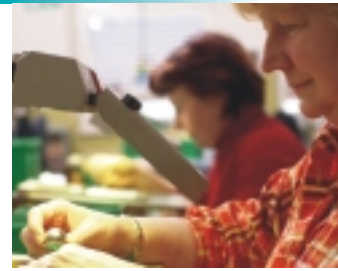


Präzisionskugeln

Sonderkugeln

Kugellager



KGM

KGM Kugelfabrik Gebauer GmbH



Präzisions- kugeln

Kugelfertigung
Kugeln aus Wälzlagerstahl und
unlegierten Stählen
Richtanalysen für Stähle
Chemische Beständigkeit von
Werkstoffen
Sortierparameter
Maß- und Formgenauigkeit nach
DIN 5401
Werkstoffgruppen

Sonderkugeln

Kugeln aus Sonderwerkstoffen
Kugeln aus Kunststoffen
Maß- und Formgenauigkeit von
geschliffenen Kunststoffkugeln
Abmessungen und Gewichte
Physikalische Eigenschaften von
Kunststoffen

Kugellager

Roulements à billes en plastique
Roulements à billes en aciers
inoxydables et non durcissables

Kugelhalter

Schalt- und Sonderkugeln

Technische Informationen

Verpackungen

Seite 2/3

Seite 4

Seite 5

Seite 6

Seite 7/8/9

Seite 10

Seite 11

Seite 12

Seite 13

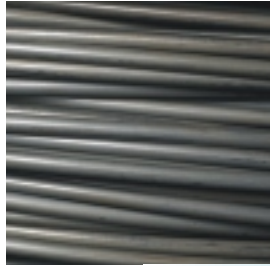
Seite 14

Seite 14

Seite 15/16

Produktion Vom Draht zur Kugel

Draht aus verschiedenen Werkstoffen



Pressen



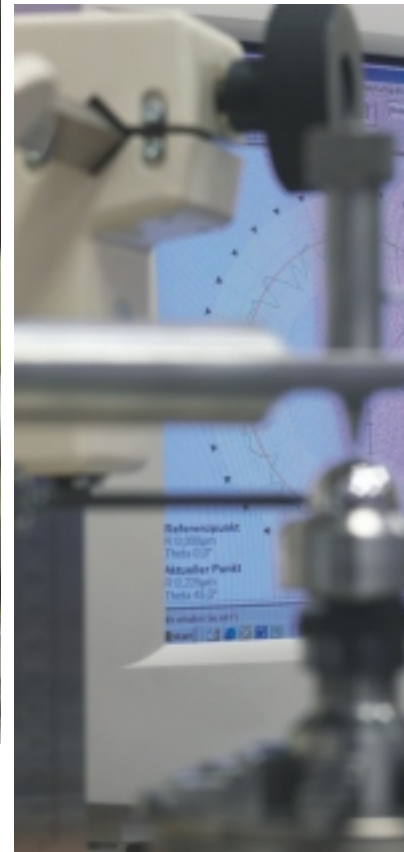
Walzen



Härten



Prüfung: Form, Rauheit, Maß,
Härte, Oberfläche



Draht pressen
Walzen
Wärme-
Behandlung
Rundschleifen
Läppen
Polieren
Endprüfung



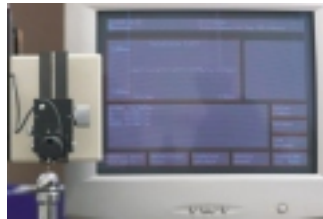
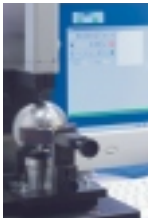
Meßplatz

Schleifen

Läppen



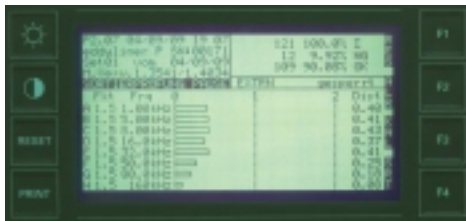
„Null-Fehler“ ist unsere Strategie!



DQS-zertifiziert nach
 DIN EN ISO 9001:2000
 ISO/TS 16949:2002



Endprüfungen, Sortieren





Lieferprogramm

Kugeln aus Wälz- lagerstahl und aus un- legierten Stählen

Kugeln aus Wälzlagerstahl (1.3505) besitzen einen höheren Verschleißwiderstand und werden u. a. in besseren Qualitäten für Wälzlager, in der Lineartechnik sowie für spezielle Dichtheitsanforderungen bei Ventilkugeln und höchsten Qualitätsanforderungen in der Automobilindustrie eingesetzt. Je nach Einsatzgebiet werden auch Kugeln aus gehärteten, unlegierten Stählen verwendet.

Für das Bohren und Schweißen eignen sich Kugeln aus ungehärten Stählen.

Durchmesser		Gewicht kg je 1000 St.	Stück je kg Gewicht
D _w mm	Zoll		
0,5	-	0,00051	1.960.785,00
0,794	1/32	0,002	500.000,00
1	-	0,0041	243.903,00
1,5	-	0,0139	71.943,00
1,588	1/16	0,0165	60.606,00
2	-	0,033	30.303,00
2,381	3/32	0,055	18.182,00
2,5	-	0,064	15.625,00
3	-	0,111	9.009,00
3,175	1/8	0,132	7.576,00
3,5	-	0,177	5.610,00
3,969	5/32	0,257	3.891,00
4	-	0,263	3.802,00
4,5	-	0,374	2.674,00
4,762	3/16	0,446	2.242,00
5	-	0,514	1.946,00
5,5	-	0,679	1.473,00
5,556	7/32	0,702	1.425,00
6	-	0,882	1.134,00
6,350	1/4	1,03	971,00
6,5	-	1,13	885,00
7	-	1,41	709,00
7,144	9/32	1,50	667,00
7,5	-	1,74	575,00
7,938	5/16	2,06	485,00
8	-	2,10	476,00
8,5	-	2,52	397,00
8,731	11/32	2,66	376,00
9	-	3,00	333,00
9,525	3/8	3,55	282,00
je 100 St.			
10	-	0,411	243,00
10,319	13/32	0,443	226,00
10,5	-	0,476	211,00
11	-	0,547	183,00
11,112	7/16	0,564	174,00
11,5	-	0,625	160,00
11,906	15/32	0,693	145,00
12	-	0,710	141,00
12,5	-	0,803	125,00
12,700	1/2	0,842	119,00
13	-	0,903	111,00
13,494	17/32	1,01	99,00
13,5	-	1,01	99,00
14	-	1,13	88,50
14,288	9/16	1,20	83,30
15	-	1,39	71,90
15,081	19/32	1,41	70,90
15,875	5/8	1,65	60,60
16	-	1,68	59,50
16,5	-	1,85	54,00
16,669	21/32	1,91	52,40
17	-	2,02	49,50
17,462	11/16	2,19	45,70
18	-	2,40	41,70
18,256	23/32	2,50	40,00
19	-	2,82	35,50
19,050	3/4	2,84	35,20
19,844	25/32	3,24	30,90
20	-	3,29	30,40
20,5	-	3,54	28,30
20,638	13/16	3,62	27,60
21	-	3,81	26,30
21,431	27/32	4,00	25,00

