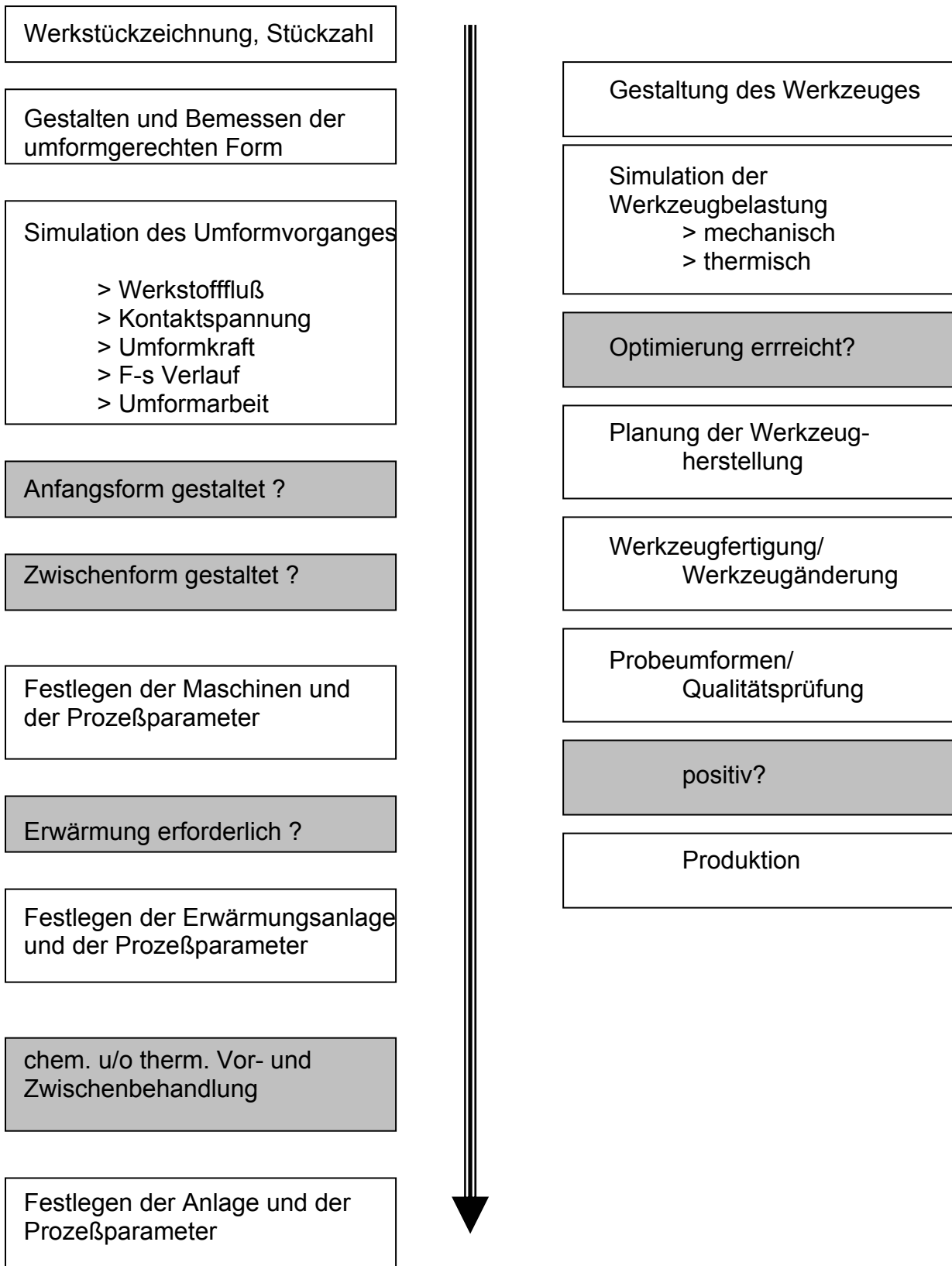


## Allgemeines

Frage 1) Welche Entwurfsschritte für die umformspezifische Prozeßgestaltung unterscheidet man?



Frage 2) Stellen Sie anhand einer Gegenüberstellung von Freiform- und Gesenkschmieden die Anwendungsgebiete beider Verfahren dar!

Freiformschmieden:

- werkzeugungebundenes Umformen
- Werkstückform durch gezielte Bewegungen des WZ erzeugt
- Anwendungen: Langformen, Verbesserung der mech. Eigenschaften (Durchschmieden), Rohteilherstellung
- Einzel- bis Kleinserienfertigung
- Bauteilgewichte: 1 kg bis 500t
- typische Bauteile: - Scheiben
  - Ringe
  - Buchsen
  - Wellen

Gesenkschmieden:

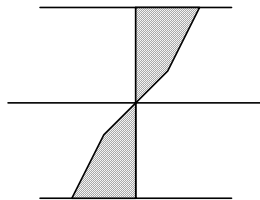
- werkzeuggebundenes Umformen
- Werkstückform wird durch Form (Gravur) der gegeneinander wirkenden Werkzeughälften bestimmt
- Anwendungen: Rohteil-/Halbteil-/Fertigteil, endkonturnahe bis einbaufertige Bauteile
- Mittel- bis Großserienfertigung
- Bauteilgewichte: 50g bis 1,5 t
- typische Bauteile: - Kurbelwellen
  - Vorderachsen
  - Radnaben
  - Zahnräder

## Biegen

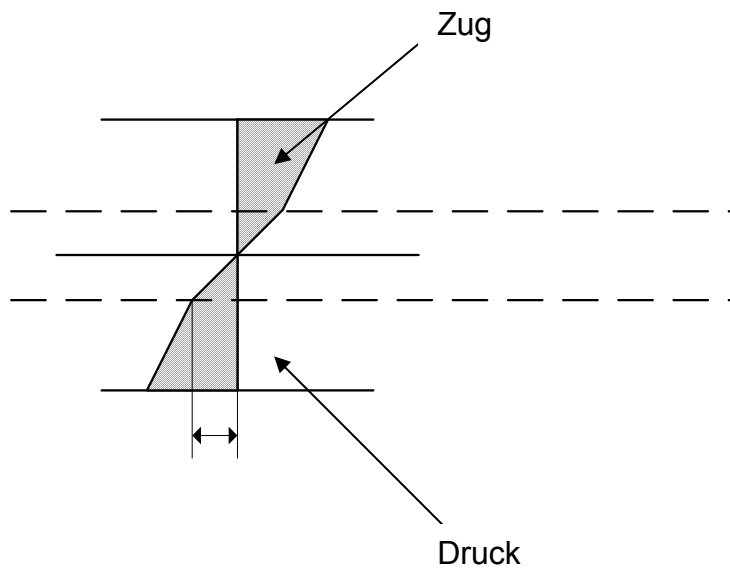
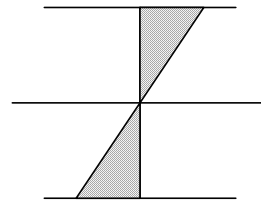
Frage 1) Erläutern Sie Spannungs- und Formänderungsverläufe über den Biegequerschnitt!

elastisch plastische Biegung

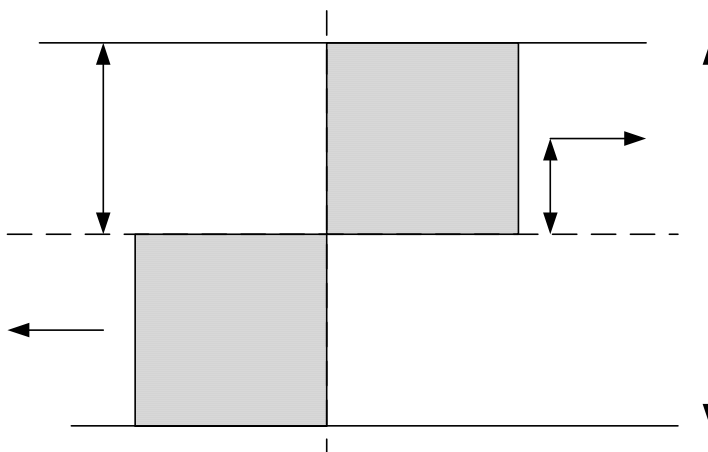
Spannungsverlauf



Dehnungsverlauf



Frage 2) Wie ermittelt man das Widerstandsmoment beim vollplastischen Biegen?



$$M = 2F \cdot y$$

$$F = k_f \cdot b \cdot \frac{s_0}{2} \quad \text{und} \quad y = \frac{s_0}{4}$$

$$M = 2k_f \frac{s_0^2}{8} \cdot b = k_f \cdot \frac{b \cdot s_0^2}{4}$$

$$\underline{\underline{M = k_f \cdot \frac{b \cdot s_0^2}{4}}}$$

Frage 3) Wie kann man den kleinstmöglichen Biegeradius ermitteln?

$$r_{i \min} = \frac{s_0}{2} \left( \frac{1}{\epsilon_{ta}} - 1 \right) \approx \frac{s_0}{2} \left( \frac{1}{\delta_{10}} - 1 \right) = c \cdot s_0 \text{ Anisotropie}$$

wenn  $r \downarrow$  dann  $\epsilon \uparrow$  daraus folgt: Umformvermögen des Werkstoffes wird erschöpft

Frage 4) Wie berechnet man die Biegekraft?

$$F_{\text{stid}} = \frac{k_f \cdot b \cdot s_0^2}{w} \cdot \sin^2 \alpha$$

inneres und äußeres Moment beim freien Biegen gleichsetzen

## Fließpressen

Frage 1) Vergleichen Sie in einer Gegenüberstellung von Vor- und Nachteilen die Warm- und Kaltumformung!

