

**Drehwinkelmeßsysteme mit codierter
und inkrementaler Erfassung der Meßgröße**

Begriffe	Anforderungen	Prüfung
----------	---------------	---------

**DIN
32 878**

Angular displacement measuring systems with absolute and incremental encoders; concepts, requirements, testing

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Drehwinkelmeßsysteme mit codierter und inkrementaler Erfassung der Meßgröße. Sie legt die wichtigsten Kenngrößen sowie deren Prüfung fest.

ANMERKUNG: Drehwinkelmeßsysteme, die dieser Norm entsprechen, sind z. Z. noch unter „absoluter bzw. inkrementaler Winkelcodierer“, „codierte bzw. inkrementale Drehgeber“, „absolute Drehgeber“ und „Drehimpulsgeber“ bekannt.

2 Allgemeines

2.1 Drehwinkelmeßsystem mit codierter Erfassung der Meßgröße

Die Winkelposition einer codierten Maßverkörperung wird relativ zu einem Aufnehmer, z. B. optisch, induktiv, kapazitiv, magnetisch, mechanisch, erfaßt.

Dabei ist jeder Winkelposition eine unveränderliche Codeinformation als Maßverkörperung zugeordnet. Die Meßwerte stehen an einer definierten Schnittstelle zur Verfügung.

Es gibt Drehwinkelmeßsysteme, die nur Winkelpositionen zwischen 0° und 360° codiert ausgeben (Singleturn), und solche, die zusätzlich Codeinformationen für die Anzahl der Umdrehungen (Multiturn) liefern.

2.2 Drehwinkelmeßsystem mit inkrementaler Erfassung der Meßgröße

Ein Winkelmeßwert wird durch elektrisches Auszählen der Perioden einer inkrementalen Maßverkörperung oder der nach einer Unterteilung gewonnenen Zählinkremente, ausgehend von einem beliebigen Nullpunkt, bestimmt. Die Meßgröße wird durch Aufnehmer, z. B. optisch, induktiv, kapazitiv, magnetisch, mechanisch, erfaßt.

Bei diesem Drehwinkelmeßsystem gibt es keine absolute Zuordnung einer Position zum Meßsignal. Für die eindeutige Festlegung der Ausgangsposition ist ein zusätzliches Signal (Referenzpunkt) erforderlich.

3 Begriffe

Sofern nicht anders definiert, gelten die meßtechnischen Begriffe nach DIN 1319 Teil 1 und Teil 3, DIN 2257 Teil 1 und die gerätetechnischen Begriffe nach DIN 1319 Teil 2.

3.1 Drehwinkelmeßsystem mit codierter und inkrementaler Erfassung der Meßgröße

3.1.1 Drehwinkelmeßsystem (DWS)

Das Drehwinkelmeßsystem besteht aus einem Stator, einem Rotor, einem Aufnehmer und der Maßverkörperung.

3.1.2 Aufnehmer

Aufnehmer erfassen die Meßgröße durch Abtasten der Maßverkörperung und formen die Meßgröße in elektrische Signale um.

3.1.3 Meßschritt

Der Meßschritt ist der kleinste meßbare Winkel.

3.1.4 Meßschrittabweichung

Die Meßschrittabweichung ist die maximale Meßabweichung (Winkelabweichung) von Meßschritt zu Meßschritt.

3.1.5 Maximale Betriebsdrehzahl

Die maximale Betriebsdrehzahl ist die höchstzulässige Drehzahl, mit der das Drehwinkelmeßsystem (ohne Schaden) betrieben werden darf.

3.1.6 Maximale Winkelbeschleunigung

Die maximale Winkelbeschleunigung ist die höchstzulässige Drehbeschleunigung, mit der der Rotor beschleunigt werden darf (ohne daß das Drehwinkelmeßsystem Schaden nimmt).

3.1.7 Anlaufdrehmoment

Das Anlaufdrehmoment ist das aufzubringende Moment, das erforderlich ist, um die Welle aus der Ruhelage in Drehbewegung zu versetzen.

