Technische Universität Braunschweig

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik

Übung 5 Fertigungstechnik: Zeitspanungsvolumen

Dr.-Ing. Anke Müller, 04.07.2017
Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik

Gliederung

- Definition und Vorgehensweise zur Bestimmung des Zeitspanvolumens
- Bohren
- Drehen
- Fräsen
- Schleifen

- Das Zeitspanungsvolumen $\mathbf{Q_w}$ ist das pro Zeiteinheit zerspante Volumen in mm³/s.

- Es lässt sich als zeitliche Ableitung der Funktion V(t) des zerspanten Volumens berechnen.

- Beim Schleifen wird das Zeitspanungsvolumen häufig auf die effektive Scheibenbreite bezogen. Das bez. Zeitspanungsvolumen $\mathbf{Q'_w}$ hat also die Einheit mm³/(mm s).

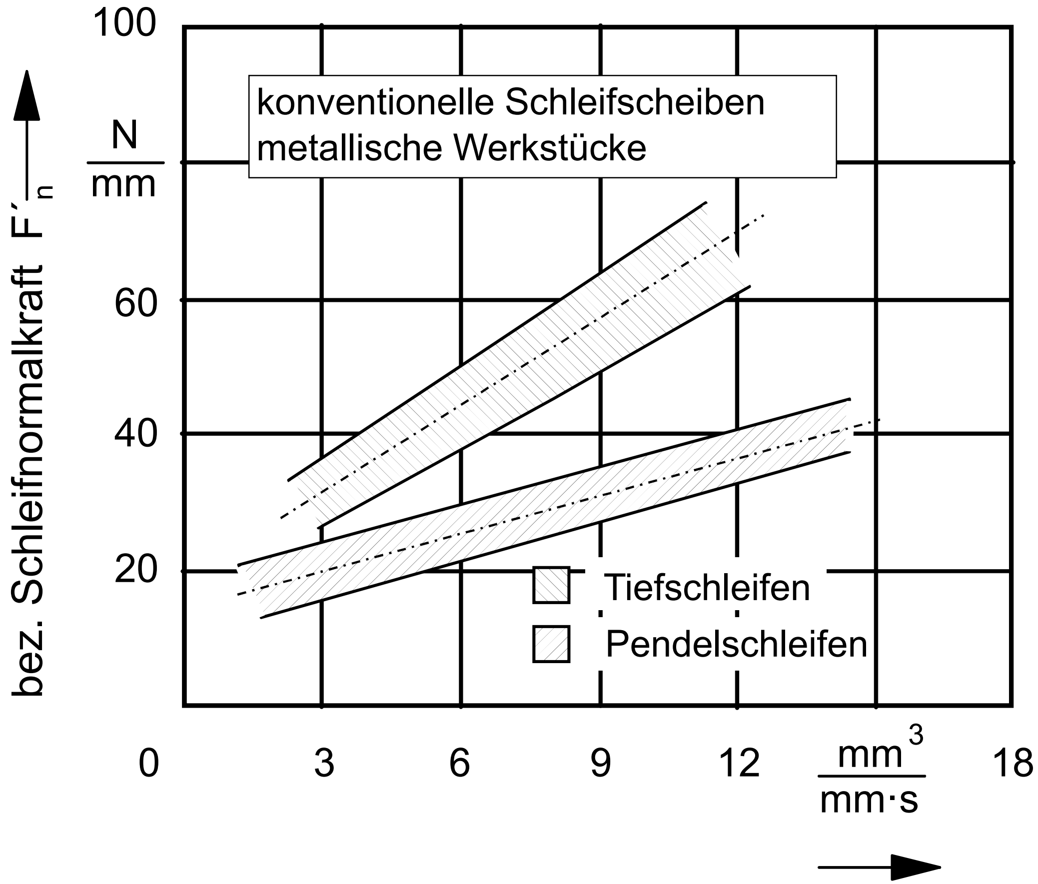
Bewertung von Schleifprozessen
Schleifkräfte in Abhängigkeit des Zeitspanungsvolumens

Zeitspanungsvolumen Q_W
definiert das je Zeiteinheit zerspante Werkstoffvolumen

$$Q_w = \frac{dV_w}{dt}$$

Bessere Vergleichbarkeit verschiedener Prozesse ist über **bezogenes Zeitspanungsvolumen Q'_w** gegeben (Berücksichtigung der Eingriffsbreite)

$$Q'_w = \frac{Q_w}{b_{seff}}$$



IWF 380-98-00

Vorgehensweise

- Bestimmen des zerspanten **Volumens über der Zeit** in Form einer expliziten Funktion ①②

- Berechnung der Funktion für das Zeitspanungsvolumen als **Ableitung** des zerspanten Volumens über der Zeit ③

- **Einsetzen** der Zahlenwerte in die Funktion für das Zeitspanungsvolumen zur Berechnung der geforderten Werte, **Herleiten der fehlenden Werte** ④

→ Teillösungspunkte auf den Rechenweg!