|                  | <b>Kaltumformung</b>   | <b>Warmumformung</b>   |
|------------------|--|--|
| <b>Vorteile</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- keine Kosten für Erwärmung des WST</li> <li>- keine Werkstoffverluste durch Zunderbildung</li> <li>- höhere Werkstückgenauigkeit</li> <li>- geringe Nacharbeit</li> <li>- bessere Oberflächengüte</li> <li>- einfacherer Fertigungsablauf</li> <li>- Einfluß der Umformgeschwindigkeit geringer</li> <li>- geringere WZ-Kosten</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- geringere WZ-Belastung</li> <li>- Steigerung des Umformvermögens</li> <li>- sinken der Umformfestigkeit</li> </ul>  |
| <b>Nachteile</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- größerer Kraft- und Arbeitsbedarf</li> <li>- geringe Beanspruchbarkeit der Werkstoffe</li> <li>- begrenztes Umformvermögen</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- mit steigender Temperatur folgt steigende Verzunderung</li> <li>- zusätzlicher Kostenaufwand für Aufwärmung der Teile</li> <li>- Anstieg therm. Beanspruchung des WZ</li> </ul> |

Frage 2) Erläutern Sie das Wirkprinzip des Kaltfließpressens und nennen Sie Verfahrensvor- und Nachteile!

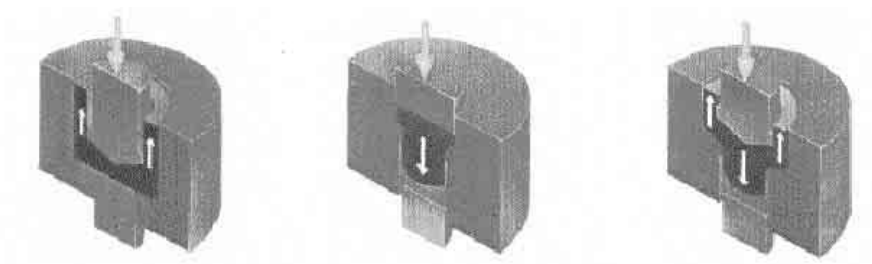
- Kaltfließpressen ist Durchdrücken eines zwischen Werkzeugteilen aufgenommenen Werkstücks bei Raumtemperatur, z.B.: Stababschnitt, Blechausschnitt, vorzugsweise zum Herstellen einzelner Werkstücke

- Wirkprinzip:

- beim Fließpressen mit starrem Werkzeug wird das Werkstück mit einem Stempel durch die formgebende Werkzeugöffnung gedrückt
- die Werkzeugöffnung kann entweder im Aufnehmer oder im Stempel angeordnet sein oder von Stempel und Aufnehmer gebildet werden

Vorteile:

- große Werkstoffeinsparungen gegenüber spanenden Verfahren durch optimale Werkstoffausnutzung
- hohe Mengenleistungen bei kleinen Werkstückherstellzeiten auch bei Fertigung komplexer Formteile
- hohe, in der Massenfertigung reproduzierbare Maß- und Formgenauigkeit
- Verbesserung d. Werkstückeigenschaften durch Ausnutzen der Kaltverfestigung und des günstigen Faserverlaufes
- Einsparung von Energie



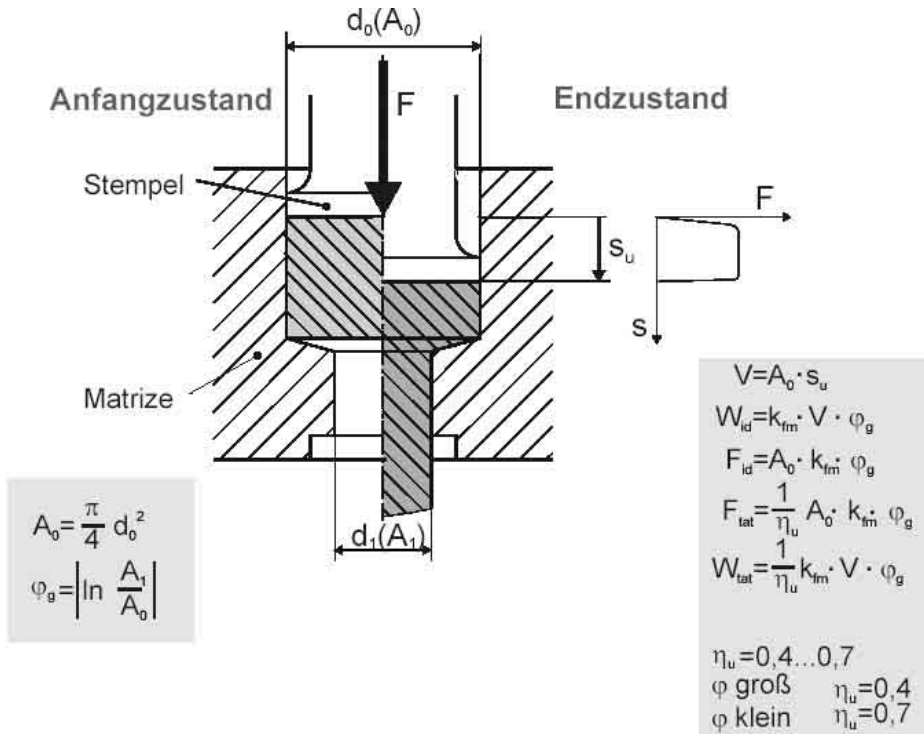
von links nach rechts: 1. Bild Rückwärtsfließpressen (Herstellung einseitig offener Hohlkörper) 2. Bild Vorwärtsfließpressen (Herstellung von achsymetrischen Voll- oder Hohlkörpern) Bild 3 Kombination aus 1 und 2 (Herstellung von Hohl - und Vollkörpern mit unterschiedlich dicken Wänden und Böden)

