

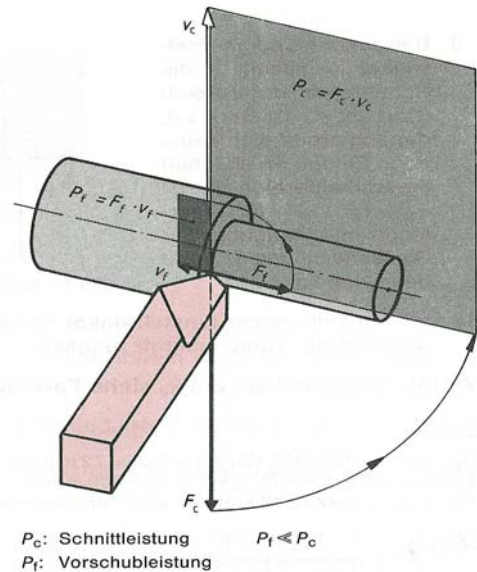
Drehen

Leistungsdaten –technologische Berechnung

$$P = P_c + P_f \quad [\text{KW}]$$

$$P_c = \text{Schnittleistung} \quad [\text{KW}]$$

$$P_f = \text{Vorschubleistung} \quad [\text{KW}]$$



$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60 \frac{\text{s}}{\text{min}} \cdot 10^3 \frac{\text{W}}{\text{kW}}}$$

$$v_c = \pi \cdot d \cdot n = \text{Schnittgeschwindigkeit} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

$$P_c = \text{Zerspanungsleistung} \quad [\text{kW}]$$

$$F_c = \text{Schnittkraft} \quad [\text{N}]$$

$$d = \text{Durchmesser des Werkstückes} \quad [\text{mm}]$$

$$n = \text{Drehzahl} \quad [\text{min}^{-1}]$$

$$P_f = \frac{F_f \cdot v_f}{60 \frac{\text{s}}{\text{min}} \cdot 10^3 \frac{\text{W}}{\text{kW}}} \quad [\text{kW}]$$

$$v_f = \frac{f \cdot n}{10^3 \frac{\text{mm}}{\text{m}}} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

$$P_f = \text{Vorschubleistung} \quad [\text{kW}]$$

$$F_f = \text{Vorschubkraft} \quad [\text{N}]$$

$$v_f = \text{Vorschubgeschwindigkeit} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$$

$$f = \text{Vorschub} \quad [\text{mm}] \quad n = \text{Drehzahl} \quad [\text{min}^{-1}]$$

Allgemein gilt: die Vorschubleistung ist rund 3000-fach kleiner als die Schnittleistung ist (bei der Annahme das $\chi=45^\circ$ ist)!!!!!!

Dadurch folgt: Grundlage unserer Berechnungen ist die Schnittleistung !!!!

Spanungsdicke

$$h = f \cdot \sin \chi \quad h[\text{mm}] = \text{Spanungsdicke}$$

$$f [\text{mm}] = \text{Vorschub bezogen auf eine Umdrehung}$$

$$\chi [^\circ] = \text{Einstellwinkel}$$

Spanungsquerschnitt

$$A = a_p \cdot f = b \cdot h \quad A[\text{mm}^2] = \text{Spanungsquerschnitt}$$

Übersicht der Kräfte:

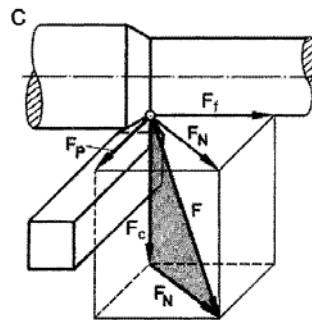
F = resultierende Zerspankraft

F_c = Hauptschnittkraft

F_N = Nebenkraft

f = Vorschubkraft

F_p = Passivkraft



Hauptschnittkraft F_c

$$F_c = A \cdot k_c = a_p \cdot f \cdot k_c = b \cdot h \cdot k_c$$

$$F_c = \text{Schnittkraft} [\text{N}]$$

$$a = \text{Spanungsquerschnitt} [\text{mm}^2]$$

$$k_c = \text{spezifische Schnittkraft} [\text{N}/\text{mm}^2]$$

$$f = \text{Vorschub} [\text{mm}]$$

$$b = \text{Spanbreite} [\text{mm}]$$

$$h = \text{Spanungsdicke} [\text{mm}]$$

Der **Scherwiderstand** also die **Materialkomponente** ist in einer weiteren Kraft enthalten. Sie findet man in der „Spezifischen Schnittkraft“.

