

## ZUSAMMENFASSUNG BEREICH BLECHTECHNIK (SCHMUTZ)

### BIEGETECHNIK

#### Definition:

Durch das Biegen wird ein Werkstück in einer Richtung gekrümmt. Auftretende Querschnittänderungen, Verwölbungen an der Biegestelle sind meist ungewollt.

#### Berechnung des Momentes beim freien Biegen:

$$M = \frac{F_{st} \cdot w}{s_0 \cdot 2}$$

$F_{st}$  = Stempelkraft  
 $w$  = Gesenkweite, Matrizenweite  
 $s_0$  = Blechdicke

#### Einteilung der Biegeverfahren:

Ein Biegeverfahren wird charakterisiert durch die Form der Werkzeuge und ihren Bewegungsablauf sowie die Relativbewegung, die im Allgemeinen durch zweiteilige Werkzeuge zueinander und durch das Werkstück beschrieben wird.

#### Biegeumformen wird eingeteilt in: (S.57)

- Biegeumformen mit geradliniger Werkzeugbewegung
- Biegeumformen mit drehender Werkzeugbewegung

#### Biegeumformen mit geradliniger Werkzeugbewegung wird eingeteilt in:

- Dreipunktbiegen
- Freies Biegen
- Gesenkbiegen
- Gleitziehbiegen
- Rollbiegen
- Knickbiegen

#### Biegeumformen mit drehender Werkzeugbewegung wird eingeteilt in:

- Walzbiegen
- Schwenkbiegen
- Rundbiegen
- Umlaufbiegen

#### Abkanten:

Beim Abkanten liegt das Werkstück in zwei parallelen Linien auf einer Matrize und wird durch einen Stempel auf einer dazwischen liegenden Linie von oben in die Matrize gedrückt und gebogen.

Unterschieden werden folgende Verfahren:

- Freies Biegen
- Prägebiegen
- 3-Punkt-Biegen

#### Berechnung der Kraft beim Biegen:

$$F_b = \frac{\sigma \cdot s^2 \cdot b \cdot k}{w}$$

$$k = \frac{2,2}{\sqrt{w}}$$

$F_b$  = Stempelkraft  
 $w$  = Gesenkweite, Matrizenweite  
 $s$  = Blechdicke  
 $b$  = freie Blechlänge  
 $k$  = Biegefaktor

#### Vorteile des Freien Biegens:

- benötigt geringere Presskraft, verglichen mit dem Prägebiegen
- Leichtere und kostengünstigere Maschinen
- flexibel
- Verwendung einfacher Universalwerkzeuge

#### *Nachteile:*

- Reduzierte Genauigkeit des Biegewinkels und eingeschränkte Reproduzierbarkeit bei Streuung von Blechdicken, Blechqualität und Maschinendeformationen

#### *Prägebiegen:*

Wie beim Freibiegen wird ein Biegegesenk verwendet. Dabei wird aber das Biegeteil auf den Grund des Gesenkes gedrückt. Während des Pressvorganges wird das Blech sogar überbogen, welche aber beim Ausprägen wieder rückgebogen werden. So erhält das Blechteil den exakten Winkel wie das Gesenk.

#### *Vorteile vom Prägebiegen:*

- bessere Genauigkeit des Biegewinkels als beim Freibiegen

#### *Nachteile:*

- höhere Presskraft notwendig (5x)
- Verlust der Flexibilität
- Aufbäumen der Maschine wirkt sich negativ auf die Qualität der Biegung aus.

#### *Drei-Punkt Biegen:*

Kann als Kombination von Freibiegen und Gesenkbiegen betrachtet werden. Das Biegegesenk ist U-förmig ausgebildet und weist einen verstellbaren Matrizengrund auf. Durch das Verstellen des Matrizengrundes kann der Biegewinkel beliebig verändert werden.

#### *Vorteile des Drei-Punkt Biegen:*

- Höhere Biegegenauigkeit
- geringere Presskraft gegenüber Prägebiegen (15% mehr als beim Freibiegen)
- flexibel

#### *Nachteile:*

- aufwendige Werkzeuge und Maschinen (Keilsystem, Hydrokissen)

#### *Adaptives Biegen:*

Eine adaptive Steuerung bietet die Möglichkeit Änderungen des Biegeverhaltens zu erkennen und selbständig zu korrigieren. So kann bereits das erste Biegeteil in der Winkeltoleranz von +/- 0.5° gefertigt werden.

#### *Schwenkbiegen/Panelbiegen*

Das Schwenkbiegen ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Schenkel des Biegeteils fest eingespannt und der zweite Schenkel durch eine schwenkbare Wange umgebogen wird.

#### *Vorteile des Schwenkbiegens:*

- höhere Flexibilität hinsichtlich des erzeugbaren Biegewinkels
- kleinere Schenkellängen möglich
- leichter automatisierbar (eingespannter Zustand)

## BERECHNUNG DER ZUSCHNITTLÄNGE:

---

#### *Verfahren zur Zuschmittlängenberechnung:*

- Korrektur nach DIN → Materialneutral
- Korrekturfaktor nach Oehler → Materialneutral
- Korrekturfaktor nach Hämmerle → Abhängig vom Material und der Matrizenweite

*Verfahren nach Schmutz:*

$$l_b = (r + k \cdot \frac{s}{2}) \cdot \pi \cdot (\frac{180^\circ - \beta}{180^\circ})$$

$$x_i = r \cdot \tan(\frac{180 - \beta}{2})$$

$$x_A = (r + s) \cdot \tan(\frac{180^\circ - \beta}{2})$$

- $l_b$  = Bogenlänge
- $k$  = Biegefaktor
- $s$  = Blechdicke
- $\beta$  = freie Blechlänge
- $x_i$  = Innenlänge des Bogens
- $x_A$  = Aussenlänge des Bogens

