenheit sind Miniaturglühlampen in Drehgebern eingesetzt worden. Die Beleuchtungsfläche einer Glühlampe ist größer als bei LEDs, und die Leuchtkraft lässt im Verlauf der Lebensdauer nicht so sehr nach, wie das von LEDs bekannt ist.

Nachteile der Glühlampe

Diese Glühlampen erzeugten weißes Licht. Die Lichtausbeute war im Verhältnis zur Leistungsaufnahme gering; die Störanfälligkeit war groß.

LED

Da sich die Leistungsfähigkeit von LEDs in der Vergangenheit stark erhöht hat, ist man dazu übergegangen, sie in Drehgebern einzusetzen. Zu diesem Zweck werden sie vorgealtert. Diese Voralterung gewährleistet, dass die Leuchtkraft nicht mehr stark nachlässt.

Zusätzlich wird die Leuchtkraft der LED bei dennoch auftretender Nachalterung oder bei Verschmutzung der Codierscheibe automatisch durch eine Elektronik nachgeregelt.

Daher nimmt die Stromaufnahme der Geräte mit der Zeit zu.

Durch den Einsatz von LEDs, die größer und lichtstärker sind, ist es seit kurzem möglich, mit nur einer LED und einer Sammellinse (Kondensator) alle Photoelemente auszuleuchten.

Man kann also die Vorteile der LED, geringe Stromaufnahme, lange Lebensdauer und erschütterungssicherer Betrieb, auch beim Bau von Drehgebern ausnutzen.

8.5 Strombelastbarkeit der Signalausgänge

Die im Datenblatt angegebene Strombelastbarkeit der Signalausgänge bezieht sich immer auf einen einzelnen Signalausgang.

Standardmäßig beträgt die maximale Strombelastbarkeit

- 20 mA bei TTL-Endstufen
- 50 mA bei HTL-Endstufen.

Bei Hohlwellendrehgebern kann es die Ausnahme geben, dass die HTL-Endstufe nur mit 20 mA belastbar ist.

Ähnliches gilt für Absolutdrehgeber mit parallelen Signalausgängen. Hier liegt die maximale Strombelastbarkeit pro Ausgang bei 20 mA, bzw. bei 6 mA, wenn sehr viele Signalleitungen vorhanden sind.

Die Endstufen für die Signalausgänge sind bei HTL- Drehgebern kurzschlussfest. Sie sind aber nicht geschützt gegen Rückspannungen.

Bei diesen Drehgebern ist die Spannungsversorgung verpolungssicher, nicht aber die Signalausgänge.

TTL ohne Schutz

TTL-Drehgeber sind in Bezug auf Falschverdrahtung am empfindlichsten. Die Signalausgänge sind nicht kurzschlussfest und nicht geschützt gegen Rückspannung, und die Versorgungsspannung ist nicht verpolungssicher. Die erforderlichen Schutzfunktionen wie zum Beispiel eine Verpolungsschutzdiode lassen sich nicht realisieren, da durch die damit verbundenen Spannungsabfälle die Mindestpegel für den TTL-Betrieb unterschritten werden könnten.

Der HIGH-Pegel liegt oberhalb von 2,5 Volt; der LOW-Pegel unterhalb von 0,7 Volt.

8.6 Signalfrequenz

8.6.1 Signalfrequenz und mechanische Drehzahl

Die aktuelle Signalfrequenz bei inkrementalen Drehgebern ergibt sich aus dem Produkt von Strichzahl und mechanischer Drehzahl. Sie darf die im Datenblatt angegebene maximal mögliche Schaltfrequenz nicht überschreiten, um das Gerät nicht zu übersteuern.

Besonders bei Drehgebern mit hohen Auflösungen kann es vorkommen, dass die maximal zulässige Schaltfrequenz überschritten wird, jedoch nicht die maximal zulässige mechanische Drehzahl. Die zu erwartende Signalfrequenz ist also bei jeder Anwendung darauf zu prüfen, ob sie nicht zu hoch liegt.

Eine Auswertelektronik, an welcher der Drehgeber angeschlossen ist, muss natürlich für die zu erwartenden Signalfrequenzen ausgelegt sein. Aus dem folgenden Diagramm lässt sich ablesen, welche Drehzahl bei einer gegebenen Strichzahl noch zulässig ist.

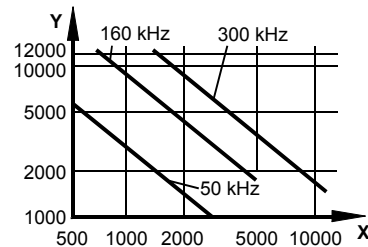


Abbildung 76, Strichzahl (X) und Drehzahl (Y)

Die x-Achse in Abbildung 76 stellt die Strichzahl, die y-Achse die Drehzahl dar. Die Benennungen der drei Graphen zeigen die maximale mögliche Ausgangsfrequenz der Endstufe des Drehgebers.

8.6.2 Signalfrequenz und Leitungslänge

Soll bei Geräten mit TTL-Ausgangsstufe die Leitungslänge zur Auswertelektronik über 100 m hinausgehen, muss beachtet werden, dass die maximale Ausgangsfrequenz des Drehgebers nicht mehr erzielt werden kann. Auf jeden Fall sollte sichergestellt sein, dass die Versorgungsspannung von 5 VDC am Drehgeber gewährleistet ist. Über die Sensorleitungen lässt sich von der Folgeelektronik aus die Spannung am Drehgeber erfassen und gegebenenfalls mit einer entsprechenden Regeleinrichtung nachregeln.

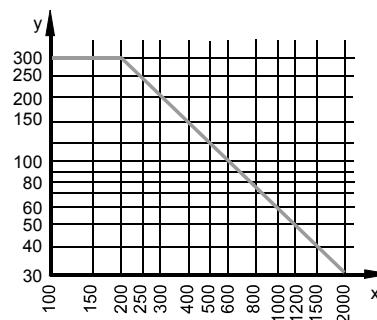


Abbildung 77, Kabellängen und Ausgangsfrequenz, TTL

Die x-Achse in Abbildung 77 stellt die Ausgangsfrequenz in kHz dar; die y-Achse die Kabellänge in Metern.

Bei Drehgebern mit HTL-Ausgangsstufe besteht eine zusätzliche Abhängigkeit zur Versorgungsspannung:

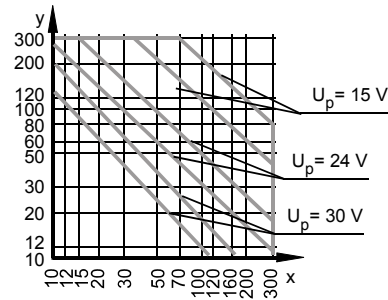


Abbildung 78, Kabellänge und Ausgangsfrequenz, HTL

Die x-Achse in Abbildung 78 stellt ebenfalls die Ausgangsfrequenz in kHz dar; die y-Achse die Kabellänge in Metern. Mit sinkender Versorgungsspannung (U_p) für den Drehgeber verringert sich auch die maximale Ausgangsfrequenz.

9 Übersicht Drehgeber

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die angebotenen Bauformen als Standardlösung bei den meisten Positionierproblemen ausreichen. Je nachdem welche Auflösung gewünscht wird, welche Kräfte auf die Lagerung der Welle ausgeübt werden sollen und wie Kabel- oder Steckeranschluss ausgelegt sein müssen, kann aus einer Palette von unterschiedlichen Geräten ausgewählt werden.