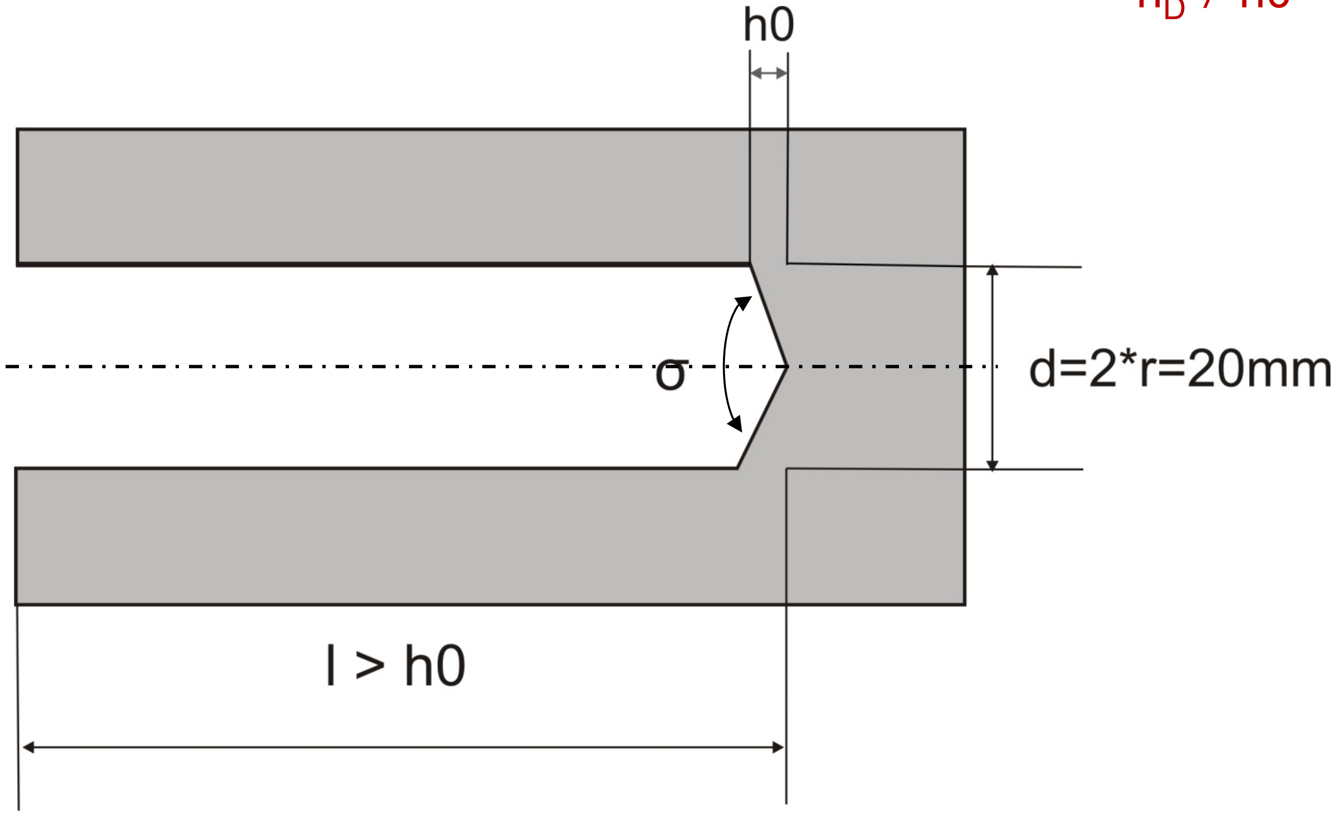
- Definition und Vorgehensweise
- Bohren
- Drehen
- Fräsen
- Schleifen

Berechnen Sie das Zeitspanungsvolumen beim Bohren des in der Skizze dargestellten Loches.

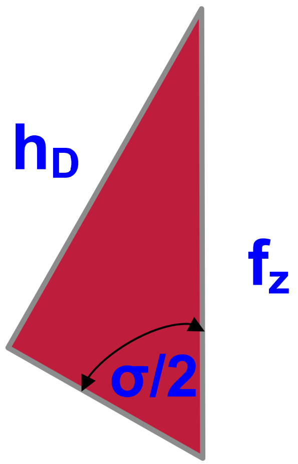
$h_D \neq h0$

Parameter:

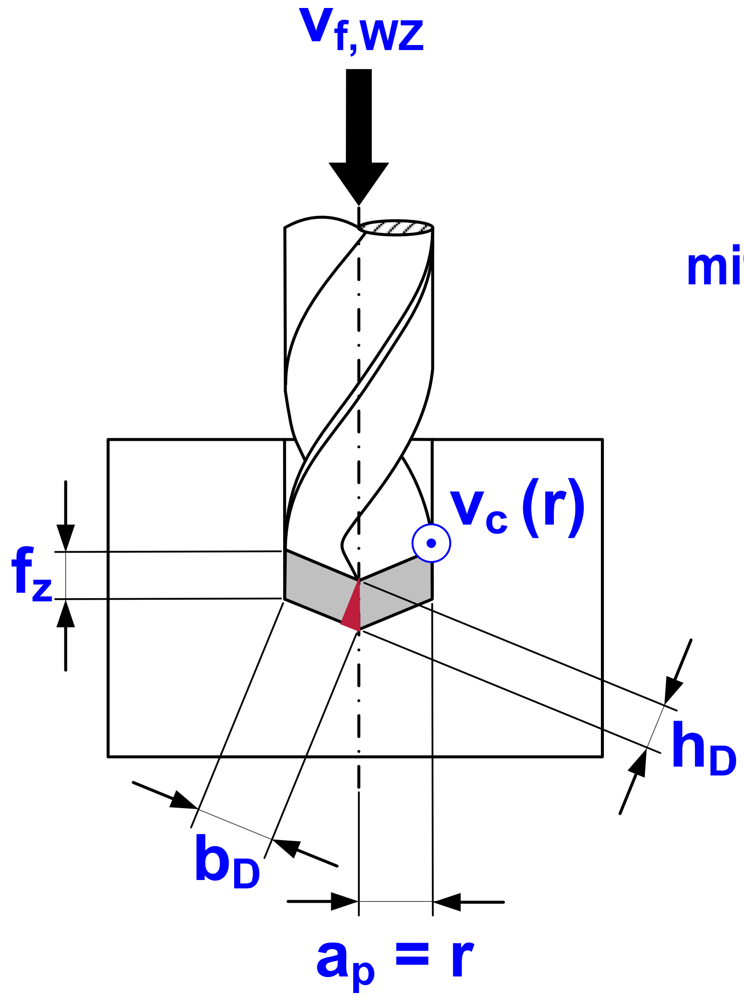
σ:	120°
h_D:	0,15 mm
z:	2
d:	20 mm
n:	500 U/min



