

>> EU¹⁾-VHM-NC-MASCHINEN-REIBAHLEN, GERADE AUSFÜHRUNG, ÄHNLICH DIN 8093

Einsatzbereich:

Geradenutete Ausführung für alle E- und NE-Metalle. Verwendung in Grund- und Durchgangsbohrungen bei Einzel- und Serienfertigung.

EU¹⁾-SOLID CARBIDE NC-MACHINE REAMERS, STRAIGHT FLUTE TYPE, SIMILAR TO DIN 8093




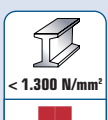

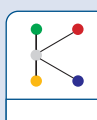
Range of application:

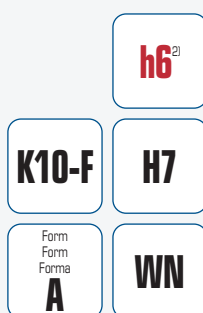
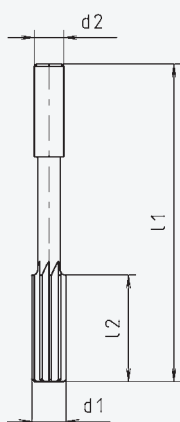
Ferrous and non-ferrous metals. Straight flute type suitable for blind and through-hole borings. Suitable for individual and mass production.

ALESATORI A MACCHINA NC EU¹⁾ IN METALLO DURO INTEGRALE, TAGLIENTI DIRITTI, SIMILI DIN 8093

Impiego:

Alesatori con taglienti diritti per tutti i materiali ferrosi e non ferrosi. Adatti per fori ciechi e passanti sia in lavorazioni singole che di serie.

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|--|---------------------------------------|-----------|---------------|-----------|---|
|  < 400 N/mm ² |  < 850 N/mm ² |  < 1.100 N/mm ² |  < 1.300 N/mm ² |  > 45 HRC | INOX < 850 N/mm ² | INOX > 850 N/mm ² | GRAUGUSS CAST IRON GHISA GRIGIA | Ti | Cu, Ms | Al |  |
|--|--|--|--|---|--|--|---------------------------------------|-----------|---------------|-----------|---|



Schnittwertempfehlung
Recommended cutting conditions
Valori di taglio consigliati

→ Seite | Page | Pagina 11/26

blank | bright | lucida

| d1 _{H7} mm | d2 _{h6} mm | l1 mm | l2 mm | Z | Code 5200 Art.-Nr. | € |
|------------------------|------------------------|----------|----------|---|-----------------------|-------|
| 3,00 | 3,00 | 61 | 15 | 4 | 520003001 | 28,36 |
| 3,20 | 4,00 | 65 | 16 | 6 | 520003201 | 36,21 |
| 3,50 | 4,00 | 70 | 18 | 6 | 520003501 | 34,12 |
| 4,00 | 4,00 | 75 | 19 | 6 | 520004001 | 33,39 |
| 4,50 | 5,00 | 80 | 21 | 6 | 520004501 | 43,33 |
| 5,00 | 5,00 | 86 | 23 | 6 | 520005001 | 45,48 |
| 5,50 | 6,00 | 93 | 26 | 6 | 520005501 | 51,12 |
| 6,00 | 6,00 | 93 | 26 | 6 | 520006001 | 55,37 |
| 6,50 | 6,00 | 101 | 28 | 6 | 520006501 | 60,34 |
| 7,00 | 8,00 | 109 | 31 | 6 | 520007001 | 61,74 |
| 7,50 | 8,00 | 109 | 31 | 6 | 520007501 | 67,44 |
| 8,00 | 8,00 | 117 | 33 | 6 | 520008001 | 64,62 |
| 8,50 | 8,00 | 117 | 33 | 6 | 520008501 | 72,36 |
| 9,00 | 10,00 | 125 | 36 | 6 | 520009001 | 74,56 |
| 9,50 | 10,00 | 125 | 36 | 6 | 520009501 | 85,92 |
| 10,00 | 10,00 | 133 | 38 | 6 | 520010001 | 80,22 |

Zwischendurchmesser auf Anfrage.

Intermediate dimensions upon request.

Diametri intermedi a richiesta.

Ausführungen für andere Passungen als H7 siehe Seite 11/28.

Versions different to H7 see on page 11/31.

Esecuzioni con altre tolleranze vedi pagina 11/34.

¹⁾ Ausführung in extrem ungleicher Teilung.
Execution in extremely non-uniform pitch.
Esecuzione con divisione molto irregolare.

²⁾ ganzzahliger Schaftdurchmesser
nominal shank
diam. codolo nominale



>> EU¹⁾-HM-NC-MASCHINEN-REIBAHLEN, GERADE AUSFÜHRUNG, ÄHNLICH DIN 8093

Einsatzbereich:

Geradegenutete Ausführung für alle E- und NE-Metalle. Verwendung in Grund- und Durchgangsbohrungen bei Einzel- und Serienfertigung.

EU¹⁾-TUNGSTEN CARBIDE NC-MACHINE REAMERS, STRAIGHT FLUTE TYPE, SIMILAR TO DIN 8093







Range of application:

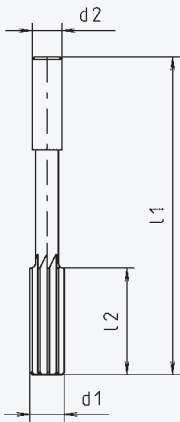
Ferrous and non-ferrous metals. Straight flute type suitable for blind and through-hole borings. Suitable for individual and mass production.

ALESATORI A MACCHINA NC EU¹⁾ PLACCHETTE METALLO DURO, TAGLIENTI DIRITTI, SIMILI DIN 8093

Impiego:

Alesatori con taglienti diritti per tutti i materiali ferrosi e non ferrosi. Adatti per fori ciechi e passanti sia in lavorazioni singole che di serie.

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|--|--|-----------|---------------|-----------|---|
|  < 400 N/mm ² |  < 850 N/mm ² |  < 1.100 N/mm ² |  < 1.300 N/mm ² |  > 45 HRC | INOX < 850 N/mm ² | INOX > 850 N/mm ² | GRAUGUSS CAST IRON GHISA GRIGIA | Ti | Cu, Ms | Al |  |
|--|--|--|--|---|--|--|--|-----------|---------------|-----------|---|



| |
|----------------------------------|
| h6²⁾ |
| K10-F |
| H7 |
| Form Form Form A |
| WN |



Schnittwertempfehlung
Recommended cutting conditions
Valori di taglio consigliati

→ Seite | Page | Pagina **II/26**

blank | bright | lucida



| d1 _{H7} mm | d2 _{h6} mm | l1 mm | l2 mm | Z | Code 5220 Art.-Nr. | € |
|------------------------|------------------------|----------|----------|---|-----------------------|--------------|
| 11,00 | 10,00 | 142 | 19 | 6 | 522011001 | 59,60 |
| 12,00 | 10,00 | 151 | 19 | 6 | 522012001 | 56,72 |
| 13,00 | 10,00 | 151 | 19 | 6 | 522013001 | 64,62 |
| 14,00 | 14,00 | 160 | 19 | 6 | 522014001 | 68,86 |
| 15,00 | 14,00 | 162 | 19 | 6 | 522015001 | 73,83 |
| 16,00 | 14,00 | 170 | 22 | 6 | 522016001 | 76,60 |

Ausführungen für andere Passungen als H7 siehe Seite II/28.

Versions different to H7 see on page II/31.

Esecuzioni con altre tolleranze vedi pagina II/34.

Alle Abmessungen sind HM-bestückt.

All dimensions are tungsten carbide equipped.

Tutti i diametri con placchette metallo duro brasate.

¹⁾ Ausführung in extrem ungleicher Teilung.
Execution in extremely non-uniform pitch.
Esecuzione con divisione molto irregolare.

²⁾ ganzzahliger Schaftdurchmesser
nominal shank
diam. codolo nominale

>> EU¹⁾-HM-NC-MASCHINEN-REIBAHLEN, LINKSSPIRALE, ÄHNLICH DIN 8093

Einsatzbereich:

Spiralgenutete Ausführung, 8° Linksspirale, vorwiegend für Durchgangsbohrungen in alle E- und NE-Metalle geeignet, besonders für unterbrochene Schnitte wie Längsnuten, Querbohrungen usw.

EU¹⁾-TUNGSTEN CARBIDE NC-MACHINE REAMERS, LEFT HAND SPIRAL, SIMILAR TO DIN 8093


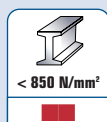

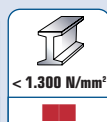

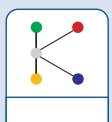
Range of application:

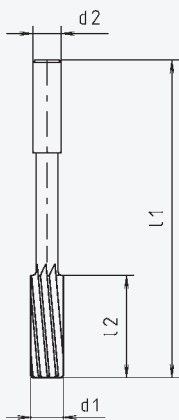
Ferrous and non-ferrous metals. Slow helix type 8° left hand spiral suitable for interrupted borings, slots and crossborings, etc.

ALESATORI A MACCHINA NC EU¹⁾ PLACCHETTE METALLO DURO, ELICA SINISTRA, SIMILI DIN 8093

Impiego:

Alesatori con taglienti elicoidali sinistri a 8° per fori passanti in tutti i materiali ferrosi e non ferrosi, particolarmente adatti per sezioni interrotte, quali scanalature longitudinali, fori trasversali ecc.