Inkrementale Drehgeber									
	Bauform	Strichzahl	Betriebsspannung	Flansch (Art / Ø in mm)	Welle (Ø in mm)	Ausgangssignale	Schaltfrequenz in kHz	Max. Drehzahl	Option Steckverbindung
Vollwelle	RB	5 – 1.000	5 / 10 – 30	R / 36,5	6	TTL, HTL	300/160	10.000	Ja
	RC	40 – 512	5 / 10 – 30	R / 58,0	6	TTL, HTL	300/160	12.000	Ja
	RU	48 – 10.000	5 / 10 – 30	S / 58,0	6	TTL, HTL	300/160	12.000	Ja
	RV	50 – 3.600	5 / 10 – 30	K / 58,0	10	TTL, HTL	300/160	12.000	Ja
Hohlwelle	RA	10 – 1.000	5 / 10 – 30	- / 36,5	6, einseitig offen	TTL, HTL	300/160	12.000	Ja
	RO	100 – 5.000	5 / 10 – 30	- / 58,0	10, einseitig offen	TTL, HTL	300/160	12.000	Ja
	RP	1.000 – 3.600	5 / -	- / 877,0	20, einseitig offen	TTL	300	6.000	Ja
- / 10 – 30			50, einseitig offen		HTL	160	3.000	Ja	

Flanscharten: R = Rundflansch; S = Synchronflansch, K = Klemmflansch. Wellenarten: V = Vollwelle; H = Hohlwelle

Absolute Drehgeber									
	Bauform	Strichzahl	Betriebsspannung	Flansch (Art / Ø in mm)	Welle (Art / Ø in mm)	Ausgangssignale	Inkrementalsignale	Max. Drehzahl	Option Steckverbindung
Single turn	RN	256 – 4.096 parallel	10 – 30	S / 58	V / 10	HTL / Gray	nein	10.000	Ja

Absolute Drehgeber									
	Bauform	Strichzahl	Betriebsspannung	Flansch (Art / Ø in mm)	Welle (Art / Ø in mm)	Ausgangssignale	Inkrementalsignale	Max. Drehzahl	Option Steckverbindung
		1.024 – 8.192 seriell				SSI / Gray	1 Vss / 512	12.000	Ja
Multiturn	RM	8.192 x 4.096 seriell	10 – 30	S / 58	V / 6 / 10	SSI / Gray	1 Vss / 512	12.000	Ja
		max. 8.192 x 4.096 seriell, programmier-	10 – 30	K / 58	V / 6 / 10	SSI / Gray	1 Vss / 512	12.000	Ja
		max. 8.192 x 4.096 programmier-	10 – 30	S / 58 K / 58	V / 6 / 10	Profibus	-	12.000	Ja
		8.192 seriell	10 – 30	H / 58	H / 12 (einseitig offen)	SSI / Gray	1 Vss / 512	10.000	Ja
Flanscharten: R = Rundflansch; S = Synchronflansch, K = Klemmflansch. Wellenarten: V = Vollwelle; H = Hohlwelle.									

10 Bedienungsanleitung

Zu allen Drehgebern wird eine ausführliche Bedienungsanleitung mitgeliefert. Die Beachtung der dort angegebenen Bedingungen gewährleistet einen dauerhaft sicheren Einsatz der Geräte.

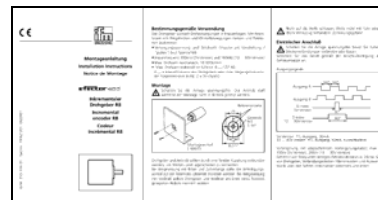


Abbildung 79, Bedienungsanleitung, Beispiel

Die Bedienungsanleitungen sind mehrsprachig aufgebaut.

11 Datenblatt

Die Datenblätter zu Drehgebern bieten übersichtlich eine nahezu vollständige Information über die technischen Daten eines Drehgebers. Neben den wichtigen Daten wie Artikelnummer, Typenbezeichnung, Auflösung und Ausgangsfunktion enthält es noch eine technische Zeichnung, ein Impulsdigramm und die Anschlussbelegung.

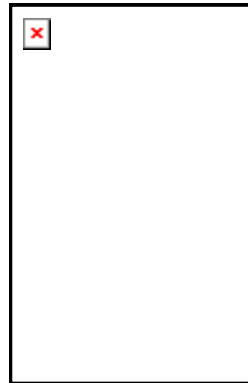


Abbildung 80, Datenblatt des Drehgebers RV1009

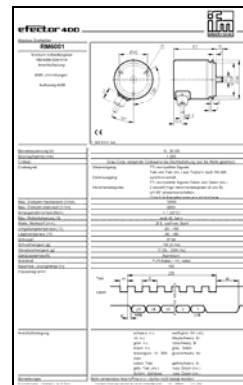


Abbildung 81, Datenblatt des Drehgebers RM6001

12 Zubehör

Mithilfe von entsprechendem Zubehör lassen sich Drehgeber einfach montieren und sicher betreiben. Im Angebotsprogramm der ifm befindet sich eine große Auswahl der verschiedensten Zubehörteile.

1.112.1 Kupplungen für Vollwellendrehgeber

Inkrementale Drehgeber (Bauformen RC, RU und RV) haben eine Eigenlagerung, die Belastungen bis 60 N (radial am Wellenende) bei Drehzahlen bis 6.000 Umdrehungen pro Minute zulässt. Bei dieser Belastungsmöglichkeit können diese Drehgeber direkt an mechanische Übertragungselemente wie Zahnräder, Reibräder oder Riemenscheiben angebaut werden. Sind die Drehgeber größeren Belastungen ausgesetzt, empfiehlt es sich, die wellenseitige Ankoppelung zum Antrieb über eine Kupplung auszuführen.

Die Kupplung gleicht Fertigungs- und Montagetoleranzen sowie Temperatureinflüsse und Fluchtungsfehler zwischen Drehgeberwelle und der Antriebswelle aus. Dadurch wird die Drehgeberlagerung keiner zusätzlichen, von außen kommenden Belastung ausgesetzt.

An die Kupplung werden hohe Ansprüche gestellt. Sie muss so gestaltet sein, dass sie den auftretenden radialen und axialen Kräften standhält und dabei die Drehbewegung ohne nennenswerten Verzug überträgt.

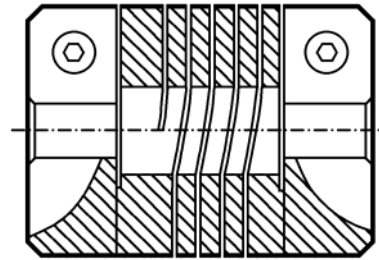


Abbildung 82, Wendelkupplung

Während bei torsionssteifen aber biegeelastischen Wellenkupplungen axiale Wellenverlagerungen nur statische Kräfte in der Kupplung erzeugen, ergeben radiale und winklige Verlagerungen Wechselbeanspruchungen, Rückstellkräfte und Momente, die das Wellenlager des Drehgebers belasten können.

