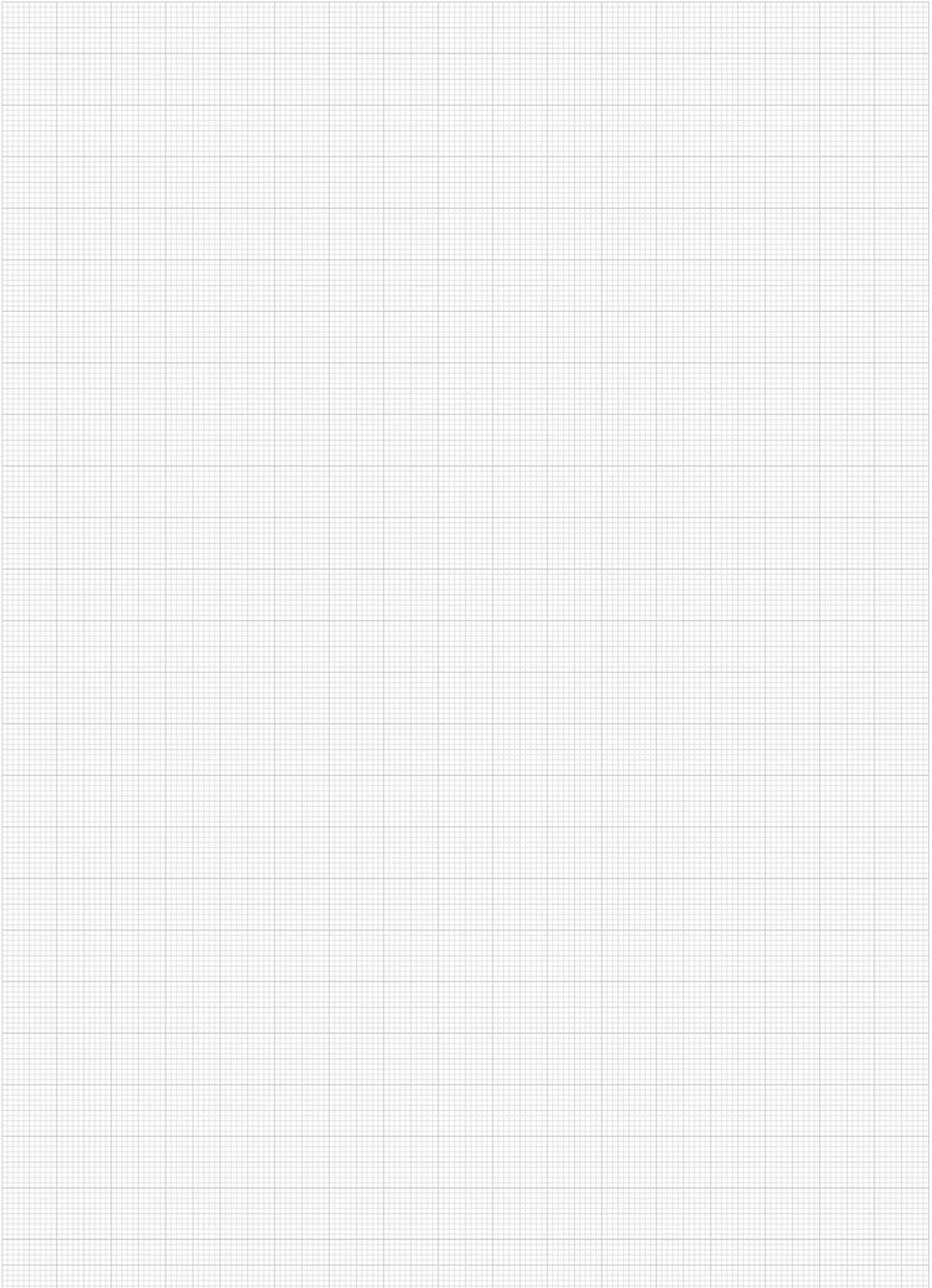




# Technische Daten

## Stichwort- und DIN-Verzeichnis

# Für Notizen

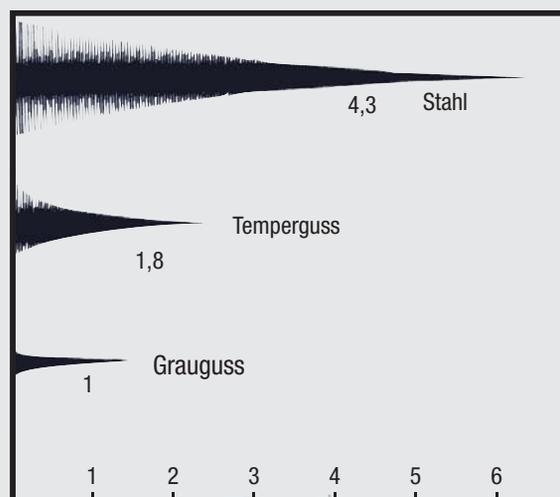


# Technische Daten Grauguss (Gusseisen mit Lamellengraphit)

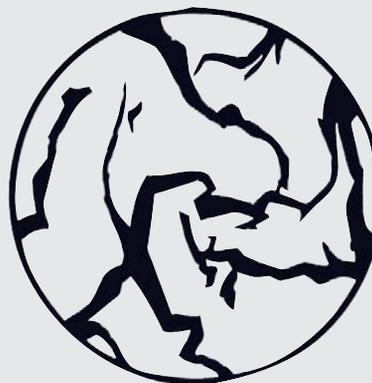
Wird Gusseisen bei Bohr-, Fräs-, Drehvorrichtungen usw. als Grundkörper verwendet, können diese Vorrichtungen entscheidende Vorteile gegenüber herkömmlichen Stahlvorrichtungen aufweisen:

- Gusseisen besitzt sehr gute Dämpfungseigenschaften (Dämpfungsverhältnis Gusseisen zu Stahl = 1 : 4,3; siehe auch Vergleichsschaubild).
- Gusseisen weist gute Notlaufeigenschaften und eine gute Korrosionsbeständigkeit auf.
- Gusseisen ist gut zerspanbar.

Vergleichsschaubild der Schwingungsamplitude



Schliffbild von Gusseisen mit Lamellengraphit



Werkstoff			GJL 250	Meehanite-Guss GJL 300
Zugfestigkeit	$R_m$	N/mm <sup>2</sup>	250 – 350	300 – 400
0,1-Dehngrenze	$R_{p0,1}$	N/mm <sup>2</sup>	–	195 – 260
Streckgrenze 0,1	$R_e$	N/mm <sup>2</sup>	165 – 228	195 – 260
Druckfestigkeit	$\delta_{dB}$	N/mm <sup>2</sup>	840	960
Scherfestigkeit	$\tau_{aB}$	N/mm <sup>2</sup>	290	345
Elastizitätsmodul	E	(kN/mm <sup>2</sup> )	103 – 118	108 – 137
Dichte	e	g/cm <sup>3</sup>	7,2	7,25
Härte	–	HB 30	180 – 250	200 – 275
Längenausdehnungskoeffizient	a	1 · 10 <sup>-6</sup> /K	10	11,7

## Längentoleranzen für Sonderlängen:

**Grauguss-, Aluminiumprofile sowie Stahl- und Kunststoffabschnitte (Gruppe 01000) werden überwiegend durch Sägeschnitt abgelängt und können deshalb bei Abweichungen gegenüber dem Standardprogramm folgende Längentoleranzen aufweisen:**

Längenmaße	Abmaße in mm
100-290	+ 10 + 3
300-590	+ 15 + 8
über 600	+ 50 + 20

Alle übrigen Nennmaße richten sich nach DIN ISO 2768-mK.



