

Wälzlager  
Kugeln für Wälzlager und  
allgemeinen Industriebedarf

**DIN**  
**5401**

ICS 21.100.20

Ersatz für  
DIN 5401-1:1993-11  
DIN 5401-2:1993-11

Rolling bearings — Balls for rolling bearings and general industrial use

Roulements — Billes pour roulements et pour l'usage général industriel

## Vorwort

Diese Norm wurde vom Ausschuss AWL-UA 2 erarbeitet.

Sie enthält neben den gesetzlichen SI-Einheiten auch Einheiten nach dem angelsächsischen Einheitensystem (nicht-SI-Einheiten). Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheiten nach der Richtlinie des Rates 80/181/EWG (Richtlinie des Rates vom 20. Dezember 1979 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Einheiten im Messwesen und zur Aufhebung der Richtlinie 71/354/EWG) nicht zulässig ist. Diese Einheiten nach dem angelsächsischen Einheitensystem sind nur zur Information angegeben und zur Unterstützung im geschäftlichen und amtlichen Verkehr mit Ländern gedacht, die noch mit diesen Einheiten arbeiten.

Zusammenhang mit der von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Internationalen Norm ISO 3290 siehe Anhang C.

Die in dieser Norm enthaltenen Anhänge A und B sind normativ, Anhang C ist informativ.

Fortsetzung Seite 2 bis 17

Arbeitsausschuss Wälzlager (AWL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

## Änderungen

Gegenüber DIN 5401-1:1993-11 und DIN 5401-2:1993-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Zusammenfassen von Teil 1 und Teil 2 zu einem gemeinsamen Teil;
- b) Aufnahme zusätzlicher Werkstoffe wie unlegierte Stähle und Sinterwerkstoffe;
- c) Übernahme der Rauheitswerte aus ISO 3290;
- d) Anpassung der bevorzugten Kugelabmessungen an die aktuellen Anforderungen;
- e) Aufnahme der Definitionen zu den Merkmalen Welligkeit und Oberflächenbeschaffenheit;
- f) neue Definition für das Merkmal Rundheit; Aktualisierung des Messverfahrens;
- g) redaktionelle Änderungen.

## Frühere Ausgaben

DIN 5401: 1953-01, 1956-04, 1959-11, 1964-01; 1978-01

DIN 5401-1: 1993-11

DIN 5401-2: 1993-11

## 1 Anwendungsbereich

Diese Norm beschreibt das Maschinenelement Kugel für Anwendungen in Wälzlagern sowie für den allgemeinen Industriebedarf.

Neben durchhärtenden Wälzlagerstählen kommen dabei auch Sonderstähle sowie andere metallische und nichtmetallische Werkstoffe zum Einsatz.

## 2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

DIN EN ISO 683-17, *Für eine Wärmebehandlung bestimmte Stähle, legierte Stähle und Automatenstähle — Teil 17: Wälzlagerstähle (ISO 683-17:1999); Deutsche Fassung EN ISO 683-17:1999.*

DIN EN 10016-2, *Walzdraht aus unlegiertem Stahl zum Ziehen und/oder Kaltwalzen — Teil 2: Besondere Anforderungen an Walzdraht für allgemeine Verwendung; Deutsche Fassung EN 10016-2:1994.*

DIN EN 10088-3, *Nichtrostende Stähle — Teil 3: Technische Lieferbedingungen für Halbzeug, Stäbe, Walzdraht und Profile für allgemeine Verwendung; Deutsche Fassung EN 10088-3:1995.*

DIN EN 10263-3, *Walzdraht, Stäbe und Draht aus Kaltstauch- und Kaltfließpresstählen — Teil 3: Technische Lieferbedingungen für Einsatzstähle; Deutsche Fassung EN 10263-3:2001.*

DIN EN 12163, *Kupfer und Kupferlegierungen — Stangen zur allgemeinen Verwendung; Deutsche Fassung EN 12163:1998.*

DIN EN 12166, *Kupfer und Kupfer-Legierungen — Drähte zur allgemeinen Verwendung; Deutsche Fassung EN 12166:1998.*

DIN EN ISO 4288, *Geometrische Produktspezifikationen (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren — Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4288:1996); Deutsche Fassung EN ISO 4288:1997.*

DIN EN ISO 6506-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Brinell — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6506-1:1999); Deutsche Fassung EN ISO 6501-1:1999.*

DIN EN ISO 6507-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Vickers — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6507-1:1997); Deutsche Fassung EN ISO 6507-1:1997.*

DIN EN ISO 6508-1, *Metallische Werkstoffe — Härteprüfung nach Rockwell (Skalen A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) — Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6508-1:1999); Deutsche Fassung EN ISO 6508-1:1999.*

DIN ISO 4291, *Verfahren für die Ermittlung der Rundheitsabweichung — Messen der Radienabweichungen; Identisch mit ISO 4291, Ausgabe 1985.*

ISO 3290, *Rolling bearings — Balls — Dimensions and tolerances.*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Begriffe:

#### 3.1

##### **Nenndurchmesser der Kugel**

$D_w$

der zur allgemeinen Bezeichnung einer Kugelgröße verwendete Durchmesserwert

#### 3.2

##### **einzelner Durchmesser einer Kugel**

$D_{ws}$

Abstand zweier paralleler Ebenen, die die Kugeloberfläche berühren

#### 3.3

##### **mittlerer Durchmesser einer Kugel**

$D_{wm}$

arithmetisches Mittel aus größtem und kleinstem einzelnen Durchmesser  $D_{ws}$  einer Kugel

#### 3.4

##### **Schwankung des Kugeldurchmessers**

$V_{Dws}$

Differenz zwischen größtem und kleinstem einzelnen Durchmesser  $D_{ws}$  einer Kugel

#### 3.5

##### **Abweichung von der Kugelform**

$t_{Dws}$

radialer Abstand in jeder äquatorialen Ebene zwischen zwei konzentrischen Kreisen, die das Profil mit kleinstmöglichem Abstand einschließen, gemessen nach der Methode der kleinsten Abstandsquadrate (LSC)

ANMERKUNG Informationen zur Messung siehe Anhang B.