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|--|--|-----------|---------------|-----------|---|
|  < 400 N/mm ² |  < 850 N/mm ² |  < 1.100 N/mm ² |  < 1.300 N/mm ² |  > 45 HRC | INOX < 850 N/mm ² | INOX > 850 N/mm ² | GRAUGUSS CAST IRON GHISA GRIGIA | Ti | Cu, Ms | Al |  |
|--|--|--|--|---|--|--|--|-----------|---------------|-----------|---|



| |
|----------------------------------|
| h6²⁾ |
| K10-F |
| H7 |
| Form Form Form B |
| WN |



blank | bright | lucida

Schnittwertempfehlung Recommended cutting conditions Valori di taglio consigliati

→ Seite | Page | Pagina **II/26**

| d1 _{H7} mm | d2 _{h6} mm | l1 mm | l2 mm | Z | Code 5210 Art.-Nr. | € |
|------------------------|------------------------|----------|----------|---|-----------------------|-------|
| 1,40 | 2,00 | 40 | 8 | 3 | 521001401 | 26,27 |
| 1,50 | 2,00 | 40 | 8 | 3 | 521001501 | 21,98 |
| 1,60 | 2,00 | 43 | 9 | 3 | 521001601 | 27,73 |
| 1,80 | 2,00 | 46 | 10 | 3 | 521001801 | 29,15 |
| 2,00 | 2,00 | 49 | 11 | 4 | 521002001 | 25,53 |
| 2,20 | 3,00 | 53 | 12 | 4 | 521002201 | 33,39 |
| 2,50 | 3,00 | 57 | 14 | 4 | 521002501 | 29,88 |
| 2,80 | 3,00 | 61 | 15 | 4 | 521002801 | 34,85 |
| 3,00 | 3,00 | 61 | 15 | 4 | 521003001 | 28,36 |
| 3,20 | 4,00 | 65 | 16 | 6 | 521003201 | 36,21 |
| 3,50 | 4,00 | 70 | 18 | 6 | 521003501 | 34,12 |
| 4,00 | 4,00 | 75 | 19 | 6 | 521004001 | 33,39 |
| 4,50 | 5,00 | 80 | 21 | 6 | 521004501 | 43,33 |
| 5,00 | 5,00 | 86 | 23 | 6 | 521005001 | 45,48 |
| 5,50 | 6,00 | 93 | 26 | 6 | 521005501 | 51,12 |
| 6,00 | 6,00 | 93 | 26 | 6 | 521006001 | 55,37 |
| 6,50 | 6,00 | 101 | 28 | 6 | 521006501 | 60,34 |
| 7,00 | 8,00 | 109 | 31 | 6 | 521007001 | 61,74 |
| 7,50 | 8,00 | 109 | 31 | 6 | 521007501 | 67,44 |
| 8,00 | 8,00 | 117 | 33 | 6 | 521008001 | 64,62 |
| 8,50 | 8,00 | 117 | 33 | 6 | 521008501 | 72,36 |
| 9,00 | 10,00 | 125 | 36 | 6 | 521009001 | 74,56 |
| 9,50 | 10,00 | 125 | 36 | 6 | 521009501 | 85,92 |
| 10,00 | 10,00 | 133 | 38 | 6 | 521010001 | 80,22 |
| 10,50 | 10,00 | 133 | 38 | 6 | 521010501 | 91,57 |

Fortsetzung auf Seite II/17 | Continued on page II/17 | Segue a pagina II/17

¹⁾ Ausführung in extrem ungleicher Teilung.
Execution in extremely non-uniform pitch.
Esecuzione con divisione molto irregolare.

²⁾ ganzzahliger Schaftdurchmesser
nominal shank
diam. codolo nominale

Ø 1,40–12,00 VHM | solid carbide | metallo duro integrale
Ø 12,50–20,00 nur VHM-Kopf | only solid carbide cutting part |
parte taglienti metallo duro integrale

Ausführungen für andere Passungen als H7 siehe Seite II/28.
Versions different to H7 see on page II/31.
Esecuzioni con altre tolleranze vedi pagina II/34.

>> **EU¹¹-HM-NC-MASCHINEN-REIBAHLEN, LINKSSPIRALE, ÄHNLICH DIN 8093**

EU¹¹-TUNGSTEN CARBIDE NC-MACHINE REAMERS, LEFT HAND SPIRAL, SIMILAR TO DIN 8093

ALESATORI A MACCHINA NC EU¹¹ PLACCHETTE METALLO DURO, ELICA SINISTRA, SIMILI DIN 8093

Fortsetzung von Seite II/16 | Continued from page II/16
| Segue da pagina II/16

blank | bright | lucida

| d1 _{H7} mm | d2 _{h6} mm | l1 mm | l2 mm | Z | Code 5210 Art.-Nr. | € |
|------------------------|------------------------|----------|----------|---|-----------------------|--------|
| 11,00 | 10,00 | 142 | 41 | 6 | 521011001 | 93,71 |
| 11,50 | 10,00 | 142 | 41 | 6 | 521011501 | 110,09 |
| 12,00 | 10,00 | 142 | 41 | 6 | 521012001 | 96,49 |
| 12,50 | 10,00 | 151 | 44 | 6 | 521012501 | 109,37 |
| 13,00 | 10,00 | 151 | 44 | 8 | 521013001 | 109,37 |
| 14,00 | 14,00 | 160 | 47 | 8 | 521014001 | 122,13 |
| 15,00 | 14,00 | 162 | 50 | 8 | 521015001 | 137,72 |
| 16,00 | 14,00 | 170 | 52 | 8 | 521016001 | 149,76 |
| 17,00 | 14,00 | 175 | 54 | 6 | 521017001 | 176,76 |
| 18,00 | 14,00 | 182 | 56 | 6 | 521018001 | 193,82 |
| 19,00 | 16,00 | 189 | 58 | 6 | 521019001 | 210,14 |
| 20,00 | 16,00 | 195 | 60 | 6 | 521020001 | 225,01 |



>> HM-AUFSTECKKREIBAHLEN, DIN 8054, KEGELIGE BOHRUNG 1:30

Einsatzbereich:

Geradegenutete Ausführung für alle E- und NE-Metalle. Verwendung in Grund- und Durchgangsbohrungen bei Einzel- und Serienfertigung.

TUNGSTEN CARBIDE SHELL REAMERS, DIN 8054, TAPER BORE 1:30


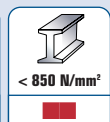
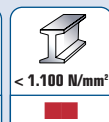
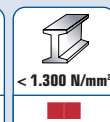
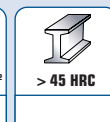
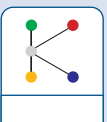
Range of application:

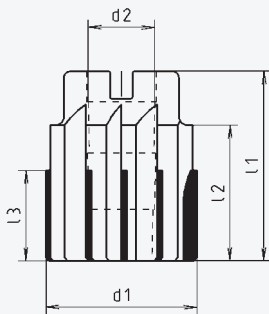
Ferrous and non-ferrous metals. Straight flute type suitable for blind and through-hole borings. Suitable for individual and mass production.

ALESATORI A BUSSOLA PLACCHETTE METALLO DURO, DIN 8054, FORO CONICO 1:30

Impiego:

Alesatori con taglienti diritti per tutti i materiali ferrosi e non ferrosi. Adatti per fori ciechi e passanti sia in lavorazioni singole che di serie.

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|--|--|-----------|---------------|-----------|---|
|  < 400 N/mm ² |  < 850 N/mm ² |  < 1.100 N/mm ² |  < 1.300 N/mm ² |  > 45 HRC | INOX < 850 N/mm ² | INOX > 850 N/mm ² | GRAU GUSS CAST IRON GHISA GRIGIA | Ti | Cu, Ms | Al |  |
|--|--|--|--|---|--|--|--|-----------|---------------|-----------|---|



K10-F **H7**
Form Form Forma **A**
DIN 8054



Schnittwertempfehlung
Recommended cutting conditions
Valori di taglio consigliati

→ Seite | Page | Pagina 11/26

blank | bright | lucida

| d1 _{H7} mm | d2 mm | l1 mm | l2 mm | l3 mm | Z | Code 5340 Art.-Nr. | € |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----|-----------------------|--------|
| 25,00 | 13,00 | 45 | 36 | 30 | 8 | 534025001 | 105,80 |
| 30,00 | 13,00 | 45 | 36 | 30 | 8 | 534030001 | 105,80 |
| 32,00 | 13,00 | 45 | 36 | 30 | 8 | 534032001 | 122,13 |
| 34,00 | 13,00 | 45 | 36 | 30 | 8 | 534034001 | 122,13 |
| 35,00 | 13,00 | 45 | 36 | 30 | 8 | 534035001 | 122,13 |
| 36,00 | 16,00 | 50 | 40 | 30 | 8 | 534036001 | 135,52 |
| 38,00 | 16,00 | 50 | 40 | 30 | 8 | 534038001 | 135,52 |
| 40,00 | 16,00 | 50 | 40 | 30 | 8 | 534040001 | 135,52 |
| 42,00 | 16,00 | 50 | 40 | 30 | 8 | 534042001 | 135,52 |
| 45,00 | 16,00 | 50 | 40 | 30 | 8 | 534045001 | 154,68 |
| 47,00 | 19,00 | 56 | 45 | 30 | 10 | 534047001 | 154,68 |
| 48,00 | 19,00 | 56 | 45 | 30 | 10 | 534048001 | 154,68 |
| 50,00 | 19,00 | 56 | 45 | 30 | 10 | 534050001 | 154,68 |
| 52,00 | 19,00 | 56 | 45 | 30 | 10 | 534052001 | 165,45 |
| 55,00 | 22,00 | 63 | 50 | 30 | 10 | 534055001 | 170,27 |
| 58,00 | 22,00 | 63 | 50 | 30 | 10 | 534058001 | 212,86 |
| 60,00 | 22,00 | 63 | 50 | 30 | 10 | 534060001 | 212,86 |
| 62,00 | 22,00 | 63 | 50 | 30 | 10 | 534062001 | 220,71 |
| 65,00 | 27,00 | 71 | 56 | 30 | 12 | 534065001 | 236,41 |
| 70,00 | 27,00 | 71 | 56 | 30 | 12 | 534070001 | 260,48 |
| 72,00 | 27,00 | 71 | 56 | 30 | 12 | 534072001 | 283,81 |
| 75,00 | 27,00 | 71 | 56 | 30 | 12 | 534075001 | 283,81 |

Ausführungen für andere Passungen als H7 siehe Seite 11/28.

Versions different to H7 see on page 11/31.

Esecuzioni con altre tolleranze vedi pagina 11/34.



>> AUFSTECKHALTER MIT MK-SCHAFT, DIN 217 A, ZAPFENKEGEL 1:30

Einsatzbereich:

Mit Aufsteckzapfen Kegel 1:30 und fester Mitnahme für Aufsteckreibahlen und Aufsteckbohrer.

ARBORS WITH MT-SHANK, DIN 217 A, TAPER 1:30

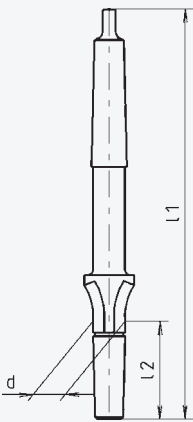
Range of application:

With taper 1:30 and drive for shell reamers and shell counterbores.

MANDRINI PORTA ALESATORI CONO MORSE, DIN 217 A, CONICITÀ 1:30

Impiego:

Porta alesatori a bussola conicità 1:30 con trascinamento fisso.