Toleranzfelder dargestellt für Nennmaß 60 mm	Abmaße in µm																																														
	H9	zc9	zb9	z9	x9	u9	t9	h8	h9	h11	f8	e9	d10	c10	b10	H10	zc10	zb10	z10	x10	u10	H11	zc11	zb11	z11	x11	h9	h11	d11	c11	b11	b12	a11	H12	h12	d12	b12	a12	H13	h13	d13	b13	a13				
von 1	+25	+85	+65	+51	+45	—	—	0	0	0	-6	-14	-20	-60	-60	-140	+40	+100	—	+66	—	+60	+120	—	—	—	—	0	0	-20	-20	-60	-140	-140	-270	+100	0	-20	-140	-270	+140	0	-20	-140	-270		
bis 3	+30	+110	+80	+65	+58	—	—	-14	-25	-60	-20	-39	-60	-100	-120	-180	0	+60	—	+26	—	+75	+155	—	—	—	—	0	-60	-45	-80	-120	-200	-240	-330	0	-100	-120	-240	-370	0	-140	-160	-280	-410		
über 3	+30	+110	+80	+65	+58	—	—	0	0	-10	-20	-30	-70	-70	-140	-140	+48	+128	—	+83	—	+80	+155	—	—	—	—	0	-30	-30	-70	-140	-140	-270	+120	0	-30	-140	-270	+180	0	-30	-140	-270			
bis 6	+30	+110	+80	+65	+58	—	—	-18	-30	-75	-28	-50	-78	-118	-145	-188	0	+80	—	+35	—	+80	+155	—	—	—	—	0	-75	-60	-105	-145	-215	-260	-345	0	-170	-150	-260	-390	0	-180	-210	-320	-450		
über 6	+36	+133	+103	+78	+70	—	—	0	0	-13	-25	-40	-80	-80	-150	-150	+58	+125	—	+100	—	+90	+187	+157	—	—	—	0	-40	-40	-80	-150	-150	-280	+150	0	-40	-150	-280	+220	0	-40	-150	-280			
bis 10	0	+97	+67	+42	+34	—	—	-22	-36	-90	-35	-61	-98	-138	-170	-208	0	+97	+67	—	+42	+240	+200	—	—	—	—	0	-90	-76	-130	-170	-240	-300	-370	0	-150	-190	-300	-430	0	-220	-260	-370	-500		
über 10	+173	+133	—	+93	+83	—	—	0	0	-16	-32	-50	-95	-95	-150	-150	+70	+130	+90	—	+42	+110	+130	+90	—	—	—	0	-50	-50	-95	-150	-150	-290	+180	0	-50	-150	-290	+270	0	-50	-150	-290			
bis 14	+43	+130	+90	+50	+40	—	—	-27	-43	-110	-43	-75	-112	-165	-205	-220	0	+220	+178	—	+130	+260	+218	—	—	—	—	0	-110	-93	-160	-205	-260	-330	-400	0	-180	-230	-330	-470	0	-270	-320	-420	-560		
über 14	+43	+130	+90	+50	+40	—	—	0	0	-20	-40	-65	-110	-110	-160	-160	+84	+136	—	+172	+148	+30	+188	+136	—	—	—	0	-65	-65	-110	-160	-160	-300	+210	0	-65	-160	-300	+330	0	-65	-160	-300			
bis 18	0	+150	+108	+60	+45	—	—	-33	-52	-130	-53	-92	-149	-194	-240	-244	0	+272	+220	—	+157	+318	+266	—	—	—	—	0	-130	-117	-195	-240	-290	-370	-430	0	-210	-275	-370	-510	0	-330	-395	-490	-630		
über 18	+240	+188	+136	+98	+73	+54	—	0	0	-20	-40	-65	-110	-110	-160	-160	+84	+136	—	+172	+148	+30	+188	+136	—	—	—	0	-65	-65	-110	-160	-160	-300	+210	0	-65	-160	-300	+330	0	-65	-160	-300			
bis 24	+52	+188	+136	+98	+73	+54	—	-33	-52	-130	-53	-92	-149	-194	-240	-244	0	+272	+220	—	+157	+318	+266	—	—	—	—	0	-130	-117	-195	-240	-290	-370	-430	0	-210	-275	-370	-510	0	-330	-395	-490	-630		
über 24	+270	+212	+170	+140	+116	+100	—	0	0	-20	-40	-65	-110	-110	-160	-160	+84	+136	—	+172	+148	+30	+188	+136	—	—	—	0	-65	-65	-110	-160	-160	-300	+210	0	-65	-160	-300	+330	0	-65	-160	-300			
bis 30	+336	+262	+210	+174	+142	+122	—	-33	-52	-130	-53	-92	-149	-194	-240	-244	0	+272	+220	—	+157	+318	+266	—	—	—	—	0	-130	-117	-195	-240	-290	-370	-430	0	-210	-275	-370	-510	0	-330	-395	-490	-630		
über 30	+336	+262	+210	+174	+142	+122	—	0	0	-25	-50	-80	-120	-120	-170	-170	+100	+300	—	+212	+180	+434	+360	—	—	—	—	0	-80	-80	-120	-170	-170	-310	-370	0	-80	-170	-310	+390	0	-80	-170	-310			
bis 40	+387	+304	+242	+198	+159	+132	—	0	0	-160	-64	-112	-180	-180	-270	-270	+100	+300	—	+212	+180	+434	+360	—	—	—	—	0	-160	-142	-240	-290	-370	-430	0	-250	-330	-470	0	-80	-170	-310	+390	0	-80	-170	-310
über 40	+387	+304	+242	+198	+159	+132	—	-39	-62	-160	-64	-112	-180	-180	-270	-270	+100	+300	—	+212	+180	+434	+360	—	—	—	—	0	-160	-142	-240	-290	-370	-430	0	-250	-330	-470	0	-80	-170	-310	+390	0	-80	-170	-310
bis 50	+479	+374	+300	+245	+196	+161	—	0	0	-230	-90	-160	-230	-230	-340	-340	+100	+300	—	+212	+180	+434	+360	—	—	—	—	0	-160	-142	-240	-290	-370	-430	0	-250	-330	-470	0	-80	-170	-310	+390	0	-80	-170	-310
über 50	+479	+374	+300	+245	+196	+161	—	0	0	-140	-60	-100	-140	-140	-190	-190	+100	+300	—	+212	+180	+434	+360	—	—	—	—	0	-100	-100	-140	-190	-190	-340	-400	0	-100	-190	-340	+460	0	-100	-190	-340			
bis 65	+405	+300	+226	+172	+122	+87	—	0	0	-30	-60	-90	-130	-130	-180	-180	+100	+300	—	+212	+180	+434	+360	—	—	—	—	0	-100	-100	-140	-190	-190	-340	-400	0	-100	-190	-340	+460	0	-100	-190	-340			
über 65	0	+434	+348	+284	+220	+176	—	-46	-74	-190	-76	-134	-220	-220	-330	-330	+100	+300	—	+212	+180	+434	+360	—	—	—	—	0	-100	-100	-140	-190	-190	-340	-400	0	-100	-190	-340	+460	0	-100	-190	-340			
bis 80	0	+360	+274	+210	+146	+102	—	0	0	-270	-90	-150	-210	-210	-300	-300	+100	+300	—	+212	+180	+434	+360	—	—	—	—	0	-100	-100	-140	-190	-190	-340	-400	0	-100	-190	-340	+460	0	-100	-190	-340			
über 80	+532	+422	+345	+265	+211	—	—	0	0	-36	-72	-120	-180	-180	-270	-270	+100	+300	—	+212	+180	+434	+360	—	—	—	—	0	-120	-120	-160	-210	-210	-360	-420	0	-120	-210	-360	+540	0	-120	-210	-360			
bis 100	+445	+335	+258	+178	+124	—	—	0	0	-220	-90	-159	-260	-260	-350	-350	+100	+300	—	+212	+180	+434	+360	—	—	—	—	0	-120	-120	-160	-210	-210	-360	-420	0	-120	-210	-360	+540	0	-120	-210	-360			
über 100	0	+487	+397	+297	+231	—	—	-54	-87	-220	-90	-159	-260	-260	-350	-350	+100	+300	—	+212	+180	+434	+360	—	—	—	—	0	-220	-207	-340	-400	-460	-590	-630	0	-350	-470	-610	+540	0	-350	-470	-610			
bis 120	—	+400	+310	+210	+144	—	—	—	—	-320	-400	-480	-560	-560	-650	-650	+100	+300	—	+212	+180	+434	+360	—	—	—	—	0	-220	-207	-340	-400	-460	-590	-630	0	-350	-470	-610	+540	0	-350	-470	-610			