Spanungsgrößen beim Bohren



$$f_z \neq h_D$$

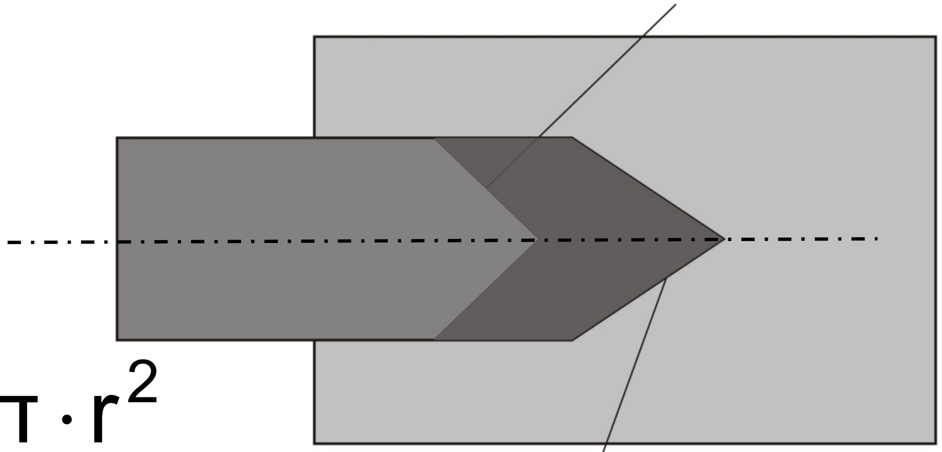


$$v_c = \pi \cdot n \cdot d$$

$$v_f = n \cdot f$$

mit $f = z \cdot f_z$

Werkzeug im Vollschnitt:



①②

$$V(t) = v_f \cdot \pi \cdot r^2 \cdot t$$

→ v_f ersetzen und ableiten nach t

③

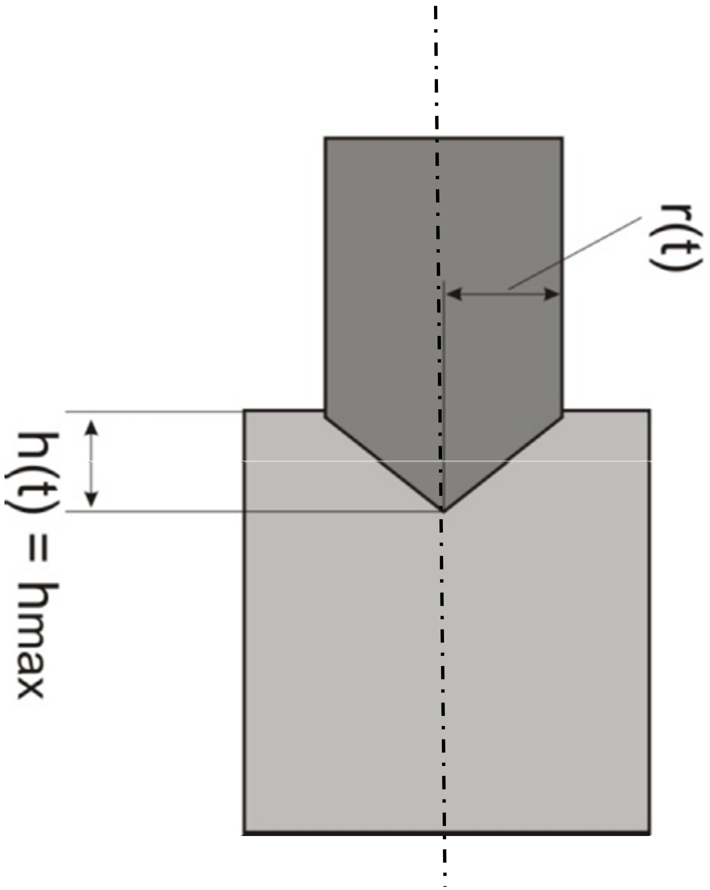
$$Q_w(t) = \dot{V} = f_z \cdot z \cdot n \cdot \pi \cdot r^2$$

$$f_z = \frac{h_D}{\sin \frac{\sigma}{2}}$$

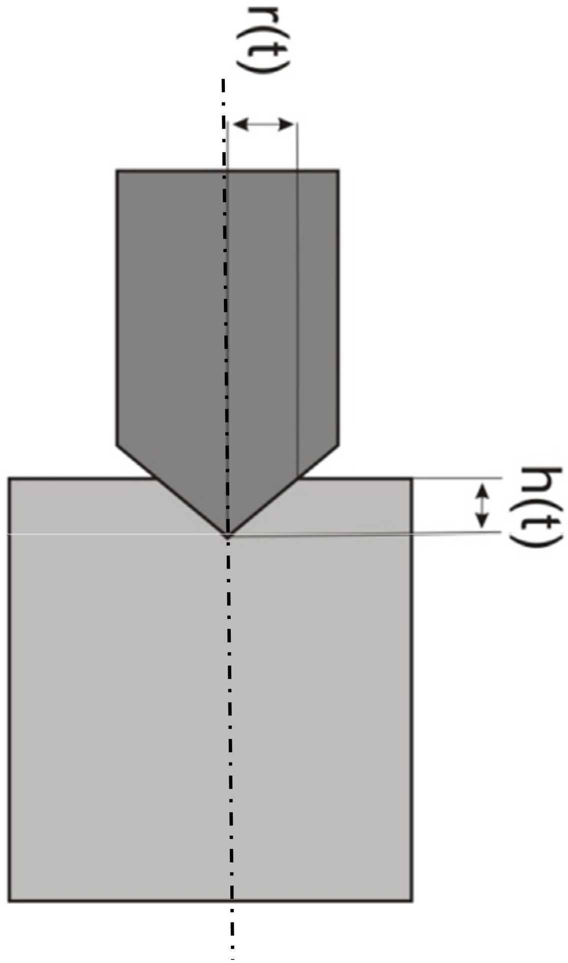
④

$$Q_W = 0{,}173\ \text{mm} \cdot 2 \cdot 8{,}33\ \frac{1}{s} \cdot \pi \cdot (10\ \text{mm})^2 = 905{,}8\ \frac{\text{mm}^3}{s}$$