Frage 3) Nehmen Sie eine fließgerechte Gestaltung des gegebenen Teils vor und beschreiben Sie den Prozeßablauf für ein Werkstück aus Stahl!

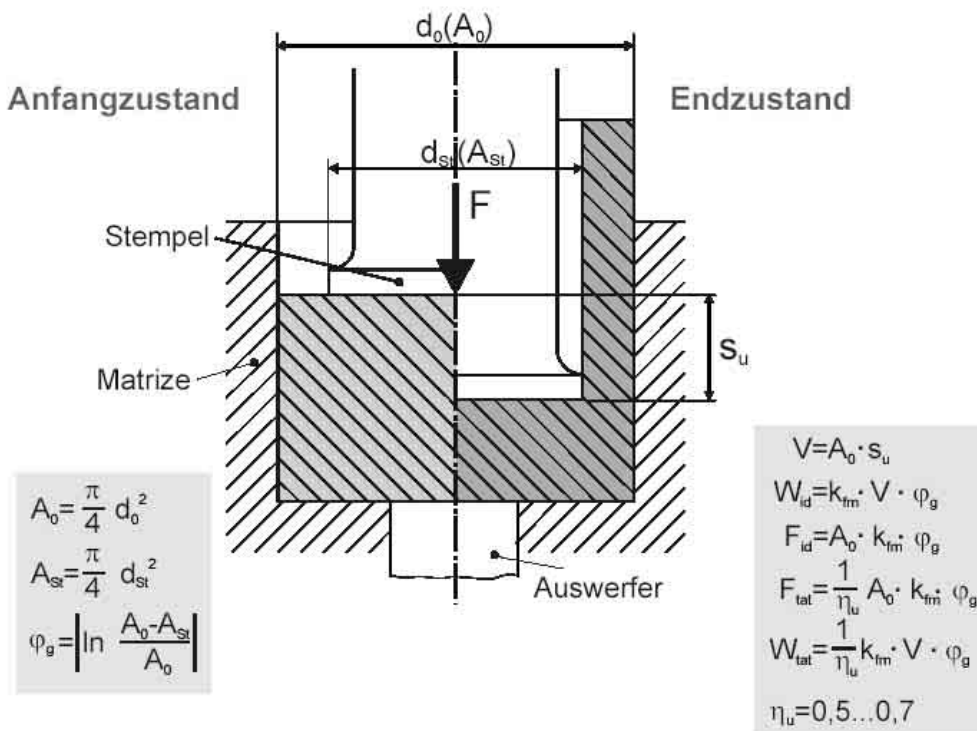


Frage 4) Stellen Sie die vier Verfahrensvarianten des Fließpressens dar und analysieren Sie variantenabhängig wie sich die tatsächliche Umformarbeit zusammensetzt!

### Voll-Vorwärts-Fließpressen

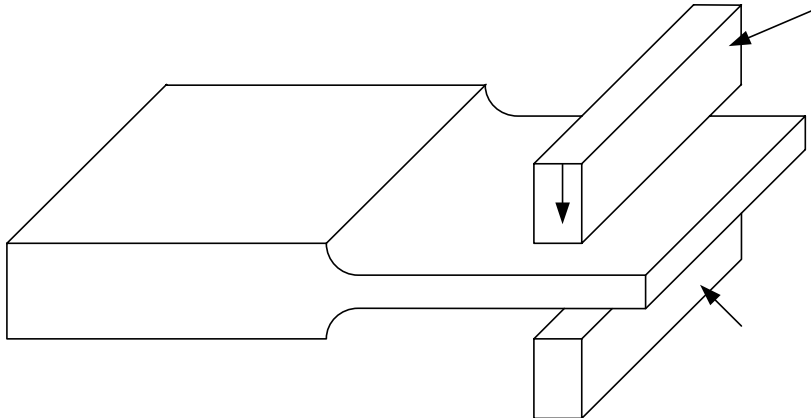


### Napf-Rückwärts-Fließpressen



## Gesenkformen

Frage 1) Wie verläuft der Prozeß des Gesenkschmiedens von Langformen?



Trennen > Erwärmen > Massenverteilung > Vorformung > Fertigschmieden > Abgraten / Lochen > Nachformen > Wärmebehandlung > Entzundern > Endfertigung

Frage 2) Welche Verfahren zur Herstellung von Anfangsformen kennen Sie? Welches sind die Vor- und Nachteile?