Durchmesser		Gewicht kg je 100 St.	Stück je kg Gewicht
D _w mm	Zoll		
22	-	4,38	22,80
22,225	7/8	4,52	22,10
23,019	29/32	4,97	20,10
23,812	15/16	5,55	18,00
24	-	5,68	17,60
25	-	6,42	15,60
25,400	1	6,74	14,80
26	-	7,23	13,80
26,988	1 1/16	8,08	12,40
28	-	9,02	11,10
28,575	1 1/8	9,55	10,50
30	-	11,10	9,00
30,162	1 3/16	11,30	8,90
31,750	1 1/4	13,20	7,60
32	-	13,50	7,40
33	-	14,80	6,80
33,338	1 5/16	15,20	6,60
34	-	16,20	6,20
34,925	1 3/8	17,50	5,70
35	-	17,70	5,70
36	-	19,20	5,20
36,512	1 7/16	20,00	5,00
38	-	22,50	4,40
38,100	1 1/2	22,70	4,40
39,688	1 9/16	25,70	3,90
40	-	26,30	3,80
41,275	1 5/8	29,00	3,50
42,862	1 11/16	32,40	3,10
44,450	1 3/4	36,10	2,80
45	-	37,40	2,70
46,038	1 13/16	40,30	2,50
47,625	1 7/8	44,60	2,20
49,212	1 15/16	49,00	2,00
50	-	51,40	1,95
50,800	2	53,90	1,88
53,975	2 1/8	64,60	1,55
55	-	67,90	1,47
57,150	2 1/4	76,70	1,30
60	-	88,20	1,13
60,325	2 3/8	90,20	1,11
63,500	2 1/2	103,00	0,97
65	-	113,00	0,88
66,675	2 5/8	122,00	0,82
69,850	2 3/4	140,00	0,71
70	-	141,00	0,71
73,025	2 7/8	160,00	0,63
75	-	174,00	0,57
76,200	3	182,00	0,55
80	-	210,00	0,48
82,550	3 1/4	231,00	0,43
85	-	252,00	0,40
88,900	3 1/2	289,00	0,35
90	-	300,00	0,33
95	-	352,00	0,28
95,250	3 3/4	355,00	0,28
100	-	411,00	0,24
120	-	710,00	0,14
127	-	842,00	0,12
150	-	1.387,00	0,07
180	-	2.397,00	0,04
200	-	3.288,00	0,03
250	-	6.422,00	0,02
320	-	13.468,00	0,01

(ca. Angaben)

Das spez. Gewicht ist mit
7,85 kg/dm³ gerechnet

Stahlsorte Werkstoff- nummer	Kurzbezeichnung	AISI/ ASTMA/ UNS	C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	Mo %	P %	S %	Cu %	Sonstige		
1.0304 ¹⁾	C9D	≈ 1010	≤ 0,1	≤ 0,3	≤ 0,6	≤ 0,2	≤ 0,25	≤ 0,08	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,35			
1.0413 ¹⁾	C15D	≈ 1015	0,12 - 0,17	≤ 0,3	0,30 - 0,60	≤ 0,2	≤ 0,25	≤ 0,05	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,3	Al ≤ 0,01		
1.0616 ¹⁾	C86D	≈ 1086	0,83 - 0,88	0,10 - 0,30	0,50 - 0,80	≤ 0,15	≤ 0,2	≤ 0,05	≤ 0,035	≤ 0,035	≤ 0,25 ⁶⁾	Al ≤ 0,01		
1.0715 ²⁾	11SMn30	≈ 1213	≤ 0,14	≤ 0,05	0,90 - 1,30				≤ 0,11	0,27 - 0,33				
1.1132 ³⁾	C15E2C	-	0,13 - 0,17	≤ 0,3	0,30 - 0,60				≤ 0,025	≤ 0,025	≤ 0,25			
B1 (1.3505) ⁴⁾	Ø ≤ 38,2 mm	100Cr6	≈ E52100	0,93 - 1,05	0,15 - 0,35	0,25 - 0,45	1,35 - 1,60		≤ 0,1	≤ 0,025	≤ 0,015	≤ 0,3	Al ≤ 0,05 O ≤ 0,0015	
B3 (1.3520) ⁴⁾	Ø ≤ 117,5 mm	100CrMnSi6-4	≈ 485-89, Grade 2	≈ K19195	0,93 - 1,05	0,45 - 0,75	1,00 - 1,20	1,40 - 1,65		≤ 0,1	≤ 0,025	≤ 0,015	≤ 0,3	Al ≤ 0,05 O ≤ 0,0015
B6 (1.3536) ⁴⁾	Ø ≤ 200 mm	100CrMo7-3	≈ K19965	0,93 - 1,05	0,15 - 0,35	0,6 - 0,8	1,65 - 1,95		0,20 - 0,35	≤ 0,025	≤ 0,015	≤ 0,3	Al ≤ 0,05 O ≤ 0,0015	
B8 (1.3539) ⁴⁾	Ø ≤ 350 mm	100CrMnMoSi8-4-6	-	0,93 - 1,05	0,4 - 0,6	0,8 - 1,1	1,8 - 2,05		0,5 - 0,6	≤ 0,025	≤ 0,015	≤ 0,3	Al ≤ 0,05 O ≤ 0,0015	
B50 (1.3541) ⁴⁾	X47Cr14	-	0,43 - 0,50	≤ 1,0	≤ 1,0	12,5 - 14,5			≤ 0,04	≤ 0,015				
B51 (≈1.4037) ⁴⁾	X65Cr14	-	0,60 - 0,70	≤ 1,0	≤ 1,0	12,5 - 14,5			≤ 0,04	≤ 0,015				
1.4021 ⁵⁾	X20Cr13	≈ 420	0,16 - 0,25	≤ 1,0	≤ 1,5	12,0 - 14,0			≤ 0,04	≤ 0,03				
1.4034 ⁵⁾	X46Cr13	-	0,43 - 0,50	≤ 1,0	≤ 1,0	12,5 - 14,5			≤ 0,04	≤ 0,03				
1.4112 ⁵⁾	X90CrMoV18	≈ 440B	0,85 - 0,95	≤ 1,0	≤ 1,0	17,0 - 19,0		0,9 - 1,3	≤ 0,04	≤ 0,03		V: 0,07 - 0,12		
1.4125 ⁵⁾	X105CrMo17	≈ 440C	0,95 - 1,20	≤ 1,0	≤ 1,0	16,0 - 18,0		0,4 - 0,8	≤ 0,04	≤ 0,03				
1.4016 ⁵⁾	X6Cr17	≈ 430	≤ 0,08	≤ 1,0	≤ 1,0	16,0 - 18,0			≤ 0,04	≤ 0,03				
1.4104 ⁵⁾	X12CrMoS17	≈ 430F	0,10 - 0,17	≤ 1,0	≤ 1,5	15,5 - 17,5		0,2 - 0,6	≤ 0,04	0,15 - 0,35				
1.4301 ⁵⁾	X5CrNi18-10	≈ 304	≤ 0,07	≤ 1,0	≤ 2,0	17,0 - 19,5	8,0 - 10,5		≤ 0,045	≤ 0,03		N ≤ 0,11		
1.4303 ⁵⁾	X5CrNi18-12	≈ 305	≤ 0,06	≤ 1,0	≤ 2,0	17,0 - 19,0	11,0 - 13,0		≤ 0,045	≤ 0,03		N ≤ 0,11		
1.4401 ⁵⁾	X5CrNiMo17-12-2	≈ 316	≤ 0,07	≤ 1,0	≤ 2,0	16,5 - 18,5	10,0 - 13,0	2,0 - 2,5	≤ 0,045	≤ 0,03		N ≤ 0,11		
1.4404 ⁵⁾	X2CrNiMo17-12-2	≈ 316L	≤ 0,03	≤ 1,0	≤ 2,0	16,5 - 18,5	10,0 - 13,0	2,0 - 2,5	≤ 0,045	≤ 0,03		N ≤ 0,11		
1.4571 ⁵⁾	X6CrNiMoTi17-12-2	≈ 316Ti	≤ 0,08	≤ 1,0	≤ 2,0	16,5 - 18,5	10,5 - 13,5	2,0 - 2,5	≤ 0,045	≤ 0,03		Ti: 5xC bis 0,7		