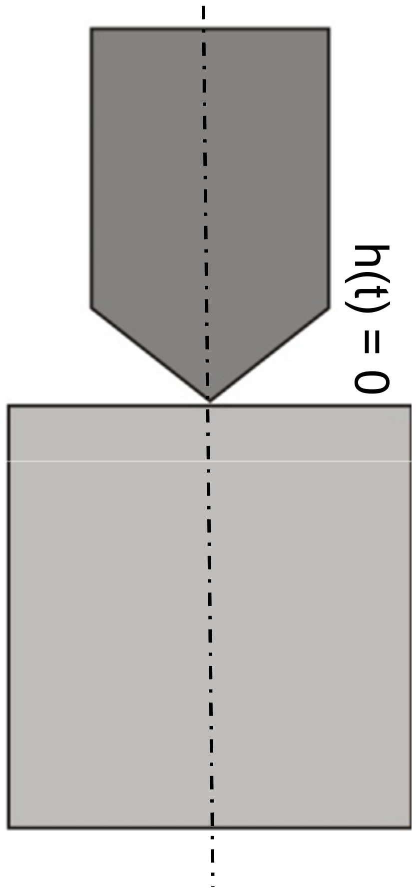
Vollschnitt ✓



Anschnitt



Ohne Eingriff



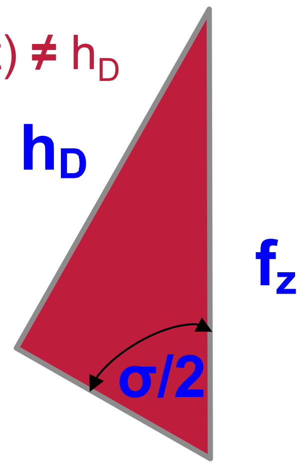
Zeitspanungsvolumen beim Bohren (Lösung) 8

Anschnitt des Werkstücks:

① $$V = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{h}{3}$$

→ Volumen eines Kegels

$h(t) \neq h_D$



② $$\boxed{V(t) = \pi \cdot r^2(t) \cdot \frac{h(t)}{3}}$$

→ Als Funktion über der Zeit,

→ Welche Größen sind über der Zeit veränderlich?

$$f_z = \frac{h_D}{\sin\frac{\sigma}{2}}$$

③ $$\boxed{h(t) = v_f \cdot t = f_z \cdot z \cdot n \cdot t}$$

sin = G/H

cos = A/H

tan = G/A

Zeitspanungsvolumen beim Bohren (Lösung)
Fehlende Komponenten suchen

$h(t) \neq h_D$

$$f_z = \frac{h_D}{\sin\frac{\sigma}{2}}$$

→ (Ausrechnen und) in h(t) einsetzen

$$h(t) = v_f \cdot t = f_z \cdot z \cdot n \cdot t$$

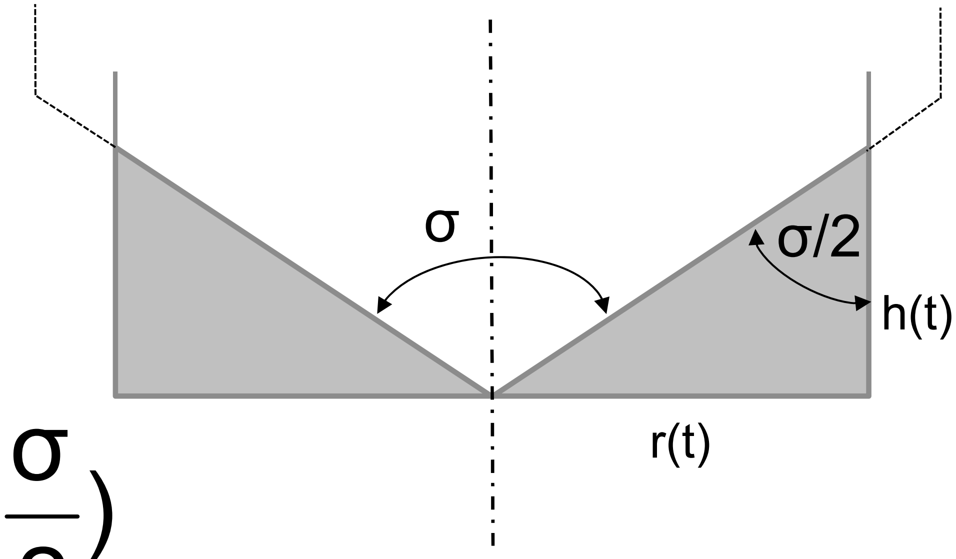
→ (Ausrechnen und) in V(t) setzen

$$V(t) = \pi \cdot r^2(t) \cdot \frac{h(t)}{3}$$

→ r fehlt zum Ausrechnen!

Zeitspanungsvolumen beim Bohren (Lösung) 9

Anschnitt des Werkstücks:



③
$$r(t) = h(t) \cdot \tan(\frac{\sigma}{2})$$

r in V(t) einsetzen

④
$$V(t) = \frac{\pi}{3} \cdot h^3(t) \cdot \tan^2(\frac{\sigma}{2})$$

h(t) in V(t) einsetzen

④
$$V(t) = \frac{\pi}{3} \cdot f_z^3 \cdot z^3 \cdot n^3 \cdot t^3 \cdot \tan^2(\frac{\sigma}{2})$$

$$V(t) = \pi \cdot r^2(t) \cdot \frac{h(t)}{3}$$

tan = G/A

Anschnitt des Werkstücks:

Q_w ist V über t abgeleitet [1/3 entfällt und t² statt t³], f_z fehlt, t fehlt

④
$$Q_w = \dot{V} = \pi \cdot f_z^3 \cdot z^3 \cdot n^3 \cdot t^2 \cdot \tan^2(\frac{\sigma}{2})$$

f_z ausrechnen an der Stelle h_{max}

④
$$f_z = h_{max} = \frac{r}{\tan(\frac{\sigma}{2})} = \frac{10\,mm}{\tan(60°)} = 5{,}774\,mm$$

④
$$t_{max} = \frac{h_{max}}{v_f} = \frac{5{,}774\,mm}{2{,}883\,\frac{mm}{s}} = 2\,s$$

Anschnitt des Werkstücks:

Vorschubgeschwindigkeit bestimmen

④ $$v_f = f_z \cdot z \cdot n = 0{,}173\,\text{mm} \cdot 2 \cdot 8{,}33\,\frac{\text{U}}{\text{s}} = 2{,}883\,\frac{\text{mm}}{\text{s}}$$

⑤

Alles einsetzen und Lösen

$$Q_w = \dot{V} = \pi \cdot f_z^3 \cdot z^3 \cdot n^3 \cdot t_{max}{}^2 \cdot \tan^2\left(\frac{\sigma}{2}\right)$$

$$\underline{\underline{Q_w(t_{max}) = 905{,}7\,\frac{\text{mm}^3}{\text{s}}}}$$

Gliederung

- Definition und Vorgehensweise
- Bohren
- Drehen
- Fräsen
- Schleifen

Zeitspanungsvolumen beim Drehen (Aufgabe)