3.1.8 Betriebsdrehmoment

Das Betriebsdrehmoment ist das bei einer spezifizierten Drehzahl aufzubringende Moment, das den Rotor gegen die Reibkräfte in Drehung hält.

3.1.9 Zulässige Wellenbelastung

Die zulässige Wellenbelastung ist die größte dauernde oder wechselnde Kraft auf die Welle, bei der die angegebenen Fehlergrenzen nicht überschritten werden bzw. bis zu der die Lebensdauer der Lagerung sichergestellt wird.

ANMERKUNG 1: Sie wird getrennt in axialer und radialer Richtung angegeben. In radialer Richtung kann zusätzlich der Kraftangriffspunkt angegeben werden, andernfalls gilt der ungünstigste Kraftangriffspunkt, z. B. am Wellenende.

ANMERKUNG 2: Eine Angabe der zulässigen Wellenbelastung ist nur bei Drehwinkelmeßsystemen ohne an- oder eingebaute Kupplung möglich.

3.1.10 Zulässige Wellenbewegung des Antriebselementes

Die zulässige Wellenbewegung des Antriebselementes gibt an, für welche Bewegungen der zu messenden Welle die angegebenen Fehlergrenzen nicht überschritten werden.

Fortsetzung Seite 2 bis 4

Normenausschuß Länge und Gestalt (NLG) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

ANMERKUNG: Eine Angabe der zulässigen Wellenbewegung ist nur bei Drehwinkelmeßsystemen mit an- oder eingebauter Kupplung möglich.

3.1.11 Lagerlebensdauer

Die Lagerlebensdauer gibt die Lebensdauer der Lager des Drehwinkelmeßsystems unter Berücksichtigung der zulässigen Wellenbelastung und der maximalen Betriebsdrehzahl an.

3.1.12 Arbeitstemperaturbereich

Der Arbeitstemperaturbereich gibt an, zwischen welchen Temperaturgrenzen der Umgebung die angegebenen Fehlergrenzen nicht überschritten werden dürfen.

3.1.13 Betriebstemperaturbereich

Der Betriebstemperaturbereich gibt an, zwischen welchen Temperaturgrenzen der Umgebung das Drehwinkelmeßsystem ohne Schaden betrieben werden darf.

3.1.14 Lagerungstemperaturbereich

Der Lagerungstemperaturbereich gibt an, zwischen welchen Temperaturgrenzen das Drehwinkelmeßsystem ohne Schaden gelagert oder transportiert werden darf.

3.1.15 Maximale Ausgabefrequenz

Die maximale Ausgabefrequenz ist die Frequenz des Drehwinkelmeßsystems, bei der noch die richtige Codewertfolge (bei codierter Erfassung der Meßgröße) bzw. bei der noch auswertbare Signale (bei inkrementaler Erfassung der Meßgröße) sichergestellt sind.

ANMERKUNG: Zwischen der Drehzahl und der Ausgabefrequenz besteht folgender Zusammenhang:

$$\text{Drehzahl} = 60 \cdot \frac{\text{Ausgabefrequenz}}{\text{Meßschritte je Umdrehung}} \text{ in } \text{min}^{-1}$$

4 Anforderungen

Der Hersteller muß technische Daten und Kenngrößen nach Tabelle 1 angeben und einhalten.

Tabelle 1: Angaben für Drehwinkelmeßsysteme mit codierter und inkrementaler Erfassung der Meßgröße

Nr	Technische Daten und Kenngrößen	Einheiten	Codiert	Inkremental
1	Maße	mm	×	×
2	Masse	kg	×	×
3	Trägheitsmoment des Rotors	kg m ²	×	×
4	Codeverlauf unter definierten Bedingungen ¹⁾	—	×	—
5	Meßbereich	rad, ° oder Umdrehungen	×	—
6	Meßschritt	rad oder °	×	×
7	Schrittzahl je Umdrehung ²⁾	—	×	—
8	Gesamtschrittzahl ³⁾	—	×	—
9	Strichzahl je Umdrehung	—	—	×

¹⁾ Übliche Angabe, z. B. im Uhrzeigersinn cw (clockwise) und entgegen dem Uhrzeigersinn ccw (counter clockwise) bei Blickrichtung auf die Welle.

