

Werkzeugmaschinen

Kugelgewindetriebe

Abnahmebedingungen und Abnahmeprüfungen

DIN
69 051
Teil 3

Machine tools; Ball screws; Acceptance conditions and acceptance tests
Machines-outils; Vis à billes; Conditions de réception et méthodes d'essais

Zusammenhang mit dem von der International Organization for Standardization (ISO) veröffentlichten Internationalen Norm-Entwurf ISO/DIS 3408-3 : 1987, siehe Erläuterungen.

Maße in mm

1 Anwendungsbereich und Zweck

In dieser Norm werden für Kugelgewindetriebe technische Abnahmebedingungen einschließlich der für die Abnahmeprüfungen in der jeweiligen Toleranzklasse geltenden Toleranzen festgelegt.

Die im einzelnen durchzuführenden Abnahmeprüfungen sind zu vereinbaren (siehe hierzu Abschnitt 4).

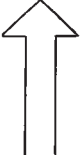
2 Begriffe

Begriffe nach DIN 69 051 Teil 1

3 Prüfungen und Toleranzen

Die Prüfungen werden in Anlehnung an die Grundtoleranzklassen IT nach ISO/DIS 286/1 : 1986 in fünf Toleranzklassen unterteilt (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1. Toleranzklassen

Toleranzklasse 1		Steigende Genauigkeits- und Funktionsanforderungen
Toleranzklasse 3		
Toleranzklasse 5		
Toleranzklasse 7		
Toleranzklasse 10		

3.1 Geometrische Prüfungen

Die Grenzabmaße e_p des Sollweges über den Nutzweg l_u (siehe Prüfung Nr 1.1 und Nr 1.2) und die Werte für Wegschwankung v_{300p} über 300 mm Axialweg wurden ISO/DIS 286/1 : 1986 entnommen, wobei die Werte für den Nutzweg $l_u > 3150$ mm durch lineare Extrapolation errechnet wurden (siehe Tabelle A.1).

Die Toleranzen der Wegschwankung v_{up} über den Nutzweg l_u wurden nach folgenden auf Erfahrung beruhenden Gleichungen berechnet:

$$\text{Toleranzklasse 1: } v_{up} = 0,0046 \cdot \bar{l}_u + 4,6 \text{ in } \mu\text{m} \quad (1)$$

$$\text{Toleranzklasse 3: } v_{up} = 0,0092 \cdot \bar{l}_u + 9,2 \text{ in } \mu\text{m} \quad (2)$$

$$\text{Toleranzklasse 5: } v_{up} = 0,0184 \cdot \bar{l}_u + 18,4 \text{ in } \mu\text{m} \quad (3)$$

$$\bar{l}_u = \sqrt{l_{u \max} \cdot l_{u \min}} \text{ in mm} \quad (4)$$

3.1.1 Wegabweichungen und Wegschwankungen

Für Positionier- oder Transport-Kugelgewindetriebe gelten folgende Abnahmeprüfungen (siehe Tabellen 2 und 3).

Tabelle 2. Prüfung der Wegabweichungen und Wegschwankungen

Wegabweichung	Positionier-Kugelgewindetriebe	Transport-Kugelgewindetriebe
Wegkompensation c über den Nutzweg l_u	durch Anwender festgelegt	$c = 0$
Grenzabmaß e_p für die mittlere Istwegabweichung	Prüfung Nr 1.1	Prüfung Nr 1.2
Toleranz v_{up} der Wegschwankung über den Nutzweg l_u	Prüfung Nr 2	—
Toleranz v_{300p} der Wegschwankung über 300 mm Weg	Prüfung Nr 3	Prüfung Nr 3
Toleranz $v_{2\pi p}$ der Wegschwankung über 2π rad (= 1 Umdrehung)	Prüfung Nr 4	—

Prüfungen und Toleranzen beziehen sich auf die Verschiebung der Kugelgewindemutter gegenüber der Kugelgewindespindel.

Als alternatives Meßverfahren ist eine Gang-zu-Gang-Messung zulässig; dabei wird das Gewindeprofil der Kugellaufbahn mittels Meßkugel angetastet. Meßabstände nach Tabelle A.2.