Berechnen Sie gemäß der Skizze das Zeitspanungsvolumen beim

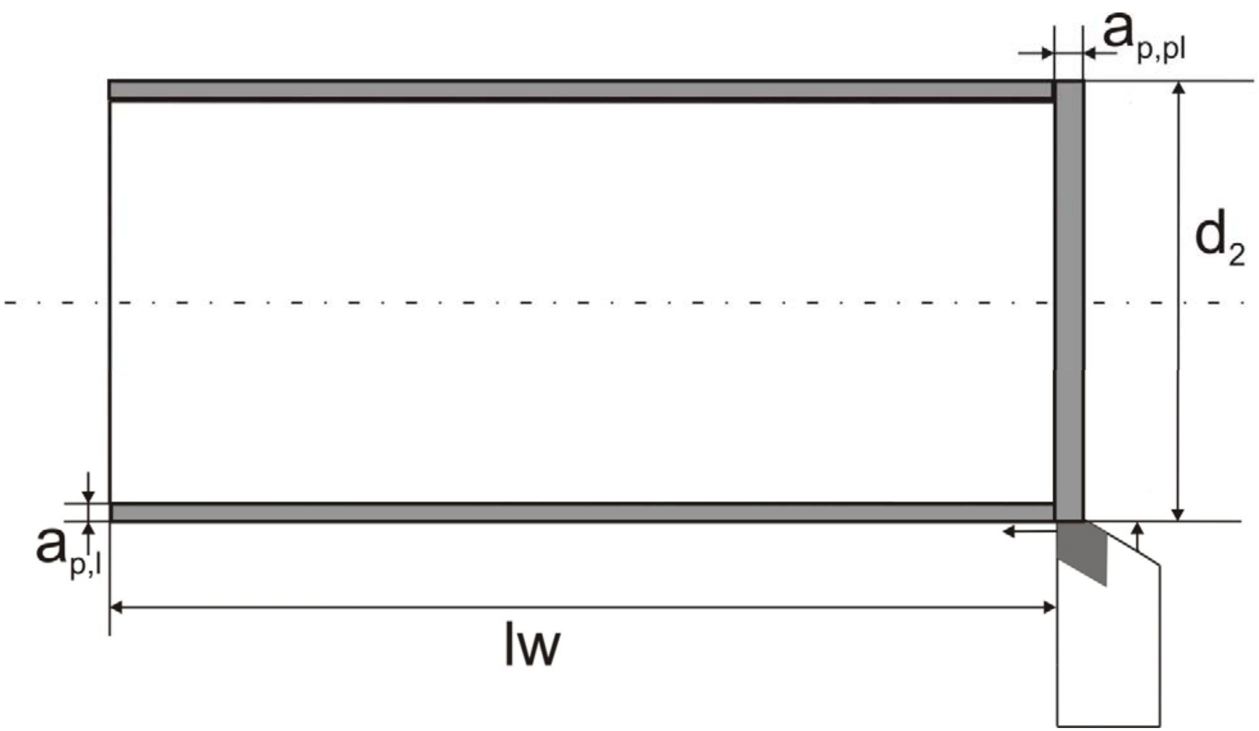
a) Plandrehen mit **konstanter Drehzahl**

b) Plandrehen mit konstanter Schnittgeschwindigkeit und beim

c) Längsdrehen mit konstanter Drehzahl.

Parameter:

d_2:	100 mm
l_w:	200 mm
n:	600 U/min
f:	0,5 mm
$a_{p,pl}$:	1 mm
$a_{p,l}$:	2 mm



Plandrehen, konstante Drehzahl:

$$\boxed{V(t) = a_{p,pl} \cdot \pi \cdot (r_2^2 - r^2(t))}$$

V = a_p *π*r² = h* π *r²
Plandrehen = Volumen der dünnen Scheibe +
Drehzahl konst. → v_c veränderlich!

$s = v_f * t$

$$r(t) = r_2 - f \cdot n \cdot t$$

→ vgl. Übung Schnittzeit
→ r_2 bekannt, r(t) unbekannt

$$r^2(t) = r_2^2 - 2 \cdot r_2 \cdot f \cdot n \cdot t + f^2 \cdot n^2 \cdot t^2$$

→ Binom. Formel

→ einsetzen

$$V(t) = a_{p,pl} \cdot \pi \cdot (2 \cdot r_2 \cdot f \cdot n \cdot t - f^2 \cdot n^2 \cdot t^2)$$

Plandrehen, konstante Drehzahl: → Ableiten

$$V(t) = a_{p,pl} \cdot \pi \cdot (2 \cdot r_2 \cdot f \cdot n \cdot \cancel{t} - f^2 \cdot n^2 \cdot t^{\cancel{2}})$$

$$\boxed{Q_w(t) = \dot{V} = a_{p,pl} \cdot \pi \cdot (2 \cdot r_2 \cdot f \cdot n - 2 \cdot f^2 \cdot n^2 \cdot t)}$$

$$Q_w(0) = 1\,\text{mm} \cdot \pi \cdot$$

$$(2 \cdot 50\,\text{mm} \cdot 0{,}5\,\text{mm} \cdot 10\,\frac{1}{s} - 2 \cdot 0{,}25\,\text{mm}^2 \cdot 100\,\frac{1}{s^2} \cdot 0\,s^2) = 1570{,}8\,\frac{\text{mm}^3}{s}$$

$$Q_w(10) = 1\,\text{mm} \cdot \pi \cdot$$

$$(2 \cdot 0{,}5\,\text{mm} \cdot 50\,\text{mm} \cdot 10\,\frac{1}{s} - 2 \cdot 0{,}25\,\text{mm}^2 \cdot 100\,\frac{1}{s^2} \cdot 10\,s) = 0\,\frac{\text{mm}^3}{s}$$