Schwarze Zahlen = Abmaße an der Güteseite  
 Grüne Zahlen = Abmaße an der Ausschusseite

1) Toleranzfelder nach DIN 7157 sind bevorzugt anzuwenden.  
 Hierbei ist die Reihe 1 der Reihe 2 vorzuziehen

„Wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN-Deutsches Institut für Normung e.V. Maßgebend für das Anwenden der Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 4-10, 1000 Berlin 30, erhältlich ist.“

# ISO-Passungen für Einheitswelle

August 1966

DEUTSCHE NORMEN

DK 621.753.2(100)

Toleranzfelder dargestellt für Nennmaß 60 mm		Toleranzfelder nach DIN 7157 <sup>1)</sup>																ISO - Passungen für Einheitswelle		DIN 7155 Blatt 1												
Innenmaße (Bohrungen)		Reihe 1 Reihe 2																Toleranzfelder Abmaße in µm		Toleranzfelder												
Gestrichelt dargestellte Toleranzfelder sind für Nennmaß 60 mm nicht vorhanden		Z7	U7	T7	S7	R7	P7	N7	M7	K7	J7	H7	G7	F7	h8	ZC8	ZB8	ZA8	Z8	X8	U8	T8	S8	H8	F8	F7	E8	D9	C9	B9		
von 1 bis 3	+18	-14	-10	-6	-4	-2	0	+2	+6	+10	+12	+16	+20	0	-60	-40	-26	-20	-14	-14	-14	-14	-14	+14	+20	+16	+20	+28	+45	+85	+165	
über 3 bis 5	-24	-20	-16	-12	-10	-8	-6	-4	-2	0	+2	+6	+10	+12	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	+14	+20	+16	+20	+28	+45	+85	+165	
über 5 bis 6	-28	-24	-20	-17	-13	-9	-6	-4	-2	0	+2	+6	+10	+12	-15	-11	-8	-4	0	+3	+6	+10	+10	-19	+18	+30	+22	+28	+38	+60	+100	+170
über 6 bis 10	-34	-29	-25	-21	-16	-12	-7	-4	0	+5	+9	+14	+20	+28	-17	-13	-9	-4	0	+5	+9	+10	-23	+22	+36	+28	+35	+47	+76	+116	+186	
über 10 bis 14	-30	-25	-20	-15	-9	-4	+2	+6	+11	+17	+24	+34	+43	+53	-130	-90	-64	-50	-40	-40	-40	-28	+27	+43	+34	+43	+59	+93	+138	+193		
über 14 bis 18	-37	-31	-24	-18	-11	-4	+2	+8	+13	+20	+28	+41	+53	+67	-150	-108	-77	-60	-45	-45	-45	-35	+33	+52	+41	+53	+73	+117	+162	+212		
über 18 bis 24	-50	-43	-37	-31	-24	-17	-11	-5	0	+7	+13	+21	+31	+43	-188	-136	-98	-73	-54	-54	-54	-68	+33	+52	+41	+53	+73	+117	+162	+212		
über 24 bis 30	-50	-43	-37	-31	-24	-17	-11	-5	0	+7	+13	+21	+31	+43	-177	-135	-104	-87	-72	-72	-72	-68	+33	+52	+41	+53	+73	+117	+162	+212		
über 30 bis 40	-59	-51	-43	-38	-31	-24	-17	-11	-5	0	+7	+13	+21	+31	-200	-148	-112	-80	-60	-60	-60	-81	+39	+62	+50	+64	+89	+142	+202	+272		
über 40 bis 50	-65	-55	-45	-37	-28	-20	-13	-6	+9	+16	+25	+34	+43	+53	-239	-187	-151	-119	-99	-99	-99	-109	+39	+62	+50	+64	+89	+142	+202	+272		
über 50 bis 65	-69	-57	-47	-35	-26	-18	-11	-5	0	+9	+18	+25	+34	+43	-281	-219	-175	-136	-109	-109	-109	-124	+39	+62	+50	+64	+89	+142	+202	+272		
über 65 bis 80	-72	-58	-47	-35	-26	-18	-11	-5	0	+9	+18	+25	+34	+43	-300	-226	-172	-122	-87	-87	-87	-124	+39	+62	+50	+64	+89	+142	+202	+272		
über 80 bis 100	-86	-66	-54	-44	-33	-24	-15	-6	+10	+20	+28	+37	+46	+55	-346	-272	-218	-168	-133	-133	-133	-148	+39	+62	+50	+64	+89	+142	+202	+272		
über 100 bis 120	-99	-77	-64	-52	-40	-30	-21	-12	-7	+11	+20	+28	+37	+46	-389	-312	-232	-178	-124	-124	-124	-178	+39	+62	+50	+64	+89	+142	+202	+272		

ISO - Fits for the shaft basis System. Tolerance zones, deviations  
Ajustements ISO pour le système de l'arbre normal. Zones de tolérance, écarts

<sup>1)</sup> Toleranzfelder nach DIN 7157 sind bevorzugt anzuwenden.  
Hierbei ist die Reihe 1 der Reihe 2 vorzuziehen

Schwarze Zahlen = Abmaße an der Gürtseite  
Grüne Zahlen = Abmaße an der Ausschlusseite  
Passungen für Einheitswelle, Paßtoleranzen (Spiele und Übermaße) siehe DIN 7155 Blatt 2  
Passungen für Einheitsbohrung siehe DIN 7154 Blatt 1 und Blatt 2

Fortsetzung Seite 2

Änderung August 1966:  
Abmaße auf ISO-Empfehlung ISO/R 286-1962  
abgestimmt

Frühere Ausgabe: DIN 7155: 10.36  
DIN 7155 Blatt 1: 12.50, 9.56

Alleinverkauf der Normblätter durch Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin 30 und Köln  
8.66

Wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normungen e.V. Maßgebend für das Anwenden der Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabe datum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 4-10, 1000 Berlin 30, erhältlich ist."