¹⁾gem. DIN EN 10016-2 ²⁾gem. DIN EN 10277-3 ³⁾gem. DIN EN 10263-3 ⁴⁾gem. DIN EN ISO 683-17 ⁵⁾gem. DIN EN 10088-3 ⁶⁾Cu + Sn ≤ 0,25% ≈ = ähnlich

	Wasser	anorgan. Salzlösungen	schwache Säuren	starke organ. Säuren	starke Säuren	Flußsäure	oxidierende Säuren	schwache Laugen	starke Laugen	aliphatische Kohlenwasserstoffe	aromatische Kohlenwasserstoffe	chlorierte Kohlenwasserstoffe	ungesättigte chlorierte Kohlenwasserstoffe	niedere Alkohole	Ester	Ketone	Äther	Benzin	Treibstoffgemisch	Mineralöl	Fette, Öle	Terpenin	
1.0616 gehärtet	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1.3505 gehärtet	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1.4034 gehärtet	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1.4125 gehärtet	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1.4301	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1.4401	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
1.4571	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Titan 35	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aluminium	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Hartmetall	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Messing	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Bronze	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Steatit	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Glas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PA (Polyamid 66)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
POM (Polyacetal)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PP (Polypropylen)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PTFE (Teflon)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
PUR (Polyurethan)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Siliziumnitrid Si ₃ N ₄	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Zirkonoxid ZrO ₂	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aluminiumoxid Al ₂ O ₃	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Chemische Beständigkeit von Werkstoffen

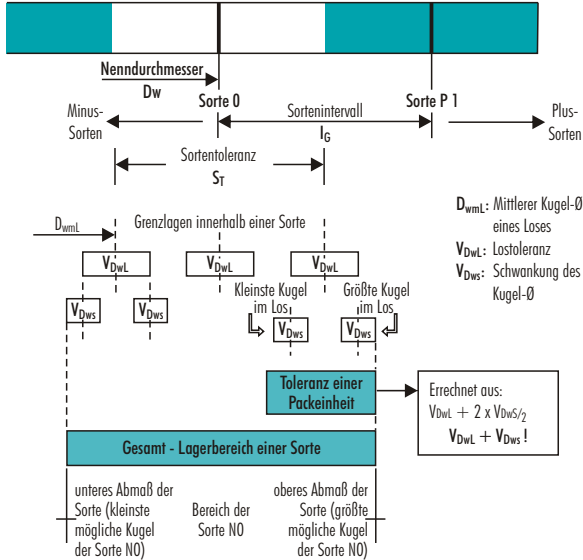
- beständig
- ▲ ausreichend beständig
- bedingt beständig
- meist unbeständig
- völlig unbeständig

(Unverbindliche Angaben der Materiallieferanten)

Sortierparameter Definitionen

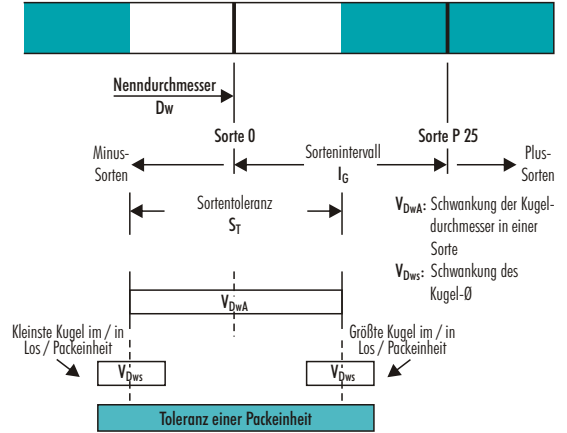
Sortierparameter V_{DwL}

Qualitäten G3-G40; G100; G200 (unabhängig von Materialien)



Sortierparameter V_{DwA}

Qualitäten G80; G300-G700 (unabhängig von Materialien)



Abmaß

Größt- bzw. kleinstmöglicher mittlerer Kugeldurchmesser.

D_w - Nenndurchmesser der Kugel

D_{wm}
 Arithmetisches Mittel aus größtem und kleinstem Durchmesser einer Kugel.

D_{wL}
 Arithmetisches Mittel aus größtem und kleinstem mittleren Kugeldurchmesser D_{wm} in einem Los.

G - Klasse
 Bestimmte Kombinationen von Maßtoleranzen, Toleranzen der Form, der Oberflächenrauheit und der Durchmesserstreuung. Jede Klasse ist mit einer Nummer gekennzeichnet, der der Buchstabe **G** vorangestellt ist.

I_G - Sortenintervall
 Betrag, in den das zulässige Abmaß des Nenndurchmessers der Kugel gleichmäßig unterteilt ist.

Los
 Eine bestimmte Anzahl von Kugeln, die unter gleichen Bedingungen hergestellt werden und untereinander weitgehend gleiche Eigenschaften aufweisen.

R_a - Oberflächenrauheit

S - Sorte
 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 .