Es wird zwischen drei sogenannten Fluchtungsfehlern bei der Montage von Kupplungen unterschieden:

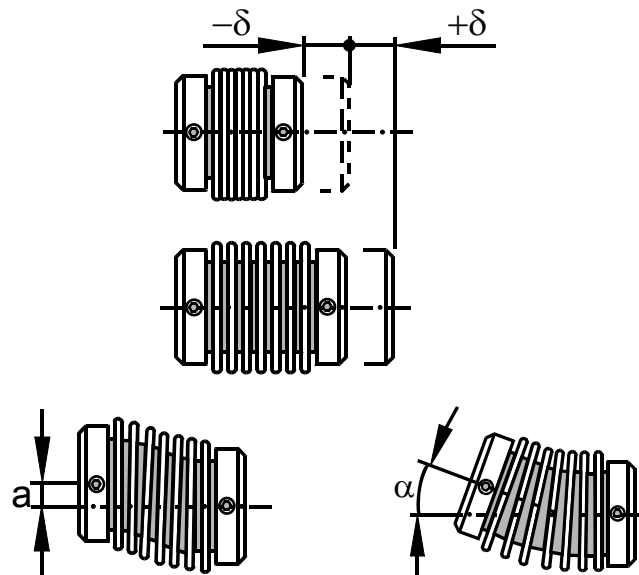


Abbildung 83, axialer, radialer und Winkelversatz

Die maximal zulässige Größe der Versatzart ist im Datenblatt der jeweiligen Kupplung angegeben. Größenordnungen können sein:

- | | |
|--|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Axialversatz | $\delta: \pm 0,4 \text{ mm}$ |
| <input type="checkbox"/> Radialversatz | $a: \pm 0,25 \text{ mm}$ |
| <input type="checkbox"/> Winkelversatz | $\alpha: \pm 3,5 \text{ Grad.}$ |

Die genannten Werte gelten bei 23°C Raumtemperatur. Die Werte für Radial-, Winkel- und Axialversatz sind Maximalwerte, die im Betriebsfall nicht gleichzeitig ihr Maximum erreichen dürfen.

Die Lebensdauer einer Kupplung ist davon abhängig, wie weit die zulässigen Toleranzen ausgenutzt werden.

Kupplungen können durch Klemmschrauben oder Madenschrauben (Gewindestift mit Innensechskant oder Schlitz) befestigt werden.

Bei der Klemmung sind die Stirnseiten der Kupplung geschlitzt. Der Schlitz wird auf der Welle durch eine Durchgangsschraube zusammengezogen.

Madenschraube

Unterschiedliche Achsdurchmesser

Die Madenschrauben klemmen direkt auf die Welle. Je nach Material der Schraube und dem Anzugsdrehmoment kann es zu Eindrückungen auf der Welle kommen.

Kupplungen mit Madenschrauben zur Befestigung werden deshalb vorwiegend an Wellen eingesetzt, die eine Abflachung haben.

Häufig haben die Nabenbohrungen in beiden Kupplungsstirnseiten die gleiche Größe, z. B. 6 mm.

Es gibt aber auch Ausführungen, bei denen die Bohrungen unterschiedlich sind, um die Anpassung an die Maschine oder den Antrieb besser vornehmen zu können. Auf der einen Seite der Kupplung befindet sich z. B. eine 10-mm-Bohrung, auf der anderen Seite eine 6-mm-Bohrung.

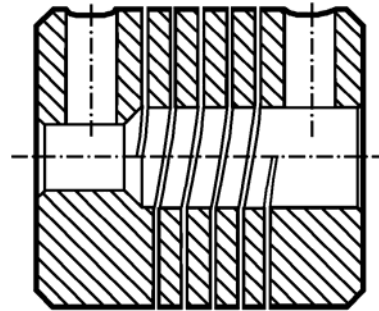


Abbildung 84, Wendelkupplung mit verschiedenen Bohrungen

Neben der Wendelkupplung mit ihren vorteilhaften mechanischen Eigenschaften bietet die Federscheibenkupplung einen weiteren Vorteil: sie ist elektrisch isolierend.

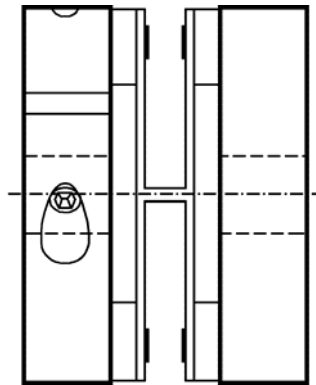


Abbildung 85, Federscheibenkupplung

12.2 Befestigungswinkel

Es gibt unterschiedliche Ausführungen. Sie sind bezüglich ihrer Bohrungen für die verschiedenen Flansche der Drehgeber ausgelegt.

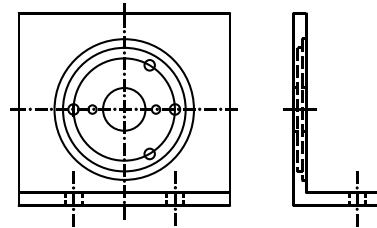


Abbildung 86, Befestigungswinkel, Beispiel

Die Größenordnung der Befestigungswinkel liegt zwischen 80 mm und 100 mm in der Höhe, 90 mm und 110 mm in der Breite sowie 40 mm in der Tiefe.

12.3 Lagerbock

Der Lagerbock dient zur weiteren Montagemöglichkeit von DHohlwellendrehgebern. Er vermag große radiale Wellenbelastungen aufzunehmen. Sein Einsatz empfiehlt sich deshalb insbesondere bei Verwendung von Messrädern, Riemenscheiben oder Kettenrädern. Er verhindert eine Überlastung der Drehgeberlagerung.

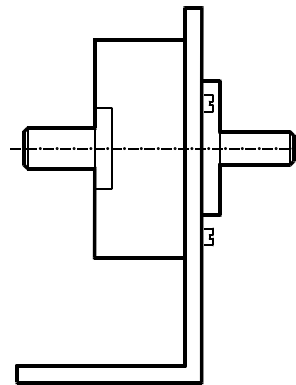


Abbildung 87, Lagerbock mit Montagewinkel

Der Lagerbock hat zwei unterschiedliche Wellen. Die kleinere Welle rechts in Abbildung 87 hat einen Durchmesser von 10 mm und ist abgeflacht. Die linke Welle hat einen Durchmesser von 12 mm.

Die maximal zulässige Drehzahl beträgt 6.000 min^{-1} . Die Welle kann axial mit 200 N und radial mit 200 N belastet werden. Die Wellenbelastbarkeit liegt damit um ein Vielfaches höher, als bei Drehgebern.

Als weiteres Zubehör wird ein dazu passender Befestigungswinkel angeboten.

12.4 Montageglocke

Die Montageglocke dient der Aufnahme von Drehgebern mit Synchronflansch. Sie besteht aus Kunststoff (PBTP) und bietet sowohl mechanischen als auch Isolationsschutz.

Hoch belastbar

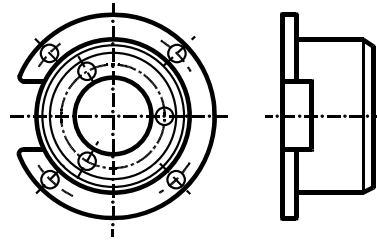


Abbildung 88, Montageglocke

Die Kappe hat einen Durchmesser von 63 mm. Der Durchmesser des Flansches beträgt 82 mm. Ihre Tiefe beträgt 38 mm.

12.5 Ritzel und Zahnstange

Ein Ritzel auf der Welle des Drehgebers in Verbindung mit einer Zahnstange ermöglicht die direkte Übersetzung von linearen Bewegungen.