# Technische Hinweise

## Freimaßtoleranzen, Oberflächenbeschaffenheit

– Alle norelem-Teile sind dem allgemeinen Verwendungszweck bezüglich Werkstoffe und Ausführung angepasst und so bearbeitet, dass diese allen normal auftretenden Toleranzanforderungen entsprechen.

– Alle Maße sind in Millimeter angegeben.

– Alle Gewichte sind Circa-Angaben.

– Für die nach DIN bezeichneten Teile gilt jeweils die neueste Normblatt-Ausgabe.

– Abweichungen für Maße ohne Toleranzangabe nach „DIN ISO 2768-mk“ (ausgenommen Längenmaße für Grauguss- und Al-Profile).

### Freimaßtoleranzen DIN ISO 2768 T1 und T2

Allgemeintoleranzen für Längen- und Winkelmaße										DIN ISO 2768 T1			
Toleranzklasse		Längenmaße								Winkelmaße			
		Grenzabmaße in mm für Nennmaßbereiche											
		0,5 bis 3	über 3 bis 6	über 6 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 bis 1000	über 1000 bis 2000	über 2000 bis 4000				
Kurzzeichen	Benennung	f	fein	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	–		
m	mittel	± 0,10	± 0,10	± 0,2	± 0,30	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2				
c	grob	± 0,20	± 0,30	± 0,5	± 0,80	± 1,2	± 2,0	± 3,0	± 4				
v	sehr grob	–	± 0,50	± 1,0	± 1,50	± 2,5	± 4,0	± 6,0	± 8				

Allgemeintoleranzen für Form und Lage										DIN ISO 2768 T2							
Toleranzklasse		Toleranzen in mm für								Lauf							
		Geradheit und Ebenheit				Rechtwinkligkeit								Symmetrie			
		Nennmaßbereiche in mm															
		bis 10	über 10 bis 30	über 30 bis 100	über 100 bis 300	über 300 bis 1000	über 1000 bis 3000	bis 100	über 100 bis 300	über 300 bis 1000	über 1000 bis 3000	bis 100	über 100 bis 300	über 300 bis 1000	über 1000 bis 3000		
H		0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5				0,1	
K		0,05	0,10	0,2	0,4	0,6	0,8	0,4	0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	1	0,2		
L		0,10	0,20	0,4	0,8	1,2	1,6	0,6	1,0	1,5	2,0	0,6	1,0	1,5	2	0,5	

### Oberflächenbeschaffenheit DIN ISO 1302

Oberflächenzeichen nach DIN 3141	Oberflächenangaben, $R_a$ für die zulässige Rautiefe $R_a$		
	Zuordnung nach DIN 3141		Bedeutung nach ISO 1302
	Reihe 1	Reihe 2	
(Oberfläche ohne Zeichen) 			Oberflächen, an die keine bestimmten Anforderungen gestellt werden
			Oberflächen, an die nur die Forderungen größerer Gleichmäßigkeit und besseren Aussehens gestellt werden
			Einzelne rohe Oberflächen, an denen eine spanende Nacharbeit zulässig ist
			Saubere rohe Oberflächen mit höheren Anforderungen
			Oberfläche mit einer Rauheit, die den höchstzulässigen Mittenrauwert nicht überschreiten darf

# Technische Hinweise Schrauben, Muttern

Die in der Tabelle angegebenen Werte für Spannkraft  $F_{sp}$  und Spannmomente  $M_{sp}$  gelten für metrische Regelgewinde nach DIN 13 und Kopfauflagen nach DIN 912, 931-934, 6912, 7984, 7990.

Die Werte der Spannkraft  $F_{sp}$  ergeben eine Ausnutzung der Streckgrenze  $\sigma 0,2$  von 90% (DIN 267 Bl. 3) in Abhängigkeit von der jeweiligen Gewindereibungszahl.

Aus der Spannkraft-Tabelle ist abzulesen, welche Schraube mit welcher Qualität bei einer bestimmten Gewindereibung benötigt wird, um eine vorgegebene Montagekraft  $F_M$  aufzubringen ( $F_{sp} \cong F_M$ ).

Die Spannmomente  $M_{sp}$  sind aus den Spannkraften  $F_{sp}$  unter Annahme von  $\mu_G = \mu_K = \mu_{ges}$  errechnet (siehe Seite 1170).

Die Bestimmung des Spannmomentes  $M_{sp}$  zur 90%igen Streckgrenzenausnutzung für eine in Abmessung und Qualität vorgegebene Schraube, erfolgt nach der rechten Tabelle in Abhängigkeit von der auftretenden Unterkopfreibung ( $\mu_K$ ), ohne Beachtung einer hiervon abweichenden Gewindereibung.

Um das verwendbare Nenn Drehmoment zu erhalten, ist vom gefundenen Spannmoment  $M_{sp}$  noch die halbe Streubreite des vorgesehenen Drehmomentschlüssels abzuziehen.

Berechnung der Tabellenwerte und Hinweise zur Anwendung nach VDI-Richtlinien 2230.

## Spannkraft und Spannmomente

Regel- ge- winde	$\mu_{ges}^*$ $= \mu_G$ $= \mu_K$	Schachtschrauben					
		Spannkraft $F_{sp}$ in kN			Spannmoment $M_{sp}$ in Nm		
		bei Festigkeitsklasse					
		8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 4	0,08	4,40	6,40	7,5	2,2	3,2	3,8
	0,10	4,20	6,20	7,3	2,5	3,7	4,3
	0,12	4,05	6,00	7,0	2,8	4,1	4,8
	0,14	3,90	5,70	6,7	3,1	4,5	5,3
M 5	0,08	7,16	10,50	12,3	4,3	6,3	7,3
	0,10	6,90	10,10	11,9	4,9	7,2	8,5
	0,12	6,63	9,74	11,4	5,5	8,1	9,5
	0,14	6,36	9,34	10,9	6,0	8,9	10,4
M 6	0,08	10,10	14,90	17,4	7,4	10,9	12,7
	0,10	9,74	14,30	16,7	8,5	12,5	14,7
	0,12	9,35	13,70	16,1	9,5	14,0	16,4
	0,14	8,97	13,20	15,4	10,4	15,3	17,9
M 8	0,08	18,50	27,20	31,9	17,9	26,2	30,7
	0,10	17,90	26,20	30,7	20,6	30,3	35,5
	0,12	17,20	25,20	29,5	23,1	34,0	39,7
	0,14	16,50	24,20	28,3	25,3	37,2	43,6
M10	0,08	29,50	43,30	50,7	36,0	53,0	61,0
	0,10	28,40	41,80	48,9	41,0	61,0	71,0
	0,12	27,30	40,20	47,0	46,0	68,0	80,0
	0,14	26,20	38,50	45,1	51,0	75,0	88,0
M12	0,08	43,00	63,10	73,9	61,0	90,0	105,0
	0,10	41,40	60,90	71,2	71,0	104,0	122,0
	0,12	39,90	58,50	68,5	80,0	117,0	137,0
	0,14	38,30	56,20	65,8	87,0	128,0	150,0