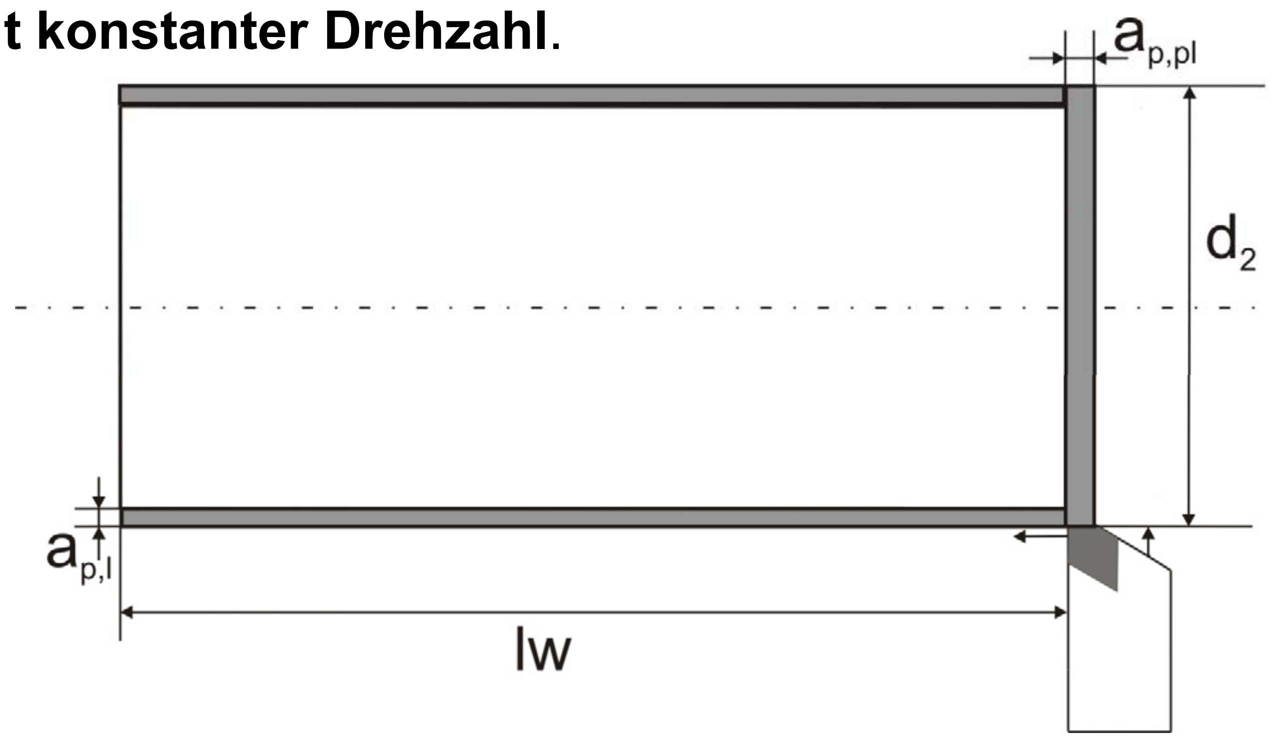
Zeitspanungsvolumen beim Drehen (Aufgabe)

Berechnen Sie gemäß der Skizze das Zeitspanungsvolumen beim Plandrehen mit

a) konstanter Drehzahl

b) konstanter Schnittgeschwindigkeit und beim

c) Längsdrehen mit konstanter Drehzahl.



Parameter:

d_2:	100 mm
l_w:	200 mm
n:	600 U/min
f:	0,5 mm
$a_{p,pl}$:	1 mm
$a_{p,l}$:	2 mm

Zeitspanungsvolumen beim Drehen (Lösung)

Längsdrehen, konstante Drehzahl:

$V = h*\pi*(r_a^2-r_i^2)$
(Volumen Hülse **pro Zustellung**)

→ In der Klausur oft mit mehreren Zustellungen rechnen
→ Dann muss diese Schleife z.B. bei 6 mm und a_p =2 mm 3x überdreht werden
→ Dabei nimmt das zerspante(!) Volumen nimmt mit jeder Zustellung ab!
→ Bei v_c = konst. → konst. Zeitspanungsvolumen → n ggf. in v_c
→ Bei n = konst. → Verringerung des Zeitspanvolumens

$$V(t) = \pi \cdot (r_2^2 - (r_2 - a_{p,l})^2) \cdot f \cdot n \cdot t$$

$s = v_f *t$
$l_w = v_f *t = f*n*t$

$$V(t) = \pi \cdot (r_2^2 - (r_2^2 - 2 \cdot a_{p,l} \cdot r_2 + a_{p,l}^2)) \cdot f \cdot n \cdot t$$

$$V(t) = \pi \cdot (2 \cdot a_{p,l} \cdot r_2 - a_{p,l}^2) \cdot f \cdot n \cdot t$$

Längsdrehen, konstante Drehzahl: → ableiten

$$V(t) = \pi \cdot (2 \cdot a_{p,l} \cdot r_2 - a_{p,l}^2) \cdot f \cdot n \cdot \cancel{t}$$

$$Q_w(t) = \dot{V} = \pi \cdot (2 \cdot a_{p,l} \cdot r_2 - a_{p,l}^2) \cdot f \cdot n$$