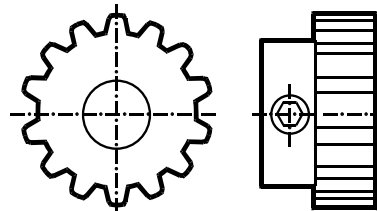


Abbildung 89, Ritzel

Das Ritzel hat 20 Zähne und einen Abrollumfang von 50 mm. Es ist für einen Achsendurchmesser von 6 mm vorgesehen. Es steht auch ein Ritzel mit einer Bohrung von 10 mm zur Verfügung.

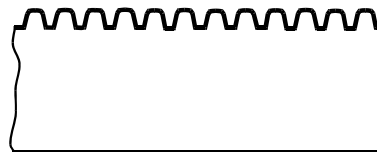


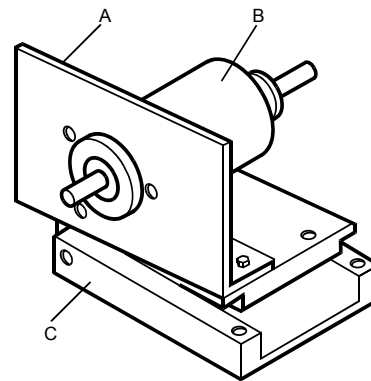
Abbildung 90, Zahnstange

Die Zahnstange hat eine Dicke von 5 mm und wird in Längen von 500 mm und 1.000 mm angeboten. Befestigungslöcher müssen nachträglich gebohrt werden.

Nach Möglichkeit sollte die Zahnstange mit den Zähnen nach unten montiert werden. So können Fehler durch Auftreten von Staub oder Spänen verhindert werden. Messräder und Ritzel werden im Normalfall direkt ohne flexible Kupplung auf die Drehgeberachse gesetzt.

12.6 Federndes Unterteil

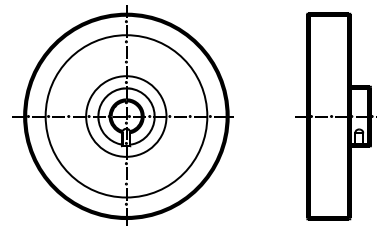
Um Drehgeber vor mechanischer Überlastung durch den Einsatz von Ritzeln und Zahnstangen zu schützen, können die Geräte auf ein federndes Unterteil gesetzt werden.



Abbildungung 91, Federndes Unterteil

12.7 Messrad

Messräder werden mit Abrollumfängen von 200 mm und 500 mm angeboten. Das Messrad mit 200 mm Abrollumfang gibt es wahlweise für 6 oder 10 mm Wellendurchmesser, das Messrad mit 500 mm Abrollumfang nur für einen Wellendurchmesser von 10 mm.



Abbildungung 92, Messrad

Messräder bestehen entweder komplett aus Aluminium, ihre Lauffläche ist gerändelt (stark angeraut); oder aus Kunststoff mit verschiedenen Oberflächen. Die können sein: Noppengummi, Kunststoff glatt oder Kunststoff geriffelt.

Für die Auswahl des Messradmaterials ist wichtig, dass sich das Rad schlupffrei auf dem Untergrund bewegen kann.

Beispiele:

Keinen Schlupf, bitte

Oberfläche der Messstrecke:

Messradbelag:

Glas	Noppengummi
Metalle	Noppengummi
Holz	evtl. Aluminiumrändel
Gummi	Aluminiumrändel

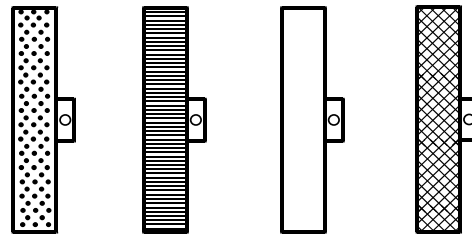


Abbildung 93, Messräder, Noppengummi, Kunststoff, Aluminium glatt, Aluminium gerändelt

Ein Nachteil beim Noppengummi ist der Verschleiß durch Abrieb und keine hohe Temperaturbeständigkeit.

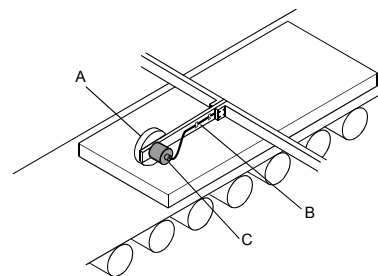


Abbildung 94, Messrad an beweglichem Arm

Beim Einsatz eines Messrades kann es sich auch anbieten, den Drehgeber auf ein federndes Unterteil zu setzen.

12.8 Befestigungsexcenter

Auch als Spannpratzen bekannt. Diese kleinen Scheiben dienen der Befestigung von Drehgebern mit Synchronflansch.

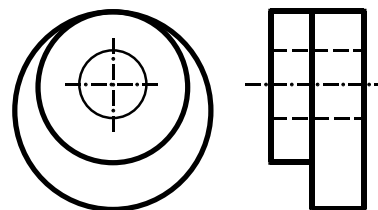


Abbildung 95, Befestigungsexcenter

Der Durchmesser beträgt lediglich 12 mm. Sie sind 5,5 mm dick. Die Bohrung hat einen Durchmesser von 4,2 mm. Der Zapfen hat eine Dicke von 3 mm.

12.9 Impulsteiler, Impulsverlängerer

Mit Impulsteilern und -verlängerern können hohe Frequenzen oder kurze Impulse an niedrige Eingangsfrequenzen von Auswertesystemen und Steuerungen angepasst werden. Sie verändern hohe Signalfrequenzen oder kurze Impulse so, dass sie von Standardeingängen einer SPS oder elektronischen Zählers erkannt werden können. Die Verwendung eines Impulsteilers erspart somit den Einsatz von schnellen Eingangskarten einer SPS.

Darüber hinaus kann der Impulsteiler auch als Pegelwandler von TTL- und HTL-Signalen eingesetzt werden.

12.9.1 Impulsteiler

Die Impulsfolge von inkrementalen Drehgebern kann je nach Auflösung und Drehzahl sehr schnell sein. Die Standardeingänge einer SPS oder eines elektronischen Zählers verfügen unter Umständen nicht über eine ausreichend hohe Eingangsfrequenz, um alle Impulse des Drehgebers zu erfassen.

Mithilfe eines Impulsteilers lässt sich die hohe Frequenz der Signalausgänge des Drehgebers herunterteilen, so dass sie von der SPS erfasst werden können. Nachteilig wirkt sich aus, dass sich die Genauigkeit verringert.

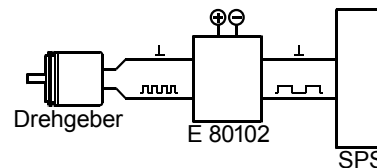


Abbildung 96, Impulsteiler E80102, Verschaltung

Je nach Ausführung des Impulsteilers lässt sich das Teilungsverhältnis vom Eingang zum Ausgang zwischen 1 und 255 frei wählen (E80102) oder es ist mit 10:1 fest eingestellt (E80100).

12.9.2 Impulsverlängerer

Der Impulsverlängerer konvertiert kurze Eingangsimpulse in Ausgangsimpulse mit konstanter Länge.