Fortsetzung Seite 2 bis 13

Normenausschuß Werkzeugmaschinen (NWM) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

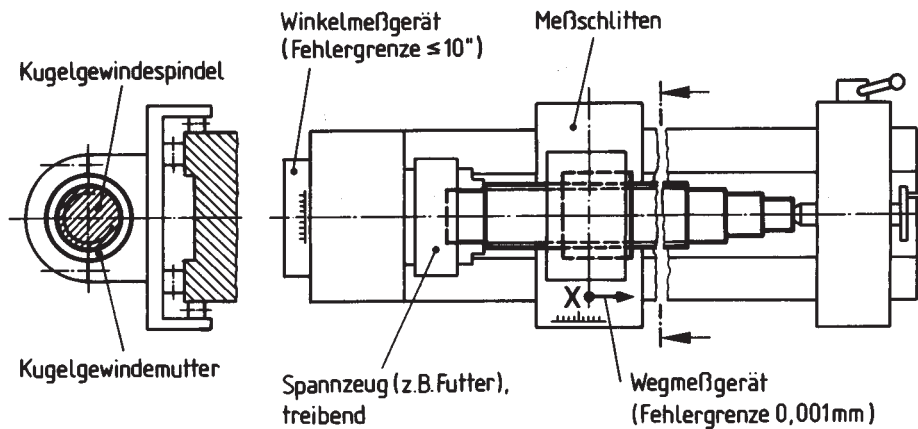


Bild 1. Meßprinzip

Die Ermittlung der Wegschwankungstoleranz $v_{2\pi a}$ innerhalb von 2π rad erfolgt durch 9 Messungen ($8 \times 45^\circ$) je Umdrehung oder kontinuierlich über einen Gang am Anfang, in der Mitte und am Ende des Nutzweges, sofern diese Prüfung besonders vereinbart wurde.

3.1.1.1 Auswertung der Meßdiagramme

Zur Ermittlung der mittleren Istwegabweichung innerhalb des Nutzweges ist das mathematische Verfahren definitionsgemäß exakt.

Für die Praxis wird für die Auswertung das einfache und schnelle graphische Verfahren als gebräuchliche Näherungsmethode empfohlen.

3.1.1.1.1 Mathematisches Verfahren

Die Gerade der mittleren Istwegabweichung ergibt sich aus der allgemeinen Gleichung

$$y = a + bx \quad (5)$$

$$\text{mit } a = \frac{\sum x_i^2 \cdot \sum y_i - \sum x_i \cdot \sum x_i y_i}{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (6)$$

$$\text{und } b = \frac{n \cdot \sum x_i y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (7)$$

Es ist

x = Drehwinkel (Soll- bzw. Nennweg)

x_i = Drehwinkel (Soll- bzw. Nennweg) bezogen auf den Meßpunkt i

y = Wegabweichung vom Soll- bzw. Nennweg

y_i = Wegabweichung (oder Weg) vom Soll- oder Nennweg für den Drehwinkel (oder Weg) bezogen auf den Meßpunkt i

n = Anzahl der Meßpunkte

3.1.1.1.2 Graphische Ermittlung

Die Ermittlung der mittleren Istwegabweichung aus dem Wegabweichungsdiagramm geschieht wie folgt (siehe Bild 2 und 3)

- Man ziehe eine oder mehrere Geraden ($l_1, l_2 \dots$), die mindestens zwei obere Spitzen der Istwegabweichungskurve berühren und wiederhole diesen Vorgang für die unteren Spitzen ($l_3, \dots$).

- Man ermittle den jeweils größten Abstand (e_1, e_2, e_3) zwischen den Geraden l_1, l_2 und l_3 der Istwegabweichungskurve und wähle daraus den geringsten Abstand aus, im Bild 2 bzw. Bild 3 den Abstand e_2 .
- Man ziehe durch diesen Punkt des geringsten Abstandes parallel zur zugehörigen Geraden eine weitere Gerade, hier l_2 parallel zu l_1 .
- Man erhält nun die mittlere Istabweichung e_{sa} bzw. e_{0a} als Mittellinie zwischen diesen beiden parallelen Geraden (l_2, l_2') und die Bandbreite der Wegschwankung v_{ua} über den Nutzweg l_u als Abstand der Parallelen e_2 .

3.1.2 Lauf- und Lagetoleranzen

In der Tabelle 4 sind Abnahmeprüfungen für Lauf- und Lagetoleranzen für Kugelgewindespindeln und für Kugelgewindemuttern aufgrund von Erfahrungen festgelegt (Prüfung Nr 5 bis Nr 11). In der Spalte „Prüfanleitung“ ist jeweils am Schluß des Textes die entsprechende Abschnittsnummer aus DIN 8601, Ausgabe Dezember 1986, angegeben, sofern die betreffende Prüfung mit den dort enthaltenen Festlegungen übereinstimmt.