→ einsetzen

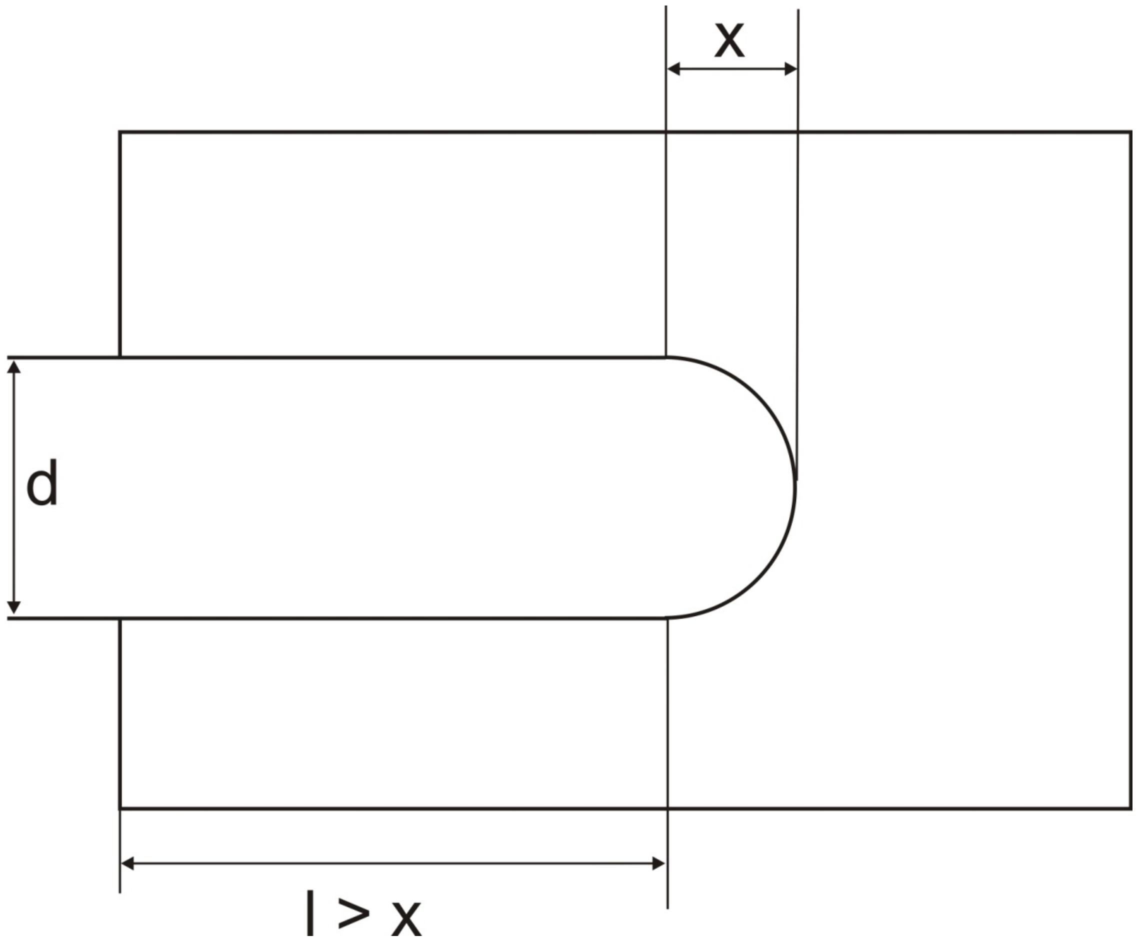
$$Q_w(t) = \pi \cdot (2 \cdot 2\,\text{mm} \cdot 50\,\text{mm} - 4\,\text{mm}^2) \cdot 0{,}5\,\text{mm} \cdot 10\,\frac{\text{U}}{\text{s}}$$

$$\underline{\underline{= 3078{,}8\,\frac{\text{mm}^3}{\text{s}}}}$$

Gliederung

- Definition und Vorgehensweise
- Bohren
- Drehen
- **Fräsen**
- Schleifen

Berechnen Sie das Zeitspanungsvolumen beim Fräsen der in der Skizze gezeigten Nut.



Parameter:

$n=$ 1300 U/min

$d=$ 30 mm

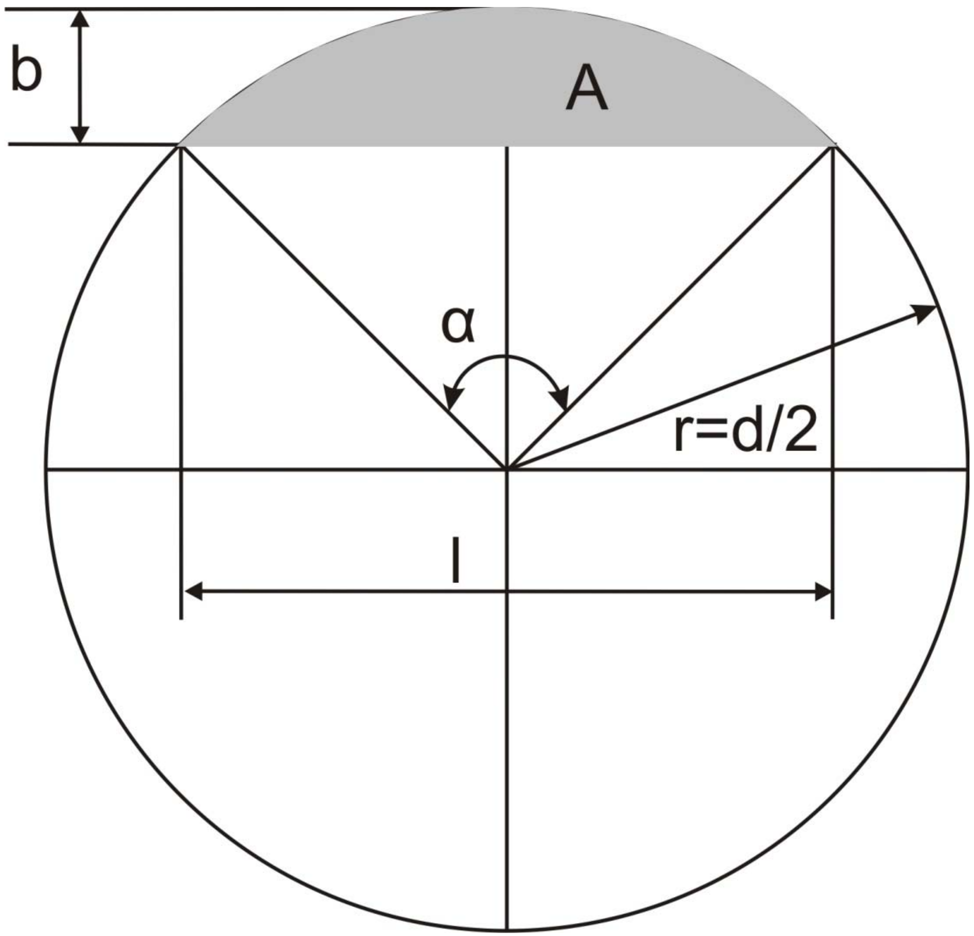
$z=$ 4

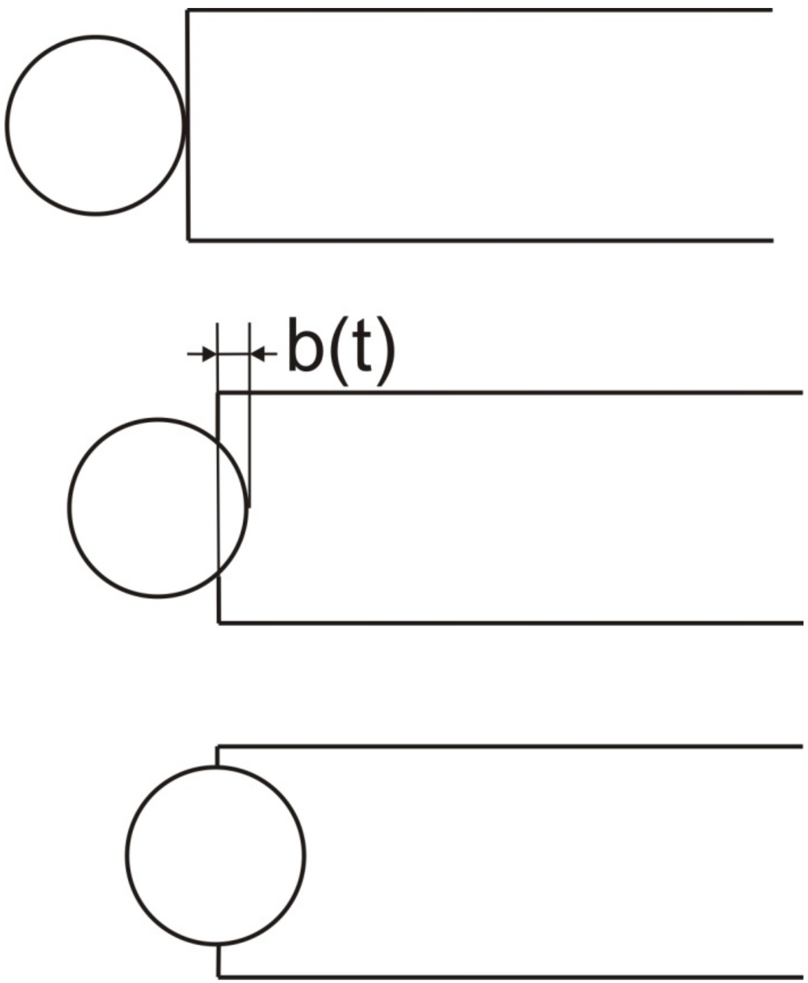
$f_z=$ 0,2 mm

$h=$ 10 mm

Zeitspanungsvolumen beim Fräsen (Lösung)

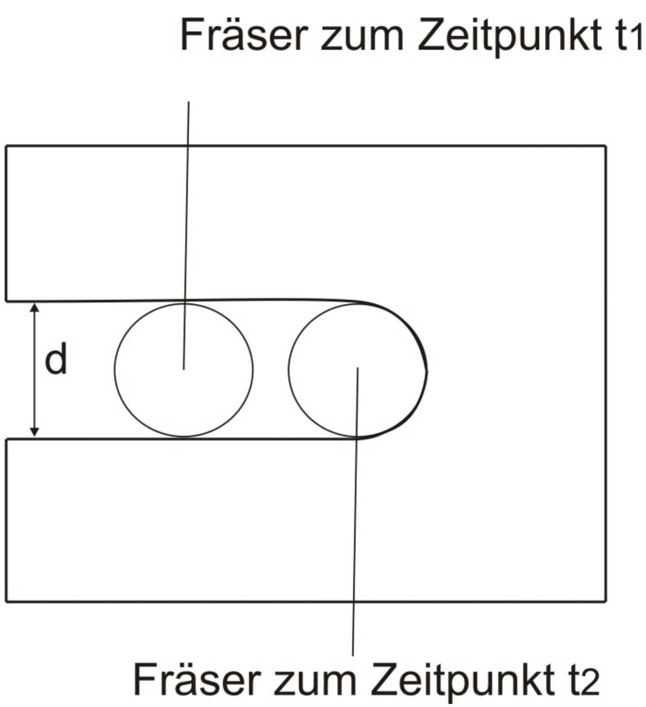
Anschnitt des Werkstücks:

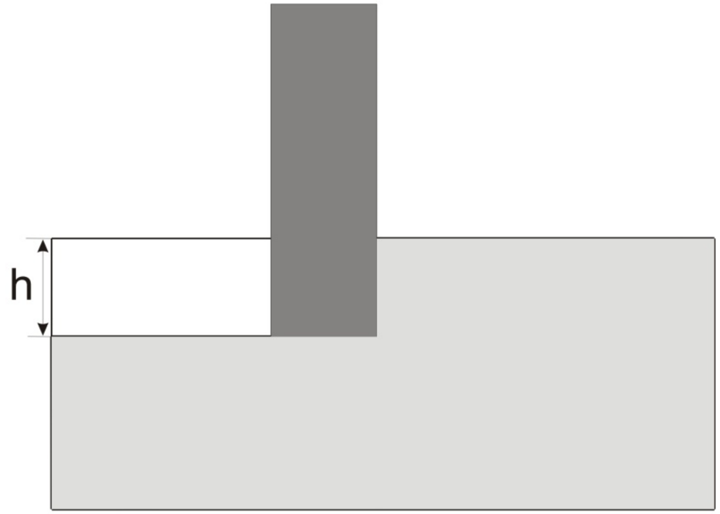




Zeitspanungsvolumen beim Fräsen (Lösung) 36

Werkzeug im Vollschnitt:





$$v_f = n \cdot f$$

$$f = z \cdot f_z$$

$$n = \frac{v_c}{\pi \cdot d_F}$$

$s = l = v_f * t = f * n * t$

$$\boxed{V(t) = d \cdot h \cdot f_z \cdot z \cdot n \cdot t}$$

Werkzeug im Vollschnitt:

$$V(t) = d \cdot h \cdot f_z \cdot z \cdot n \cdot t$$

$$\boxed{Q_w(t) = \dot{V} = d \cdot h \cdot f_z \cdot z \cdot n}$$

$$Q_w(t) = 30\,mm \cdot 10\,mm \cdot 0{,}2\,mm \cdot 4 \cdot \frac{1300}{60}\frac{U}{s}$$

$$\underline{\underline{= 5200\,\frac{mm^3}{s}}}$$