$$k_c = \text{spezifische Schnittkraft} \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

$$k_c = \frac{(1\text{mm})^z}{h^z} \cdot k_{c1-1} \cdot k_{\gamma(\text{Spanwinkel})} \cdot k_{v(\text{Schnittgeschwindigkeit})} \cdot k_{st(\text{Spanstauchungsfaktor})} \cdot K_{ver(\text{Verschleiß})}$$

k_{c1-1} = bezogene Schnittkraft (Tab)

ermittelt bei: $A=1\text{mm}^2$; $h=1\text{mm}$; $b=1\text{mm}$

mit folgendem Werkzeug:

Hartmetall; Spanwinkel $\gamma+6^\circ$; Einstellwinkel $\chi=45^\circ$; Schnittgeschwindigkeit $v_c=100 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

h = Spandicke [mm]

z = Werkstoffkonstante (auch als m_c bezeichnet) (Tab)

Korrekturfaktoren [Einheitenlos]

in den Korrekturfaktoren werden Einflüsse auf die Zerspanung und Veränderungen von Zerspanungsgrößen hinsichtlich k_{c1-1} berücksichtigt.

Spanwinkel γ

$$k_\gamma = 1 - \frac{\gamma_{\text{tat}} - \gamma_0}{66,7}$$

$\gamma_0 = +6^\circ$ Stahl = Basisspanwinkel für Stahl

$\gamma_0 = +2^\circ$ Guß = Basisspanwinkel für Guß

γ_{tat} = vorhandener Spanwinkel

Schnittgeschwindigkeit k_{vc}

Hartmetall $v_c \leq 80 \frac{\text{m}}{\text{min}}$ Korrektur ist zu vernachlässigen,

wenn berücksichtigt,

$$v_c = 80 \dots 250 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad k_v = 1,03 - \frac{3 \cdot v_c}{10^4}$$

Schnellarbeitsstahl

$$v_c = 30 \dots 50 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad k_v = 1,15$$

weitere Möglichkeiten:

- $k_v = \left(\frac{100}{v_c} \right)^{mv}$ $mv = 0,071$ bei $v_c \geq 100 \text{ m/min}$;
 $mv = 0,143$ bei $v_c 20 \dots 100 \text{ m/min}$

- ablesen aus der Tabelle aus dem Tabellenbuch Friedrich

- Achtung: bei gestuften Getrieben muß man über die Lastdrehzahlreihe nach DIN 804 rechnen

⇒ Schnittgeschwindigkeit herausuchen

⇒ theoretische Drehzahl berechnen $n_{\text{theo}} = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot d} \quad [\text{min}^{-1}]$

⇒ bestimmen der Lastdrehzahl

⇒ mit dieser $v_{c \text{ tats}} = \frac{n_{\text{Lastdrehz}} \cdot \pi \cdot d}{1000} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$

- Achtung: Berücksichtigung einer Standzeiterhöhung oder Standzeiteverringerung

⇒ in der Regel gilt $v_{c(15)}$ = Schnittgeschwindigkeit für eine Satndzeit von 15 Minuten

⇒ durch bestimmte Fertigungsarten muß die Satndzeit verringert oder angehoben werden, daraus folgt:

⇒ diese Faktoren gelten für Schnitttiefen $a_p = 1$ bis 4 mm bei größeren Werten müssen diese noch um 8%

$$v_{c,8} = v_{c,15} \cdot 0,25 \quad v_{c,30} = v_{c,15} \cdot 0,8 \quad v_{c,60} = v_{c,15} \cdot 0,6$$

Spanstauchung k_{st}

vor dem Abscheren kommt es zur Stauchung des Spanes, welcher berücksichtigt werden muß

Außendrehen $k_{st} = 1,0$

Innendrehen, Bohren, Fräsen $k_{st} = 1,2$

Einstechen, Abstechen $k_{st} = 1,3$

Hobeln, Stoßen, Räumen $k_{st} = 1,1$

Verschleiß der Schneide k_{ver}

durch stumpfes Werkzeug (Schneidenverschleiß) entsteht ein Kraftanstieg, dieser beinhaltet das Verhältnis scharf zu stumpf, wobei der Wert 1,3 für eine scharfe Schneide steht.

$$k_{ver} = 1,3 \dots 1,5$$

Hauptzeitenberechnung

Langdrehen

$$t_h = \frac{Lg}{f \cdot gn} \quad [\text{min}]$$

$$t_h = \text{Hauptzeit} \quad [\text{min}]$$

$$L = \text{Gesamtweg des Werkzeugs} \quad [\text{mm}]$$

$$i = \text{Anzahl der Schnitte} \quad [\quad]$$

$$f = \text{Vorschub} \quad [\text{mm}]$$

$$L = l_a + l_u + l$$

$$l = \text{Drehteillänge}$$

$$l_u = \text{Überlauf}$$

$$l_a = \text{Anlaufweg}$$

Beim Absatzdrehen ist der Überlaufweg null.

l_u, l_a sind abhängig von der Geometrie der Schneide und werden mit 2mm angenommen.