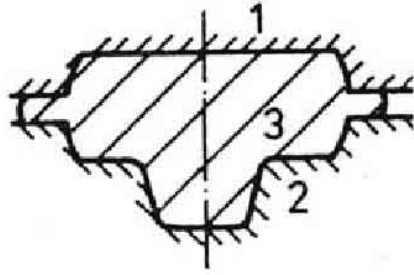
| Verfahren       | d mm                  | $\Delta l$ mm           |             | $\Delta \varphi$ [°] |            | R, $\mu m$ |            | Nachteile/<br>Vorteile                             |
|-----------------|-----------------------|-------------------------|-------------|----------------------|------------|------------|------------|--|
|                 |                       | min                     | max         | min                  | max        | min        | max        |  |
| Kaltkreissägen  | <30<br>30...80        | 0,1<br>0,1              | 0,3<br>0,45 | 0,3<br>0,3           | 1,2<br>0,6 | 80<br>80   | 120<br>160 | Gratbildung/<br>Flexibel                           |
| Abstechen       | <30<br>30...80        | 0,3<br>0,8              | 0,5<br>1,0  | -<br>-               | -<br>-     | 15<br>20   | 50<br>50   | Mittelzapfen/<br>Flexibel                          |
| Trennschleifen  | <30<br>30...80        | 0,1<br>0,2              | 0,2<br>0,3  | 0,3<br>0,4           | 1,3<br>1,0 | 5          | 30         | Scheibenverschleiß/<br>Flexibel                    |
| Scheren(normal) | <20<br>20...50<br>>50 | +0,15<br>+0,20<br>+0,50 |             | 0,5 8                |            | 4 16       |            | Schnittflächenqualität/<br>Flexibel                |
| Genauscheren    | 15...60               | $\Delta m$ %            |             | 3<br>0,1             |            | 2,25<br>1  |            | Spezialmaschine,<br>Spezialwerkzeug/<br>$v > 2m/s$ |
| I               |                       | 0,7                     | 0,9         |                      |            |            |            |  |
| II              | 0,3                   | 0,6                     |             |                      |            |            |            |  |

Formabweichung in % v. d

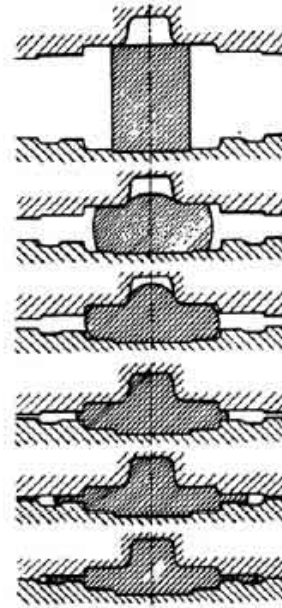
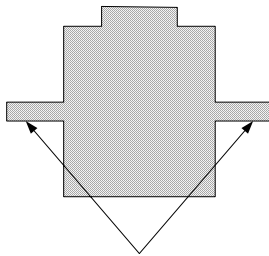
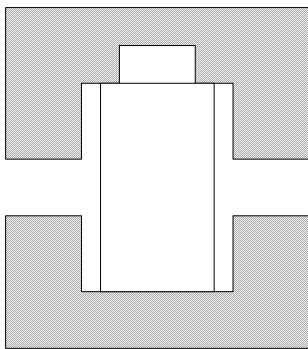
$$t_{Ab} : t_{Sch} = 20 : 1$$



Frage 3) Wie funktioniert das Formpressen im Gesenk mit Gratspalt? (Skizzen)  
Welche Funktionen haben Gratspalt und Gratmagazin?