²⁾ Bei Drehwinkelmeßsystemen mit einem Meßbereich < 360° erfolgt die Angabe bezogen auf den Meßbereich.

³⁾ Es sind zuerst Meßschritte je Umdrehung und dann die Anzahl der Umdrehungen anzugeben, z. B.

$2^{12} \text{ Meßschritte je Umdrehung} \cdot 2^9 \text{ Umdrehungen} = 221 \text{ Gesamtschrittzahl}$

(fortgesetzt)

Tabelle 1 (abgeschlossen)

Nr	Technische Daten und Kenngrößen	Einheiten	Codiert	Inkremental
10	Referenzsignal — Anzahl — Lage	—	—	x
11	Fehlergrenzen G ⁴⁾	rad oder °	x	x
12	Meßschrittabweichung	rad oder °	x	x
13	Wiederholbarkeit	rad oder °	x	x
14	Meßwertumkehrspanne	rad oder °	x	x
15	Ansprechschwelle	rad oder °	x	x
16	maximale Ausgabefrequenz	Hz	x	x
17	maximale Betriebsdrehzahl	min ⁻¹	x	x
18	maximale Winkelbeschleunigung	rad/s ²	x	x
19	Betriebsdrehmoment	Nm	x	x
20	Anlaufdrehmoment	Nm	x	x
21	zulässige Wellenbelastung des Drehwinkelsystems — axial — radial bei Angabe des Kraftangriffspunktes	N N	x	x
22	zulässige Wellenbewegung des Antriebselementes — Radialbewegung statisch und dynamisch — Axialbewegung statisch und dynamisch — Winkelbewegung statisch und dynamisch, senkrecht zur Drehachse	mm mm rad oder mm/mm	x	x
23	Lagerlebensdauer	Umdrehungen	x	x
24	Arbeitstemperaturbereich	°C	x	x
25	Betriebstemperaturbereich	°C	x	x
26	Lagerungstemperaturbereich	°C	x	x
27	zulässige relative Luftfeuchte mit Angabe, ob Betauung zulässig (ja oder nein)	%	x	x
28	Widerstandsfähigkeit gegenüber Schocks nach DIN IEC 68 Teil 2-27	—	x	x
29	Widerstandsfähigkeit gegenüber Vibration nach DIN IEC 68 Teil 2-6	—	x	x
30	Schutzart IP nach DIN VDE 0470 Teil 1	—	x	x
31	Betriebsspannungsbereich	V	x	x
32	Betriebsstrom oder Leistungsaufnahme	A W	x	x
33	Signalleitung — Länge — Durchmesser — minimaler Biegeradius — maximale Leitungslänge	m mm mm m	x	x
34	Schnittstelle	—	x	x

⁴⁾ Die Fehlergrenzen (bei symmetrischen Fehlergrenzen ohne Vorzeichen) geben die bei statischen Messungen größten positiven oder negativen Abweichungen einer beliebigen Winkelposition (codiert) bzw. für einen gemessenen Winkel (inkremental) vom wahren Wert an.

5 Prüfung

Nachstehend werden Verfahren für die Prüfung von Kenngrößen des Drehwinkelmeßsystems, die die Meßunsicherheit beeinflussen, beschrieben. Zur Prüfung ist das Drehwinkelmeßsystem über eine geeignete Schnittstelle mit einer Anzeigeeinheit oder einem Rechner zu verbinden. Art und Umfang von Prüfungen der sonstigen in der Tabelle 1 angegebenen technischen Daten und Kenngrößen sind zwischen Hersteller und Anwender zu vereinbaren.