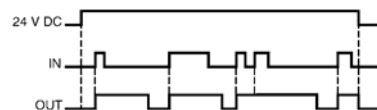


Abbildung 97, Impulsverlängerer E80110

Beim Impulsverlängerer muss der Eingangsimpuls (IN) mindestens 0,2 ms lang sein. Die Impulslänge am Ausgang (OUT) beträgt 25 ms. Zwischen den Eingangsimpulsen müssen mindestens 28 ms liegen.

13 Montage von Drehgebern

Montage von Drehgebern

Der Montage von Drehgebern kommt besondere Beachtung zu. Fluchtungsfehler zwischen Antrieb und Drehgeberwelle können den Betrieb des Drehgebers empfindlich stören.

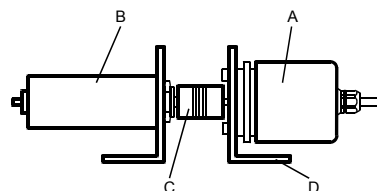


Abbildung 98, Montage mit Kupplung

Die Montage des Drehgebers kann erfolgen durch:

- Gewindebohrungen auf der Stirnfläche des Drehgebers.
- Befestigungsexcenter (sogenannte "Spannpratzen").
- Klemmung.

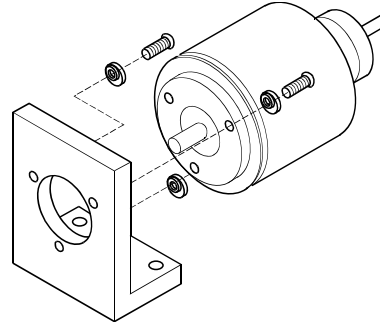


Abbildung 99, Montage mit Befestigungsexcenter

Nicht die Kappe

Vollwellendrehgeber dürfen auf keinen Fall außerhalb des Flansches befestigt werden. Die Gehäusekappe besteht aus Aluminium und lässt sich verhältnismäßig leicht verformen. Sie bietet keinen sicheren Halt. Hohlwellendrehgeber werden direkt auf das Antriebsteil montiert, wobei die Hohlwelle mit der Antriebswelle verbunden wird.

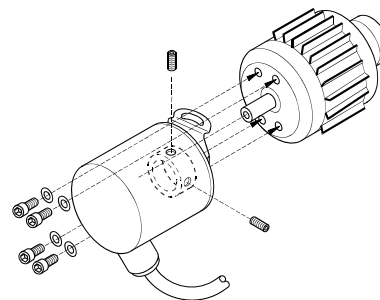


Abbildung 100, Hohlwellendrehgeber einseitig offener Welle

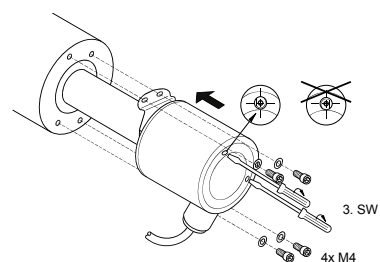


Abbildung 101, Hohlwellendrehgeber mit durchgehender Hohlwelle

14 Beispielberechnungen

14.1 Wegerfassung

Zur Berechnung der Auflösung müssen der Abrollumfang des Ritzels oder des Messrades und die gewünschte Auflösung bekannt sein.

Ein Beispiel:

Es wird ein Ritzel mit dem Abrollumfang von 50 mm eingesetzt, die gewünschte Auflösung beträgt 0,1 mm.
 Bei jedem 0,1-mm-Schritt soll ein Impuls erzeugt werden; somit werden bei einer Gesamtumdrehung insgesamt 500 Impulse abgegeben. Der Drehgeber muss in diesem Beispiel eine Auflösung von 500 Inkrementen haben.
 Für die Auflösung in Millimeter gilt: Inkrementzahl = Abrollumfang (in Millimeter).

14.2 Schaltfrequenz und mechanische Drehzahl

Zusammenhänge zwischen maximaler mechanischer Drehzahl, Schaltfrequenz und Auflösung/ Strichzahl:

Achtung: Die elektrische Schaltfrequenz wird bei hoher Auflösung schnell überschritten.

Die Angabe maximale mechanische Drehzahl bezieht sich lediglich auf die mechanische Belastbarkeit des Gebers.

Beispiel: Drehgeber RU1045, Typ RU-5000-I05/L2

Maximale Drehzahl mechanisch: $12.000 \text{ min}^{-1} = 200 \text{ s}^{-1}$

Maximale Schaltfrequenz (elektr.): 300 kHz

Bei der maximalen Auflösung von 5.000 Impulsen und maximaler mechanischer Drehzahl ergibt sich eine Schaltfrequenz von:

$200 \text{ s}^{-1} \times 5.000 = 1.000.000 \text{ Hz} = 1 \text{ MHz}$.

Die maximal mögliche Schaltfrequenz dieses Drehgebers wird somit um mehr als das dreifache überschritten.

15 Behandlung von Drehgebern

Besser nicht ...

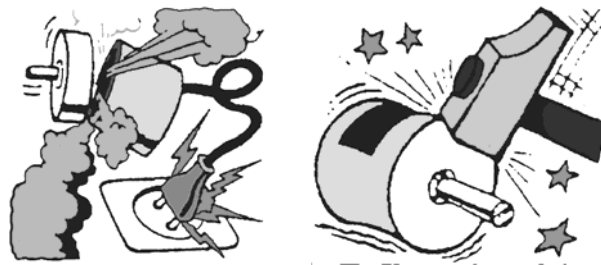


Abbildung 102, keine Überspannung, nicht mit Hammer ausrichten

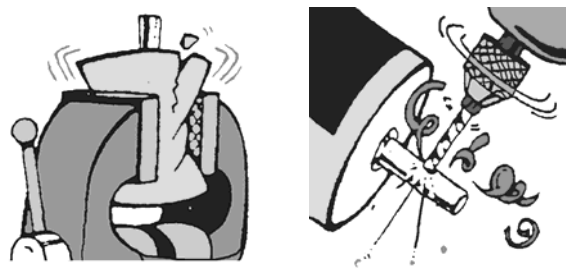


Abbildung 103, nicht in den Schraubstock, nicht die Welle bohren

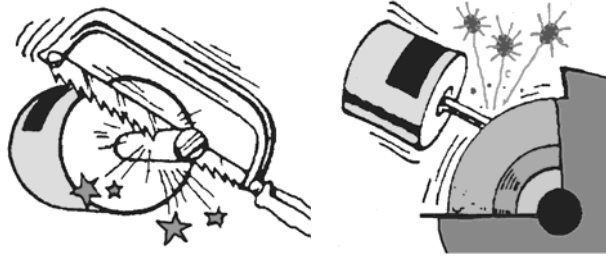


Abbildung 104, Welle nicht sägen und nicht schleifen

16 Applikationen

Drehgeber werden beispielsweise in folgenden Branchen eingesetzt:

- Hütten-, Walzwerk- und Stahlwerkeinrichtungen
- Anlagen- und Apparatebau allgemein (z. B. Hydraulik, Pneumatik, Schweißanlagen Pressen, Stanzen, Bohrwerke)
- Werkzeugmaschinen
- Transferstraßen
- Sondermaschinen
- Oberflächenbearbeitungsmaschinen
- Be- und Verarbeitungsmaschinen für Holz, Papier, Kunststoff
- Druckerei- und Etikettiermaschinen
- Montagesysteme
- Großantennenanlagen
- Industrieroboter
- Förder- und Transportanlagen
- Aufzugsbau, Rolltreppen
- Rolltore
- Stapelanlagen
- Krane und Hebezeuge

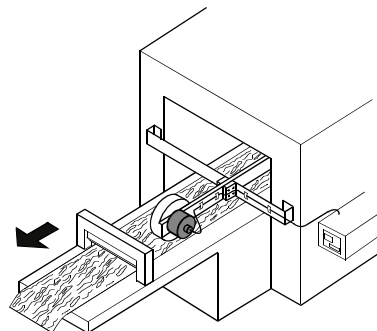


Abbildung 105, Messrad zur Längenmessung

Inkrementale Drehgeber in Verbindung mit einem Zähler ermöglichen das automatische Schneiden von z. B. Furnierbahnen auf eine vorgegebene Länge.