Form
Form
Forma
A

**DIN
217**



blank | bright | lucida

| d mm | l1 mm | l2 mm |  | Code 2520 Art.-Nr. | € |
|---------|----------|----------|---|-----------------------|--------|
| 13,00 | 250 | 45 | 3 | 252013001 | 40,86 |
| 16,00 | 261 | 50 | 3 | 252016001 | 45,68 |
| 19,00 | 298 | 56 | 4 | 252019001 | 54,10 |
| 22,00 | 312 | 63 | 4 | 252022001 | 67,29 |
| 27,00 | 359 | 71 | 4 | 252027001 | 100,93 |



>> HINWEISE ZU SCHNITTWERT-EMPFEHLUNGEN

- Die Angaben in den Tabellen sind Richtwerte. In manchen Fällen wird eine Erhöhung oder Herabsetzung von Vorteil sein.
- Die zu bearbeitenden Werkstoffe müssen eine gleichmäßige Zerspanbarkeit aufweisen.
- Die Spanabfuhr darf durch Vorrichtungen nicht behindert werden.
- Die Kühlmittelzufuhr muss ausreichend sein.
- Die Maschine soll eine ausreichende Stabilität, guten Allgemeinzustand und eine gleichmäßig wirkende Vorschubvorrichtung haben.

$$v_c = \frac{d \cdot \pi \cdot n}{1000}$$

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{d \cdot \pi}$$

$$f = \frac{v_f}{n}$$

REMARKS ABOUT RECOMMENDED CUTTING CONDITIONS

- In some cases an increase or decrease of the values will be of advantage.
- The materials must have a constant machineability.
- Devices must not hinder the removal of the chips.
- The supply of coolant must be adequate.
- The machine should be sufficiently stable, in good general condition and the feed should be steady.

v_c: Schnittgeschwindigkeit [m/min]
Cutting speed [m/min]
Velocità di taglio [m/min]

n: Drehzahl [U/min]
Spindle speed [rev/min]
Velocità di rotazione [giri/min]

f: Vorschub [mm/U]
Feed [mm/rev]
Avanzamento [mm/giro]

GUIDA ALLA SCELTA DELLA VELOCITÀ DI TAGLIO

- I dati delle tabelle sono dei valori indicativi. In alcuni casi un loro aumento od una diminuzione potrà rappresentare un vantaggio.
- I materiali da lavorare dovranno essere omogenei.
- Lo scarico dei trucioli non deve essere impedito da attrezzature.
- Il refrigerante deve essere adeguato.
- La macchina utensile deve presentare una adeguata rigidità statica, essere in una buona condizione generale ed essere attrezzata per un avanzamento regolare e costante.

v_f: Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]
Feedrate [mm/min]
Velocità avanzamento [mm/min]

d: Durchmesser
Diameter
Diametro

π: 3,141592

>> SCHNITTWERTEMPFEHLUNG FÜR VHM-/HM-MASCHINEN- REIBAHLEN

RECOMMENDED CUTTING CONDITIONS FOR SOLID CARBIDE/TUNGSTEN CAR- BIDE MACHINE REAMERS

VELOCITÀ DI TAGLIO CONSIGLIATE PER ALESATORI A MACCHINA MDI/ PLACCHETTE MDI BRASATE

| Werkstoffbezeichnung Material Materiale | Zugfestigkeit Tensile strength Resistenza | Werkstoff-Nr. ¹⁾ Material nr. ¹⁾ Nr. materiale ¹⁾ | DIN-Bezeichnung ¹⁾ DIN-description ¹⁾ Norma DIN ¹⁾ | Kühlung ²⁾ Coolant ²⁾ Lubrificazione ²⁾ | V _c | | | Ø 5 | | |
|--|---|--|---|--|----------------|-----------|------|------|------|----------------|
| | | | | | min. | Start | max. | f | n | v _r |
| Allgemeine Baustähle Structural steels Acciai da costruzione | < 500 N/mm ² | 1.0037 | St 37-2 | O/E | 10 | 13 | 15 | 0,15 | 828 | 124 |
| | 500–850 N/mm ² | 1.0050, 1.0060 | St 50-2, St 60-2 | O/E | 8 | 10 | 12 | 0,15 | 637 | 95 |
| Automatenstähle Free cutting steels Acciai automatici | < 850 N/mm ² | 1.0711, 1.0718, 1.0726 | 9 S 20, 9 S MnPb 28, 35 S 20 | O/E | 8 | 10 | 12 | 0,15 | 637 | 95 |
| | 850–1000 N/mm ² | 1.0728 | 60 S 20 | O/E | 7 | 8 | 9 | 0,15 | 509 | 76 |
| Unlegierte Vergütungsstähle Unalloyed heat treatable steels Acciai non legati bonificati | < 700 N/mm ² | 1.0402, 1.0501, 1.1180 | C 22, C 35, Ck 35 | O/E | 10 | 13 | 15 | 0,15 | 828 | 124 |
| | 700–850 N/mm ² | 1.0503, 1.1191 | C 45, Ck 45 | O/E | 8 | 10 | 12 | 0,15 | 637 | 95 |
| | 850–1000 N/mm ² | 1.1167, 1.1221 | 36 Mn 5, Ck 60 | O/E | 7 | 8 | 9 | 0,15 | 509 | 76 |
| Legierte Vergütungsstähle Alloyed heat treatable steels Acciai legati bonificati | 850–1000 N/mm ² | 1.7003, 1.7030 | 38 Cr 2, 28 Cr 4 | O/E | 8 | 10 | 12 | 0,15 | 637 | 95 |
| | 1000–1200 N/mm ² | 1.7218, 1.6582, 1.7225 | 25 CrMo 4, 34 CrNiMo 6, 42 CrMo 4 | O/E | 6 | 8 | 10 | 0,12 | 509 | 61 |
| Unlegierte Einsatzstähle Unalloyed case hardening steels Acciai da cementazione non legati | < 750 N/mm ² | 1.0401, 1.1141 | C 15, Ck 15 | O/E | 10 | 13 | 15 | 0,15 | 828 | 124 |
| | < 1000 N/mm ² | 1.5919, 1.7012, 1.7131 | 15 CrNi 6, 13 Cr 2, 16 MnCr 5 | O/E | 8 | 10 | 12 | 0,15 | 637 | 95 |
| Legierte Einsatzstähle Alloyed case hardening steels Acciai da cementazione legati | 1000–1200 N/mm ² | 1.7147, 1.7262 | 20 MnCr 5, 15 CrMo 5 | O/E | 6 | 8 | 10 | 0,12 | 509 | 61 |
| | < 1000 N/mm ² | 1.8507, 1.8504, 1.8506 | 34 CrAlMo 5, 34 CrAl 6, 34 CrAlS 5 | O/E | 8 | 10 | 12 | 0,15 | 637 | 95 |
| Nitrierstähle Nitriding steels Acciai da nitrurazione | 1000–1200 N/mm ² | 1.8519 | 31 CrMoV 9 | O/E | 6 | 8 | 10 | 0,12 | 509 | 61 |
| | < 850 N/mm ² | 1.1730, 1.2067 | C 45 W, 100 Cr 6 | O/E | 8 | 10 | 12 | 0,15 | 637 | 95 |
| Werkzeugstähle Tool steels Acciai da utensili | 850–1100 N/mm ² | 1.2312, 1.2316, 1.2363 | 40 CrMnMoS 8-6, X 36 CrMo 17, X 100 CrMoV 51 | O/E | 6 | 8 | 10 | 0,12 | 509 | 61 |
| | 1100–1400 N/mm ² | 1.2080, 1.2344, 1.2379 | X 210 Cr 12, X 40 CrMoV 51, X 155 CrVMo 12 1 | O/E | 5 | 6 | 7 | 0,12 | 382 | 46 |
| | 850–1200 N/mm ² | 1.3255, 1.3265, 1.3243 | S 18-1-2-5, S 18-1-2-10, S 6-5-2 | O/E | 5 | 6 | 7 | 0,12 | 382 | 46 |
| Schnellarbeitsstähle High speed steels Acciai rapidi | 48–55 HRC | | | | | | | | | |
| | 55–60 HRC | | | | | | | | | |
| | 60–67 HRC | | | | | | | | | |
| Gehärtete Stähle Hardened steels Acciai temprati | 1350 N/mm ² | | Hardox 400 | E | 6 | 8 | 10 | 0,12 | 509 | 61 |
| | 1800 N/mm ² | | Hardox 500 | | | | | | | |
| Federstähle Spring steels Acciai per molle | < 1200 N/mm ² | 1.5023, 1.7176, 1.8159 | 38 Si 7, 55 Cr 3, 50 CrV 4 | E | 6 | 8 | 10 | 0,12 | 509 | 61 |
| | < 700 N/mm ² | 1.4104, 1.4305 | X 14 CrMoS 17, X 8 CrNiS 18-9 | E | 10 | 13 | 15 | 0,15 | 828 | 124 |
| Rostfreie Stähle, geschwefelt Stainless steels, sulphuretted Acciai inox solforati | < 700 N/mm ² | 1.4000, 1.4417, 1.4845 | X 6 Cr 13, X 2 CrNiMoSi 19 5 3, X 12 CrNi 25-21 | E | 10 | 13 | 15 | 0,15 | 828 | 124 |
| | < 850 N/mm ² | 1.4005, 1.4021, 1.4371 | X 12 CrS 13, X 20 Cr 13, X 12 CrMnNi 18 8 5 | E | 8 | 10 | 12 | 0,15 | 637 | 95 |
| | < 1100 N/mm ² | 1.4057, 1.4310, 2.4632 | X 17 CrNi 16-2, X 12 CrNi 177, NiCr 20 Co 18 Ti | E | 6 | 8 | 10 | 0,12 | 509 | 61 |
| Rostfreie Stähle, martensitisch Stainless steels, martensitic Acciai inox martensitici | < 1200 N/mm ² | 2.4634, 2.4602, 2.4668 | Nimonic 105, Hastelloy C22, Inconel 718 | E | 6 | 8 | 10 | 0,12 | 509 | 61 |
| | < 180 HB | 0.6015, 0.6020 | GG 15, GG 20 | T/O | 8 | 10 | 15 | 0,15 | 637 | 95 |
| Sonderlegierungen Special alloys Leghe speciali | > 180 HB | 0.6025, 0.6030, 0.6040 | GG 25, GG 30, GG 40 | T/O | 6 | 8 | 12 | 0,12 | 509 | 61 |
| | > 180 HB | 0.7040, 0.7060, 0.8040 | GGG-40, GGG-60, GTW-40 | T/E | 8 | 10 | 12 | 0,15 | 637 | 95 |
| Kugelgraphit, Temperguss Spheroidal graphite, malleable cast iron Grafite sferoidale, ghisa malleabile | > 260 HB | 0.7080, 0.8165 | GGG-80, GTS-65 | T/E | 8 | 10 | 12 | 0,15 | 637 | 95 |
| | < 850 N/mm ² | 3.7025, 3.7124, 3.7114 | Ti 1, TiCu 2, TiAl 5 Sn 2,5 | E | 8 | 10 | 12 | 0,15 | 637 | 95 |
| Titan, Titanlegierungen Titanium, titanium alloys Titanio, leghe di titanio | < 530 N/mm ² | 3.3561, 3.3535, 3.3527 | G-AlMg 5, AlMg 3, AlMg 2 Mn 0,8 | E | 20 | 25 | 30 | 0,20 | 1592 | 318 |
| Aluminium, Al-Legierungen Aluminium, Al-alloys Alluminio, leghe di alluminio | < 600 N/mm ² | 3.2151, 3.2341, 3.2381.01 | G-AlSi 6 Cu 4, G-AlSi 5 Mg, G-AlSi 10 Mg | E | 15 | 20 | 30 | 0,20 | 1273 | 255 |
| Aluminium, Al-Gusslegierungen < 10% Si Aluminium, Al-cast alloys < 10% Si Alluminio, leghe ghisa alluminio < 10% Si | < 600 N/mm ² | 3.2581.01 3.2583 | G-AlSi 12, G-AlSi 12 Cu | E | 15 | 20 | 30 | 0,20 | 1273 | 255 |
| Aluminium, Al-Gusslegierungen > 10% Si Aluminium, Al-cast alloys > 10% Si Alluminio, leghe ghisa alluminio > 10% Si | < 280 N/mm ² | 3.5314, 3.5200, 3.5812 | MgAl 3 Zn, MgMn 2, MgAl 8 Zn | E | 20 | 25 | 30 | 0,20 | 1592 | 318 |
| Magnesium, Mg-Legierungen Magnesium, Mg-alloys Magnesio leghe al magnesio | < 350 N/mm ² | 2.0070, 2.1020 | SE-Cu, CuSn 6 | E | 20 | 25 | 30 | 0,30 | 1592 | 477 |
| Kupfer, niedriglegiert Copper, low alloyed Rame poco legato | < 600 N/mm ² | 2.0380, 2.0401 | CuZn 39 Pb 2, CuZn 39 Pb 3 | T/E | 15 | 20 | 25 | 0,20 | 1273 | 255 |
| Messing, kurzspanend Brass, short chipping Ottone a truciolo corto | < 600 N/mm ² | 2.0250, 2.0280, 2.0332 | CuZn 20, CuZn 33, CuZn 37 Pb 0,5 | T/E | 15 | 20 | 25 | 0,20 | 1273 | 255 |
| Messing, langspanend Brass, long chipping Ottone a truciolo lungo | < 600 N/mm ² | 2.1090, 2.1170 | G-CuSn 7 Zn, G-CuPb 5 Sn | T/E | 15 | 20 | 25 | 0,20 | 1273 | 255 |
| Bronze, kurzspanend Bronze, short chipping Bronzo a truciolo corto | 650–850 N/mm ² | 2.0790 | CuNi 18 Zn 19 Pb 1 | T/E | 10 | 13 | 15 | 0,20 | 828 | 166 |
| | < 850 N/mm ² | 2.0916, 2.0960 | CuAl 5, CuAl 9 Mn 2 | T/E | 10 | 13 | 15 | 0,20 | 828 | 166 |
| Bronze, langspanend Bronze, long chipping Bronzo a truciolo lungo | 850–1200 N/mm ² | 2.1247 | CuBe 2 | T/E | 8 | 10 | 15 | 0,20 | 637 | 127 |
| | | | | T | 8 | 10 | 15 | 0,15 | 637 | 95 |
| Graphit Graphite Grafite | | | | T | 8 | 10 | 15 | 0,15 | 637 | 95 |