#### 3.6

##### **Los**

eine bestimmte Menge von Kugeln, die unter gleichen Bedingungen hergestellt werden und untereinander weitgehend gleiche Eigenschaften aufweisen

#### 3.7

##### **mittlerer Kugeldurchmesser eines Loses**

$D_{wmL}$

arithmetisches Mittel aus größtem und kleinstem mittleren Kugeldurchmesser  $D_{wm}$  in einem Los

#### 3.8

##### **Schwankung der Kugeldurchmesser in einem Los**

$V_{DwL}$

Differenz zwischen größtem und kleinstem mittleren Kugeldurchmesser  $D_{wm}$  in einem Los

ANMERKUNG Der Parameter gilt nur für Kugeln der Klassen G3 bis G200, mit Ausnahme von G80.

#### 3.9

##### **Sortentoleranz**

$S_T$

Bereich, in dem sich „ $D_{wmL}$ “ innerhalb einer Sorte bewegen darf

ANMERKUNG Die Sortentoleranz  $S_T$  ist vom Betrag her identisch mit dem Sortenintervall  $I_G$ .

### 3.10

#### Schwankung der Kugeldurchmesser in einer Sorte

$V_{DwA}$

Unterschied zwischen größtem und kleinstem mittleren Kugeldurchmesser  $D_{wm}$  in einer Sorte

ANMERKUNG Der Parameter gilt nur für Kugeln der Klassen G300 bis G700 und G80.

### 3.11

#### Sortenintervall

$I_G$

Betrag, in den das zulässige Abmaß des Nenndurchmessers der Kugel gleichmäßig unterteilt ist

### 3.12

#### Klasse

$G$

bestimmte Kombination von Maßtoleranzen, Toleranzen der Form, der Oberflächenrauheit und der Durchmesserstreuung

ANMERKUNG Jede Klasse ist mit einer Nummer gekennzeichnet, welcher der Buchstabe  $G$  vorangestellt ist. Zur Umschlüsselung der Genauigkeitsklassen in den Normen der Ausgaben von 1978 zu 1993 und 2002, siehe Anhang C.

### 3.13

#### Sorte

$S$

Abstand des mittleren Kugeldurchmessers eines Loses (bei  $V_{DwL}$ ) bzw. der Teilmenge eines Loses (bei  $V_{DwA}$ ) zum Nenndurchmesser der Kugel  $D_w$ , gerundet auf ein ganzzahliges Vielfaches des Sortenintervalls  $I_G$

### 3.14

#### Grenzabmaß

im Sinne dieser Norm größte Grenzabweichung des mittleren Kugeldurchmessers,  $D_{wm}$ , vom Nenndurchmesser der Kugel  $D_w$

### 3.15

#### Oberflächenrauheit

$R_a$

im Sinne dieser Norm Abweichungen von einer geometrisch vollkommenen Oberfläche, wobei Formabweichung und Welligkeit unberücksichtigt bleiben

ANMERKUNG Die in Tabelle 3 festgelegten Grenzwerte beziehen sich auf den arithmetischen Mittelwert der Abweichung des Rauheitsprofils von der mittleren Linie ( $R_a$ ).

### 3.16

#### Welligkeit

$M_{Dw}$

im Sinne dieser Norm zufällig oder periodisch verlaufende Abweichungen der Kugeloberfläche von der idealen Kugelform

ANMERKUNG Die Welligkeit sollte nach der Methode der Schwinggeschwindigkeit gemessen und mittels Fourier-Analyse in Welligkeitsbänder untergliedert werden.

### 3.17

#### Sichtmerkmal

Abweichung von einer idealen, vollständig geschlossenen Kugeloberfläche

ANMERKUNG Im Wesentlichen gibt es folgende Merkmale:

- Rückstände von vorausgegangenen Bearbeitungsprozessen (z. B. Oberfläche nicht oder unzureichend geläppt), inhomogene Oberflächenstruktur;
- mechanische Verletzungen wie z. B. Hiebmarken, Abplattungen, Kratzer, Anschürfungen;
- Risse, Verfärbungen (z. B. Oxydation).

**3.18****Oberflächenhärte**

Widerstand, den ein Körper dem Eindringen eines anderen entgegensetzt

ANMERKUNG Die in Tabelle 2 festgelegten Grenzwerte beziehen sich auf Härte nach Rockwell (HRC), Vickers (HV10) und Brinell (HB), bestimmt nach den in DIN EN ISO 6508-1, DIN EN ISO 6507-1 und DIN EN ISO 6506-1 beschriebenen Verfahren.

**3.19****Werkstoff-Gruppe**

Sammelbegriff für Werkstoffe bestimmter Eigenschaften

**4 Maße und Bezeichnungen**

Maße in Millimeter

Die für die in Frage kommenden Werkstoffarten bevorzugten Kugel-Nenn Durchmesser sind in Tabelle 1 angegeben. Andere Kugeldurchmesser können vereinbart werden.

Zur Unterscheidung der verschiedenen Werkstoffarten wird in der Produktbezeichnung die entsprechende Werkstoff-Nummer angegeben. Ersatzweise ist auch die Angabe des Werkstoff-Namens zulässig.

Die Werkstoffangabe kann bei Werkstoffen der Werkstoff-Gruppe 1 entfallen. Sie muss hier nur dann erfolgen, wenn ein Kunde einen ganz bestimmten der genannten Werkstoffe bzw. einen über die genannten Werkstoffe hinausgehenden anderen Werkstoff verlangt.