Regel- ge- winde	$\mu_{ges}^*$ $= \mu_G$ $= \mu_K$	Schachtschrauben					
		Spannkraft $F_{sp}$ in kN			Spannmoment $M_{sp}$ in Nm		
		bei Festigkeitsklasse					
		8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M14	0,08	59,0	86,7	101,0	97	143	167
	0,10	56,9	83,6	97,8	113	165	194
	0,12	54,7	80,4	94,1	127	186	218
	0,14	52,6	77,2	90,3	139	205	239
M16	0,08	81,0	119,0	139,0	147	216	253
	0,10	78,2	115,0	134,0	172	252	295
	0,12	75,3	111,0	130,0	194	285	333
	0,14	72,4	106,0	124,0	214	314	367
M20	0,08	131,0	186,0	218,0	298	424	496
	0,10	126,0	180,0	210,0	347	494	578
	0,12	121,0	173,0	202,0	392	558	653
	0,14	117,0	166,0	194,0	431	615	719
M24	0,08	188,0	268,0	313,0	512	730	854
	0,10	182,0	259,0	303,0	597	850	995
	0,12	175,0	249,0	291,0	673	959	1122
	0,14	168,0	239,0	280,0	742	1057	1237
M30	0,08	300,0	430,0	500,0	1000	1450	1700
	0,10	290,0	415,0	485,0	1190	1700	2000
	0,12	280,0	400,0	465,0	1350	1900	2250
	0,14	270,0	385,0	450,0	1500	2100	2500
M36	0,08	440,0	630,0	730,0	1750	2500	3000
	0,10	425,0	600,0	710,0	2100	3000	3500
	0,12	410,0	580,0	680,0	2350	3300	3900
	0,14	395,0	560,0	660,0	2600	3700	4300

\* Die Reibzahlen ( $\mu_G$  und  $\mu_K$  für verschiedene Oberflächen- und Schmierzustände) werden aus den Tabellen der Seite 1170 ermittelt.

## Festigkeit von Schrauben nach DIN ISO 20898 T 1 (4.92)

Festigkeitsklassen	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9
Mindestzugfestigkeit $R_m$ N/mm <sup>2</sup>	500	600	800	1000	1200
Mindeststreckgrenze $R_e$ N/mm <sup>2</sup>	400	480	640	900	1080
0,2-Dehngrenze $R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup>	-	-	640	900	1080
Prüfspannung $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	364	440	582	792	950
Bruchdehnung $A_5$ %	10	8	12	9	8
Kerbschlagzähigkeit (ISO-Probe) Nm/cm <sup>2</sup>	-	-	60	40	30

Die einzelnen Festigkeitsklassen bedeuten (am Beispiel 8.8 aufgezeigt):

$$\text{Erste Zahl 8.} = \frac{\text{Mindestzugfestigkeit } R_m}{100} = 800 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Zweite Zahl .8} = \frac{\text{Mindeststreckgrenze } R_e}{\text{Mindestzugfestigkeit } R_m} \cdot 10 = 640 \text{ N/mm}^2 \text{ (80\% von } R_m)$$

## Festigkeit von Muttern nach DIN ISO 20898 T 2 (2.94)

Kennzahlen der Festigkeitsklasse	5	6	8	10	12
Prüfspannung $S_p$ N/mm <sup>2</sup>	500	600	800	1000	1200

Die Festigkeitsklassen bedeuten (am Beispiel 10 aufgezeigt):

$$10 = \frac{\text{Prüfspannung } S_p}{100}$$

Diese Prüfspannung ist gleich der Mindestzugfestigkeit einer Schraube, die bei Paarung mit der entsprechenden Mutter bis zur Mindeststreckgrenze der Schraube belastet werden kann.

# Technische Hinweise Schrauben, Muttern

Die Reibzahlen (siehe Tabelle) schwanken in weiten Grenzen. Sie schwanken sogar während des Anziehens und von Fertigungslos gleicher Schrauben. Da  $\mu_G$  und  $\mu_K$  im allgemeinen verschieden groß sind, ergeben sich eine Vielzahl möglicher Anziehdrehmomente.

Nach VDI-Richtlinie 2230 wird mit unterschiedlichen Reibzahlen gerechnet. Illgner/Blume dagegen rechnen in ihrem „Schraubenvademekum“ mit einer Reibzahl

$$\mu_{ges} = \mu_G = \mu_K$$

Hier wird nach VDI-Methode verfahren. Wenn jedoch  $\mu_G$  oder/und  $\mu_K$  nicht bekannt sind, so setze man  $\mu_G = 0,12$  bzw.  $\mu_K = 0,12$ .

Reibungszahl  $\mu_G$  im Gewinde (nach Strelow bzw. VDI 2230)

$\mu_G$	Gewinde				Außengewinde (Schraube)									
	Gewinde	Werkstoff	Oberfläche	Gewinde- fertigung	Stahl									
					schwarzvergütet oder phosphatiert				galvanisch verzinkt (Zn6)		galvanisch cadmiert (Cd6)		Klebstoff	
					gewalzt			ge- schnitten	geschnitten oder gewalzt					
			Schmie- rung	trocken	geölt	MoS <sub>2</sub> *	geölt	trocken	geölt	trocken	geölt	trocken		
Innengewinde (Mutter)	Stahl	blank	geschliffen	trocken		0,12	0,10*	0,08	0,10	–	0,10	–	0,08	0,16
						0,10	–	–	–	0,12	0,10	–	–	0,14
	galvanisch cadmiert	verzinkt				0,08	–	–	–	–	–	0,12	0,12	–
	GJL/GJMB	blank				–	0,10	–	0,10	–	0,10	–	0,08	–
	AlMg	blank				–	0,08	–	–	–	–	–	–	–

\* Molybdändisulfid

Reibungszahl  $\mu_K$  in der Kopf bzw. Mutterauflage (nach Strelow bzw. VDI 2230)

