

4. Das Tiefziehen im Anschlag

4.1 Berechnung der ideellen Stempelkraft $P_{st(id)}$

Beim verlustlosen Tiefziehvorgang läßt sich die Stempelkraft $P_{st(id)}$ nach Siebel ermitteln [1, S. 62] und [4, S. 378]. $P_{st(id)}$ läßt sich aus der Radialspannung an der Ziehkante durch Multiplikation mit dem hier vorhandenen Blechquerschnitt nach Formel (5) berechnen:

$$P_{st(id)} = 2 \pi r_0 \cdot s_0 \cdot k_{fm} \ln \frac{R}{r_0}$$

Die mittlere Formänderungsfestigkeit k_{fm} ist eine Funktion der am Außenrand und an der Ziehkante im Blech vorhandenen Formänderungen. Dabei liegt die Annahme zugrunde, daß die Blechstärke bzw. die Oberfläche des Bleches konstant sind.

Verschiebt sich das Ziehgut an der Ziehkante um die Strecke h' nach innen, so ergibt sich aus der bei gleichbleibender Blechstärke vorhandenen Oberflächenkonstanz der jeweilige Halbmesser R am Außenrand zu

$$\begin{aligned} \pi R_0^2 - \pi R^2 &= 2 \pi r_0 \cdot h' \\ R &= \sqrt{R_0^2 - 2 r_0 h'} \end{aligned} \quad (7)$$

Die jeweilige Formänderung am Außenrand beträgt also

$$\varphi_R = \ln \frac{R_0}{R} = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{R_0^2}{R_0^2 - 2 r_0 h'} \quad (8)$$

In ähnlicher Weise läßt sich der ursprüngliche Halbmesser x_0 der gerade an der Ziehkante befindlichen Teile berechnen zu

$$\begin{aligned} \pi x_0^2 - \pi r_0^2 &= 2 \pi r_0 \cdot h' \\ x_0 &= \sqrt{r_0^2 + 2 r_0 h'} \end{aligned} \quad (9)$$

und die Formänderung φ_r an der Ziehkante

$$\varphi_r = \ln \frac{x_0}{r_0} = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{r_0 + 2 h'}{r_0} \quad (10)$$