**Bezeichnungsbeispiele:**

Bezeichnung einer Kugel mit Nenndurchmesser  $D_w = 6$  mm der Klasse G10, aus Wälzlagerstahl, gehärtet, Werkstoffnummer 1.3505:

Kugel DIN 5401 — 6 G10

Bezeichnung einer Kugel mit Nenndurchmesser  $D_w = 6$  mm der Klasse G20, aus Wälzlagerstahl, gehärtet, nichtrostend, Werkstoffnummer 1.3541:

Kugel DIN 5401 — 6 G20 — 1.3541

Bezeichnung einer Kugel mit Nenndurchmesser  $D_w = 6$  mm der Klasse G5, aus Sinterwerkstoff (Keramik):

Kugel DIN 5401 — 6 G5 — Si3N4

Tabelle 1 — Kugel-Nenn Durchmesser und Gewichte

Nenn Durchmesser der Kugel $D_w$		Bevorzugte Kugeldurchmesser für Werkstoffgruppe <sup>b</sup>									Gewicht je 1 000 Stück
mm	in <sup>a</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kg $\approx^c$
0,4		X		X						X	0,00026
0,5		X		X						X	0,00051
1		X	X	X	X			X	X	X	0,00411
1,5		X	X	X	X	X		X	X	X	0,0139
1,588	1/16	X	X	X	X	X		X	X	X	0,0165
2		X	X	X	X	X		X	X	X	0,0329
2,381	3/32	X	X	X	X	X		X	X	X	0,0555
2,5		X	X	X	X	X		X	X	X	0,0642
2,778	7/64	X	X	X	X	X				X	0,0881
3		X	X	X	X	X		X	X	X	0,111
3,175	1/8	X	X	X	X	X		X	X	X	0,132
3,5		X	X	X	X	X		X	X	X	0,176
3,969	5/32	X	X	X	X	X		X	X	X	0,257
4		X	X	X	X	X		X	X	X	0,263
4,5		X	X	X	X	X		X	X	X	0,375
4,762	3/16	X	X	X	X	X		X	X	X	0,444
5		X	X	X	X	X		X	X	X	0,514
5,5		X	X	X	X	X		X	X	X	0,684
5,556	7/32	X	X	X	X	X		X	X	X	0,705
5,953	15/64	X								X	0,84
6		X	X	X	X	X	X	X	X	X	0,888
6,35	1/4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,05
6,5		X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,13
6,747	17/64	X					X			X	1,26
7		X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,41
7,144	9/32	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1,5
7,5		X	X	X	X	X	X			X	1,73
7,938	5/16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,06
8		X	X	X	X	X	X	X	X	X	2,11
8,5		X	X	X			X			X	2,52
8,731	11/32	X	X	X	X	X	X		X	X	2,74
9		X	X	X	X	X	X		X	X	3
9,5		X	X	X	X	X	X				3,52
9,525	3/8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	3,55
10		X	X	X	X	X	X	X	X	X	4,11
10,319	13/32	X	X	X	X	X	X			X	4,52
10,5		X		X	X	X	X			X	4,75
11		X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,47
11,112	7/16	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5,64
11,5		X			X	X	X				6,25
11,906	15/32	X	X	X	X	X	X			X	6,94
12		X	X	X	X	X	X	X	X		7,1
12,303	31/64	X				X	X				7,65
12,5		X	X	X		X	X				8,03
12,7	1/2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8,42
13		X	X	X	X	X	X	X	X	X	9,03
13,494	17/32	X	X	X		X	X				10,1
14		X	X	X	X	X	X	X	X	X	11,3
14,288	9/16	X	X	X	X	X	X			X	12
15		X	X	X	X	X	X	X	X	X	13,9
15,081	19/32	X	X	X		X	X				14,1
15,875	5/8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16,4

Externe elektronische Ausgestellte-Beuth-Hochschulbibliothekszentrum des Landes Nordrhein-Westfalen (HBZ)-KdNr.-227109-ID.XNZZNERAM71BLGZRWLK18SMJ.2-2017-07-05 09:01:40

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Nenn Durchmesser der Kugel $D_w$		Bevorzugte Kugeldurchmesser für Werkstoffgruppe <sup>b</sup>									Gewicht je 1 000 Stück kg $\approx^c$
mm	in <sup>a</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<b>16</b>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	16,8
<b>16,669</b>	$2\frac{1}{32}$	X	X	X							19
<b>17</b>		X	X	X	X			X	X	X	20,2
<b>17,462</b>	$1\frac{1}{16}$	X	X	X							21,9
<b>18</b>		X	X	X	X		X	X	X	X	24
<b>18,256</b>	$2\frac{3}{32}$	X	X	X							25
<b>19</b>		X	X	X						X	28,2
<b>19,05</b>	$\frac{3}{4}$	X	X	X	X			X	X	X	28,4
<b>19,844</b>	$2\frac{5}{32}$	X									32,1
<b>20</b>		X	X	X	X		X	X	X	X	32,9
<b>20,5</b>		X									35,4
<b>20,638</b>	$1\frac{3}{16}$	X	X	X	X					X	36,1
<b>21</b>		X								X	38,1
<b>21,431</b>	$2\frac{7}{32}$	X									40,5
<b>22</b>		X	X	X	X		X			X	43,8
<b>22,225</b>	$\frac{7}{8}$	X	X	X	X					X	45,1
<b>23</b>		X		X						X	50
<b>23,019</b>	$2\frac{9}{32}$	X									50,1
<b>23,812</b>	$1\frac{5}{16}$	X	X		X					X	55,5
<b>24</b>		X	X	X	X					X	56,8
<b>24,606</b>	$3\frac{1}{32}$	X	X								61,2
<b>25</b>		X	X	X	X			X	X	X	64,2
<b>25,4</b>	1	X	X	X	X						67,4
<b>26</b>		X			X					X	72,2
<b>26,988</b>	$1\frac{1}{16}$	X		X							80,8
<b>28</b>		X		X	X						90,2
<b>28,575</b>	$1\frac{1}{8}$	X	X	X				X	X		95,9
<b>30</b>		X	X	X	X			X	X		111
<b>30,162</b>	$1\frac{3}{16}$	X		X							113
<b>31,75</b>	$1\frac{1}{4}$	X	X	X	X						132
<b>32</b>		X		X							135
<b>33,338</b>	$1\frac{5}{16}$	X									152
<b>34</b>		X									162
<b>34,925</b>	$1\frac{3}{8}$	X		X							175
<b>35</b>		X			X			X	X		176
<b>36</b>		X		X							192
<b>36,512</b>	$1\frac{7}{16}$	X									200
<b>38</b>		X									226
<b>38,1</b>	$1\frac{1}{2}$	X	X	X	X						227
<b>39,688</b>	$1\frac{9}{16}$	X									257
<b>40</b>		X	X	X	X			X	X		263
<b>41,275</b>	$1\frac{5}{8}$	X		X							289
<b>42,862</b>	$1\frac{11}{16}$	X									324
<b>44,45</b>	$1\frac{3}{4}$	X		X							361
<b>45</b>		X	X	X	X						375
<b>46,038</b>	$1\frac{13}{16}$	X		X							401
<b>47,625</b>	$1\frac{7}{8}$	X		X							444
<b>50</b>		X	X	X	X						514
<b>50,8</b>	2	X		X							539
<b>53,975</b>	$2\frac{1}{8}$	X									646
<b>55</b>		X		X	X						684
<b>57,15</b>	$2\frac{1}{4}$	X									767
<b>60</b>		X	X	X	X						888