$\mu_K$	Auflagefläche				Schraubenkopf									
	Auflagefläche	Werkstoff	Oberfläche	Ferti- gung	Stahl									
					schwarz oder phosphatiert				galvanisch verzinkt (Zn6)		galvanisch cadmiert (Cd6)			
					gepresst		gedreht		ge- schliffen	gepresst				
			Schmie- rung	trocken	geölt	MoS <sub>2</sub> *	geölt	MoS <sub>2</sub> *	geölt	trocken	geölt	trocken	geölt	
Gegenlage	Stahl	blank	trocken	ge- schliffen	–	0,16	–	0,10	–	0,16	0,10	–	0,08	–
				spanend bearbeitet	0,12	0,10	0,08	0,10	0,08	–	0,10	0,08	0,08	
		galvanisch cadmiert		verzinkt	0,10	–	0,10	–	0,10	0,16	0,10	–	–	
		spanend bearbeitet		0,08				–	–	0,12	0,12			
	GJL/GJMB	blank		ge- schliffen	–	0,10	–	–	–	0,10 bis 0,18			0,08	–
	spanend bearbeitet			–	0,14	–	0,10	–	0,14	0,10	0,10	0,08	–	
	AlMg	spanend bearbeitet		ge- schliffen	–	0,08				–	–	–	–	–
	spanend bearbeitet			–	0,08				–	–	–	–	–	

\* Molybdändisulfid

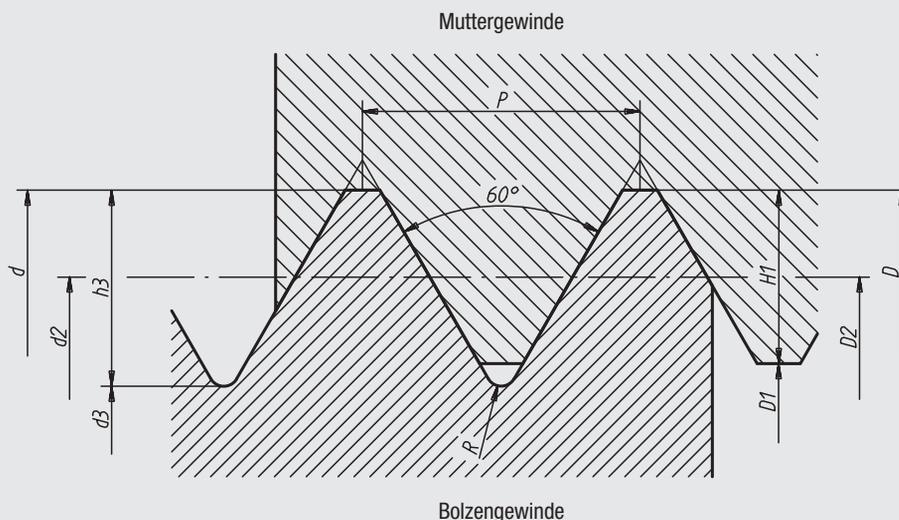
# Metrisches ISO-Gewinde

Bei den aufgeführten Gewinden gilt die Toleranzklasse mittel, d. h. 6H für Muttergewinde und 6g für Bolzengewinde.

Die im Katalog angegebenen Gewinde (Metall) sind nach diesen Toleranzklassen hergestellt.

### Hinweis über die Gewindeausführungen der Aluminium-Griffe:

Durch die abschließende Oberflächenveredelung und den hiermit verbundenen Materialabtrag bei der Vorbehandlung, können insbesondere Gewinde der Aluminium-Griffe nicht lehrenhaftig sein. Zur Materialverfestigung wird daher der größte Teil dieser Gewinde geformt; die Ausrissfestigkeit aus Aluminium bei einem Gewinde von M5 x 10 beträgt hierdurch über 2000 N.



### Regelgewinde Reihe 1

Gewindebezeichnung d = D	Steigung P	Flanken-Ø d2 = D2	Kern-Ø		Gewindetiefe		Rundung R	Kernlochbohrer Ø
			Bolzen d3	Mutter D1	Bolzen h3	Mutter H1		
M 3	0,50	2,68	2,39	2,46	0,31	0,27	0,07	2,5
M 4	0,70	3,55	3,14	3,24	0,43	0,38	0,10	3,3
M 5	0,80	4,48	4,02	4,13	0,49	0,43	0,12	4,2
M 6	1,00	5,35	4,77	4,92	0,61	0,54	0,14	5,0
M 8	1,25	7,19	6,47	6,65	0,77	0,68	0,18	6,8
M10	1,50	9,03	8,16	8,38	0,92	0,81	0,22	8,5
M12	1,75	10,86	9,85	10,11	1,07	0,95	0,25	10,2
M16	2,00	14,70	13,55	13,84	1,23	1,08	0,29	14,0
M20	2,50	18,38	16,93	17,29	1,53	1,35	0,36	17,5
M24	3,00	22,05	20,32	20,75	1,84	1,62	0,43	21,0
M30	3,50	27,73	25,71	26,21	2,15	1,89	0,51	26,5
M36	4,00	33,40	31,09	31,67	2,45	2,17	0,58	32,0

### Gewindeausführungen:

Die Gewinde sind nach ISO DIN 13 Toleranzklasse „mittel“ hergestellt, d.h. H6 für Muttergewinde und g6 für Bolzengewinde. In der Regel sind die Außengewinde bis 60 mm durchgehend. Ab 70 mm Schraubenlänge werden die Gewinde 60 mm lang gefertigt.

# Senkungen für Senkschrauben und Zylinderschrauben

## Senkungen Form B:

– für Senkschrauben DIN 7991

## Senkungen Form J:

– für Zylinderschrauben DIN 6912

## Senkungen Form K:

– für Zylinderschrauben DIN 912.

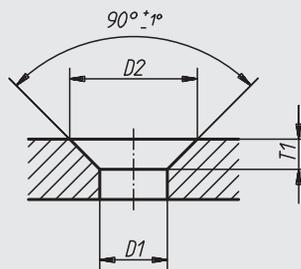
### Hinweis:

\* Durchgangsloch mittel nach DIN ISO 273.

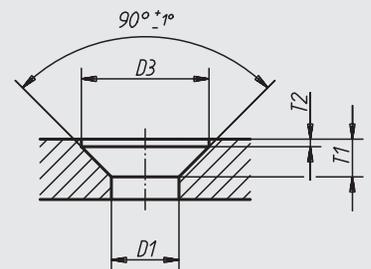
\*\* Durchgangsloch fein nach DIN ISO 273.