Radiuszone = Jeweils der Bereich benutzen, welcher vermassst ist! ( $x_i, x_A$ )

$$k = 0.65 + 0.5 \cdot \log(\frac{r}{s}) ; \quad \frac{r}{s} \geq 5$$

$$k = 1 ; \quad \frac{r}{s} \leq 5$$

*Berechnungsvorgang:*

1. Berechnung der Zwischenlängen → Abziehen der Radiuszone
2. Berechnung der Bogenlängen  $l_b$
3.  $\sum$  Zwischenlängen +  $\sum$  Biegelängen

**SCHNEIDEN***Definition Scherschneiden:*

Scherschneiden gehört zu den trennenden Fertigungsverfahren, zur Untergruppe Zerteilen. Der Werkstoff wird durch Scherbeanspruchung entlang einer Schnittlinie getrennt, wobei man Verfahren mit geschlossener oder offener Schnittlinie unterscheidet.

*Verfahren mit geschlossener Schnittlinie:*

- Ausschneiden
- Lochen

*Verfahren mit offener Schnittlinie:*

- Ausklinken
- Abschneiden
- Einschneiden
- Beschneiden

*Beschreibung des Schneidablaufes:*

Unter Einfluss einer Vertikalkraft (1) wölbt sich das Blech zunächst elastisch (2) und anschliessend plastisch unter dem Stempel, dabei bilden sich am Aussenteil des Bleches und am Ausschnitt ein Kantenabzug (3). Anschliessend folgt die Phase der Scherung, in der der glatte Teil der Schnittfläche entsteht. Im Restquerschnitt steigen die Zugspannungen und es bilden sich von der Schneidkante der Schneidmatrize ausgehend Risse(4) die schliesslich das Trennen des Werkstückes bewirken.

*Krafteinleitung und Spannungen*

Da die resultierenden Kräfte von Stempel und Matrize einen Abstand L voneinander haben, entsteht ein Moment, das ein Kippen des Bleches beim offenen Schnitt und ein Wölben beim geschlossenen Schnitt bewirkt. Diesem Moment muss ein ebenso grosses Gegenmoment entgegenwirken.

### Schneidkraft $F_S$ und Schnitтарbeit $W_S$

$$F_{S_{Max}} = k_S \cdot L_S \cdot s$$

$$k_S = 0.8 \cdot R_m$$

$$W_S = \frac{F_S \cdot x \cdot s}{1000}$$

$$x = \frac{S_S}{s} \quad ; \quad S_S = \frac{s}{3}$$

$F_{S_{Max}}$  = Schneidkraft [N]  
 $k_S$  = Schneidwiderstand [N/mm<sup>2</sup>]  
 $L_S$  = Schnittlinienlänge [mm]  
 $s$  = Blechdicke [mm]  
 $W_S$  = Schnitтарbeit [Nm]  
 $x$  = Verhältnis  $S_S/s$

$R_m$ = St 37	300...450 [N/mm <sup>2</sup> ]
Rostfreier Stahl	600...750
Messing	290...410
Al	80...100

$x$  = 0.6 (Stahlblech)  
 $x$  = 0.63 (Nichteisenbleche)  
 $x$  = 0.15 (Federstahl)

### Schneiden mit geneigten Messern

$$F_S = \frac{0.5 \cdot \tau_{AB} \cdot s^2}{\tan \alpha}$$

$$F_S = A \cdot k_s = A \cdot \tau_{AB}$$

$$A = \frac{s \cdot L}{2} = \frac{s^2}{\tan \alpha \cdot 2}$$

nach Hesse:

$$F_S = \frac{0.6 \cdot R_m \cdot \varepsilon_{Abr} \cdot s^2}{\tan \alpha}$$

$$\varepsilon_{Abr} = (1.2...1.6) \cdot A$$

$$W_S = \frac{F_S \cdot b}{1000}$$

$F_S$  = Schneidkraft [N]  
 $k_S$  = Schneidwiderstand [N/mm<sup>2</sup>]  
 $L$  = Werkstücklänge [mm]  
 $s$  = Werkstückdicke [mm]  
 $\alpha$  = Schrägungswinkel [°]

$\tau_{AB}$  = Scherfestigkeit

$R_m$  = Zugfestigkeit [N/mm<sup>2</sup>]  
 $\varepsilon_{Abr}$  = relative Schnitttiefe [-]  
 $A$  = Bruchdehnung  
 $A = 0.2...0.25$  bei Stahl  
 $b$  = Schnittweg

### Eigenspannungen:

Bleche für den Schneidvorgang enthalten bereits Spannungen von den Walzvorgängen. Durch den Schneidvorgang werden zusätzliche Eigenspannungen in das Blech eingebracht.

### Der Schneidspalt:

Er beeinflusst die Schneidkraft sowie die Schnittflächengüte.

### Welchen Zweck erfüllt ein Schräg oder Wellenschliff beim Schneidspalt?

- Verringern der Lärmemissionen
- Geringerer Kraftaufwand

### Welchen Zweck erfüllt der zylindrische Teil der Matrice?

So kann die Matrice nachgeschliffen werden.

### Warum werden Matrizen beim Austritt konisch ausgeführt?

Der Abfall verklemt nicht.

*Von welchen Faktoren ist die Grösse des Schneidspaltes abhängig?*

- Blechdicke
- Werkstoff-Festigkeit
- Werkstoff der Matrizen und Stempel
- Schneidflächengüte

*Rückzugkraft  $F_R$ :*

$$F_R = 0.01 \dots 0.4 \cdot F_S$$

$F_S$  = Schneidkraft [N]  
 $F_R$  = Rückzugkraft [N]