¹⁾ Beispiele | Examples | Esempi

²⁾ Kühl-/Schmiermittel | Coolant | Lubrificazione: **E**: Emulsion | Emulsion | Emulsione, **O**: Öl | Oil | Olio, **T**: trocken | dry | a secco

v_c: Schnittgeschwindigkeit [m/min]
Cutting speed [m/min]
Velocità di taglio [m/min]

n: Drehzahl [U/min]
Spindle speed [rev/min]
Velocità di rotazione [giri/min]

f: Vorschub [mm/U]
Feed [mm/rev]
Avanzamento [mm/giro]

v_f: Vorschubgeschwindigkeit [mm/min]
Feedrate [mm/min]
Velocità avanzamento [mm/min]

| Ø 8 | | | Ø 10 | | | Ø 15 | | | Ø 20 | | | Ø 25 | | | Ø 30 | | | Ø 40 | | | Ø 50 | | |
|------|-----|----------------|------|-----|----------------|------|-----|----------------|------|-----|----------------|------|-----|----------------|------|-----|----------------|------|-----|----------------|------|-----|----------------|
| f | n | v _f | f | n | v _f | f | n | v _f | f | n | v _f | f | n | v _f | f | n | v _f | f | n | v _f | f | n | v _f |
| 0,18 | 517 | 93 | 0,20 | 414 | 83 | 0,25 | 276 | 69 | 0,30 | 207 | 62 | 0,30 | 166 | 50 | 0,35 | 138 | 48 | 0,40 | 103 | 41 | 0,50 | 83 | 41 |
| 0,18 | 398 | 72 | 0,20 | 318 | 64 | 0,25 | 212 | 53 | 0,30 | 159 | 48 | 0,30 | 127 | 38 | 0,35 | 106 | 37 | 0,40 | 80 | 32 | 0,50 | 64 | 32 |
| 0,18 | 398 | 72 | 0,20 | 318 | 64 | 0,25 | 212 | 53 | 0,30 | 159 | 48 | 0,30 | 127 | 38 | 0,35 | 106 | 37 | 0,40 | 80 | 32 | 0,50 | 64 | 32 |
| 0,18 | 318 | 57 | 0,20 | 255 | 51 | 0,25 | 170 | 42 | 0,30 | 127 | 38 | 0,30 | 102 | 31 | 0,35 | 85 | 30 | 0,40 | 64 | 25 | 0,50 | 51 | 25 |
| 0,18 | 517 | 93 | 0,20 | 414 | 83 | 0,25 | 276 | 69 | 0,30 | 207 | 62 | 0,30 | 166 | 50 | 0,35 | 138 | 48 | 0,40 | 103 | 41 | 0,50 | 83 | 41 |
| 0,18 | 398 | 72 | 0,20 | 318 | 64 | 0,25 | 212 | 53 | 0,30 | 159 | 48 | 0,30 | 127 | 38 | 0,35 | 106 | 37 | 0,40 | 80 | 32 | 0,50 | 64 | 32 |
| 0,18 | 318 | 57 | 0,20 | 255 | 51 | 0,25 | 170 | 42 | 0,30 | 127 | 38 | 0,30 | 102 | 31 | 0,35 | 85 | 30 | 0,40 | 64 | 25 | 0,50 | 51 | 25 |
| 0,18 | 398 | 72 | 0,20 | 318 | 64 | 0,25 | 212 | 53 | 0,30 | 159 | 48 | 0,30 | 127 | 38 | 0,35 | 106 | 37 | 0,40 | 80 | 32 | 0,50 | 64 | 32 |
| 0,15 | 318 | 48 | 0,15 | 255 | 38 | 0,18 | 170 | 31 | 0,20 | 127 | 25 | 0,20 | 102 | 20 | 0,25 | 85 | 21 | 0,30 | 64 | 19 | 0,40 | 51 | 20 |
| 0,18 | 517 | 93 | 0,20 | 414 | 83 | 0,25 | 276 | 69 | 0,30 | 207 | 62 | 0,30 | 166 | 50 | 0,35 | 138 | 48 | 0,40 | 103 | 41 | 0,50 | 83 | 41 |
| 0,18 | 398 | 72 | 0,20 | 318 | 64 | 0,25 | 212 | 53 | 0,30 | 159 | 48 | 0,30 | 127 | 38 | 0,35 | 106 | 37 | 0,40 | 80 | 32 | 0,50 | 64 | 32 |
| 0,15 | 318 | 48 | 0,15 | 255 | 38 | 0,18 | 170 | 31 | 0,20 | 127 | 25 | 0,20 | 102 | 20 | 0,25 | 85 | 21 | 0,30 | 64 | 19 | 0,40 | 51 | 20 |
| 0,18 | 398 | 72 | 0,20 | 318 | 64 | 0,25 | 212 | 53 | 0,30 | 159 | 48 | 0,30 | 127 | 38 | 0,35 | 106 | 37 | 0,40 | 80 | 32 | 0,50 | 64 | 32 |
| 0,15 | 318 | 48 | 0,15 | 255 | 38 | 0,18 | 170 | 31 | 0,20 | 127 | 25 | 0,20 | 102 | 20 | 0,25 | 85 | 21 | 0,30 | 64 | 19 | 0,40 | 51 | 20 |
| 0,15 | 239 | 36 | 0,15 | 191 | 29 | 0,18 | 127 | 23 | 0,20 | 95 | 19 | 0,20 | 76 | 15 | 0,25 | 64 | 16 | 0,30 | 48 | 14 | 0,40 | 38 | 15 |
| 0,15 | 239 | 36 | 0,15 | 191 | 29 | 0,18 | 127 | 23 | 0,20 | 95 | 19 | 0,20 | 76 | 15 | 0,25 | 64 | 16 | 0,30 | 48 | 14 | 0,40 | 38 | 15 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,15 | 318 | 48 | 0,15 | 255 | 38 | 0,18 | 170 | 31 | 0,20 | 127 | 25 | 0,20 | 102 | 20 | 0,25 | 85 | 21 | 0,30 | 64 | 19 | 0,40 | 51 | 20 |
| 0,15 | 318 | 48 | 0,15 | 255 | 38 | 0,18 | 170 | 31 | 0,20 | 127 | 25 | 0,20 | 102 | 20 | 0,25 | 85 | 21 | 0,30 | 64 | 19 | 0,40 | 51 | 20 |
| 0,18 | 517 | 93 | 0,20 | 414 | 83 | 0,25 | 276 | 69 | 0,30 | 207 | 62 | 0,30 | 166 | 50 | 0,35 | 138 | 48 | 0,40 | 103 | 41 | 0,50 | 83 | 41 |
| 0,18 | 517 | 93 | 0,20 | 414 | 83 | 0,25 | 276 | 69 | 0,30 | 207 | 62 | 0,30 | 166 | 50 | 0,35 | 138 | 48 | 0,40 | 103 | 41 | 0,50 | 83 | 41 |
| 0,18 | 398 | 72 | 0,20 | 318 | 64 | 0,25 | 212 | 53 | 0,30 | 159 | 48 | 0,30 | 127 | 38 | 0,35 | 106 | 37 | 0,40 | 80 | 32 | 0,50 | 64 | 32 |
| 0,15 | 318 | 48 | 0,15 | 255 | 38 | 0,18 | 170 | 31 | 0,20 | 127 | 25 | 0,20 | 102 | 20 | 0,25 | 85 | 21 | 0,30 | 64 | 19 | 0,40 | 51 | 20 |
| 0,15 | 318 | 48 | 0,15 | 255 | 38 | 0,18 | 170 | 31 | 0,20 | 127 | 25 | 0,20 | 102 | 20 | 0,25 | 85 | 21 | 0,30 | 64 | 19 | 0,40 | 51 | 20 |
| 0,18 | 398 | 72 | 0,20 | 318 | 64 | 0,25 | 212 | 53 | 0,30 | 159 | 48 | 0,30 | 127 | 38 | 0,45 | 106 | 48 | 0,50 | 80 | 40 | 0,60 | 64 | 38 |
| 0,15 | 318 | 48 | 0,20 | 255 | 51 | 0,25 | 170 | 42 | 0,30 | 127 | 38 | 0,30 | 102 | 31 | 0,35 | 85 | 30 | 0,40 | 64 | 25 | 0,50 | 51 | 25 |
| 0,18 | 398 | 72 | 0,20 | 318 | 64 | 0,25 | 212 | 53 | 0,30 | 159 | 48 | 0,30 | 127 | 38 | 0,35 | 106 | 37 | 0,40 | 80 | 32 | 0,50 | 64 | 32 |
| 0,18 | 398 | 72 | 0,20 | 318 | 64 | 0,25 | 212 | 53 | 0,30 | 159 | 48 | 0,30 | 127 | 38 | 0,35 | 106 | 37 | 0,40 | 80 | 32 | 0,50 | 64 | 32 |
| 0,18 | 398 | 72 | 0,20 | 318 | 64 | 0,25 | 212 | 53 | 0,30 | 159 | 48 | 0,30 | 127 | 38 | 0,35 | 106 | 37 | 0,40 | 80 | 32 | 0,50 | 64 | 32 |
| 0,26 | 995 | 259 | 0,30 | 796 | 239 | 0,18 | 170 | 31 | 0,20 | 127 | 25 | 0,20 | 102 | 20 | 0,25 | 85 | 21 | 0,30 | 64 | 19 | 0,40 | 51 | 20 |
| 0,26 | 796 | 207 | 0,30 | 637 | 191 | 0,35 | 424 | 149 | 0,40 | 318 | 127 | 0,40 | 255 | 102 | 0,45 | 212 | 95 | 0,50 | 159 | 80 | 0,60 | 127 | 76 |
| 0,26 | 796 | 207 | 0,30 | 637 | 191 | 0,35 | 424 | 149 | 0,40 | 318 | 127 | 0,40 | 255 | 102 | 0,45 | 212 | 95 | 0,50 | 159 | 80 | 0,60 | 127 | 76 |
| 0,26 | 995 | 259 | 0,30 | 796 | 239 | 0,35 | 531 | 186 | 0,40 | 398 | 159 | 0,40 | 318 | 127 | 0,45 | 265 | 119 | 0,50 | 199 | 99 | 0,60 | 159 | 95 |
| 0,36 | 995 | 358 | 0,40 | 796 | 318 | 0,45 | 531 | 239 | 0,50 | 398 | 199 | 0,50 | 318 | 159 | 0,55 | 265 | 146 | 0,60 | 199 | 119 | 0,70 | 159 | 111 |
| 0,26 | 796 | 207 | 0,30 | 637 | 191 | 0,35 | 424 | 149 | 0,40 | 318 | 127 | 0,40 | 255 | 102 | 0,45 | 212 | 95 | 0,50 | 159 | 80 | 0,60 | 127 | 76 |
| 0,26 | 796 | 207 | 0,30 | 637 | 191 | 0,35 | 424 | 149 | 0,40 | 318 | 127 | 0,40 | 255 | 102 | 0,45 | 212 | 95 | 0,50 | 159 | 80 | 0,60 | 127 | 76 |
| 0,26 | 796 | 207 | 0,30 | 637 | 191 | 0,35 | 424 | 149 | 0,40 | 318 | 127 | 0,40 | 255 | 102 | 0,45 | 212 | 95 | 0,50 | 159 | 80 | 0,60 | 127 | 76 |
| 0,26 | 517 | 134 | 0,30 | 414 | 124 | 0,35 | 276 | 97 | 0,40 | 207 | 83 | 0,40 | 166 | 66 | 0,45 | 138 | 62 | 0,50 | 103 | 52 | 0,60 | 83 | 50 |
| 0,26 | 517 | 134 | 0,30 | 414 | 124 | 0,35 | 276 | 97 | 0,40 | 207 | 83 | 0,40 | 166 | 66 | 0,45 | 138 | 62 | 0,50 | 103 | 52 | 0,60 | 83 | 50 |
| 0,26 | 398 | 103 | 0,30 | 318 | 95 | 0,35 | 212 | 79 | 0,40 | 159 | 64 | 0,40 | 127 | 51 | 0,45 | 106 | 48 | 0,50 | 80 | 40 | 0,60 | 64 | 38 |
| 0,18 | 398 | 72 | 0,20 | 318 | 64 | 0,25 | 212 | 53 | 0,30 | 159 | 48 | 0,30 | 127 | 38 | 0,45 | 106 | 48 | 0,50 | 80 | 40 | 0,60 | 64 | 38 |