Oberflächenrauigkeit in Abhängigkeit vom Schneidenradius und der Oberflächengüte

Beim Drehen können Genauigkeiten bis zu IT 6 erreicht werden.

Die Oberflächengüte hängt vom Vorschub und dem Spitzenradius ab.

$$R_{\max} = \frac{f^2}{8gr} \quad [\mu\text{m}]$$

$$R_{\max} = \text{max. Rautiefe} \quad [\mu\text{m}]$$

$$f = \text{Vorschub} \quad [\text{mm}]$$

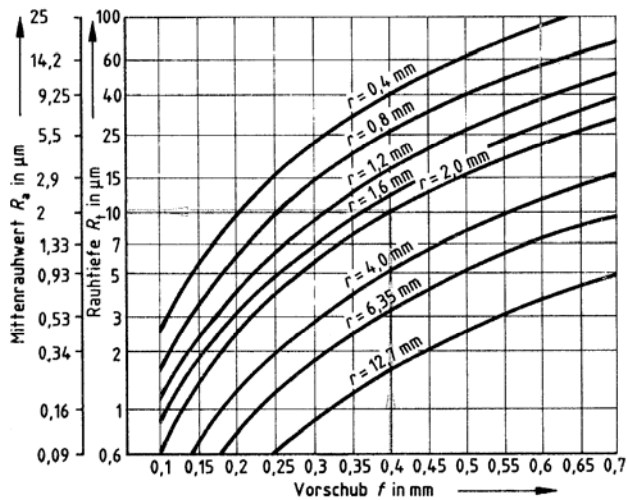
$$r = \text{Spitzenradius des Drehmeißels} \quad [\text{mm}]$$

die geforderte Rauigkeit ist meistens bekannt. So kann man durch umstellen der Formel nach "f" den gesuchten Vorschub bei gegebenen Schneidenradius errechnen .

$$f = \sqrt{8grR_{\max}}$$

Weitere Möglichkeiten:

Spitzenradius	Vorschub f (mm/U) = $f(R_z, r)$					
	Feindreihen		Schlichten		Schruppen	
	▽▽▽		▽▽		▽	
r (mm)	R_z 4 μm	R_z 6,3 μm	R_z 16 μm	R_z 25 μm	R_z 63 μm	R_z 100 μm
0,5	0,13	0,16	0,26	0,32	0,50	0,63
1,0	0,18	0,22	0,36	0,45	0,71	0,89
1,5	0,22	0,27	0,44	0,55	0,87	1,10
2,0	0,25	0,31	0,50	0,63	1,00	1,26
3,0	0,31	0,38	0,62	0,77	1,22	1,55



Spezifische Schnittkraft $k_{c1.1}$ und $m_c(z)$

Werkstoff	$k_{c1.1}$ in N/mm	z	spezifische Schnittkraft k_{ch} in N/mm ² für h in mm						
			0,1	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6
S 235 JR	1780	0,17	2630	2430	2250	2080	1930	1780	1640
E 295	1990	0,26	3620	3210	2850	2530	2250	1990	1760
E 335	2110	0,17	3120	2880	2670	2470	2280	2110	1950
E 360	2260	0,30	4510	3920	3430	2980	2600	2260	1960
C 15	1820	0,22	3020	2720	2470	2230	2020	1820	1640
C 35	1860	0,20	2950	2680	2450	2230	2040	1860	1690
C 45, C 45 E	2220	0,14	3070	2870	2700	2520	2370	2220	2080
C 60 E	2130	0,18	3220	2960	2730	2510	2320	2130	1960
16 MnCr 5	2100	0,26	3820	3380	3010	2660	2370	2100	1860
18 CrNi 6	2260	0,30	4510	3920	3430	2980	2600	2260	1960
34 CrMo 4	2240	0,21	3630	3290	3000	2720	2470	2240	2030
GJL 150	1020	0,25	1810	1610	1440	1280	1150	1020	910
GJL 250	1160	0,26	2110	1870	1660	1470	1310	1160	1030
GE 260	1780	0,17	2630	2430	2250	2080	1930	1780	1640
Hartguss	2060	0,19	3190	2920	2680	2450	2250	2060	1880
Messing	780	0,18	1180	1090	1000	920	850	780	720