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Nenn Durchmesser der Kugel $D_w$		Bevorzugte Kugeldurchmesser für Werkstoffgruppe <sup>b</sup>									Gewicht je 1 000 Stück kg ≈ <sup>c</sup>
mm	in <sup>a</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<b>60,325</b>	2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	X									902
<b>63,5</b>	2 1/2	X		X							1 052
<b>65</b>		X		X	X						1 129
<b>66,675</b>	2 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	X									1 218
<b>69,85</b>	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	X		X							1 401
<b>70</b>		X	X	X	X						1 410
<b>73,025</b>	2 <sup>7</sup> / <sub>8</sub>	X									1 601
<b>75</b>		X		X							1 734
<b>76,2</b>	3	X									1 819
<b>80</b>		X	X	X							2 100
<b>82,55</b>	3 1/4	X									2 312
<b>85</b>		X		X							2 524
<b>88,9</b>	3 1/2	X									2 888
<b>90</b>		X		X							2 996
<b>95</b>		X									3 524
<b>95,25</b>	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	X									3 552
<b>100</b>		X	X	X							4 110
<b>110</b>		X									5 471
<b>114,3</b>	4 1/2	X									6 138
<b>120</b>		X									7 103
<b>150</b>		X									13 872

<sup>a</sup> Angaben nur zur Information; Inch-Maße dürfen nicht mehr verwendet werden.  
<sup>b</sup> Gruppen-Bezeichnung und Werkstoffname siehe Tabelle 2.  
<sup>c</sup> Gewichtsangabe gilt für Wälzlagerstähle der Werkstoffgruppe 1. Für andere Werkstoffe Gewichtsangabe mit Gewichtungsfaktor multiplizieren (siehe Tabelle 2).

## 5 Werkstoff und Härte

Bei den in Tabelle 2 genannten Werkstoffen handelt es sich um eine praxisorientierte Auswahl.

Andere Werkstoffe können vereinbart werden.



Tabelle 2 (fortgesetzt)

Werkstoff			Durchmesser mm		Oberflächen- Härte <sup>a</sup>	Kugel											Ge- wichts- faktor <sup>c</sup>				
						Klasse <sup>b</sup> (Grade)															
Nr	Name	Norm	über	bis		G3	G5	G10	G16	G20	G28	G40	G80	G100	G200	G300	G500	G600	G700		
<b>Werkstoff-Gruppe 3: Nichtrostende Stähle, gehärtet</b>																					
1.4034	X46Cr13	DIN EN 10088-3	—	12,7	580 HV10 bis 700 HV10					X			X				X				
			12,7	25,4	54 HRC bis 60 HRC									X					X		
			25,4	38,1	54 HRC bis 60 HRC											X					
			38,1	50,8	54 HRC bis 60 HRC											X					
			50,8	70	54 HRC bis 60 HRC												X				
			70	100	54 HRC bis 60 HRC												X				
1.4112	X90CrMoV18	DIN EN 10088-3		12,7									X								
1.4125	X105CrMo17	DIN EN 10088-3		12,7									X								
			25,4	50,8	55 HRC bis 60 HRC									X							
<b>Werkstoff-Gruppe 4: Nichtrostende Stähle, nicht härtbar</b>																					
1.4301	X5CrNi18-10	DIN EN 10088-3	—	5	280 HV10 bis 380 HV10											X	X	X			
1.4401	X5CrNiMo17-12-2	DIN EN 10088-3	5	25,4	280 HV10 bis 380 HV10											X	X				
1.4571	X6CrNiMoTi7-12-2	DIN EN 10088-3	25,4	70	280 HV10 bis 380 HV10											X					
<b>Werkstoff-Gruppe 5: Unlegierte Stähle, gehärtet</b>																					
1.0616	C86D	DIN EN 10016-2		20	700 HV10 bis 860 HV10								X		X		X		1		
<b>Werkstoff-Gruppe 5: Unlegierte Stähle, nicht härtbar</b>																					
1.1132	C15E2C	DIN EN 10263-3		25,4	120 HV10 bis 180 HV10												X		1		
1.0304	C9D	DIN EN 10016-2		25,4	120 HV10 bis 260 HV10												X				
<b>Werkstoff-Gruppe 7: Kupfer-Zink-Legierung (Messing)</b>																					
CW508L	CuZn37	DIN EN 12163 DIN EN 12166		25,4	120 HB bis 280 HB											X					
			25,4	50,8	120 HB bis 280 HB												X				
			50,7	75	120 HB bis 280 HB													X			