Die Prüfungen werden zweckmäßig durch Vergleich mit einem Bezugsnormal, meist einem inkrementalen Drehwinkelmeßsystem, durchgeführt. Um die Meßunsicherheit möglichst klein zu halten, sollten Meßschritt und Fehlergrenzen des Bezugsnormals nur $\frac{1}{6}$ des Meßschrittes bzw. der Fehlergrenzen des zu prüfenden Drehwinkelmeßsystems oder kleiner sein.

Bezugsnormal und zu prüfendes Drehwinkelmeßsystem sind über eine Kupplung, deren Winkelübertragungsfehler die Fehlergrenzen des Bezugsnormals nicht überschreiten und die bereits in dem zu prüfenden Drehwinkelmeßsystem enthalten sein kann, zu verbinden. Dabei ist darauf zu achten, daß die Winkelabweichung und der Parallelversatz beider Achsen entweder so klein sind, daß sie die Messung nur unwesentlich beeinflussen oder durch wiederholte Messungen mit verschiedenem Drehwinkelversatz der beiden Achsen eliminiert werden. Bei Drehwinkelmeßsystemen mit eingebauter Kupplung müssen die beiden Achsen so zueinander eingestellt werden, daß die vom Hersteller angegebenen Toleranzen für die Winkelabweichungen und den Parallelversatz eingehalten werden.

5.1 Fehlergrenzen, Meßschrittabweichung

Zum Prüfen der angegebenen Fehlergrenzen und der Meßschrittabweichung muß das Abweichungsdiagramm in dem zu prüfenden Meßbereich aufgenommen werden. Bei Drehwinkelmeßsystemen, die mehrere Umdrehungen unterscheiden können, genügt die Prüfung über eine Umdrehung (360°). Die Prüfung wird mit einem Bezugsnormal durchgeführt, wobei ein Abstand der Meßpunkte kleiner als $\frac{1}{50}$ des Prüfbereiches genügt. Dieser Abstand sollte beliebige ungerade Vielfache des Meßschrittes betragen, um eventuell vorhandene Interpolationsabweichungen mit zu erfassen. Dem so gewonnenen Diagramm kann nach Korrektur eventueller systematischer Abweichung entnommen werden, ob die vorgegebenen Fehlergrenzen nicht überschritten werden. Zum Feststellen der Meßschrittabweichung werden an einer oder mehreren Stellen des Prüfbereiches mehrere benachbarte Meßwerte und deren maximale Abweichung vom Sollwert ermittelt.

Zitierte Normen

DIN 1319 Teil 1	Grundbegriffe der Meßtechnik; Allgemeine Grundbegriffe
DIN 1319 Teil 2	Grundbegriffe der Meßtechnik; Begriffe für die Anwendung von Meßgeräten
DIN 1319 Teil 3	Grundbegriffe der Meßtechnik; Begriffe für die Meßunsicherheit und für die Beurteilung von Meßgeräten und Meßeinrichtungen
DIN 2257 Teil 1	Begriffe der Längenprüftechnik; Einheiten, Tätigkeiten, Prüfmittel; Meßtechnische Begriffe
DIN 32 876 Teil 2	Elektrische Längenmessung mit digitaler Erfassung der Meßgröße; Begriffe, Anforderungen, Prüfung
DIN IEC 68 Teil 2-6	Elektrotechnik; Grundlegende Umweltprüfverfahren; Prüfung Fc und Leitfaden: Schwingen, sinusförmig; Identisch mit IEC 68-2-6 : 1982 (Stand 1985)
DIN IEC 68 Teil 2-27	Elektrotechnik; Grundlegende Umweltprüfverfahren; Prüfungen; Prüfung Ea und Leitfaden: Schokken; Identisch mit IEC 68-2-27 : 1987
DIN VDE 0470 Teil 1	Schutzarten durch Gehäuse (IP Code); (IEC 529 (1989), 2. Ausgabe) Deutsche Fassung EN 60 529 : 1991

Internationale Patentklassifikation