\*\*\* 90° Senkung oder gerundet, unter 12 mm Gewindedurchmesser nur entgratet

**Form A**  
Ausführung mittel (m)

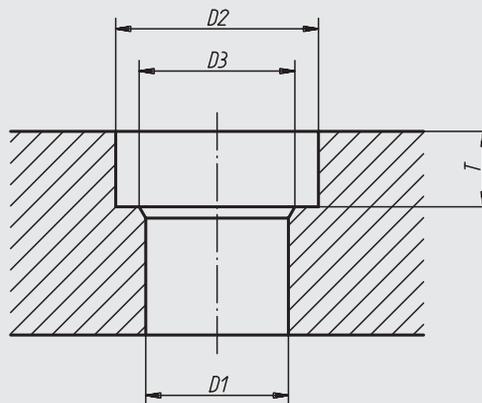


**Form B**  
Ausführung fein (f)



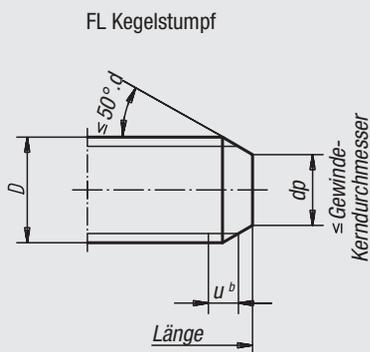
Für Gewinde- Ø	Ausführung mittel (m)			Ausführung fein (f)			
	D1 H13*	D2 H13	T1 ≈	D1 H12**	D3 H12	T1 ≈	T2 +0,1
M3	3,4	6,6	1,6	3,2	6,3	1,7	0,2
M4	4,5	9,0	2,3	4,3	8,3	2,4	0,4
M5	5,5	11,0	2,8	5,3	10,4	2,9	0,5
M6	6,6	13,0	3,2	6,4	12,4	3,3	0,5
M8	9,0	17,2	4,1	8,4	16,5	4,4	0,5
M10	11,0	21,5	5,3	10,5	20,5	5,5	0,5
M12	13,5	25,5	6,0	13,0	25,0	6,5	0,5
M16	17,5	31,5	7,0	17,0	31,0	7,5	0,5
M20	22,0	38,0	8,0	21,0	37,0	8,5	0,5

**Form J, Form K**

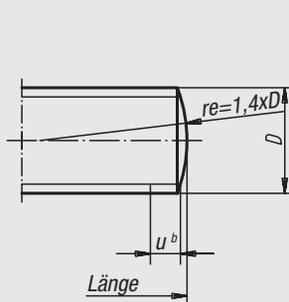


Für Gewinde- Ø	D1		D2	D3***	T		zul. Ab- weichung
	mittel (m) H13*	fein (f) H12**			Form J	Form K	
M3	3,4	3,2	6	–	–	3,4	+0,2 0
M4	4,5	4,3	8	–	3,4	4,6	+0,4 0
M5	5,5	5,3	10	–	4,2	5,7	+0,4 0
M6	6,6	6,4	11	–	4,8	6,8	+0,4 0
M8	9,0	8,4	15	–	6,0	9,0	+0,4 0
M10	11,0	10,5	18	–	7,5	11,0	+0,4 0
M12	13,5	13,0	20	16	8,5	13,0	+0,4 0
M16	17,5	17,0	26	20	11,5	17,5	+0,4 0
M20	22,0	21,0	33	24	13,5	21,5	+0,4 0

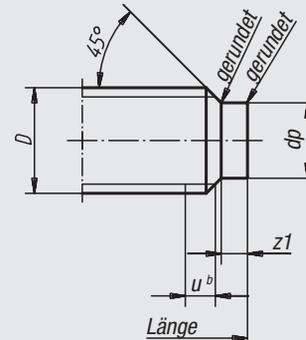
# Gewindeenden DIN EN ISO 4753 Druckzapfen DIN 6332



RN Linsenkuppe



SD Kurzer Zapfen

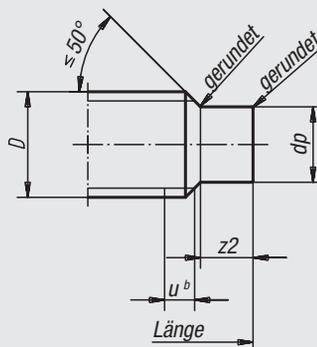


**Normalausführung:**

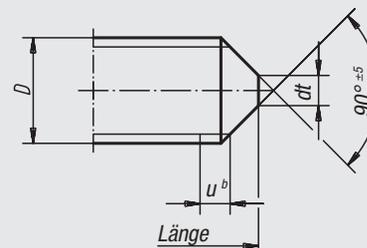
Kegelkuppe nach DIN EN ISO 4753.  
Für alle übrigen Gewindeenden werden je nach Stückzahl Zuschläge berechnet.

$u^b = \text{max. 2P unvollständiges Gewinde}$

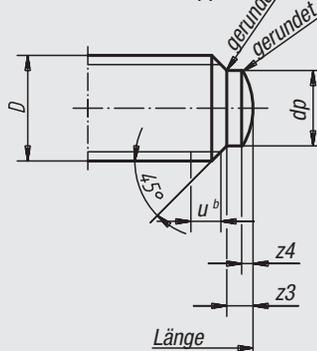
LD Langer Zapfen



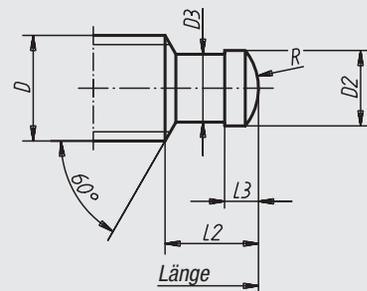
TC Spitze, abgeflacht



Ak Ansatzkuppe



Druckzapfen nach DIN 6332



Gewinde- Ø	Gewindeenden nach DIN EN ISO 4753						Gewindeende mit Druckzapfen nach DIN 6332				
	dp h13	dt h16*	z1 + IT14	z2 + IT14	z3 + IT14	z4 ≈	D2 h11	D3 -0,1	L2	L3	R
M4	2,5	–	1,00	2,0	1,00	0,50	–	–	–	–	–
M5	3,5	–	1,25	2,5	1,25	0,60	–	–	–	–	–
M6	4,0	1,5	1,50	3,0	1,50	0,70	4,5	4,0	6,0	2,5	3
M8	5,5	2,0	2,00	4,0	2,00	1,00	6,0	5,4	7,5	3,0	5
M10	7,0	2,5	2,50	5,0	2,50	1,00	8,0	7,2	9,0	4,5	6
M12	8,5	3,0	3,00	6,0	3,00	1,25	8,0	7,2	10,0	4,5	6
M14	10,0	4,0	3,50	7,0	3,50	1,50	–	–	–	–	–
M16	12,0	4,0	4,00	8,0	4,00	1,75	12,0	11,0	12,0	5,0	9
M18	13,0	5,0	4,50	9,0	4,50	2,00	–	–	–	–	–
M20	15,0	5,0	5,00	10,0	5,00	2,00	15,5	14,4	14,0	5,5	13
M22	17,0	6,0	5,50	11,0	5,50	2,50	–	–	–	–	–
M24	18,0	6,0	6,00	12,0	6,00	2,50	–	–	–	–	–
M27	21,0	8,0	6,70	13,5	6,70	3,00	–	–	–	–	–

\* Spitze bis 5 mm Gewindedurchmesser leicht abgeflacht oder leicht gerundet.

# Vierkante für Spindeln und Bedienteile

\*Innenvierkante dürfen im mittleren Drittel jeder Quadratseite ausgespart sein. D max. legt den Bohrungsdurchmesser fest, der bei zentrischer Anordnung zum Innenvierkant diesen entsprechend ausspart.

\*\*Außenvierkante, die an blankem Rundstahl angearbeitet werden, dürfen das Kleinmaß um den Betrag der Toleranz zum Rundstahl, d.h. maximal um h11, unterschreiten.