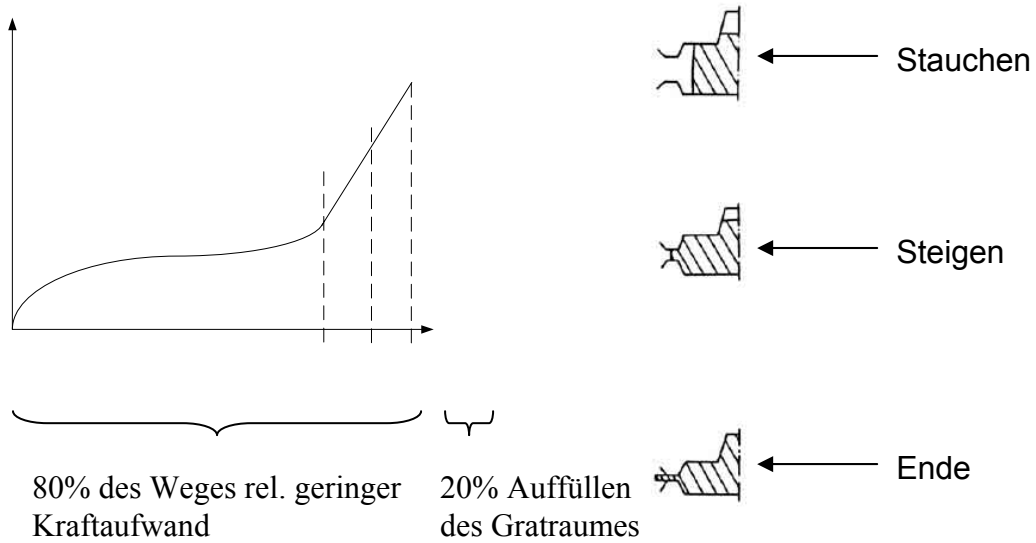


1-Obergesenk / 2-Untergesenk / 3-Werkstück



- Gratspalt: (Gratbahn)    - Aufnahme des überschüssigen Werkstoffes
- Steuerung des Werkstoffflusses
- Gratmagazin: (Gratrille) - Aufnahme des überschüssigen Werkstoffes

Frage 4) Wie ist der Kraft-Weg-Verlauf beim Gesenkschmieden? Erläutern Sie charakteristische Punkte des Verlaufes!



Frage 5) Nennen und begründen Sie den Ansatz zur vereinfachten Bestimmung der Umformarbeit und -kraft beim Gesenkschmieden!

- prismatisches Werkstück wird von  $h_0/A_0$  auf  $h_1/A_1$  gestaucht
- erfolgt reibungsfrei zwischen planparallelen Flächen

$$F_{id} = k_f \cdot A$$

$$W_{id} = \int_0^s F_{id} ds$$

Kraft

Weg

Stauchen

## Kosten

Frage 1) Wie ermittelt man die Maschinenkosten / h?

$$\text{MAK} = \frac{\text{KA} + \text{KZ} + \text{KR}}{T_N}$$

kalkulatorische Zinsen KZ

kalkulatorischen Abschreibungen KA

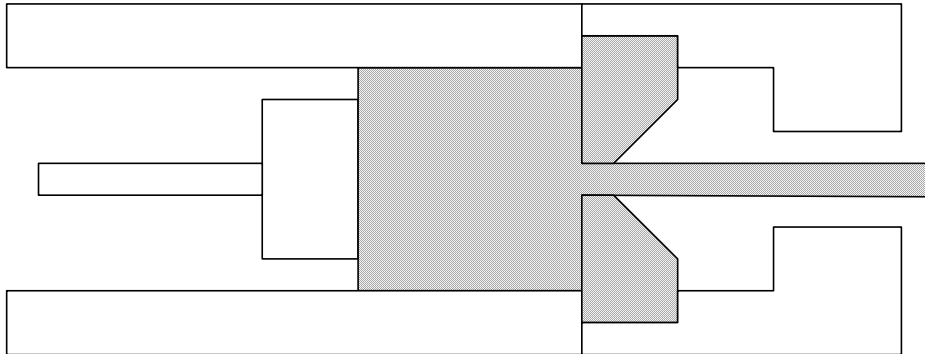
Raumkosten KR

jährliche Nutzungszeit  $T_N$

## Strangpressen

Frage 1) Stellen Sie das Wirkprinzip des Strangpressens dar und vergleichen Sie es mit dem Fließpressen!

- Stranpressen ist das Durchdrücken eines Blockes, der von einem Aufnehmer umschlossen ist, durch eine formgebende Öffnung /Matrize, Düse)
- Durch die Umformung beim Strangpressen wird aus einem Block des Ausgangsquerschnittes  $A_0$  ein Strang mit vollem oder hohlem Endquerschnitt  $A_1$  erzeugt.



1 ... Block, 2 ... Rezipient, 3 ... Matrize, 4 ... Preßstempel, 5 ... Preßscheibe, 6 ... Matrizenhalter

| Fließpressen   | Strangpressen  |
|--|--|
| - vorwiegend bei Raumtemp.   | - im allgemeinen über Rekristallisationstemp.                |
| - konische Düse  | - 180° Düse  |
| - mit Schmierung   | - meist ohne Schmierung                                      |
| - Herstellung von Stückgütern, die praktisch keine Nachbearbeitung benötigen | - Herstellung von Fließgut: Rohre, Stäbe, Profile            |
| - Verfestigen des Werkstoffes  | - es können prakt. beliebige Querschnitte hergestellt werden |
| - vorwiegend kalt Stückgut - Fertigteil                                      | - vorwiegend warm Fließgut - Halbzeug                        |

- bei beiden: sehr hohe Oberflächengüte

Frage 2) Wie wird die tatsächliche Umformarbeit und -kraft bestimmt?