S_T - Sortentoleranz

Bereich in dem sich D_{wL} innerhalb einer Sorte bewegen darf. Die Sortentoleranz S_T ist vom Betrag her identisch mit dem Sortenintervall I_G .

t_{Dws} - Abweichung von der Kugelform
 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).

V_{DwA} - Schwankung der Kugeldurchmesser in einer Sorte
 Unterschied zwischen größtem und kleinstem mittleren Kugeldurchmesser in einer Sorte. Gilt nur für die Klassen G 80, G 500 bis G 700 und Sonderwerkstoffe aller Art.

V_{DwL} - Schwankung der Kugeldurchmesser in einem Los
 Differenz zwischen größtem und kleinstem mittleren Kugeldurchmesser D_{wm} in einem Los. Gilt nur für die Klassen G 3 bis G 200 (ausgenommen G 80).

V_{Dws} - Schwankung des Kugeldurchmessers
 Differenz zwischen größtem und kleinstem einzelnen Durchmesser einer Kugel.

Maß- und Formgenauigkeiten nach DIN 5401:2002-08

Klasse (Grade)	Nennmaße		Dw Grenzabmaße ¹⁾	t _{Dws} ²⁾ V _{Dws}	R _a ³⁾	V _{DwL} ¹⁾	V _{DwA} ¹⁾	I _G S _T	Sortenbereich und Sorteneinteilung						
	über	bis							µm	µm max	µm max	µm max	µm max	µm	µm
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	-	25,4	± 11,4	0,4	0,025	0,8	-	2	- 10	bis	- 2	0	+ 2	bis	+ 10
G20	-	38,1	± 11,5	0,5	0,032	1	-	2	- 10	bis	- 2	0	+ 2	bis	+ 10
G28	-	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	-	100	± 14	2	0,1	-	4	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	-	25,4	± 70	10	0,2	-	20	20	- 60	bis	- 20	0	+ 20	bis	+ 60
G300	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	-	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	alle		± 200	-	-	-	400	-	-			0			-
G700	alle		± 1000	-	-	-	2000	-	-			0			-

Ausführungen nach ISO 3290, AFBMA und Kundenspezifikationen sind ebenfalls möglich.

¹⁾Werte gelten für den mittleren Kugeldurchmesser D_{wm}.

²⁾Prüfverfahren nach DIN ISO 4291.

³⁾Nach DIN EN ISO 4288.

Standard-Werkstoffgruppen

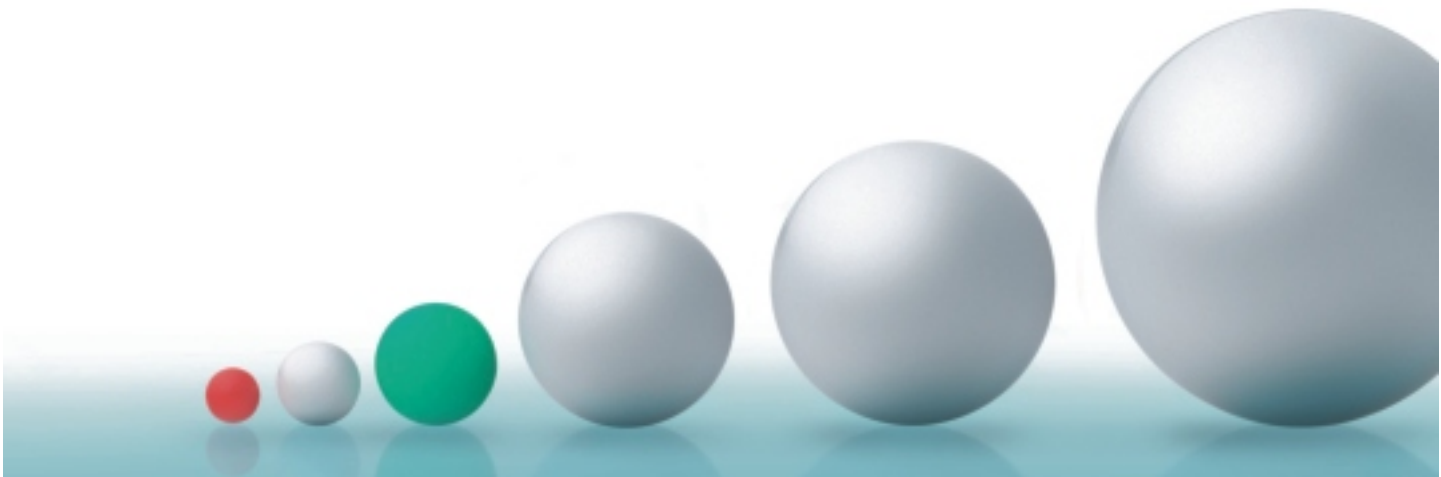
Werkstoff	Durchmesser mm	Oberflächen-Härte	Kugel Klasse (Grade)															
			über	bis	G3	G5	G10	G16	G20	G28	G40	G80	G100	G200	G300	G500	G600	G700
Werkstoff-Gruppe 1: Wälzlagerstähle, gehärtet (außer nichtrostende Stähle) - Gewichtungsfaktor¹⁾ 1																		
B1 (1.3505)	100Cr6	-	12,7	740 bis 900	HV10		X	X	X		X		X		X	X	X	
Ø ≤ 38,2 mm		12,7	25,4	60 bis 66	HRC			X	X		X		X		X	X	X	
B3 (1.3520)	100CrMnSi6-4	25,4	38,1	60 bis 66	HRC					X	X		X		X			
Ø ≤ 117,5 mm		38,1	50,8	60 bis 66	HRC					X	X		X		X			
B6 (1.3536)	100CrMo7-3	50,8	70	59 bis 65	HRC					X			X		X			
Ø ≤ 200,0 mm		70	100	57 bis 63	HRC								X		X			
B8 (1.3539)	100CrMnMoSi8-4-6	100	120	57 bis 63	HRC								X					
Ø ≤ 350 mm		120	150	55 bis 61	HRC								X					
Werkstoff-Gruppe 2: Wälzlagerstähle, gehärtet, nichtrostend - Gewichtungsfaktor¹⁾ 0,98																		
B50 (1.3541)	X47Cr14	-	12,7	580 bis 700	HV10							X				X		
		12,7	25,4	54 bis 60	HRC							X				X		
		25,4	38,1	54 bis 60	HRC								X					
		38,1	50,8	54 bis 60	HRC								X					
		50,8	70	54 bis 60	HRC								X					
70	100	54 bis 60	HRC									X						
1.3543 (≈ 1.4125)	X108CrMo17	-	12,7	640 bis 780	HV10							X						
1.3549 (≈ 1.4112)	X89CrMoV18-1	12,7	25,4	57 bis 63	HRC							X						
B51 (≈ 1.4037)	X65Cr13	25,4	38,1	57 bis 63	HRC								X					
Werkstoff-Gruppe 3: Nichtrostende Stähle, gehärtet - Gewichtungsfaktor¹⁾ 0,98																		
1.4034	X46Cr13	-	12,7	580 bis 700	HV10				X			X				X		
		12,7	25,4	54 bis 60	HRC							X				X		
		25,4	38,1	54 bis 60	HRC								X					
		38,1	50,8	54 bis 60	HRC								X					
		50,8	70	54 bis 60	HRC								X					
70	100	54 bis 60	HRC									X						
1.4112	X90CrMoV18	-	12,7	640 bis 780	HV10							X						
1.4125	X105CrMo17	12,7	25,4	55 bis 60	HRC							X						
		25,4	50,8	55 bis 60	HRC								X					

¹⁾Der ungefähre Gewichtungsfaktor bezieht sich auf die in Tabelle auf Seite 4 angegebenen Gewichte. Andere Werkstoffe und Qualitäten auf Anfrage.