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Werkstoff			Durchmesser mm		Oberflächen- Härte <sup>a</sup>	Kugel											Ge- wichts- faktor <sup>c</sup>					
						Klasse <sup>b</sup> (Grade)																
Nr	Name	Norm	über	bis		G3	G5	G10	G16	G20	G28	G40	G80	G100	G200	G300	G500	G600	G700			
<b>Werkstoff-Gruppe 8: Kupfer-Zinn-Legierung (Bronze)</b>																						
CW453K	CuSn8	DIN EN 12166	—	25,4	120 HB bis 280 HB												X				1,12	
			25,4	50,8	120 HB bis 280 HB													X				
			50,8	75	120 HB bis 280 HB														X			
<b>Werkstoff-Gruppe 9: Sinterwerkstoffe (Keramik)</b>																						
—	Si3N4	—	25,4	1 550 HV10 bis 1 900 HV10	X	X	X														0,41	
<p><sup>a</sup> <b>Werkstoff-Gruppen 1, 2, 3 und 5:</b> Die festgelegten Härtewerte werden bei der Wärmebehandlung erzielt. Durch die daran anschließende Hartbearbeitung kommt es zu einer Kaltverfestigung in der äußersten Randzone, die zu einem gewissen, nicht einkalkulierbaren Härtezuwachs führt. Im Oberflächenbereich kann der obere Grenzwert deshalb geringfügig überschritten sein.</p> <p><b>Werkstoff-Gruppen 4, 6, 7 und 8 (ohne Wärmebehandlung):</b> Richtwerte. Durch die bei der Herstellung auftretende Kaltverfestigung sind auch geringfügig abweichende Werte möglich.</p> <p><sup>b</sup> Alle grau unterlegten Felder der Genauigkeitsklassen sind durch diese Norm abgedeckt. Sie können grundsätzlich geliefert werden. Die zusätzlich mit einem „X“ markierten Felder der Genauigkeitsklassen sind jedoch bevorzugt zu wählen.</p> <p><sup>c</sup> Die in Tabelle 1 enthaltenen Gewichtsangaben gelten für Kugeln aus Wälzlagerstahl der Werkstoff-Gruppe 1. Bei anderen Werkstoffen sind die Gewichtsangaben mit dem angegebenen Gewichtungsfaktor zu multiplizieren.</p> <p><sup>d</sup> Falls nicht anders vereinbart, gelten die in dieser Werkstoff-Gruppe genannten Werkstoffe nach Wahl des Herstellers.</p>																						

## 6 Anforderungen

### 6.1 Maß- und Formgenauigkeit, Rauheit

Tabelle 3 — Maß- und Formgenauigkeit, Rauheit

Klasse (Grade)	$D_w$ Nennmaße		Grenzab- maße <sup>e</sup> $\mu\text{m}$	$t_{Dws}$ $V_{Dws}$ $\mu\text{m}$ max.	$R_a^f$ $\mu\text{m}$ max.	$V_{DwL}^e$ $\mu\text{m}$ max.	$V_{DwA}^e$ $\mu\text{m}$ max.	$I_G$ $S_T$ $\mu\text{m}$	Sortenbereich und Sorteneinteilung <sup>g</sup> $\mu\text{m}$		
	über mm	bis mm							-	0	+
G3	—	12,7	± 5,32	0,08	0,01	0,13	—	0,5	- 5 bis - 0,5	0	+ 0,5 bis + 5
G5	—	12,7	± 5,63	0,13	0,014	0,25	—	1	- 5 bis - 1	0	+ 1 bis + 5
G10	—	25,4	± 9,75	0,25	0,02	0,5	—	1	- 9 bis - 1	0	+ 1 bis + 9
G16 <sup>a</sup>	—	25,4	± 11,4	0,4	0,025	0,8	—	2	- 10 bis - 2	0	+ 2 bis + 10
G20 <sup>a</sup>	—	38,1	± 11,5	0,5	0,032	1	—	2	- 10 bis - 2	0	+ 2 bis + 10
G28 <sup>a</sup>	—	50,8	± 13,7	0,7	0,05	1,4	—	2	- 12 bis - 2	0	+ 2 bis + 12
G40	—	100	± 19	1	0,06	2	—	4	- 16 bis - 4	0	+ 4 bis + 16
G80 <sup>b</sup>	—	100	± 14	2	0,1	—	4,0	4	- 12 bis - 4	0	+ 4 bis + 12
G100	—	150	± 47,5	2,5	0,1	5	—	10	- 40 bis - 10	0	+ 10 bis + 40
G200	—	150	± 72,5	5	0,15	10	—	10	- 60 bis - 10	0	+ 10 bis + 60
G300 <sup>a</sup>	—	25,4	± 70	10	0,2	—	20	20	- 60 bis - 20	0	+ 20 bis + 60
G300 <sup>c</sup>	25,4	50,8	± 105	15	0,2	—	30	30	- 90 bis - 30	0	+ 30 bis + 90
G300	50,8	75	± 140	20	0,2	—	40	40	- 120 bis - 40	0	+ 40 bis + 120
G500 <sup>d</sup>	—	25,4	± 75	25	—	—	50	50	- 50	0	+ 50
G500	25,4	50,8	± 112,5	25	—	—	75	75	- 75	0	+ 75
G500	50,8	75	± 150	25	—	—	100	100	- 100	0	+ 100
G500	75	100	± 187,5	32	—	—	125	125	- 125	0	+ 125
G500	100	125	± 225	38	—	—	150	150	- 150	0	+ 150
G500	125	150	± 262,5	44	—	—	175	175	- 175	0	+ 175
G600 <sup>d</sup>	alle		± 200	—	—	—	400	—	—	0	—
G700 <sup>d</sup>	alle		± 1 000	—	—	—	2 000	—	—	0	—

<sup>a</sup> Nach Vereinbarung mit dem Hersteller können in Ausnahmefällen für die Klassen G16, G20, G28 und G300 die halben Sortenintervall-Werte ( $I_G$ ) bezogen werden.