$$W_{\text{tats}} = W_{\text{id}} + W_{\text{R}} + W_{\text{S}}$$

$$W_{\text{tats}} = \frac{W_{\text{id}}}{\eta_u}$$

$W_{\text{id}}$  - idiele Umformarbeit

$W_{\text{R}}$  - Reibarbeit

$W_{\text{S}}$  - Arbeitsanteil für zusätzliche Gleitungen

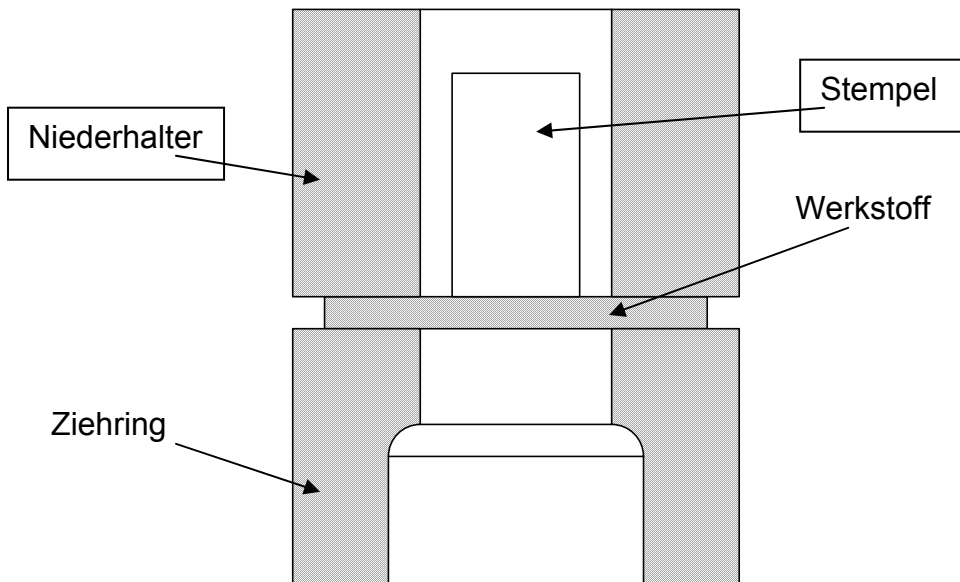
$\eta_u$  - Umformwirkungsgrad

tatsächliche Umformkraft

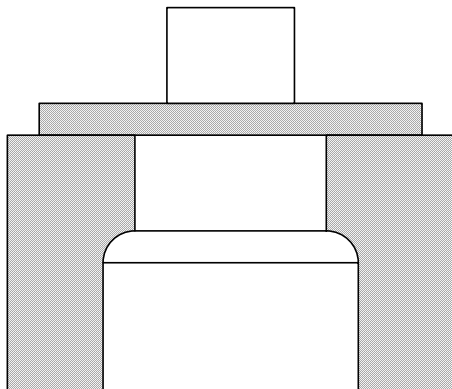
$$F_{\text{tat}} = \frac{F_{\text{id}}}{\eta_u}$$

## Tiefziehen

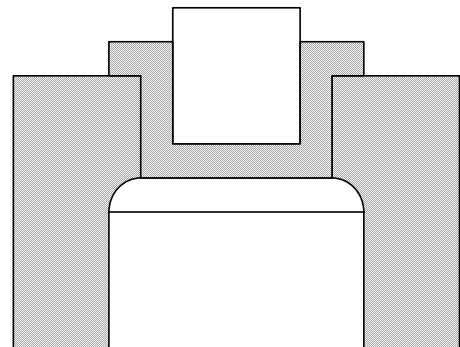
Frage 1) Skizzieren Sie das Verfahren Tiefziehen im Anschlag (Erstzug) im Anfangs-, Augenblicks- und Endzustand und kennzeichnen Sie die Werkzeugaktivelemente.