3.2 Funktionsprüfungen

Die Tabelle 5 gibt die Prüfung des Leerlaufdrehmomentes einer Kugelgewindemutter mit Vorspannung und zugehörige Toleranzen an (siehe Prüfung Nr 12).

In Prüfung Nr 13 wird ein Verfahren zur Ermittlung der axialen Steifigkeit einer Kugelgewindemutter angegeben.

4 Bezeichnung

Bezeichnung der vollständigen Abnahmebedingungen für Kugelgewindetribe nach DIN 69 051 Teil 3 (3):

Abnahmebedingungen DIN 69 051 – 3

Bezeichnung der Abnahmebedingungen für Kugelgewindetribe nach DIN 69 051 Teil 3 (3), Einzelprüfung Nr 4 (4):

Prüfung DIN 69 051 – 3 – 4

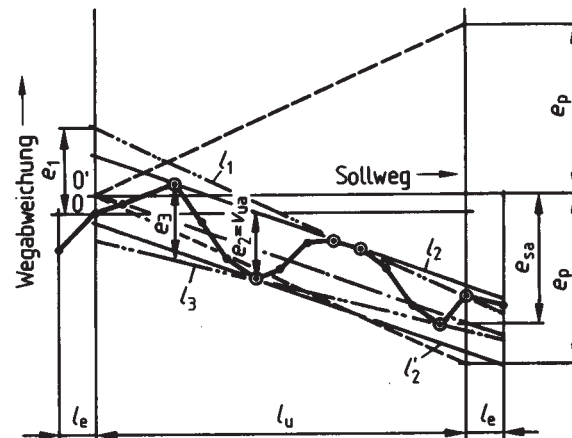


Bild 2. Graphische Ermittlung der mittleren Istwegabweichung bezogen auf den Sollweg

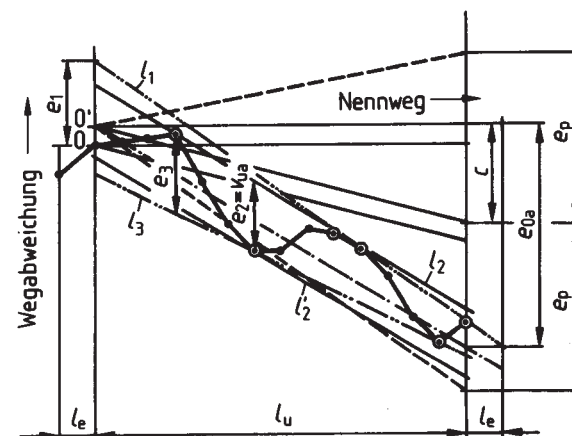


Bild 3. Graphische Ermittlung der mittleren Istwegabweichung bezogen auf den Nennweg bei Wegkompensation