Dunkelblau markierter Bereich: Mögliche Qualitäten. Mit „X“ markierter Bereich: Standardqualitäten.

Standard- und Sonderwerkstoffgruppen

Werkstoff		Durchmesser mm		Oberflächen-Härte			Kugel Klasse (Grade)														
Nr.	Name	über	bis				G3	G5	G10	G16	G20	G28	G40	G60	G100	G200	G300	G500	G600	G700	
Werkstoff-Gruppe 4: Nichtrostende Stähle, nicht härtbar - Gewichsfaktor¹⁾ 1,01																					
1.4016	X6Cr17																				
1.4021	X20Cr13																				
1.4104	X14CrMoS17																				
1.4301	X5CrNi18-10																				
1.4303	X4CrNi18-12	-	5	280	bis	380											X	X	X		
1.4401	X5CrNiMo17-12-2	5	25,4	280	bis	380											X	X			
1.4404	X2CrNiMo17-12-2	25,4	70	280	bis	380											X				
1.4571	X6CrNiMoTi17-12-2																				
2.4610	Hastelloy C4																				
2.4603	Hastelloy X																				
														Gilt für alle Werkstoffe der Gruppe 4							
Werkstoff-Gruppe 5: Unlegierte Stähle, gehärtet - Gewichsfaktor¹⁾ 1																					
1.0616	C86D	-	20	700	bis	860									X	X	X		X		
1.0413	C15D ⁸⁾	-	25,4	700	bis	860									X				X		
Werkstoff-Gruppe 6: Unlegierte Stähle, nicht härtbar - Gewichsfaktor¹⁾ 1																					
1.0715	T1SMn30	-	25,4	100	bis	350													X		
1.0010	D9	-	25,4	100	bis	260													X		
1.1132	C15E2C	-	25,4	120	bis	180													X		
1.0304	C9D	-	25,4	120	bis	260													X		
Werkstoff-Gruppe 7: Kupfer-Zink-Legierung (Messing) - Gewichsfaktor¹⁾ 1,09																					
CW508L	CuZn37 ⁹⁾	-	25,4	120	bis	280													X		
CW507L	CuZn36 ⁹⁾	25,4	50,8	120	bis	280													X		
		50,8	75	120	bis	280													X		
Werkstoff-Gruppe 8: Kupfer-Zinn-Legierung (Bronze) - Gewichsfaktor¹⁾ 1,12																					
Kupfer	E-Cu 99,9%	-	25,4	110	bis	180													X		
		-	25,4	120	bis	280													X		
CW453K	CuSn8	25,4	50,8	120	bis	280													X		
		50,8	75	120	bis	280													X		



Kugeln aus Sonderwerkstoffen und Kunststoffen

Kugeln aus Sonderwerkstoffen

Die Umgebungsbedingungen bestimmen den Werkstoff der Kugeln. Diese müssen oft lange den verschiedensten Medien wie Wasser, Säuren, Laugen, Alkohol, Benzin, Gasen etc. standhalten. Die Materialwahl wird auch von den Umgebungstemperaturen und mechanischen Belastungen beeinflusst. Lebensmittelbeständigkeit, Schwermetallfreiheit sowie die Konformität zu bestehenden Gesetzen sind zu beachten.

Kugeln aus gehärteten, nichtrostenden Stählen werden oft bei hoher Luftfeuchtigkeit und dergleichen eingesetzt. Ungehärtete, hochlegierte, nichtrostende Kugeln benötigen die Medizin- oder Sprühtechnik für Säuren und Laugen o.ä. Kugeln aus Messing, Bronze, Titan, Aluminium usw. werden in Spezialfällen wegen ihrer Beständigkeit oder ihres geringeren Gewichtes verwendet. Das gleiche gilt bei besonders hygienischen Anforderungen für Glaskugeln.

Das Schleifen und Läppen von Kugeln – auch im Lohnauftrag – ist möglich, wenn sich das Rohmaterial verpressen lässt oder geeignete Rohlinge zu beschaffen sind, wie bei Keramik, Edelmetallen, Hastelloy, Hartmetall usw. Die Behandlung von Oberflächen wie Verkupfern, Vernickeln, Verzinken usw., kann vorgenommen werden.

Qualitäten und Werkstoffe siehe Seiten 8 und 9.

Kugeln aus Kunststoffen

Kugeln aus Kunststoffen sind oft die Lösung, wenn andere Kugeln zu schwer, unbeständig gegen Chemikalien, physiologisch bedenklich, elektrisch leitend und magnetisch sind.

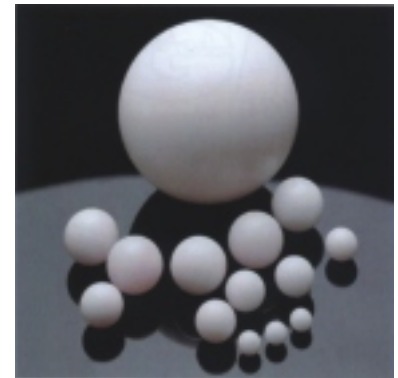
In Ventilen werden sie oft zur Reduzierung von Geräuschen verwendet. Wegen ihres geringen spezifischen Gewichtes dienen sie auch als Füllstandsanzeige.

Weitere Einsatzmöglichkeiten sind: Armaturen, elektrische Messgeräte, Feuerlöschgeräte, der Filterbau, Messgeräte für Gase und Flüssigkeiten, optische Geräte, Pumpen, die mit aggressiven Stoffen in Berührung kommen und viele andere mehr.

Auf Wunsch können Kugeln mit farbiger Oberfläche oder durchgefärbt sowie in verstärkten Versionen (Glasfaser, Kohlefaser) geliefert werden.