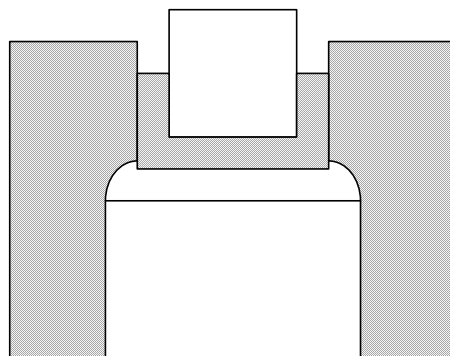
Anfangszustand



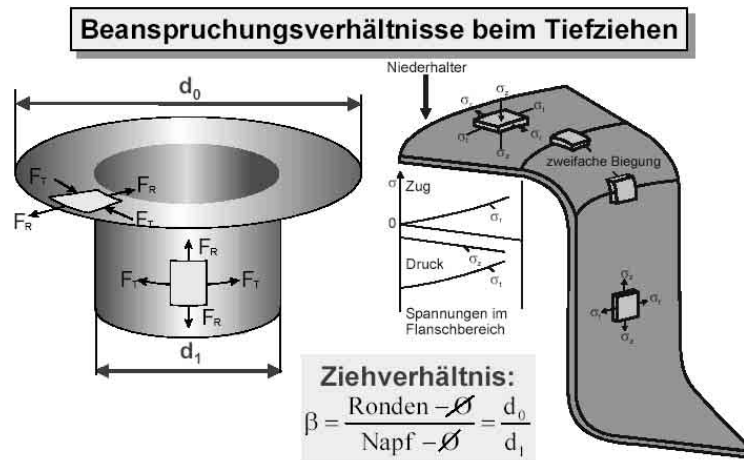
Augenblickszustand



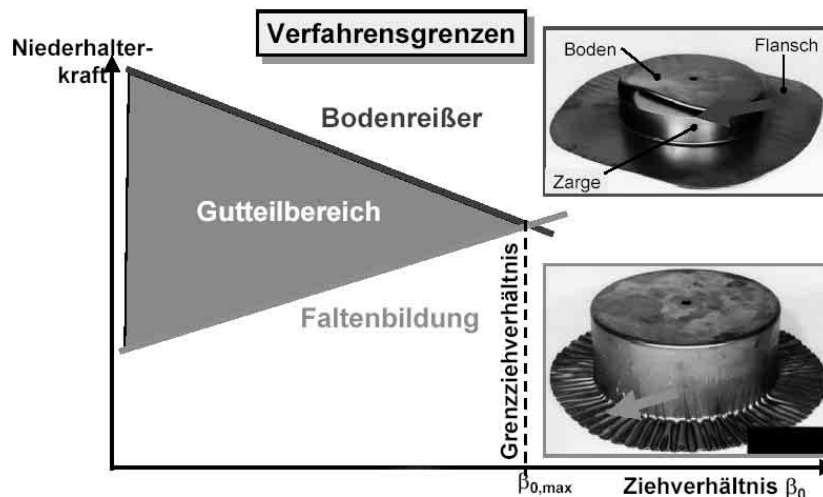
Endzustand



Frage 2) Was ist die Ursache für eine mögliche Faltenbildung und wie beugt man dieser Erscheinung vor?



- **Faltenbildung im Flansch (Falten 1. Art)**
  - zu geringe Niederhalterkraft oder unebener Niederhalter
  - $F_{NH}$  erhöhen
  - NH verbessern
- **Längsfalten im Zieheteil (Falten 2. Art)**
  - fehlende formschlüssige Stützung in der freien Zone
- **Zuschnitt oder Niederhalterkraft vergrößern, Einfließwulste**
- **Faltenbildung am Bodenrand (Querfalten)**
  - Stempelradius zu groß
  - $r_{st}$  kleiner machen



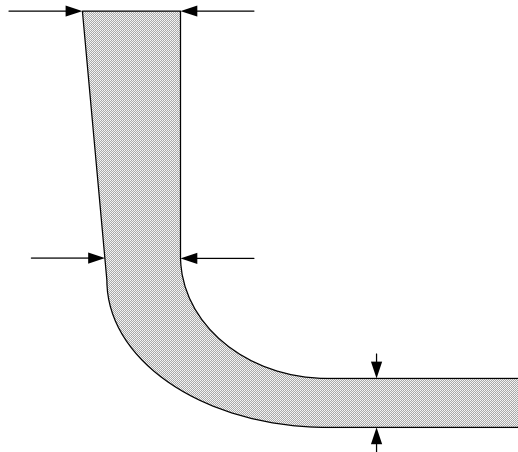
Frage 3) Was ist die Ursache für Bodenreißer und wie kann man sie vermeiden?

- Ziehkraft übersteigt Reißfestigkeit des Werkstoffes
- Behebung: kleinerer Zuschnitt; kleinere Niederhalterkraft; bessere Schmierung; größerer Ring- oder Stempelradius

- für Wolle:**
- tangentielle Druckspannungen an Rand am größten, da dort meiste Werkstoff verteilt werden muß - Aufdickung
  - große Fläche im Ausgangszustand unter NH, d.h. Werkstoff liegt noch nicht am Stempel an - geringe Reibung die Dehnung entgegenwirken kann

Frage 5) Wie ist der Wanddickenverlauf eines gezogenen Napfes zu erklären?

- hervorgerufen durch Druckspannungen wenn Stempel noch nicht im Eingriff
- durch großen Flächen unter dem Niederhalter, wird der Werkstoff zurückgehalten
- erst wenn Stempel in Eingriff kommt tritt Haftreibung auf, Werkstofffließen wird unterbunden



Frage 6) Wie ist die Vorgehensweise bei der Zuschnittermittlung für rechteckige Näpfe?

1. Ermittlung des Eckenradius

$$d_0 = 2 * R_0 = \sqrt{(d_1 - 2 * r_b)^2 + 4 * d_1 (h - r_b) + 2 * \pi * r_b (d_1 - 0,7 * r_b)}$$

2. Ermittlung der Zargenwandhöhe

$$h_1 = h - (r_b) + \pi * d_b * \frac{1}{4}$$

Frage 7) Was versteht man unter einem Grenzziehverhältnis und von welchen Einflussgrößen hängt es ab?

$$\text{Ziehverhältnis } \beta_{Gr} = \frac{d_0}{s_0}$$

$\beta_{Gr}$  ist abhängig von Werkstoff und  $\beta$