Tabelle 3. Wegabweichungen und Wegschwankungen

Nr	Gegenstand der Prüfung	Bild	Prüfmittel	Prüfanleitung	Grenzabmaße bzw. Toleranzen	Meßergebnisse, Bemerkungen																																																																																																									
1.1	Mittlere Istweg-abweichung über den Nutzweg l_u a) e_{0a} bezogen auf den Nennweg b) e_{sa} bezogen auf den Sollweg		siehe Bild 1	siehe Bild 1	Positionier-Kugelgewindetriebe <table><tr><th>l_u</th><th>bis</th><th>1</th><th>3</th><th>5</th><th>7</th><th>10</th></tr><tr><td>315</td><td>315</td><td>6</td><td>12</td><td>23</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>400</td><td>400</td><td>7</td><td>13</td><td>25</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>500</td><td>500</td><td>8</td><td>15</td><td>27</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>630</td><td>630</td><td>9</td><td>16</td><td>30</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>800</td><td>800</td><td>10</td><td>18</td><td>35</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>1000</td><td>1000</td><td>11</td><td>21</td><td>40</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>1250</td><td>1250</td><td>13</td><td>24</td><td>46</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>1600</td><td>1600</td><td>15</td><td>29</td><td>54</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>2000</td><td>2000</td><td>18</td><td>35</td><td>65</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>2500</td><td>2500</td><td>22</td><td>41</td><td>77</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>3150</td><td>3150</td><td>26</td><td>50</td><td>93</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>4000</td><td>4000</td><td>32</td><td>62</td><td>115</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>5000</td><td>5000</td><td>—</td><td>76</td><td>140</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>6300</td><td>6300</td><td>—</td><td>—</td><td>170</td><td>—</td><td>—</td></tr></table>	l_u	bis	1	3	5	7	10	315	315	6	12	23	—	—	400	400	7	13	25	—	—	500	500	8	15	27	—	—	630	630	9	16	30	—	—	800	800	10	18	35	—	—	1000	1000	11	21	40	—	—	1250	1250	13	24	46	—	—	1600	1600	15	29	54	—	—	2000	2000	18	35	65	—	—	2500	2500	22	41	77	—	—	3150	3150	26	50	93	—	—	4000	4000	32	62	115	—	—	5000	5000	—	76	140	—	—	6300	6300	—	—	170	—	—	a) Wegkompensation c nach Angabe des Anwenders $c = \dots \dots \dots \mu\text{m}$ $e_{0a} = \dots \dots \dots \mu\text{m}$ b) $e_{sa} = \dots \dots \dots \mu\text{m}$
l_u	bis	1	3	5	7	10																																																																																																									
315	315	6	12	23	—	—																																																																																																									
400	400	7	13	25	—	—																																																																																																									
500	500	8	15	27	—	—																																																																																																									
630	630	9	16	30	—	—																																																																																																									
800	800	10	18	35	—	—																																																																																																									
1000	1000	11	21	40	—	—																																																																																																									
1250	1250	13	24	46	—	—																																																																																																									
1600	1600	15	29	54	—	—																																																																																																									
2000	2000	18	35	65	—	—																																																																																																									
2500	2500	22	41	77	—	—																																																																																																									
3150	3150	26	50	93	—	—																																																																																																									
4000	4000	32	62	115	—	—																																																																																																									
5000	5000	—	76	140	—	—																																																																																																									
6300	6300	—	—	170	—	—																																																																																																									
1.2	Mittlere Istweg-abweichung e_{0a} über den Nutzweg l_u		siehe Bild 1	siehe Bild 1	Transport-Kugelgewindetriebe <table><tr><th>l_u</th><th>bis</th><th>1</th><th>3</th><th>5</th><th>7</th><th>10</th></tr><tr><td>315</td><td>315</td><td>6</td><td>12</td><td>23</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>400</td><td>400</td><td>7</td><td>13</td><td>25</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>500</td><td>500</td><td>8</td><td>15</td><td>27</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>630</td><td>630</td><td>9</td><td>16</td><td>30</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>800</td><td>800</td><td>10</td><td>18</td><td>35</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>1000</td><td>1000</td><td>11</td><td>21</td><td>40</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>1250</td><td>1250</td><td>13</td><td>24</td><td>46</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>1600</td><td>1600</td><td>15</td><td>29</td><td>54</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>2000</td><td>2000</td><td>18</td><td>35</td><td>65</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>2500</td><td>2500</td><td>22</td><td>41</td><td>77</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>3150</td><td>3150</td><td>26</td><td>50</td><td>93</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>4000</td><td>4000</td><td>32</td><td>62</td><td>115</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>5000</td><td>5000</td><td>—</td><td>76</td><td>140</td><td>—</td><td>—</td></tr><tr><td>6300</td><td>6300</td><td>—</td><td>—</td><td>170</td><td>—</td><td>—</td></tr></table>	l_u	bis	1	3	5	7	10	315	315	6	12	23	—	—	400	400	7	13	25	—	—	500	500	8	15	27	—	—	630	630	9	16	30	—	—	800	800	10	18	35	—	—	1000	1000	11	21	40	—	—	1250	1250	13	24	46	—	—	1600	1600	15	29	54	—	—	2000	2000	18	35	65	—	—	2500	2500	22	41	77	—	—	3150	3150	26	50	93	—	—	4000	4000	32	62	115	—	—	5000	5000	—	76	140	—	—	6300	6300	—	—	170	—	—	$e_{0a} = \dots \dots \dots \mu\text{m}$ $e_p = 2 \frac{l_u}{300} v_{300p}^1)$ 1) v_{300p} siehe Prüfung 3
l_u	bis	1	3	5	7	10																																																																																																									
315	315	6	12	23	—	—																																																																																																									
400	400	7	13	25	—	—																																																																																																									
500	500	8	15	27	—	—																																																																																																									
630	630	9	16	30	—	—																																																																																																									
800	800	10	18	35	—	—																																																																																																									
1000	1000	11	21	40	—	—																																																																																																									
1250	1250	13	24	46	—	—																																																																																																									
1600	1600	15	29	54	—	—																																																																																																									
2000	2000	18	35	65	—	—																																																																																																									
2500	2500	22	41	77	—	—																																																																																																									
3150	3150	26	50	93	—	—																																																																																																									
4000	4000	32	62	115	—	—																																																																																																									
5000	5000	—	76	140	—	—																																																																																																									
6300	6300	—	—	170	—	—																																																																																																									