KGM fertigt Kunststoffkugeln aus

- PA 66 (Polyamid)
- POM (Polyacetal)
- PP (Polypropylen)
- PUR (Polyurethan)
- PTFE (Polytetrafluoräthylen)
- PEEK (Polyetheretherketon)



Maß- und Formgenauigkeit von geschliffenen Kunststoffkugeln (Standardqualität)

Durchmesser Nennmaß mm	PA / POM / PEEK		PP / PTFE		PUR ¹⁾		Abmaß µm
	V _{Dws}	V _{DwA}	V _{Dws}	V _{DwA}	V _{Dws}	V _{DwA}	
bis 10 mm	10	20	20	40	60	120	+ 100
über 10 - 25	15	30	30	60	100	200	- 150
über 25 - 50	25	50	50	100	150	300	(PUR ± 250)
über 50 - 75	50	100	75	150			± 250
über 75 - 100	100	200	125	250			± 250

Meßkraft ca. 0,7 N

Andere Kunststoffe, z. B. ABS (galvanisierfähig), Polystyrol, auf Anfrage. Verstärkte Versionen ebenfalls möglich.

¹⁾Meßkraft für PUR ca. 0,2 N

Abmessungen und Gewichte je 100 Stück

Durchmesser mm	Zoll	PA Gewicht in g (ca.)	POM	PP	PUR
1	-	-	0,076	-	-
1,2	-	-	0,131	-	-
1,5	-	-	0,256	-	-
2	-	0,414	0,607	0,394	-
2,381	3/32	0,698	1,02	0,665	-
2,5	-	0,92	1,18	0,78	-
3	-	1,59	2,05	1,34	1,78
3,175	1/8	1,90	2,44	1,60	2,12
3,969	5/32	3,69	4,74	3,11	4,12
4	-	3,78	4,85	3,18	4,21
4,762	3/16	6,41	8,23	5,39	7,15
5	-	7,39	9,48	6,22	8,24
5,556	7/32	10,1	12,9	8,49	11,3
6	-	12,7	16,3	10,7	14,1
6,35	1/4	14,8	19,0	12,5	16,5
7	-	20,3	26,0	17,1	22,6
7,144	9/32	21,5	27,7	18,1	24,0
7,938	5/16	29,6	38,0	24,9	33,0
8	-	30,2	38,7	25,4	33,6
9	-	43,1	55,4	36,3	48,1
9,525	3/8	51,0	65,5	42,9	56,9
10	-	59,1	75,8	49,7	65,9
10,319	13/32	63,6	81,7	53,6	71,0
11	-	78,6	101,0	66,1	87,7
11,112	7/16	81	104	68,2	90,4
12	-	102	131	85,8	114
12,7	1/2	121	155	102	135
13	-	130	167	109	145
14	-	162	208	137	181
14,288	9/16	172	221	145	192
15	-	200	256	168	223
15,081	19/32	203	260	170	226
15,875	5/8	237	304	200	264
16	-	241	310	203	269
18	-	345	443	290	385
18,256	23/32	359	461	302	401
19	-	408	524	343	455
19,05	3/4	408	524	343	455
19,5	-	438	562	369	488
20	-	414	607	394	525
21	-	479	698	456	607
22	-	629	808	530	702
22,225	7/8	649	834	547	724
25	-	922	1183	776	1029
Gewicht in kg (ca.)					
30	-	1,6	2,0	1,3	1,8
40	-	3,8	4,8	3,2	4,2
45	-	5,4	6,9	4,5	6,0
50	-	7,4	9,5	6,2	8,2
60	-	12,7	16,3	10,7	14,1
70	-	20,3	26,0	17,1	22,6
80	-	30,2	38,7	25,4	33,6
90	-	43,1	55,4	36,3	48,1
100	-	59,1	75,8	49,7	65,9

Die Kugeln aus PA, POM, PP, PTFE, PUR und PEEK werden standardmäßig naturfarben geliefert. Kunststoffkugeln können auf Anfrage auch in verschiedenen Farben geliefert werden.

KGM

Eigenschaften von Kunststoffen



Physikalische Eigenschaften von Kunststoffen

	PA Polyamid 66	POM Polyacetal	PP Poly- propylen	PTFE ¹⁾ Polytetra- fluoräthylen	PUR Poly- urethan	PEEK Polyether- etherketon
Dichte in g/cm ³						
gem. ISO 1183	1,13	1,4	0,901	2,15 - 2,19	1,2	1,32
Formbeständigkeit in °C						
1,8 MPa	75	95	52	50 - 60	-	152
0,45 MPa	220	156	75	120 - 140	-	-
gem. ISO 75-1/-2						
Härte ¹⁾	Shore	Shore	Shore	Shore	Shore	
DIN 53505/	D80	D80	D66	D55 - 60	A93	
Rockwell-Härte						126 HRR
Kugeldruckhärte ¹⁾ in N/mm ² trocken	160	145	50	40 - 45	-	169
DIN 53456/ISO 2039						
Wasseraufnahme						
ähnl. ISO 62	8,50 %	0,80 %	<0,1 %	<0,1 %	1,30 %	0,50 %
Zug-Modul in MPa	3000	2600	1100	750	80	3500
gem. ISO 527-1/-2 trocken						

¹⁾Richtwerte. Bedingt durch Spritzvorgänge und bei Prüfungen an Kugeln („nicht genormte Prüfstücke“) sind abweichende Werte möglich.

Kugellager aus Kunststoffen

Laufen Kugellager in Wasser, Säuren und Laugen, kann man bei geringem Druck, niedrigen Drehzahlen und Temperaturen bis 50°C Kunststofflager einsetzen. Die Wasseraufnahme ist sehr gering und ihre Verwendung physiologisch und lebensmittelunbedenklich. Normalerweise bestehen Außen- und Innenring aus Polyacetal (POM), der Käfig aus Polyamid (PA) und die Kugeln aus Glas. Lager aus Polypropylen (PP) und Kugeln aus nichtrostenden Stählen sind ebenfalls möglich.

Einsatzgebiete sind: galvanische Bäder, Foto-Entwicklungsmaschinen, Getränke-Abfüllautomaten, Seewasser-Messgeräte, Heizanlagen, chemische und medizinische Apparate usw.

Technische Daten:

Abmessungen siehe Tabelle auf Seite 13 und Toleranzen gemäß Tabelle 1.

Für das erforderliche Betriebsspiel sind folgende Maßtoleranzen einzuhalten:

- a) Welle: 0 bis 40 μm
- b) Gehäuse: $\pm 30 \mu\text{m}$

Zulässige Belastung: Pgr

bedeutet Höchstbelastung eines Lagers (gilt für statische und dynamische Belastung).