>> AUFSCHLÄGE FÜR ABWEICHENDE PASSUNGEN, ZWISCHENABMESSUNGEN UND UNTERSCHIEDLICHE AUSFÜHRUNGEN

Die in den vorstehenden Preislisten angeführten Grundpreise gelten für die normale rechtsschneidende Ausführung, mit den Abmessungen und Toleranzen nach DIN.

Sonderausführungen bedingen erhöhte Preise, die nach folgenden Richtlinien zur Anwendung kommen.

1. Mengenzuschläge für anormale Passungen

a) Die normale Passung für zylindrische Reibahlen ist in DIN 1420 festgelegt; sie liegt zwischen 50 und 85% der Bohrungspassung H7 nach DIN ISO 286. Hiervon abweichende Passungen werden mit

Brutto-Zuschlägen auf den Grundpreis des Nenndurchmessers berechnet.

- b) Für Passungen außer H7 kommen nachstehende Zuschläge auf die Grundpreise des Nenn-Durchmessers zur Berechnung.
- c) Für alle Zwischenabmessungen kommen nachstehende Zuschläge auf den nächsthöheren vollen Millimeter-Grundpreis zur Berechnung.
- d) Die Zuschläge 1b und 1c kommen nur einmal zur Berechnung.

2. Mengenzuschlag für Zwischendurchmesser

Für die in den Preislisten über zylindrische Reibahlen nicht genannten Zwischendurch-

messer in der normalen Passung H7 oder einer größeren Qualität wird ein Zuschlag ohne nochmaligen Passungszuschlag auf den Grundpreis des nächstgenannten Durchmessers berechnet.

3. Zuschläge für Sonderanschnitte

Zylindrische Maschinenreibahlen werden in Normalausführung mit einem Anschnittwinkel von 45° geliefert. Für Schälanschnitt wird ein Zuschlag von 10% erhoben.

Für Sonderausführungen, z. B. mit doppeltem Anschnitt, Preise auf Anfrage.

| Bei Bestellung von Stk. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | ≥ 10 | ≥ 15 | ≥ 20 | ≥ 25 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| Mehrpriis für alle Durchmesser €/Stk. | 85,10 | 42,59 | 26,31 | 17,95 | 13,44 | 11,19 | 9,52 | 8,43 | 7,34 | 4,51 | 3,42 | 2,83 | 2,25 |



>> TECHNISCHE INFORMATION REIBWERKZEUGE

Schneidstoffe

1. Für Handreibahlen

Handreibahlen werden aus Schnellstahl auf Molybdänbasis hergestellt.

2. Für Maschinenreibahlen

Maschinenreibahlen sind ebenfalls aus Schnellstahl auf Molybdänbasis, jedoch mit einem erhöhten Anteil an Vanadium. Das ist bei Reibahlen sehr wichtig, denn oft werden beim Reiben nur sehr kleine, zerspanungstechnisch ungünstige Querschnitte abgetragen.

3. Hartmetallschneidwerkzeuge werden in 3 verschiedenen Ausführungen gefertigt:

- Vollhartmetall
- Schneideteil aus Vollhartmetall und
- Schneideteil mit eingelöteten Hartmetallplatten

Herstellverfahren

Je nach Abmessung werden Reibahlen entweder nutengefräst oder nach dem Wärmebehandeln aus dem Vollen geschliffen.

Konstruktive Hinweise

Wo es angebracht ist, haben Reibahlen ungleiche Nutenteilung. Das wirkt sich positiv auf die Bohroberfläche und die Bohrungsrundheit aus. Spiralgenutete Reibahlen haben 7–8° Linksdrall, Schälreibahlen 45° Linksdrall.

Wann nimmt man gerade genutete Reibahlen? Für Grund- oder Sacklöcher eigentlich immer. Für Durchgangslöcher ist der Einsatz ebenfalls möglich, wenn keine spiralgenuteten vorhanden sind; es empfiehlt sich dann aber der Schälanschnitt, der die Späne vor der Reibahle herschiebt und aus dem Bohrungsende hinausschiebt.

Wann nimmt man spiralgenutete Reibahlen? Für Durchgangsbearbeitungen oder für Grundbohrungen mit Auffangräumen für die Späne hinter dem Passungsteil. Die Bohrungen werden runder, weil die erste Schneide, die Kontakt mit der Werkstückoberfläche bekommt, nicht „einhakt“.

Bei Handreibahlen mit unkontrollierten Vorschubgrößen sollten ebenfalls spiralgenutete Reibahlen benutzt werden, um das „Einhaken“ zu vermeiden.

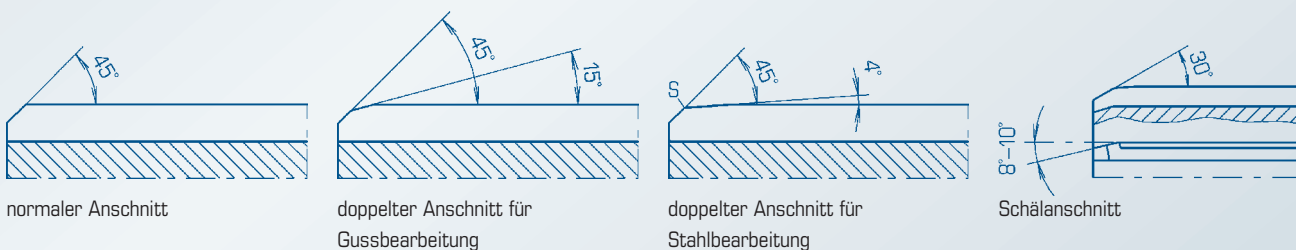
Hinweise auf Schälreibahlen

Diese Reibahle für Durchgangsbearbeitungen ist eine ausgesprochene Hochleistungsreibahle. Sie kann in der Regel doppelt soviel Querschnitt zerspanen wie eine Normalreibahle. Dadurch kann in vielen Fällen der Zwischenarbeitsgang „Aufbohren“ wegfallen. Die Schälreibahle wird oft im Kessel- und Apparatebau verwendet.

Schleifhinweise, Anschnittformen

Zylindrische Reibahlen werden nur am Anschnitt nachgeschliffen. Normaler Anschnittwinkel 45°. Normaler Anschnittfreiwinkel 6°.

Über andere Anschnittformen informieren die folgenden Darstellungen.



Kegelreibahlen werden wie folgt nachgeschliffen:

- Spanfläche schleifen
- Kegeligen Außendurchmesser rundsleifen
- Freiwinkel schleifen, Stehenlassen einer Rundsleiffase 0,05 bis 0,2 mm breit.