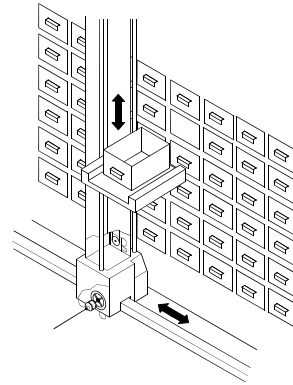


Abbildung 106, Hochregallager

Hier werden Multiturn-Drehgeber eingesetzt, um die Positionierung des Transportsystems und ein vollautomatisches Be- und Entladen exakt zu ermöglichen.

Um die sichere Datenübertragung über größere Strecken zu gewährleisten, kommen hier Multiturn-Drehgeber mit SSI-Schnittstelle zum Einsatz.

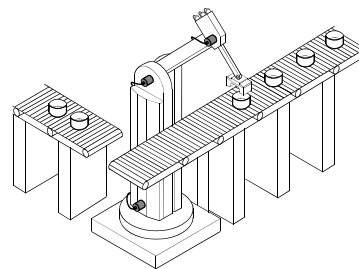


Abbildung 107, Roboter

Absolute Drehgeber werden eingesetzt zur präzisen Steuerung des Bewegungsablaufes von Industrierobotern und Handlingsautomaten. Diese garantieren problemloses Weiterverarbeiten z. B. nach einem Stromausfall und machen das aufwendige Referenzpunktfahren überflüssig.

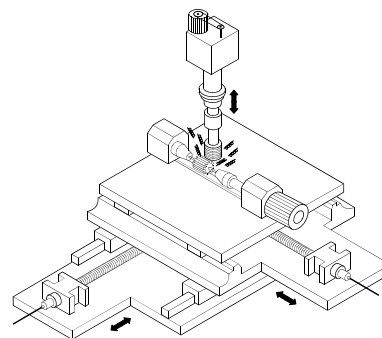


Abbildung 108, X-Y-Z-Fräse

Die einzelnen Positionen und Verfahrenwege einer automatischen Bearbeitungseinheit werden von inkrementalen Drehgebern mit bis zu 10.000 Impulsen pro Umdrehung erfasst. Hierdurch können Auflösungen von 0,01 mm erreicht werden.

17 Anhang

17.1 Kleines technisches Lexikon

Anlaufdrehmoment	Das Anlaufdrehmoment eines Drehgebers ist das aufzubringende Moment, welches erforderlich ist, um die Welle aus der Ruhelage in Drehbewegung zu versetzen.
Absoluter Drehgeber	Drehgeber, der für jeden Messschritt eine eindeutige, codierte Information ausgibt.
Abtastfrequenz	Zahl der Signalperioden pro Sekunde. Die maximale Abtastfrequenz begrenzt die Geschwindigkeit inkrementaler Systeme.
Alarmsignal	Es dient dazu, den Geber auf Fehlfunktionen zu überwachen, z. B. Scheibenbruch, Verschmutzung, Kurzschluss der Signalleitung und Unterschreiten der Versorgungsspannung.
Analogsignal	Ein Signal, das seinen Pegel kontinuierlich ändert.
Antivalent	Ausgangsstufe, bei der auch die invertierten Signale ausgegeben werden. Elektrisch werden die I/O-Pegel in Form von Spannungsdifferenzen zwischen zwei Leitungen übertragen. Dadurch bleibt das Nutzsignal (die Differenz) unverfälscht, da Störungen in der Regel auf beide Leitungen gleich eingestreut werden.
ASCII	Der Name ASCII steht für 'American Standard Code for Information Interchange'. Es handelt sich um einen in den USA normierten Code zur Darstellung von alphanumerischen Zeichen. Ursprünglich auf 7-Bit-Codierung basierend ermöglichte er die Darstellung von 128 Zeichen. Auf 8 Bits erweitert entwickelte er sich zum Standardcode auf Kleincomputern. Durch diese Erweiterung wurden 128 weitere Zeichen möglich, welche heute teilweise als Prüfsumme oder zur Darstellung länderspezifischer Zeichen verwendet werden. Der ASCII-Code ist gegenwärtig der Standardcode zur Speicherung von unformatierten Textdateien.
ASIC	Anwenderspezifisches IC.
Auflösung	Anzahl der Messschritte (Teilungen) innerhalb eines Messbereichs.
Axiale Belastung	Maximale Belastung der Drehgeberwelle in axialer Richtung - auf die Stirnseite der Welle in Richtung Flansch.
Baudrate	Geschwindigkeit der Datenübertragung (Bit pro Sekunde). BCD Binary-coded-decimal; binäre Darstellung einer Dezimalzahl (eine Dekade).
Bimetall	Ein Bimetall-Streifen besteht aus zwei verschiedenen Metallen, welche eine unterschiedliche Ausdehnung bei verschiedenen Temperaturen haben. Beide Metallstreifen sind fest aufeinander aufgebracht. Diese Bimetall-Streifen können auch zur Herstellung von Temperaturmessern verwendet werden.
binär	Zwei logische Zustände (Ja/Nein, An/Aus, HIGH/LOW). Basis für duale Rechnersysteme.
Binär-Code	Grundlage eines jeden Binärcodes ist ein sogenanntes Binäres System, d. h. ein System, in dem nur ausschließlich zwei Zustände herrschen. Z. B. An/Aus, Wahr/Falsch, 0 Volt/5 Volt oder der Binärcode 1/0. Der Binärcode ist ein Code, welcher mit nur zwei Zeichen arbeitet: der binären Null und der binären Eins. Die Basiseinheit bildet das Bit, eine Speicherstelle, welche nur den Wert 0 oder 1 annehmen kann. Man fasst acht solcher Bits zusammen und nennt sie Byte. Mit einem Byte lassen sich somit 256 Zeichen darstellen.
Bit	Abkürzung für engl. "binary digit"; kleinste Informationseinheit eines Binärsystems, deren Wertigkeit 1 oder 0 sein kann (Ja/Nein-Entscheidung).
Byte	Folge von 8 Bits. Ein Byte hat acht Bit.