Beispiel:

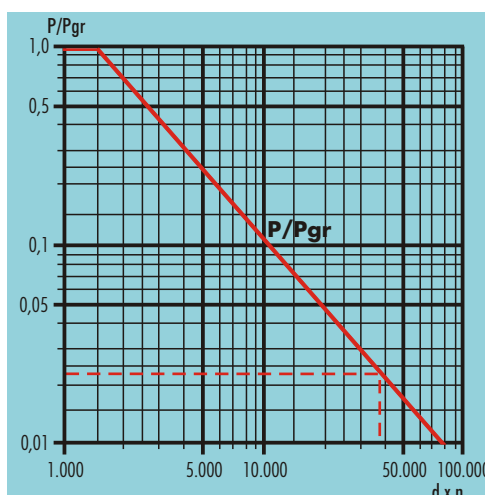
Berechnung der zulässigen Lagerbelastung für das Kunststofflager 6205 bei einer Drehzahl von $n = 1.500 \text{ Upm}$:
 Nach Tabelle auf Seite 13 betragen $P_{gr} = 315 \text{ N}$ und der Bohrungsdurchmesser $d = 25 \text{ mm}$: $d \times n = 25 \times 1.500 = 37.500$.
 Aus dem Tragfähigkeitsdiagramm ergibt sich für 37.500 der Faktor 0,022.
 Die zulässige Belastung beträgt: $P = \text{Faktor} \times P_{gr} = 0,022 \times 315 \approx \underline{7 \text{ N}}$

Tragfähigkeit Drehzeigung für Kunststofflager



Toleranzen für Kunststoff-Kugellager (Tabelle 1)

Bohrung mm	d μm	D μm	Lagerluft μm
	0	0	50
alle	bis	bis	bis
	+ 80	- 80	300

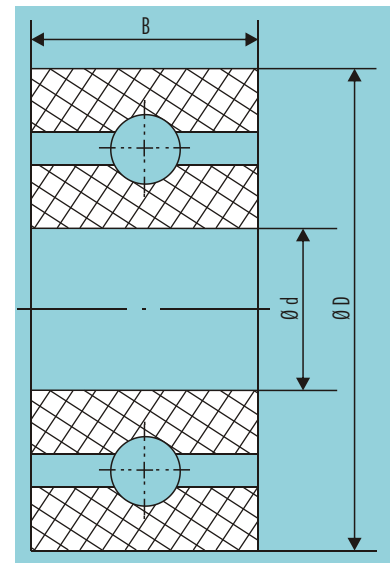


Kugellager aus Kunststoff und Niro-Stählen

KGM-Rillenkugellager nach DIN 625 aus Kunststoff und Niro-Stählen 1.4401 und 1.4571 Lieferbare Abmessungen und Tragzahlen

Ø d	Ø D	B	Lager	zulässige Belastungswerte		
				POM	1.4401	1.4401
mm	mm	mm	Kurzzeichen	P _{gr} .N	P _{stat} .N	P _{dyn} .N
5	16	5	625	45	77	56
6	19	6	626	45	117	88
7	22	7	627	60	153	115
8	22	7	608	60	153	115
9	24	7	609	70	186	139
9	26	8	629	75	221	166
10	26	8	6000	95	221	166
10	28	8	16100	100	221	166
10	30	9	6200	140	291	218
10	35	11	6300	185	390	293
12	28	8	6001	110	265	199
12	30	8	16101	115	265	199
12	32	10	6201	150	345	258
12	37	12	6301	210	475	356
15	32	8	16002	130	319	239
15	32	9	6002	130	319	239
15	35	11	6202	170	423	317
15	42	13	6302	240	605	453
17	35	8	16003	160	346	273
17	35	10	6003	156	346	273
17	40	12	6203	215	540	405
17	47	14	6303	300	728	546
20	42	8	16004	195	462	346
20	42	12	6004	200	572	429
20	47	14	6204	275	741	556
20	52	15	6304	355	956	717
25	47	8	16005	210	527	395
25	47	12	6005	240	663	497
25	52	15	6205	315	904	678
25	62	17	6305	405	1300	975
30	55	9	16006	245	832	624
30	55	13	6006	280	904	678
30	62	16	6206	385	1274	956
35	62	9	16007	290	995	746
35	62	14	6007	335	1170	876

Sonderabmessungen und andere Materialien auf Anfrage.



Nichtrostende Kugellager aus Stahl

Zulässige Belastungen,

P_{stat}: Bei dieser Belastung kommt es zu einer bleibenden, plastischen Verformung der Laufbahn von 0,1 ‰ bezogen auf den Wälzkörper.

P_{dyn}: Diese Belastung ist bei optimalen Schmierbedingungen auf Dauer zulässig.

Die Einbautoleranzen bei der Welle (j 5 bis k 5) und dem Gehäuse (J 6) sind einzuhalten.

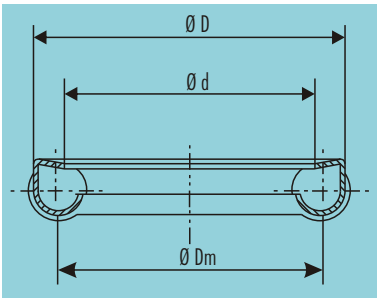
Lagerdaten:

Toleranzen für Kugellager Nirostahl (ungehärtet)

Bohrung mm	d μm	D μm	Lagerluft μm
bis 10	- 20	- 11	≤ 25
10 bis 17	- 10	- 11	max. 25
17 bis 25	- 10	- 13	max. 28
25 bis 35	- 12	- 13	max. 33

Kugelhalter, Schaltkugeln und Sonderkugeln

Kugelhalter werden vorwiegend aus Stahl mit Stahlkugeln gefertigt. Andere Materialien sind möglich, wie z. B. Messing und Niro-Stähle.



Kurzzeichen	Außendurchmesser in mm D	Innendurchmesser in mm d	Kugelmittendurchmesser in mm Dm	Kugelgröße Zoll	Kugelanzahl Stück	Gewicht g/Stück
S 1	12,4	9,0	9,5	1/8	6	1,3
S 3	18,2	14,0	14,25	3/16	7	3,6
S 15	25,6	21,3	21,55	3/16	9	5,7
S 78	27,8	23,0	23,8	3/16	10	6,4
S 40	34,5	28,8	30,0	1/4	9	13,6

Andere Typen auf Anfrage.

Schalt- und Sonderkugeln

Für Kugelhähne, die als Absperrventile in Rohrleitungen eingebaut werden, fertigt KGM Schaltkugeln.

Charakteristisch für Schaltkugeln sind die gefräste Schaltnut und Bohrungen, durch die all jene verschiedenen gasförmigen oder flüssigen Medien mit mehr oder weniger großem Druck fließen.

Schaltkugeln, die in der späteren Verwendung chemisch hoch belastet sind, werden aus nichtrostenden Stählen gefertigt.

Das Lieferprogramm wird ergänzt durch Sonderkugeln, welche in den unterschiedlichsten Ausführungen gefertigt werden.

Sonderkugeln können nach Kundenwunsch gebohrt, angeschliffen und mittels Laser beschriftet werden.