>> HERSTELLUNGSTOLERANZEN* REIBAHLEN

Grundsätzliches zur Festlegung der Herstellungstoleranz von Reibahlen

Die in dieser Norm angegebenen Herstellungstoleranzen sind bestimmten Toleranzfeldern der zu reibenden Löcher zugeordnet. Sie gewährleisten im allgemeinen, dass das geriebene Loch innerhalb des zugehörigen Toleranzfeldes liegt und dass gleichzeitig die Reibahle wirtschaftlich ausgenutzt werden kann.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Größe des geriebenen Loches außer von der Herstellungstoleranz der Reibahle noch von anderen Faktoren abhängt, z. B. von den Winkeln an der Schneide, vom Anschnitt der Reibahle, von der Aufspannung des Werkstückes, von der Werkzeugaufnahme, vom Zustand der Werkzeugmaschine, von der Schmierung und vom Werkstoff des Werkstückes, in dem gerieben wird. Demzufolge können Sonderfälle auftreten, in denen andere Herstellungstoleranzen günstiger sind.

Mit Rücksicht auf eine wirtschaftliche Herstellung und Lagerhaltung sowie auf die Austauschbarkeit von Reibahlen verschiedener Hersteller sollten jedoch nur in wirklich begründeten Sonderfällen andere Herstellungstoleranzen gefordert werden.

Für die Ermittlung der Herstellungstoleranzen für Reibahlen sind folgende Grundregeln festgelegt worden, die sich in der Praxis bewährt haben.

Ermittlung der zulässigen Größt- und Klein- maße von Reibahlen

Der zulässig größte Durchmesser d_1 der Reibahle liegt um 15% der jeweiligen Bohrungstoleranz ($0,15 IT$) unter dem zulässigen Größtmaß der Bohrung (siehe Bild). Hierbei wird der Wert $0,15 IT$ auf den nächst größeren ganzzahligen oder halben μm -Wert gerundet, so dass für d_1 glatte μm -Werte entstehen.

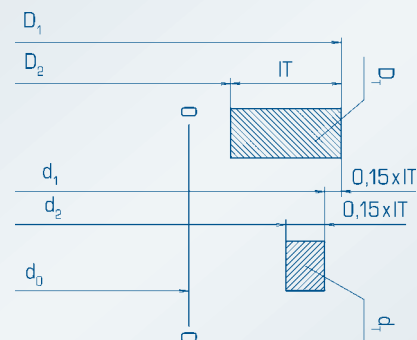
Der zulässig kleinste Durchmesser d_2 der Reibahle liegt um 35% der jeweiligen Bohrungstoleranz ($0,35 IT$) unter dem zulässigen größten Reibahldurchmesser d_1 .

Beispiel: Reibahle 20 H8

| | | |
|--|-----------|-----------|
| Nenn Durchmesser d_0 | = | 20,000 mm |
| Größtmaß der Bohrung | = | 20,033 mm |
| Toleranz der Bohrung (IT 8) | = | 0,033 mm |
| 15% der Bohrungstoleranz ($0,15 IT$) | = | 0,0049 mm |
| | \approx | 0,005 mm |

| | | |
|---|-----------|------------------|
| Größtmaß der Reibahle: | | |
| $d_1 = 20,033 - 0,005$ | = | <u>20,028 mm</u> |
| Herstellungstoleranz der Reibahle: 35% der Bohrungstoleranz ($0,35 IT$) | = | 0,0115 mm |
| | \approx | 0,012 mm |

| | | |
|------------------------|---|------------------|
| Kleinmaß der Reibahle: | | |
| $d_2 = d_1 - 0,35 IT$ | = | <u>20,016 mm</u> |
| | = | 20,028 - 0,012 |



Vereinfachte Ermittlung der zulässigen Größt- und Kleinmaße für Reibahlen

Um das Rechnen zu vereinfachen, sind für die gebräuchlichsten Toleranzfelder die oberen und unteren Abmaße vom Nenn Durchmesser d_0 der Reibahle in den Tabellen auf der Seite 37 aufgeführt.

Mit Hilfe dieser Abmaße können die zulässigen Größt- und Kleinmaße der Reibahlen wie folgt errechnet werden.

Beispiel: Reibahle 20 H8

| | | |
|---|---|------------------|
| Nenn Durchmesser d_0 | = | 20,000 mm |
| oberes Abmaß laut Tabelle + 28 μm | = | 0,028 mm |
| unteres Abmaß laut Tabelle + 16 μm | = | 0,016 mm |
| somit ist: | | |
| $d_1 = 20,000 + 0,028$ | = | <u>20,028 mm</u> |
| $d_2 = 20,000 + 0,016$ | = | <u>20,016 mm</u> |

* auszugsweise aus DIN 1420



>> EXTRA CHARGES FOR NON-STANDARD FITS, DIMENSIONS AND TYPES

The preceding basic prices apply to the normal right hand cutting execution with dimensions and tolerances according to DIN.

Special designs cause price increases which are calculated as follows:

1. Extra charges for non standard fits

a) The normal fit for cylindrical reamers is specified in DIN 1420; it is between 50% and 85% of the boring fit H7 according to DIN ISO 286. Gross extra charges for special fits are added to the basic price of the nominal diameter:

b) For fits other than H7 the following extra charges are added to the basic price of the nominal diameter.

c) For all intermediate dimensions the following extra charges are added to the next full millimeter basic price.

d) The extra charges 1b and 1c are added only once.

2. Extra charges for intermediate sizes

For cylindrical reamers with intermediate diameters and normal fit H7, or in a rougher quality, which are not mentioned in the price list, an extra charge is added to the basic

price of the next higher diameter, without additional extra charge for non standard fit.

3. Extra charges for special chamfers

Cylindrical machine reamers are generally supplied with a taper lead angle of 45°. A surcharge of 10% is applied for a chip driverpoint.

Prices on request for special executions, e.g. with double chamfer.

| Number of pieces | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | ≥ 10 | ≥ 15 | ≥ 20 | ≥ 25 |
|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| For all diameters – surcharge €/piece | 85,10 | 42,59 | 26,31 | 17,95 | 13,44 | 11,19 | 9,52 | 8,43 | 7,34 | 4,51 | 3,42 | 2,83 | 2,25 |

>> TECHNICAL INFORMATION REAMING TOOLS

Materials

1. For hand reamers

Hand reamers are made of molybdenum based high speed steel.

2. For machine reamers

Machine reamers are also made of molybdenum based high speed steel, but with a higher vanadium content. This is very important, because often very little material is being removed and the machining is difficult.

3. Carbide reamers are manufactured in 3 different executions:

- Solid carbide
- Cutting part in solid carbide
- Cutting part with brazed carbide edges

Manufacturing process

Depending on the diameter, reamers either have milled flutes or flutes ground from the solid, after heat treatment.

Design features

Where appropriate, reamers have unequal flute spacing. This has a positive effect on the hole surface finish and the hole roundness.

Helical flute reamers have a 7–8° left hand spiral, high helix reamers have a 45° left hand spiral.

When are straight fluted reamers being used?

Almost always for blind holes. They can also be used for through holes, if helical reamers are not available. In this case it is advisable to use a chip driverpoint, which pushes the chips ahead of the reamer and out of the hole.

When are helical reamers being used?

For through holes or for blind holes with chip collecting room at the bottom of the hole.

The holes have a better roundness, because the first cutting edge which comes in contact with the workpiece surface does not hook on.

Helical reamers should also be used for manual reaming with uncontrolled feed, in order to avoid a hooking on.

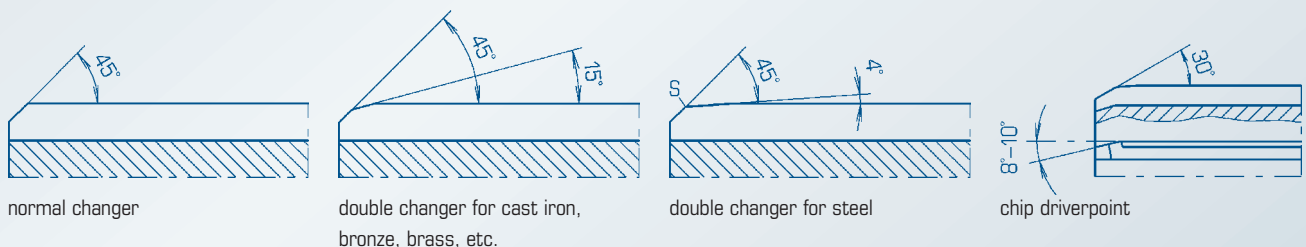
Features of quick helix reamers

These are certainly high performance reamers for through holes. Generally, they have twice as much working capacity as normal reamers. In many cases, prior use of a core drill can be left out. High helix reamers are often used for boiler and apparatus construction.

Regrinding instructions, bevel lead forms

Cylindrical reamers are reground only at the lead. The normal bevel lead angle is 45°. The chamfer clearance angle is normally 6°.

The following sections provide information on other chamfer forms.



Taper reamers are reground as follows:

- Regrind the cutting face
- Cylindrically grinding the tapered external diameter
- Regrinding the clearance angle; leave a 0,05 to 0,2 mm wide circular land.



>> MANUFACTURING TOLERANCES* REAMERS

Principles for determining the manufacturing tolerances of reamers

The manufacturing tolerances specified in this Standard are assigned to specific tolerance zones of the holes to be reamed. In general, they ensure that the reamed hole will be within the corresponding tolerance zone, while allowing the reamer to be utilized economically.

However, it should be considered that the size of the reamed hole not only depends on the manufacturing tolerance of the reamer, but also on other factors such as the angles at the cutting edge, the chamfer of the reamer, the clamping of the workpiece, the tool holding fixture, the condition of the machine tool, the lubrication applied and the workpiece material in which the reaming is performed. Consequently, special cases may arise for which other manufacturing tolerances will be more satisfactory.

In the interest of economic manufacture and stockholding and in order to maintain interchangeability between reamers of different producers, it is recommended that other manufacturing tolerances be requested only for really special cases.

The following basic and well tried rules have been established for the determination of the manufacturing tolerances of reamers.

Determination of the maximum and minimum allowed sizes of reamers

The maximum allowed diameter d_1 of the reamer is 15% of the relevant hole tolerance ($0,15 IT$) less than the permissible maximum size of the hole (see figure). This value $0,15 IT$ is rounded up to the next larger μm integral or half-value, in order to obtain whole μm values for d_1 .

The smallest allowed diameter d_2 of the reamer is 35% of the relevant hole tolerance ($0,35 IT$) less than the largest allowed reamer diameter d_1 .