<sup>b</sup> Nicht in ISO 3290 festgelegt; Klasse entspricht der ehemaligen Klasse IV nach DIN 5401:1978-01.

<sup>c</sup> Nicht in ISO 3290 festgelegt; Klasse entspricht der Standardgenauigkeit für ungehärtete nichtrostende Kugeln nach DIN 5401-2:1993-11.

<sup>d</sup> Nicht in ISO 3290 festgelegt; Klassen entsprechen den bisherigen Klassen V bis VII nach DIN 5401:1978-01.

<sup>e</sup> Werte gelten für den mittleren Kugeldurchmesser  $D_{wm}$ .

<sup>f</sup> Siehe DIN EN ISO 4288 (cut-off); bei kleinen Kugeln, die nicht mehr nach dieser Norm abgedeckt werden, nach Vereinbarung.

<sup>g</sup> Unterteilung in Schritten von  $I_G$ .

### 6.2 Welligkeit und Sichtmerkmale

Es ist anerkannt, dass Welligkeit und Sichtmerkmale der Kugeln, im Hinblick auf ihren Einfluss auf das Geräuschverhalten der Wälzlager, zu den wesentlichen Qualitätsmerkmalen zählen.

Da es auf diesem Gebiet keine einheitlich festgelegten Bewertungskriterien gibt, müssen bei Bedarf Beurteilungsverfahren und Anforderungen zwischen Hersteller und Kunde vereinbart werden.

### 6.3 Zusätzliche Anforderungen für Sinterwerkstoffe (Keramik)

Bruchzähigkeit,  $K_{IC}$ : min. 6 MPa · m<sup>1/2</sup>

Elastizitätsmodul,  $E$ : min. 31 500 N/mm<sup>2</sup>

## 7 Konservierung, Verpackung und Kennzeichnung der Verpackung

Die Kugeln werden, soweit es von der Werkstoffart her erforderlich ist, gegen Korrosion geschützt geliefert. Jede Sorte wird getrennt verpackt. Bei der Angabe der Sorte steht P für plus, M für minus und N für Null.

Sofern keine besonderen Vereinbarungen getroffen werden, besteht kein Anspruch auf eine bestimmte Sorte.

Setzt sich eine Lieferung aus mehreren Packungen zusammen, dann enthält jede Packung nur eine Sorte. Von Packung zu Packung kann die Sorte jedoch verschieden sein.

Bei Kugeln der Klassen G3 bis G200 (G80 ausgenommen) sollten Packungen gleicher Sorte nicht miteinander vermischt werden, da deren Lage innerhalb der Sortentoleranz,  $S_T$ , unterschiedlich sein kann. Ein Vermischen verschiedener Packungseinheiten würde zu einer Verschlechterung der Durchmesserstreuung führen.

Die Verpackung ist zu beschriften mit dem Nenndurchmesser der Kugel, der Kugelklasse, der Durchmesser-sortenart und der Werkstoff-Nummer, ersatzweise auch mit dem Werkstoff-Namen. Die Werkstoffangabe kann bei Werkstoffen der Werkstoff-Gruppe 1 entfallen. Sie muss hier nur dann erfolgen, wenn ein Kunde einen ganz bestimmten der genannten Werkstoffe bzw. einen über die genannten Werkstoffe hinausgehenden anderen Werkstoff verlangt.

Bei Kugeln der Klassen G3 bis G200 (G80 ausgenommen) ist hinter der Kennzeichnung in Klammern zusätzlich noch das aktuelle mittlere Abmaß der Packungseinheit vom Nenndurchmesser,  $D_w$ , anzugeben.

BEISPIEL 1 Kennzeichnung einer Verpackung für eine Kugel mit einem Nenndurchmesser  $D_w = 6$  mm der Klasse G10 und der Sorte + 3 (P3) aus Wälzlagerstahl, gehärtet, Werkstoff-Nr. 1.3505 (aktuelles mittleres Abmaß: + 3,2 µm):

**6 G10 P3 (+ 3,2)**

BEISPIEL 2 Kennzeichnung einer Verpackung für eine Kugel mit einem Nenndurchmesser  $D_w = 6$  mm der Klasse G20 und der Sorte – 4 (M4) aus Wälzlagerstahl, gehärtet, nichtrostend, Werkstoffnummer 1.3541 (aktuelles mittleres Abmaß: – 3,8 µm):