Datenübertragung, parallele	Jede einzelne Spur wird über eine Datenleitung ausgeführt. Die Daten sind entweder ständig verfügbar oder werden über ein Freigabesignal ausgegeben. Beispiel: Bei einer Auflösung von 4096 Schritten (12 Bit) werden demnach 12 Leitungen ausgeführt.
Dual Code	Der Begriff 'dual' bezieht sich auf die Darstellung von Zahlen.
Datavalid	Format der Datenübertragung.
Datenbus	Ausgang zur Überprüfung der Gültigkeit von Daten.
Datenübertragung, synchron-serielle	System von Leitungen, über die elektronisch Daten parallel oder seriell übertragen werden.
DC	Bei der Übertragung in diesem Format werden alle Daten nacheinander auf einer Datenleitung übertragen. Hierzu sind nur 4 Kabeladern notwendig: Takt, Takt negiert, Daten und Daten negieren. Zur Erhöhung der Störsicherheit werden bei den Drehgebern mit synchron-serieller Schnittstelle auch die invertierten Daten ausgegeben. In Abhängigkeit von der Taktfrequenz sind Leitungslängen bis zu 100 m möglich.
DIN	Gleichspannung.
Drehzahl, maximale mechanische	Deutsche Industrie Norm.
Dualcode	Höchstzulässige Drehzahl der Drehgeberwelle. Der Maximalwert wird im jeweiligen Datenblatt bei den mechanischen Daten angegeben.
EBCDIC	Natürlicher Binärcode, häufig verwendeter Code bei absoluten Drehgebern.
EEPROM	Diese Abkürzung steht für 'Extended Binary Coded Decimal Interchange Code'. Er wird auf Großrechnern verwendet und dient der Darstellung von Zeichen. Dieser Code wurde 1965 von IBM eingeführt und hat sich bis heute nicht verändert.
EMV Enable	Auch E2-PROM. Abkürzung für engl. "Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory"; elektrisch löschbarer, programmierbarer und lesbarer Speicher.
Encoder EPROM	Elektromagnetische Verträglichkeit.
Flanschdose	Steuereingang, über den die Datenausgänge aktiv geschaltet werden können.
Geberüberwachung	Siehe Drehgeber.
Geberversorgung	Engl. "Erasable Programmable Read-Only Memory"; Festwertspeicher, der mit UV-Licht löschbar und damit neu beschreibbar ist.
Gebergenauigkeit	Stecker, der direkt auf das Gebergehäuse montiert ist.
Gray-Code	Siehe Alarmsignal.
HTL-Ausgang	Für den Drehgeber bereitzustellende Versorgungsspannung.
Interpolationselektronik	Abweichung zwischen der tatsächlichen und der gemessenen Position.
LSB	Der Gray-Code ist eine andere Darstellungsform des Binärcodes. Seine Grundlage besteht darin, dass sich zwei benachbarte Bitkombinationen in nicht mehr als einem Bit (0 oder 1) unterscheiden dürfen. Dies ist vor allem von Vorteil, wenn es darum geht, möglichst viele Daten zu speichern. Ein weiterer Vorzug ist die Möglichkeit, Fehler beim Übertragen solcher Codes leichter zu erkennen, da sich benachbarte Zeichen ja nur in einer Stelle unterscheiden dürfen (gilt bei U_b von 24 VDC und maximaler Strombelastung).
MBaud	Abkürzung für 'High Threshold Level'. Der Ausgangspegel beträgt mehr als 21 Volt. Gegenstück ist der TTL-Ausgang.
MSB	Sie wandelt durch zusätzliche Unterteilung eine Sinusperiode in mehrere Rechtecksignale und erreicht dadurch eine deutlich höhere Messauflösung.
Multiturn-Drehgeber	'Least Significant Bit' / niederwertigstes Bit
	Megabit pro Sekunde. Angabe über eine Datenübertragungsgeschwindigkeit.
	'Most Significant Bit' / höchstwertigstes Bit
	Der Multiturn-Drehgeber zählt nicht nur die Auflösung einer Umdrehung, sondern erfasst auch die Anzahl der Umdrehungen.

Paritybit (Even)	Zu den übertragenen Daten wird ein Parity-Bit (Prüfbit) hinzugefügt, um so die Anzahl der Bits auf eine gerade Quersumme (Even) zu ergänzen.
PC	Personalcomputer.
PUR	Standard-Kabelmaterial (Polyurethan) bei allen Drehgebern mit mehr als drei Ausgangssignalen. Die PUR-Kabel sind nach VDE 0672 ölbeständig sowie hydrolyse- und mikrobebeständig.
PVC	Ein Standardmaterial für die Ummantelung. Um eine Bruchgefahr zu vermeiden, dürfen Kabel aus PVC bei einer Temperatur unter -5°C nicht mehr bewegt werden.
Radiale Belastung	Maximale Belastung der Drehgeberwelle in radialer Richtung (parallel zum Flansch am Wellenanfang).
RS422/485	Schnittstellen zur seriellen Datenübertragung mit Werten gemäß EIA-Standard.
RS422	Genormte Schnittstelle für unidirektionale Punkt-zu-Punkt-Verbindung.
RS485	Wie RS422, aber als bidirektionale Busschnittstelle.
Schnittstelle	Übergabepunkt mit bestimmten Anschlüssen, Signalen und Signalfolgen. Auch als Interface bezeichnet.
Schutzart IP 50	Vollständiger Schutz gegen Berühren unter Spannung stehender oder innerer sich bewegender Teile. Schutz gegen schädliche Staubablagerungen. Das Eindringen von Staub ist nicht vollkommen verhindert, aber der Staub darf nicht in solchen Mengen eindringen, dass die Arbeitsweise beeinträchtigt wird. Kein besonderer Schutz gegen das Eindringen von Wasser.
Schutzart IP64	Vollständiger Schutz gegen Berühren unter Spannung stehender oder innerer sich bewegender Teile. Schutz gegen das Eindringen von Staub und Spritzwasser. Wasser, das aus allen Richtungen gegen das Betriebsmittel spritzt, darf keine schädliche Wirkung haben.
Schutzart IP65	Vollständiger Schutz gegen Berühren unter Spannung stehender oder innerer sich bewegender Teile. Schutz gegen Eindringen von Staub und Strahlwasser. Ein Wasserstrahl aus einer Düse, der aus allen Richtungen gegen das Betriebsmittel gerichtet wird, darf keine schädliche Wirkung haben.
Schutzart IP66	Vollständiger Schutz gegen Berühren unter Spannung stehender oder innerer sich bewegender Teile. Schutz gegen Eindringen von Staub und Überflutung. Wasser darf bei vorübergehender Überflutung nicht in schädlichen Mengen in das Betriebsmittel eindringen.
Singleturn-Drehgeber	Der Singleturn-Drehgeber löst eine mechanische Umdrehung der Welle in eine der Auflösung entsprechenden Anzahl von Codewerten auf. Jeder Winkelposition innerhalb einer Umdrehung ist ein bestimmter Codewert zugeordnet.
Stoßfestigkeit	Höchstzulässiger kurzzeitiger Wert einer Stoß- bzw. Schockbelastung.
Störungssignal	Dieses Signal ist bei den 10 bis 30 V-Drehgebern mit axialen oder radialen Flanschsteckern auf PIN 7 ausgeführt. Es kann zur Überwachung des Drehgebers abgefragt werden. Im Störfall ändert sich das Signal von HIGH- auf LOW-Pegel.
Synchronseriell rechtsbündiges Format	Wie beim Tannenbaumformat (siehe unten) gibt der Drehgeber auch hier immer über 25 Takte Datenbits aus. Bei einer Skalierung werden jedoch immer die 'Nullen' der gesamten Positionsinformation vorangestellt.
Tannenbaum-Format (SSI)	Bei SSI-Übertragung der Positionswerte wird immer zwischen dem Multiturnanteil (12 Bit) und dem Singleturnanteil (13 Bit) unterschieden. Es werden daher immer über 25 Takte Datenbits eingelesen, die aber vom Dateninhalt her variieren können. Die über eine Skalierung reduzierte Auflösung des Multiturnbereichs wird mit vorangestellten 'Nullen' aufgefüllt. Bei einer reduzierten Singleturn-Auflösung werden die 'Nullen' hinten angehängt.
TTL-Ausgang	'Transistor-Transistor-Logik' auf 5-Volt-Basis. Gegenstück ist der HTL-Ausgang.