A Außenvierkant

B Innenvierkant

S H11/h11	D* max.	max.	E1		E2 min.
			min.**		
4,0	4,2	5,0	4,8		5,3
5,0	5,3	6,5	6,0		6,6
5,5	5,8	7,0	6,6		7,2
6,0	6,3	8,0	7,2		8,1
7,0	7,3	9,0	8,4		9,1
8,0	8,4	10,0	9,6		10,1
9,0	9,5	12,0	10,8		12,1
10,0	10,5	13,0	12,0		13,1
11,0	11,6	14,0	13,2		14,1
12,0	12,6	16,0	14,4		16,1
13,0	13,7	17,0	15,6		17,1
14,0	14,7	18,0	16,8		18,1
16,0	16,8	21,0	19,2		21,2
17,0	17,9	22,0	20,4		22,2
19,0	20,0	25,0	22,8		25,2
22,0	23,1	28,0	26,4		28,2

# T-Nuten

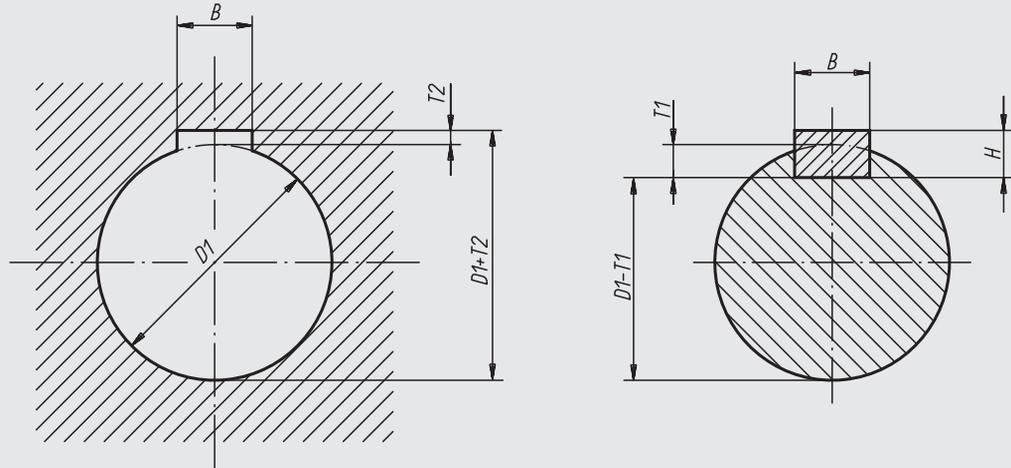
$\sqrt[6.3]{\quad}$  (  $\sqrt[3]{\quad} = \sqrt[16]{\quad}$  für Toleranzfeld H8 oder  $\sqrt[3]{\quad} = \sqrt[3.2]{\quad}$  für Toleranzen H12 )

A*	B zul. Abw.	C zul. Abw.	H		N max.	R1 max.	R2 max.	T
			max.	min.				
6	11,0	5	13	11	1,0	0,6	1,0	0,5
8	14,5	7	18	15				
10	16,0	7	21	17				
12	19,0	8	25	20	1,6	1,0	2,5	
14	23,0	9	28	23				
18	30,0	12	36	30				
22	37,0	16	45	38	2,5	1,6	4,0	
28	46,0	20	56	48				
36	56,0	25	71	61				
42	68,0	32	85	74				1,0

\* Toleranzfeld H8 für Richt- und Spann-Nuten, H12 für Spann-Nuten.

# Nuten, Passfedern

hohe Form (Blatt 1), hohe Form für Werkzeugmaschinen (Blatt 2)



Hohe Form (Blatt 1)

Für Wellen- Ø D1	Wellennut B*		Nabennut B*		H	T1 mit Rückenspiel	T2	
	fester Sitz P9	leichter Sitz N9	fester Sitz P9	leichter Sitz IS9			bei Rücken- spiel	bei Über- maß
über 8 bis 10	3	3	3	3	3	1,8 <sup>+0,1</sup>	1,4 <sup>+0,1</sup>	0,9 <sup>+0,1</sup>
über 10 bis 12	4	4	4	4	4	2,5 <sup>+0,1</sup>	1,8 <sup>+0,1</sup>	1,2 <sup>+0,1</sup>
über 12 bis 17	5	5	5	5	5	3,0 <sup>+0,1</sup>	2,3 <sup>+0,1</sup>	1,7 <sup>+0,1</sup>
über 17 bis 22	6	6	6	6	6	3,5 <sup>+0,1</sup>	2,8 <sup>+0,1</sup>	2,2 <sup>+0,1</sup>
über 22 bis 30	8	8	8	8	7	4,0 <sup>+0,2</sup>	3,3 <sup>+0,2</sup>	2,4 <sup>+0,2</sup>
über 30 bis 38	10	10	10	10	8	5,0 <sup>+0,2</sup>	3,3 <sup>+0,2</sup>	2,4 <sup>+0,2</sup>
über 38 bis 44	12	12	12	12	8	5,0 <sup>+0,2</sup>	3,3 <sup>+0,2</sup>	2,4 <sup>+0,2</sup>
über 44 bis 50	14	14	14	14	9	5,5 <sup>+0,2</sup>	3,8 <sup>+0,2</sup>	2,9 <sup>+0,2</sup>
über 50 bis 58	16	16	16	16	10	6,0 <sup>+0,2</sup>	4,3 <sup>+0,2</sup>	3,4 <sup>+0,2</sup>

Hohe Form für Werkzeugmaschinen (Blatt 2)

Für Wellen- Ø D1	Wellennut B*		Nabennut B*		H	T1	T2
	fester Sitz P9	leichter Sitz N9	fester Sitz P9	leichter Sitz IS9			
über 10 bis 12	4	4	4	4	4	3,0 <sup>+0,1</sup>	1,1 <sup>+0,1</sup>
über 12 bis 17	5	5	5	5	5	3,8 <sup>+0,1</sup>	1,3 <sup>+0,1</sup>
über 17 bis 22	6	6	6	6	6	4,4 <sup>+0,1</sup>	1,7 <sup>+0,1</sup>
über 22 bis 30	8	8	8	8	7	5,4 <sup>+0,2</sup>	1,7 <sup>+0,2</sup>
über 30 bis 38	10	10	10	10	8	6,0 <sup>+0,2</sup>	2,1 <sup>+0,2</sup>
über 38 bis 44	12	12	12	12	8	6,0 <sup>+0,2</sup>	2,1 <sup>+0,2</sup>
über 44 bis 50	14	14	14	14	9	6,0 <sup>+0,2</sup>	2,6 <sup>+0,2</sup>
über 50 bis 58	16	16	16	16	10	7,5 <sup>+0,2</sup>	2,6 <sup>+0,2</sup>

\* Die angegebenen Toleranzfelder für die Nutbreiten gelten als Regelfall für gefräste Nuten. Für Breiten von geräumten Nuten wird die ISO-Qualität IT8 (also P8 statt P9, N8 statt N9 und IS8 statt IS9) empfohlen. Für Gleitsitze wird das Toleranzfeld H9 für Wellennut und D10 für Nabennut empfohlen.