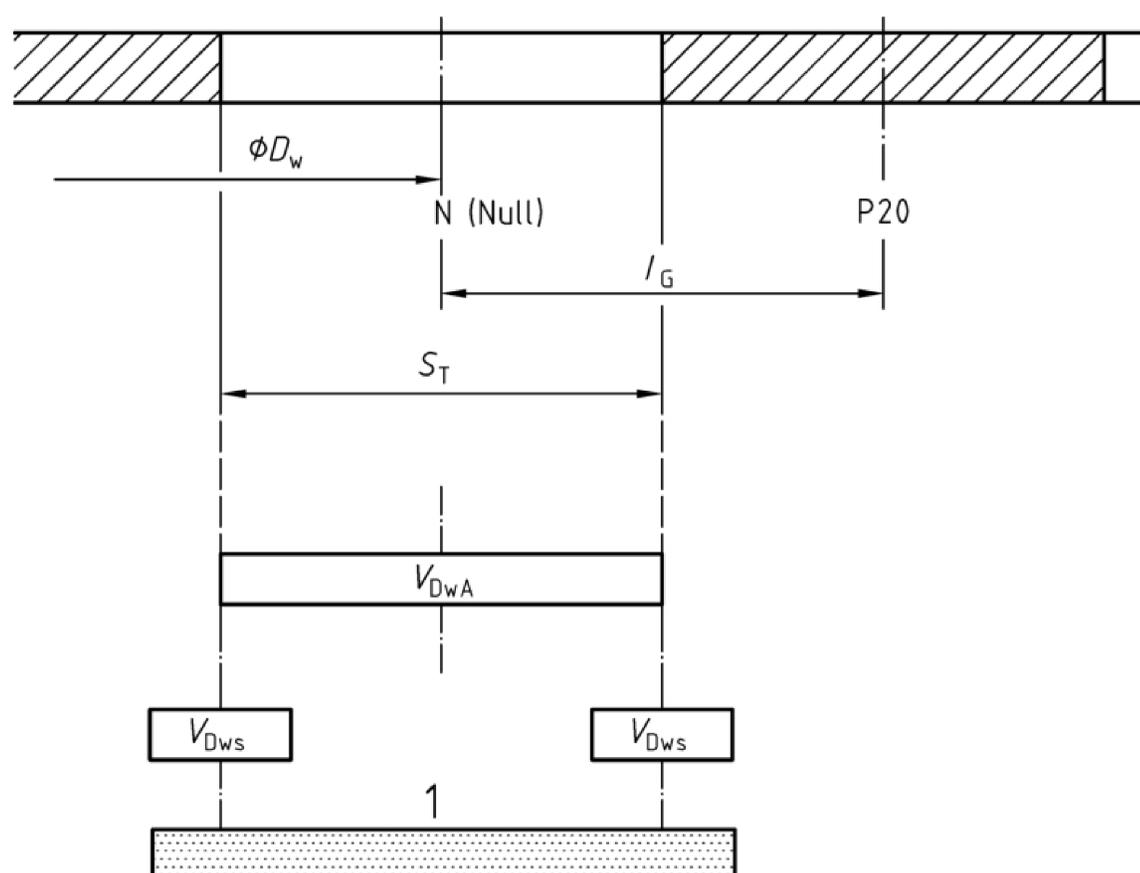
**6 G20 M4 – 1.3541 (– 3,8)**

BEISPIEL 3 Kennzeichnung einer Verpackung für eine Kugel mit einem Nenndurchmesser  $D_w = 6$  mm der Klasse G5 und der Sorte Null (N) aus Sinterwerkstoff (Keramik) (aktuelles mittleres Abmaß: + 0,4 µm):

**6 G5 N – Si3N4 (+ 0,4)**



## A.2 Sortierparameter $V_{DwA}$ (gültig für Klassen G300 bis G700 und G80)



### Legende

- 1 Gesamtstreuung in einer Packungseinheit

Bild A.2 — Sortierparameter  $V_{DwA}$

## Anhang B (normativ)

### Messung der Abweichung von der Kugelform ( $t_{Dws}$ )

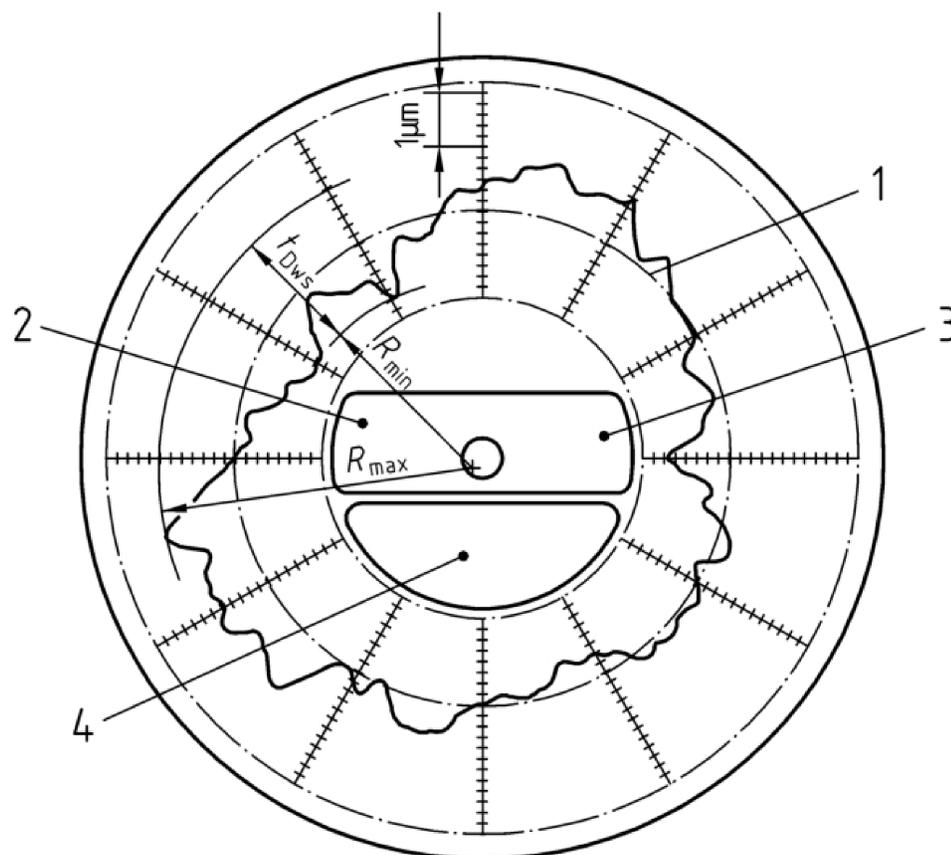
Die Beurteilung der Kugelform erfolgt auf der Basis von Rundheitsmessungen in einer geforderten Anzahl unterschiedlicher äquatorischer Ebenen einer Kugel (siehe Bild B.1).