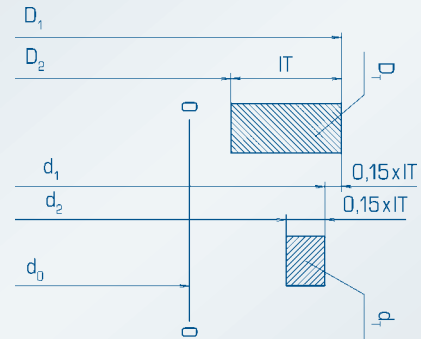
Example: reamer 20 H8

Nominal diameter d_0 = 20,000 mm
 Maximum hole size = 20,033 mm
 Hole tolerance ($IT\ 8$) = 0,033 mm
 15% of the hole tolerance ($0,15 IT\ 8$) = 0,0049 mm
 \approx 0,005 mm

Maximum size of the reamer:
 $d_1 = 20,033 - 0,005 = \underline{20,028\text{ mm}}$

Manufacturing size of the reamer: 35% of the hole tolerance ($0,35 IT\ 8$) = 0,0115 mm
 \approx 0,012 mm

Minimum size of the reamer:
 $d_2 = d_1 - 0,35 IT\ 8 = 20,028 - 0,012 = \underline{20,016\text{ mm}}$



Simplified method for determining maximum and minimum allowed sizes of reamers

In order to simplify the calculation, the over and the under allowances of the nominal reamer diameter d_0 are listed in the tables on page 37, for the most commonly used zones.

With the help of these allowances, the maximum and minimum allowed reamer sizes can be calculated as follows:

Example: reamer 20 H8

Nominal diameter d_0 = 20,000 mm
 Upper allowance as per table + 28 μm = 0,028 mm
 Lower allowance as per table + 16 μm = 0,016 mm
 gives:
 $d_1 = 20,000 + 0,028 = \underline{20,028\text{ mm}}$
 $d_2 = 20,000 + 0,016 = \underline{20,016\text{ mm}}$

* excerpt from DIN 1420

>> AUMENTI PER TOLLERANZE DIVERSE DIAMETRI INTERMEDI ED ESECUZIONI DIFFERENTI

I prezzi base del nostro listino sono validi solamente per le esecuzioni standard elencate nello stesso, secondo le dimensioni e le tolleranze delle norme DIN.

Esecuzioni speciali: sono previsti degli aumenti di prezzo secondo quanto di seguito indicato.

1. Aumenti di quantità per tolleranze speciali.

a) La tolleranza standard per gli alesatori è prevista dalla Norma DIN 1420: essa è in

un campo tra il 50% e 85% DIN ISO 286 della tolleranza del foro H7. Per tolleranze diverse è previsto un aumento del prezzo base del diametro nominale.

b) Per tolleranze diverse da H7 vengono calcolati gli aumenti della tabella, sul prezzo base del diametro nominale.

c) Per diametri intermedi vengono calcolati gli aumenti della tabella sul prezzo base del diametro nominale immediatamente superiore.

d) Gli aumenti b) e c) vengono calcolati solamente una volta.

2. Aumenti di quantità per diametri intermedi.

Per i diametri intermedi non previsti nel listino prezzi con tolleranza standard H7 viene calcolato un solo aumento rispetto al prezzo base del diametro immediatamente superiore.

3. Aumenti per imbrocchi speciali.

Gli alesatori a macchina vengono di norma forniti con un Imbrocco di 45°. Per imbrocchi corretti è previsto un aumento del 10%.

Per alesatori speciali, prezzi a richiesta.

| Quantità | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | ≥ 10 | ≥ 15 | ≥ 20 | ≥ 25 |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Per tutti i diam. €/pz. | 85,10 | 42,59 | 26,31 | 17,95 | 13,44 | 11,19 | 9,52 | 8,43 | 7,34 | 4,51 | 3,42 | 2,83 | 2,25 |

>> CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI ALESATORI

Materiale dei taglienti

1. Alesatori a mano:

fabbricati con acciai al Molibdeno

2. Alesatori a macchina

fabbricati con acciai al Molibdeno ma con un maggiore contenuto di Vanadio ciò che permette una migliore lavorabilità del pezzo qualora venga asportata una piccola quantità di materiale.

3. Alesatori in metallo duro: sono previste tre diverse esecuzioni:

- metallo duro integrale
- taglienti in metallo duro integrale
- c) con placchette in metallo duro brasate.

Metodi di fabbricazione

In funzione del diametro gli alesatori vengono fabbricati di mola dal pieno dopo trattamento termico, oppure di fresa

Caratteristiche di fabbricazione

Gli alesatori hanno di norma una divisione disuguale: ciò influisce positivamente sia sulla finitura del foro sia sulla sua esattezza. Gli alesatori elicoidali hanno elica sinistra a 7-8° gli alesatori a forte torsione elica sinistra a 45°

Quando vengono impiegati gli alesatori con taglienti dritti?

Essi vengono sempre impiegati nel caso di fori ciechi. Possono essere impiegati anche per fori passanti, qualora non siano disponibili alesatori con taglienti elicoidali, ma in questo caso si raccomanda l'adozione di alesatori con imbocco corretto che permette l'evacuazione dei trucioli nella direzione di avanzamento dell'alesatore.

Quando vengono impiegati gli alesatori con taglienti elicoidali?

Essi vengono sempre impiegati nel caso di fori passanti. Il foro si arrotonda dato che il primo tagliente che entra in contatto con la superfi-

cie del pezzo non genera il fenomeno del "gancio". Con alesatori a mano ed avanzamenti manuali non controllabili si devono impiegare alesatori con taglienti elicoidali, ad evitare il fenomeno del "gancio"

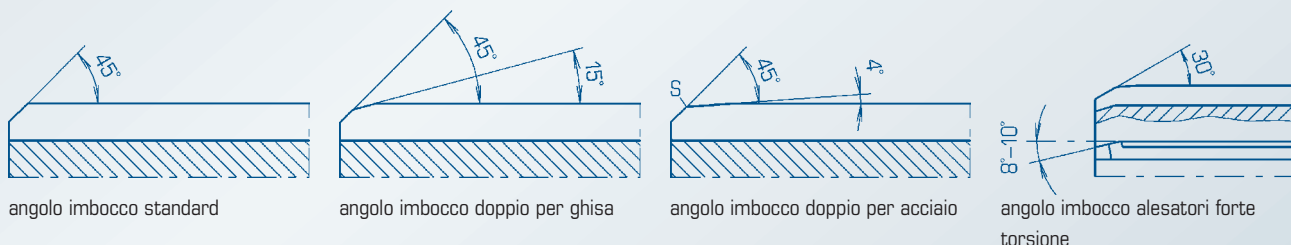
Caratteristiche degli alesatori a forte torsione

Si tratta di alesatori, adatti per fori passanti, ad alto rendimento; di norma essi possono asportare il doppio rispetto ad un alesatore standard. Di conseguenza, in molti casi, si può omettere l'operazione di "allargatura". Questi alesatori vengono normalmente impiegati nella fabbricazione di apparecchiature sanitarie e nelle costruzioni industriali.

Istruzioni per la riaffilatura - forme di imbocco

La riaffilatura si esegue solamente sul cono di imbocco. L'angolo di imbocco standard è di 45°, l'angolo di spoglia dorsale di 6°.

Le illustrazioni seguenti forniscono ulteriori informazioni circa altri angoli di imbocco



Riaffilatura alesatori fori spine coniche:

- 1) affilare angolo spoglia anteriore
- 2) affilare diametro conico esterno
- 3) affilare l'angolo di spoglia dorsale lasciando una fascetta da 0,05 a 0,2 mm di larghezza.

>> TOLLERANZE DI FABBRICAZIONE DEGLI ALESATORI*

Principi per la determinazione delle tolleranze di fabbricazione degli alesatori.

Le tolleranze di fabbricazione si riferiscono a specifici campi di tolleranza dei fori da alesare. Generalmente esse assicurano che il foro alesato rientri nel campo della tolleranza, tenendo conto, allo stesso tempo, di un impiego economico dell'alesatore.

Bisogna tuttavia avere presente che la dimensione massima del foro alesato, non dipende solamente dall'alesatore, ma è funzione anche di altre variabili quali ad esempio: angoli dei taglienti, angolo di imbocco, bloccaggio dell'utensile, condizioni della macchina, lubrificante, tipo di materiale da lavorare. Di conseguenza si possono avere casi per i quali è preferibile adottare altre tolleranze.

Per ottenere una più economica utilizzazione ed un più razionale stoccaggio degli alesatori che possono essere tra loro intercambiabili, anche se di diversi fabbricanti, è raccomandabile prevedere delle tolleranze alternative solamente se le stesse sono effettivamente necessarie.

Per determinare le tolleranze di fabbricazione degli alesatori, sono state adottate delle regole base che si sono dimostrate valide anche nella pratica.

Determinazione massima e minima delle dimensioni dell'alesatore

Il possibile diam. massimo d_1 dell'alesatore è inferiore del 15% della tolleranza massima del foro permessa ($0,15 IT$) (vedi disegno). Il valore $IT 0,15$ è arrotondato al valore μm intero o mezzo superiore così da ottenere dei valori μm interi per d_1 .

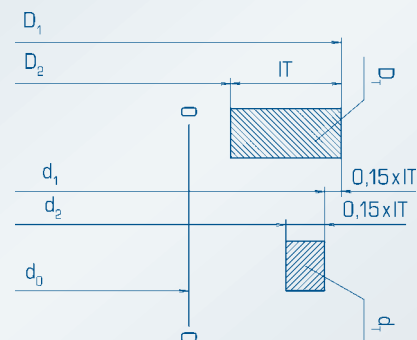
Il possibile diam. minimo d_2 è minore del massimo diametro possibile d_1 del 35% della tolleranza del foro ($0,35 IT$)

Esempio Alesatore Diam. 20 H8

| | | |
|---|-----------|-----------|
| Diam. nominale d_0 | = | 20,000 mm |
| Diam. massimo del foro | = | 20,033 mm |
| Tolleranza del foro ($IT 8$) | = | 0,033 mm |
| 15% della tolleranza del foro ($0,15 IT 8$) | = | 0,0049 mm |
| | \approx | 0,005 mm |

| | | |
|---|-----------|------------------|
| Diam massimo dell' alesatore $d_1 = 20,033 - 0,005$ | = | <u>20,028 mm</u> |
| Tolleranza di fabbricazione dell'alesatore: | | |
| 35% della tolleranza del foro ($0,35 IT 8$) | = | 0,0115 mm |
| | \approx | 0,012 mm |

| | | |
|---|---|------------------|
| Diam. minimo dell'alesatore $d_2 = d_1 - 0,35 IT 8$ | = | <u>20,016 mm</u> |
| | = | 20,028 - 0,012 |



Metodo semplificato per calcolare le dimensioni massime e minime degli alesatori

Allo scopo di semplificare il calcolo dei campi superiori ed inferiori del diametro nominale d_0 degli alesatori è prevista la tabella a pagina 37.