Umgebungstemperatur	Temperaturbereich, bei dem alle elektrischen und mechanischen Daten eingehalten werden.
Vibration	Der Wert einer periodisch auftretenden Schwingung, bei dem das Gerät im Dauerbetrieb keine Fehlfunktion bzw. Zerstörung aufweist. Die Angabe erfolgt in der Einheit g für den Frequenzbereich 58 – 2000 Hz.
Virtueller Nullpunkt	Der SSI-Controller ermöglicht dem Anwender, unabhängig vom Geber einen Nullpunkt festzulegen.
Wellenbelastbarkeit	Die Wellenbelastung ist die maximal zulässige Belastung der Welle, bezogen auf das Wellenende, bei maximaler mechanischer Drehzahl und 20 °C Umgebungstemperatur.
Winkelsekunde	Winkelgrößen werden in Grad angegeben. Eine Winkelsekunde ist der 3.600ste Teil eines Grades. Ein Vollkreis mit 360 Grad hat demnach 1.296.000 Winkelsekunden.

17.2 Typenschlüssel

Stelle:	Bezeichnung:	Inhalt:
1	Allgemeine Kennzeichnung	R Inkrementaler Drehgeber / Absoluter Winkelcodierer
2	Mechanische Ausführung	A Hohlwellengeber Ø 36,5mm mit Ø 6mm Hohlwelle B Vollwellengeber Ø 36,5mm mit Ø 6mm Welle C Vollwellengeber Ø 58mm mit Ø 6mm Welle E Modularer Geber F Quadratischer Flansch 92,5 x 92,5mm; Ø 10mm G Quadratischer Flansch 65 x 65mm; einseitige Hohlwelle, Ø 8mm H Quadratischer Flansch 92 x 92mm; durchgehende Hohlwelle, Ø 20mm M Multiturn-Drehgeber Ø 58mm N Singleturn-Drehgeber Ø 58mm O Hohlwellengeber Ø 58mm mit Ø 10mm oder 12mm Hohlwelle P Hohlwellengeber Ø 87mm mit Ø 20mm oder 50mm Hohlwelle S Sonderausführung Artikeltext beachten U Vollwellengeber Ø 58mm mit Synchronflansch Standard Ø 6mm Welle V Vollwellengeber Ø 58mm mit Klemmflansch Standard Ø 10mm Welle
3 - 7	Schrittzahl/Auflösung	Bei Schrittzahlen unter 10000 steht an der 3. Stelle ein Bindestrich
8	Reserve	
9	Ausgangsprinzip	E Profibusschnittstelle, Anschluss an Gateway G Ausgangscode Gray I Inkrementale Ausgangssignale P Ausgangsfunktion programmierbar S SSI-Schnittstelle nach RS422/RS485 V Analogausgang, 1Vss
10 / 11	Betriebsspannung	05 5 V DC TTL 24 10-30 V DC
12	Reserve	
13	Anschlussart	J Flanschstecker axial ifm 1001.4 K Flanschstecker radial ifm 1001.4 L Kabelausgang axial N Kabelausgang radial P Kabelausgang axial mit Kabelstecker ifm 1001.1 R Kabelausgang radial mit Kabelstecker ifm 1001.1 S Sonderausführung, Artikeltext beachten T Flanschstecker radial Binder, 12-polig U Flanschstecker M12, 4-polig
14	Kabellänge	1-9 Kabellänge in m A 10 m C 0,15 m S Sonderausführung X Kundenkonfektion
15	Weitere Definitionen	0 Ø 20 mm Welle 2 Ø 12mm Welle 4 Ø 14mm Welle 6 Ø 6mm Welle A Ø 6mm Welle bei RN, RM C einseitig offene Hohlwelle Ø12mm (bei absoluten. Winkelcodierer) F IP 50 L Sonderwelle Ø 10mm S Welle 6mm, Binder-Kabeldose 1 Ø 10mm Welle 3 Ø 30mm Welle 5 Ø 50mm Welle 8 Ø 8mm Welle B Ø 10mm Welle bei RN, RM E IP 66 I Kundentypenschild U einseitig offene Hohlwelle Ø12mm 5polig axial
Stand: Januar 2003		

17.3 Beispiele für die Anwendung des Typenschlüssels

Ein Typenschlüssel wird oft auch als 'sprechender Typenschlüssel' bezeichnet, weil sich dann aus der Typenbezeichnung mithilfe des Typenschlüssels die wichtigsten technischen Daten ablesen lassen. Einmal festgelegt, stößt der Typenschlüssel mit wachsender Typenvielfalt der Gerätefamilie unter Umständen an seine Grenzen. Mitunter muss dann der Typenschlüssel vollständig neu erstellt werden. Im allgemeinen ist es sinnvoll, nur mit der Artikelnummer zu arbeiten. Alle organisatorischen Abläufe bei der ifm electronic erfolgen ausschließlich mit der Artikelnummer.

Ein Drehgeber mit der Artikelnummer RU6071 hat die Typenbezeichnung RU-0100-I24/L2E.
Aus dieser Typenbezeichnung lässt sich bei Kenntnis des Typenschlüssels folgendes ablesen:

Stelle: 1 2 3 - 7 8 9 10 - 11 12 13 14 15
R U - 0100 - I 24 / L 2 E

Stelle 1: Drehgeber
Stelle 2: Vollwellendrehgeber Ø 58 mm mit Synchronflansch Standard Ø 6 mm Welle
Stellen 3 - 7: 100 Inkremente
Stelle 8: Reserve
Stelle 9: Inkrementale Ausgangssignale
Stellen 10 – 11: 10 – 30 VDC
Stelle 12: Reserve
Stelle 13: Kabelausgang axial
Stelle 14: 2 m Kabellänge
Stelle 15: Schutzart IP66

Ein anderer Drehgeber mit der Artikelnummer RM1102 hat die Typenbezeichnung RM-8192-E05/R5B.

Stelle: 1 2 3 - 7 8 9 10 - 11 12 13 14 15
R M - 8192 - E 05 / R 5 B

Stelle 1: Drehgeber
Stelle 2: Multiturndrehgeber Ø 58 mm
Stellen 3 - 7: max. 8192 (25 Bit) Schritte pro Umdrehung, 4096 Umdrehungen
Stelle 8: Reserve
Stelle 9: Profibuschnittstelle, Anschluss an Gateway
Stellen 10 – 11: 5 VDC (TTL, aus dem Gateway)
Stelle 12: Reserve
Stelle 13: Kabelausgang radial mit Kabelstecker ifm 1001.1
Stelle 14: 5 m Kabellänge
Stelle 15: Ø 10 mm Welle

18 Quellennachweis

Verschiedene Grafiken und Bilder stammen aus Unterlagen/Katalogen der Fa. Heidenhain.

ENDE