

Spezielle Fertigungsverfahren und Mikrofertigungstechnik

Übung Superplastizität

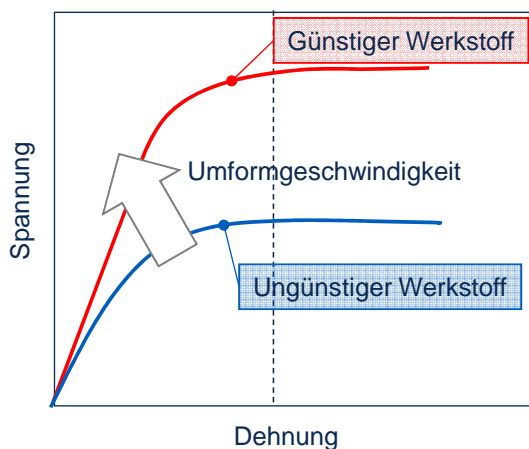
Prof. Dr.-Ing. Alexander Brosius

16. Dezember 2015

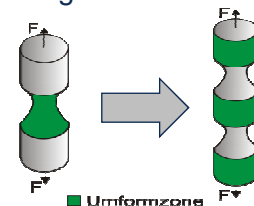


Halbzeugbezogene Voraussetzungen für das Auftreten von Superplastizität

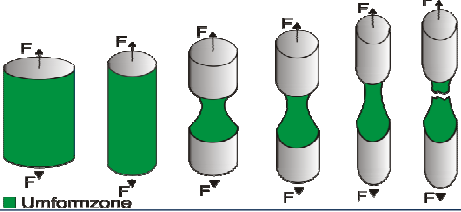
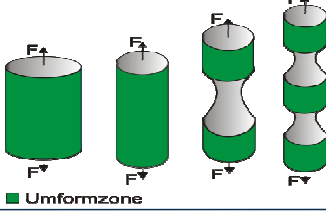
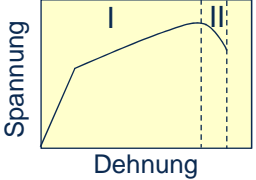
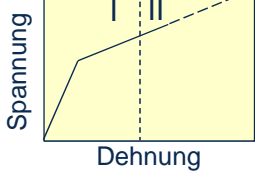
Abhängigkeit der Fließspannung von der Umformgeschwindigkeit



- Der Werkstoff muss eine starke Verfestigung bei hohen Umformgeschwindigkeiten zeigen
- Lokale Umformgeschwindigkeit steigt im Einschnürbereich
- Kraftbedarf für Umformung der geschwächten Bauteilbereiche ist größer als der Kraftbedarf der ungeschwächten Bereiche



- Verlagerung der Umformzone in die **ungeschwächten** Bereiche

konventionelle Umformung		superplastische Umformung	
			
			
I	Homogene Deformation bis zur Gleichmaßdehnung	Homogene Deformation	
II	Nach Lokalisierung ist der eingeschnürte Bereich schwächer als der nicht eingeschnürte Bereich. Weitere Umformung konzentriert sich auf den eingeschnürten Bereich bis es zum Bruch kommt.	Nach Lokalisierung muss der eingeschnürte Bereich (durch Verfestigung) stärker als der nicht eingeschnürte Bereich sein. Weitere Umformung verlagert sich in ungeschwächte Bereiche	

Damit eine örtliche Einschnürung nicht zunimmt muss gelten:

$$\underbrace{(A + dA) \cdot (k_f + dk_f)}_{\text{erforderliche Kraft im Einschnürbereich}} > \underbrace{k_f \cdot A}_{\text{erforderliche Kraft im ungeschwächten Bereich}}$$

Ergibt sich hieraus folgende Forderung für den Fließspannungsverlauf:

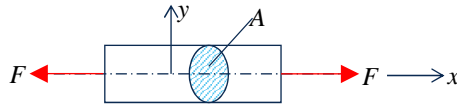
$$\frac{dk_f}{d\phi} > k_f$$

Statisches Gleichgewicht:

$$F = \sigma_{xx} \cdot A \Rightarrow dF = \underbrace{A \cdot d\sigma_{xx}}_{\text{Verfestigung}} + \underbrace{\sigma_{xx} \cdot dA}_{\text{Querschnittsminderung}} = 0 \Rightarrow \frac{d\sigma_{xx}}{\sigma_{xx}} = -\frac{dA}{A} \quad (1)$$

Volumen-Konstanz:

$$A_0 \cdot l_0 = A \cdot l \Rightarrow l \cdot dA + A \cdot dl = 0 \Rightarrow \frac{dA}{A} = -\frac{dl}{l} = -d\varphi_{xx} = -d\bar{\varphi} \quad (2)$$



Fließkurve:

$$\sigma_{xx} = k_f = C\bar{\varphi}^n \Rightarrow \frac{d\sigma_{xx}}{d\bar{\varphi}} = nC\bar{\varphi}^{n-1} = \frac{n}{\bar{\varphi}} \sigma_{xx} \Rightarrow \frac{d\sigma_{xx}}{\sigma_{xx}} = \frac{n}{\bar{\varphi}} d\bar{\varphi} \quad (3)$$

Aus (1) und (2): $\frac{d\sigma_{xx}}{\sigma_{xx}} = d\bar{\varphi} \quad (4)$

(4) und (3) ergeben: $d\bar{\varphi} = \frac{n}{\bar{\varphi}} d\bar{\varphi}$

Oder: $\bar{\varphi} = n \rightarrow$ Beginn plastischer Instabilitäten.

Der Zugversuch kann lediglich bis zu einem Vergleichsumformgrad von n ausgewertet werden. Für die meisten Metalle liegt dieser Wert im Bereich $0,1 < n < 0,4$.

Zusammenhang für umformgeschwindigkeitsabhängige Fließkurve