Für das Profil der einzelnen Äquatorialebenen wird ein ausgleichender Kreis nach der Methode der kleinsten Abstandsquadrate berechnet (LSC = Least Square Centre).

Die Rundheitsabweichung ist der radiale Abstand zweier zum Ausgleichskreis konzentrischer Kreise, die das Profil mit kleinstmöglichem Abstand einschließen.

In der Praxis hat sich die Messung der Rundheit in drei jeweils um  $90^\circ$  zueinander versetzten Äquatorialebenen als ausreichend erwiesen. Eine von dieser Regelung abweichende Anzahl Messungen je Kugel kann zwischen Hersteller und Abnehmer vereinbart werden.

Eine detaillierte Beschreibung des Prüfverfahrens ist in DIN ISO 4291 festgelegt.



#### Legende

- 1 Ausgleichskreis
- 2 Beschriftungsfeld: Vergrößerung  $\times 10\,000$
- 3 Beschriftungsfeld: Filter 1-50
- 4 Beschriftungsfeld: Abweichung von Kugelform  $t_{Dws} = 2,48\ \mu\text{m}$

**Bild B.1 — Abweichung von der Kugelform**

## Anhang C (informativ)

### Erläuterungen

Mit den Klassen G3 bis G200 (ausgenommen G80) wurde ISO 3290 inhaltlich nahezu vollständig übernommen. Die Klasse G80 wurde zusätzlich geschaffen. Sie entspricht der früheren DIN-Klasse IV, für die als Zwischenklasse noch immer ein Bedarf besteht.

Die genannten Klassen werden überwiegend in Wälzlagern verwendet.

Im Gegensatz zu ISO 3290 geht DIN 5401 jedoch über diesen Anwendungsbereich hinaus und kommt mit den Klassen G500 bis G700 einem Bedarf an Kugeln gröberer Genauigkeit für Nichtwälzlagerzwecke nach. Diese Klassen entsprechen den früheren DIN-Klassen V bis VII.

ISO 3290 beschränkt sich im Prinzip auf durchhärtende Wälzlagerstähle. Tatsächlich besteht darüber hinaus jedoch noch ein erheblicher Bedarf an Kugeln aus Sonder-Werkstoffen. Zum überwiegenden Teil werden sie ebenfalls in Wälzlagern verwendet. Abweichend von ISO 3290 deckt DIN 5401 diese Werkstoffe mit ab. Dabei wird auf die bereits vorhandenen Genauigkeitsklassen zurückgegriffen.

Alle Ergänzungen zu ISO 3290 werden als wichtig angesehen. Sie haben dazu geführt, DIN 5401 weiter als eigenständige Norm zu führen und ISO 3290 nicht als Deutsche Norm herauszugeben.

Dabei wurde bewusst in Kauf genommen, dass in der Norm neben den wälzlagerrelevanten Kugeln auch solche für Nichtwälzlagerzwecke aufgeführt werden.

Mit der Zusammenfassung aller Anwendungsbereiche und Werkstoffe in **einer** Norm bzw. in **einem** Normteil wird die Übersichtlichkeit deutlich erhöht. Dies bringt Vorteile sowohl für den Kunden als auch für den Hersteller.

Mit der ISO 3290:1998 wurden die Millimeterangaben der auf Zoll-Abmessungen aufbauenden Kugelnennendurchmesser nur noch mit drei Dezimalstellen statt zuvor mit fünf angegeben. Diese Regelung hat sich als sehr sinnvoll herausgestellt. Sie erleichtert nicht nur den Herstellungsprozess (siehe Kalibrierung der Messgeräte). Die kürzere Schreibweise führt darüber hinaus auch zu Vorteilen administrativer Art. Die Genauigkeit ist dabei in keiner Weise betroffen.

In der vorliegenden DIN-Norm wird diese Regelung übernommen.

Aus (formellen) Gründen, die Deutschland nicht teilt, wurde mit der Neuausgabe von ISO 3290 (d. h. letzte Ausgabe 2001) der Schritt leider wieder rückgängig gemacht. Deutschland hat beschlossen, dieser Rückänderung nicht zu folgen und bei den bewährten 3 Dezimalstellen zu bleiben.

**ANMERKUNG** Mit dem Übergang von DIN 5401:1978-01 zu DIN 5401-1:1993-11 wurden neben der Klassenbezeichnung auch die Parameter für die Formabweichung geändert.

Bei der Umschlüsselung in die neue Klassenbezeichnung (von I, II usw. in G3, G5 usw.) wurde dabei für die neu einbezogenen Formparameter  $V_{Dws}$  und  $t_{Dw}$  ein Richtwert zugrunde gelegt, der betragsmäßig 50 % der Toleranz des davor verwendeten Parameters  $V_{3Dws}$  entspricht.

Die Praxis hat jedoch gezeigt, dass aufgrund der üblicherweise vorherrschenden Wellenzahl am Kugelumfang durchaus ein Wert von 75 % angesetzt werden kann. Bei der Umschlüsselung ist dies im Einzelfall zu berücksichtigen.

Die in Tabelle 4 der Ausgabe 1993-11 vorgenommene Umschlüsselung kann rückblickend als verschärfte Forderung angesehen werden. Aus heutiger Sicht ist deshalb z. B. anstelle der mit G20 vorgenommenen Umschlüsselung für Kugeln der Klasse III,  $D_w \leq 25$  mm, auch eine Umschlüsselung in G28 vertretbar.

In jedem Fall sollte auf eine bedarfsorientierte Umschlüsselung geachtet werden. Dies gilt auch für die neu vorzunehmende Umschlüsselung der Genauigkeitsklassen aus DIN 5401-2:1993-11 in die der jetzt vorliegenden Norm. Vorteilhaft ist dabei die Abstimmung zwischen Herstellern und Abnehmern.