Kartonverpackungen Kugeln pro Karton

Durchmesser		Menge Stück	Menge Stück
mm	Zoll	K	N
0,794	1/32		100.000
1			100.000
1,191	3/64		120.000
1,2		10.000	120.000
1,5			200.000
1,588	1/16		200.000
2			200.000
2,381	3/32		100.000
2,5		5.000	100.000
2,778	7/64		80.000
3		2.500	50.000
3,175	1/8	2.500	50.000
3,5		2.000	40.000
3,969	5/32	2.000	25.000
4		2.000	25.000
4,5		2.000	20.000
4,762	3/16	1.500	15.000
5		1.200	15.000
5,5		1.200	10.000
5,556	7/32	1.200	10.000
6		1.000	8.500
6,350	1/4	1.000	7.000
6,5		600	6.500
6,747	17/64	600	5.500
7		600	5.000
7,144	9/32	500	4.500
7,5		500	4.000
7,938	5/16	500	3.500
8		400	3.500
8,5		400	3.000
8,731	11/32	400	2.700
9		400	2.200
9,525	3/8	350	2.000
10		250	1.800
10,319	13/32	200	1.500
11		200	1.200
11,112	7/16	200	1.200
11,906	15/32	150	1.000
12		150	1.000
12,303	31/84	150	950
12,700	1/2	125	800
13		120	700
13,494	17/32	100	700
14		100	600
14,288	9/16	100	600
15		70	500
15,081	19/32	70	450
15,875	5/8	60	450
16		60	400
16,669	21/32	50	350
17		50	300
17,462	11/16	50	300
18		49	250
18,256	23/32	40	250
19,050	3/4	40	250
19,844	25/32	30	200
20		30	200
20,638	13/16	30	200

Durchmesser		Menge Stück	Menge Stück
mm	Zoll	K	N
21		30	150
22		20	150
22,225	7/8	20	150
23		20	120
23,812	15/16	15	120
24		15	100
25		15	100
25,400	1	15	100
26		15	80
26,988	1.1/16	10	80
28		10	70
28,575	1.1/8	10	60
30		10	50
30,162	1.3/16	10	50
31,750	1.1/4	8	40
32		8	40
33,338	1.5/16	6	35
34		6	35
34,925	1.3/8	5	35
35		5	30
36		5	30
36,512	1.7/16	5	30
38		5	25
38,100	1.1/2	5	25
39,688	1.9/16	5	20
40		5	15
41,275	1.5/8	4	15
42,862	1.11/16	4	15
44,450	1.3/4	4	10
45		4	10
46,038	1.13/16	3	10
47,625	1.7/8	3	10
49,212	1.15/16	3	8
50		2	8
50,800	2	1	8

K = Kleinpackung

N = Normalpackung (Gewicht ca. 7 kg)

Kugeln Grade G 600 und 700 werden in kg verpackt.

Blister-Verpackung bei gebohrten Kugeln und ungehärteten Kugeln

(gegen Aufpreis)

Kugeln bis 18 mm - pro Karton 100 Stück

Kugeln bis 22 mm - pro Karton 66 Stück

Kugeln bis 27 mm - pro Karton 40 Stück

Kugeln bis 30 mm - pro Karton 28 Stück

Kugeln bis 46 mm - pro Karton 18 Stück

Andere Verpackungsarten und Mengen
bitte anfragen.

Beutelverpackungen Kugeln pro Beutel

Menge in einem Beutel bei:

Durchmesser		Stück	Durchmesser		Stück	Durchmesser		Stück
mm	Zoll		mm	Zoll		mm	Zoll	
3,175	1/8	40.000	5,5		7.500	7,938	5/16	2.500
3,5		30.000	5,556	7/32	7.500	8,0		2.500
3,969	5/32	20.000	6,0		6.000	8,5		2.000
4,0		20.000	6,35	1/4	5.000	8,731	11/32	2.000
4,5		15.000	6,5		5.000	9,0		1.700
4,762	3/16	12.000	7,0		3.500	9,525	3/8	1.500
5,0		10.000	7,144	9/32	3.500	10,0		1.250

Menge auf einer DIN-Palette bei Beutelverpackung:

Durchmesser		Stück	Durchmesser		Stück	Durchmesser		Stück
mm	Zoll		mm	Zoll		mm	Zoll	
3,175	1/8	7.200.000	5,556	7/32	1.350.000	8,731	11/32	360.000
4,762	3/16	2.160.000	6,35	1/4	900.000	9,525	3/8	270.000
5,5		1.350.000	7,938	5/16	450.000	10,0		225.000

Durchschnittliches Gewicht pro Palette ca. 900 kg.



KGM



Firmenportrait



Gebauer & Möller (später KGM) wurde am 13. Mai 1913 von Herrn Walter Gebauer und Ing. Thor Möller in Frankfurt am Main gegründet. Im Jahre 1919 wurde der Firmensitz in eine Fabrikanlage nach Fulda verlegt. In der an der Fulda gelegenen Kugelfabrik wurde schon damals wie heute aus ökologischen und ökonomischen Gründen mit einer Wasser-Turbinen-Anlage Energie gewonnen.

Hergestellt wurden damals Präzisions-Stahlkugeln, KGM-Kugelhalteringe für die Fahrradindustrie und KGM-Rillen-Kugellager.

Nachdem der Firmengründer Walter Gebauer im Jahre 1966 verstarb, verkauften seine beiden Neffen die Kugelfabrik an FAG Kugelfischer in Schweinfurt. Dabei ging aber die Selbständigkeit von KGM innerhalb des Konzerns niemals verloren. KGM ist mit seinem speziellen Produktprogramm, das u.a. zu rund 60% die

Automobilindustrie und deren Zulieferer beliefert, bekannt. Der Betrieb ist spezialisiert auf die Herstellung von gehärteten Präzisionskugeln aus den verschiedensten Werkstoffen, wie auch aus nichtrostenden Stählen, Kunststoffen, Messing, Bronze, Kupfer, Aluminium, Glas und Hartmetall. Das Programm umfasst zusätzlich Schaltkugeln, gebohrte Kugeln, Kugellager aus Kunststoffen und nichtrostenden Stählen sowie Kugelhalter.

1994 verkaufte FAG Kugelfischer die KGM Kugelfabrik Gebauer GmbH an das damalige Management. Damit erlangte KGM mit seinen rund 200 Mitarbeitern wieder die volle Selbständigkeit.

Die Produkte der Firma KGM werden nach nationalen oder internationalen Normen sowie kundenspezifischen Anforderungen an einen weltweiten Kundenkreis ausgeliefert.



KGM

KGM Kugelfabrik Gebauer GmbH

Johannisstraße 35 · D-36041 Fulda

Telefon 06 61/10 94 - 0

Fax 06 61/10 94 - 274

Internet: www.kgm-kugelfabrik.de

eMail: info@kgm-kugelfabrik.de