Con l'aiuto di questa tabella di possono determinare le dimensioni massime e minime come segue:

Esempio alesatore diam. 20 H8

| | | |
|--|---|------------------|
| Diametro nominale d_0 | = | 20,000 mm |
| limite superiore come da tab. +28 μm | = | 0,028 mm |
| limite inferiore come da tab. + 16 μm | = | 0,016 mm |
| da cui: | | |
| $d_1 = 20,000 + 0,028$ | = | <u>20,028 mm</u> |
| $d_2 = 20,000 + 0,016$ | = | <u>20,016 mm</u> |

* estratto dalle norme DIN 1420

>> REIBAHLEN-HERSTELLUNGS-
TOLERANZEN* NACH
DIN 1420, VORZUGSREIHE

MANUFACTURING TOLER-
ANCES* FOR REAMERS
ACCORDING TO DIN 1420,
PREFERRED VALUES

ALESATORI – TOLLERANZE
DI FABBRICAZIONE*
SECONDO DIN 1420,
VALORI STANDARD

| | D8 | D9 | D10 | D11 | E7 | E8 | E9 | F6 | F7 | F8 | F9 | G6 | G7 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|------|------|
| 1- 3 | + 31 | + 41 | + 54 | + 71 | + 22 | + 25 | + 35 | + 11 | + 14 | + 17 | + 27 | + 7 | + 10 |
| | + 26 | + 32 | + 40 | + 50 | + 18 | + 20 | + 26 | + 8 | + 10 | + 12 | + 18 | + 4 | + 6 |
| 3- 6 | + 45 | + 55 | + 70 | + 93 | + 30 | + 35 | + 45 | + 16 | + 20 | + 25 | + 35 | + 10 | + 14 |
| | + 38 | + 44 | + 53 | + 66 | + 25 | + 28 | + 34 | + 13 | + 15 | + 18 | + 24 | + 7 | + 9 |
| 6- 10 | + 58 | + 70 | + 89 | + 116 | + 37 | + 43 | + 55 | + 20 | + 25 | + 31 | + 43 | + 12 | + 17 |
| | + 50 | + 57 | + 68 | + 84 | + 31 | + 35 | + 42 | + 16 | + 19 | + 23 | + 30 | + 8 | + 11 |
| 10- 18 | + 72 | + 86 | + 109 | + 143 | + 47 | + 54 | + 68 | + 25 | + 31 | + 38 | + 52 | + 15 | + 21 |
| | + 62 | + 70 | + 84 | + 104 | + 40 | + 44 | + 52 | + 21 | + 24 | + 28 | + 36 | + 11 | + 14 |
| 18- 30 | + 93 | + 109 | + 136 | + 175 | + 57 | + 68 | + 84 | + 31 | + 37 | + 48 | + 64 | + 18 | + 24 |
| | + 81 | + 90 | + 106 | + 129 | + 49 | + 56 | + 65 | + 26 | + 29 | + 36 | + 45 | + 13 | + 16 |
| 30- 50 | + 113 | + 132 | + 165 | + 216 | + 71 | + 83 | + 102 | + 38 | + 46 | + 58 | + 77 | + 22 | + 30 |
| | + 99 | + 110 | + 130 | + 160 | + 62 | + 69 | + 80 | + 32 | + 37 | + 44 | + 55 | + 16 | + 21 |
| 50- 80 | + 139 | + 162 | + 202 | + 261 | + 85 | + 99 | + 122 | + 46 | + 55 | + 69 | + 92 | + 26 | + 35 |
| | + 122 | + 136 | + 160 | + 194 | + 74 | + 82 | + 96 | + 39 | + 44 | + 52 | + 66 | + 19 | + 24 |
| 80-120 | + 165 | + 193 | + 239 | + 307 | + 101 | + 117 | + 145 | + 54 | + 65 | + 81 | + 109 | + 30 | + 41 |
| | + 146 | + 162 | + 190 | + 230 | + 88 | + 98 | + 114 | + 46 | + 52 | + 62 | + 78 | + 22 | + 28 |
| 120-180 | + 198 | + 230 | + 281 | + 357 | + 119 | + 138 | + 170 | + 64 | + 77 | + 96 | + 128 | + 35 | + 48 |
| | + 175 | + 195 | + 225 | + 269 | + 105 | + 115 | + 135 | + 55 | + 63 | + 73 | + 93 | + 26 | + 34 |

| | H6 | H7 | H8 | H9 | H10 | H11 | H12 | J6 | J7 | J8 | JS6 | JS7 | JS8 | JS9 |
|----------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-----|------|------|------|
| 1- 3 | + 5 | + 8 | + 11 | + 21 | + 34 | + 51 | + 85 | + 1 | + 2 | + 3 | + 2 | + 3 | + 4 | + 8 |
| | + 2 | + 4 | + 6 | + 12 | + 20 | + 30 | + 50 | - 2 | - 2 | - 2 | - 1 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 3- 6 | + 6 | + 10 | + 15 | + 25 | + 40 | + 63 | + 102 | + 3 | + 4 | + 7 | + 2 | + 4 | + 6 | + 10 |
| | + 3 | + 5 | + 8 | + 14 | + 23 | + 36 | + 60 | 0 | - 1 | 0 | - 1 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 6- 10 | + 7 | + 12 | + 18 | + 30 | + 49 | + 76 | + 127 | + 3 | + 5 | + 8 | + 3 | + 5 | + 7 | + 12 |
| | + 3 | + 6 | + 10 | + 17 | + 28 | + 44 | + 74 | - 1 | - 1 | 0 | - 1 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 10- 18 | + 9 | + 15 | + 22 | + 36 | + 59 | + 93 | + 153 | + 4 | + 7 | + 10 | + 3 | + 6 | + 9 | + 15 |
| | + 5 | + 8 | + 12 | + 20 | + 34 | + 54 | + 90 | 0 | 0 | 0 | - 1 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 18- 30 | + 11 | + 17 | + 28 | + 44 | + 71 | + 110 | + 178 | + 6 | + 8 | + 15 | + 4 | + 7 | + 11 | + 18 |
| | + 6 | + 9 | + 16 | + 25 | + 41 | + 64 | + 104 | + 1 | 0 | + 3 | - 1 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 30- 50 | + 13 | + 21 | + 33 | + 52 | + 85 | + 136 | + 212 | + 7 | + 10 | + 18 | + 5 | + 8 | + 13 | + 21 |
| | + 7 | + 12 | + 19 | + 30 | + 50 | + 80 | + 124 | + 1 | + 1 | + 4 | - 1 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 50- 80 | + 16 | + 25 | + 39 | + 62 | + 102 | + 161 | + 255 | + 10 | + 13 | + 21 | + 6 | + 10 | + 16 | + 25 |
| | + 9 | + 14 | + 22 | + 36 | + 60 | + 94 | + 150 | + 3 | + 2 | + 4 | - 1 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 80-120 | + 18 | + 29 | + 45 | + 73 | + 119 | + 187 | + 297 | + 12 | + 16 | + 25 | + 7 | + 12 | + 18 | + 30 |
| | + 10 | + 16 | + 26 | + 42 | + 70 | + 110 | + 174 | + 4 | + 3 | + 6 | - 1 | - 1 | - 1 | - 1 |
| 120-180 | + 21 | + 34 | + 53 | + 85 | + 136 | + 212 | + 340 | + 14 | + 20 | + 31 | + 8 | + 14 | + 22 | + 35 |
| | + 12 | + 20 | + 30 | + 50 | + 80 | + 124 | + 200 | + 5 | + 6 | + 8 | - 1 | 0 | - 1 | 0 |

| | K6 | K7 | K8 | M6 | M7 | M8 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 | N11 | P6 | P7 |
|----------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| 1- 3 | - 1 | - 2 | - 3 | - 3 | - 4 | - | - 5 | - 6 | - 7 | - 8 | - 10 | - 13 | - 7 | - 8 |
| | - 4 | - 6 | - 8 | - 6 | - 8 | - | - 8 | - 10 | - 12 | - 17 | - 24 | - 34 | - 10 | - 12 |
| 3- 6 | 0 | + 1 | + 2 | - 3 | - 2 | - 1 | - 7 | - 6 | - 5 | - 5 | - 8 | - 12 | - 11 | - 10 |
| | - 3 | - 4 | - 5 | - 6 | - 7 | - 8 | - 10 | - 11 | - 12 | - 16 | - 25 | - 39 | - 14 | - 15 |
| 6- 10 | 0 | + 2 | + 2 | - 5 | - 3 | - 3 | - 9 | - 7 | - 7 | - 6 | - 9 | - 14 | - 14 | - 12 |
| | - 4 | - 4 | - 6 | - 9 | - 9 | - 11 | - 13 | - 13 | - 15 | - 19 | - 30 | - 46 | - 18 | - 18 |
| 10- 18 | 0 | + 3 | + 3 | - 6 | - 3 | - 3 | - 11 | - 8 | - 8 | - 7 | - 11 | - 17 | - 17 | - 14 |
| | - 4 | - 4 | - 7 | - 10 | - 10 | - 13 | - 15 | - 15 | - 18 | - 23 | - 36 | - 56 | - 21 | - 21 |
| 18- 30 | 0 | + 2 | + 5 | - 6 | - 4 | - 1 | - 13 | - 11 | - 8 | - 8 | - 13 | - 20 | - 20 | - 18 |
| | - 5 | - 6 | - 7 | - 11 | - 12 | - 13 | - 18 | - 19 | - 20 | - 27 | - 43 | - 66 | - 25 | - 26 |
| 30- 50 | 0 | + 3 | + 6 | - 7 | - 4 | - 1 | - 15 | - 12 | - 9 | - 10 | - 15 | - 24 | - 24 | - 21 |
| | - 6 | - 6 | - 8 | - 13 | - 13 | - 15 | - 21 | - 21 | - 23 | - 32 | - 50 | - 80 | - 30 | - 30 |
| 50- 80 | + 1 | + 4 | + 7 | - 8 | - 5 | - 2 | - 17 | - 14 | - 11 | - 12 | - 18 | - 29 | - 29 | - 26 |
| | - 6 | - 7 | - 10 | - 15 | - 16 | - 19 | - 24 | - 25 | - 28 | - 38 | - 60 | - 96 | - 36 | - 37 |
| 80-120 | 0 | + 4 | + 7 | - 10 | - 6 | - 3 | - 20 | - 16 | - 13 | - 14 | - 21 | - 33 | - 34 | - 30 |
| | - 8 | - 9 | - 12 | - 18 | - 19 | - 22 | - 28 | - 29 | - 32 | - 45 | - 70 | - 110 | - 42 | - 43 |
| 120-180 | 0 | + 6 | + 10 | - 12 | - 6 | - 2 | - 24 | - 18 | - 14 | - 15 | - 24 | - 38 | - 40 | - 34 |
| | - 9 | - 8 | - 13 | - 21 | - 20 | - 25 | - 33 | - 32 | - 37 | - 50 | - 80 | - 126 | - 49 | - 48 |

* alle Angaben in µm

* all values in µm

* tutti i dati in µm