

Industriemeister/Metall

# FERTIGUNGSTECHNIK

## 1.3.2 UMFORMEN

## 1.3.2 Umformen

### Übersicht:

- Umformverfahren
- Umformbarkeit der Metalle
  - Kalt- Warmumformen
    - Druckumformen
      - Zugumformen
    - Zugdruckumformen
      - Biegeumformen

## 1.3.2 Umformen

### Was ist Umformen?

**Umformen** ist das **Ändern eines Stoffes** in eine andere **geometrische Form**.

Der wesentliche Vorteil des Umformens liegt darin,  
dass der **Faserverlauf erhalten bleibt** und dabei die  
**Festigkeit gesteigert** wird.

# 1.3.2 Umformen

Welche Umformverfahren gibt es nach DIN 8580?



Umformen	Fertigungsart	Verfahren z.B.
	1. Druckumformen	<ul style="list-style-type: none"><li>•Walzen</li><li>•Gesenkformen</li><li>•Schmieden</li></ul>
	2. Zugumformen	<ul style="list-style-type: none"><li>•Längen</li><li>•Weiten</li></ul>
	3. Zugdruckumformen	<ul style="list-style-type: none"><li>•Tiefziehen</li></ul>
	4. Biegeumformen	<ul style="list-style-type: none"><li>•Biegen</li></ul>

## 1.3.2 Umformen

### Vorteile des Umformens:

✓ Verbesserte Festigkeit

✓ Schwierige Formen herstellbar

✓ Gute Maßgenauigkeit

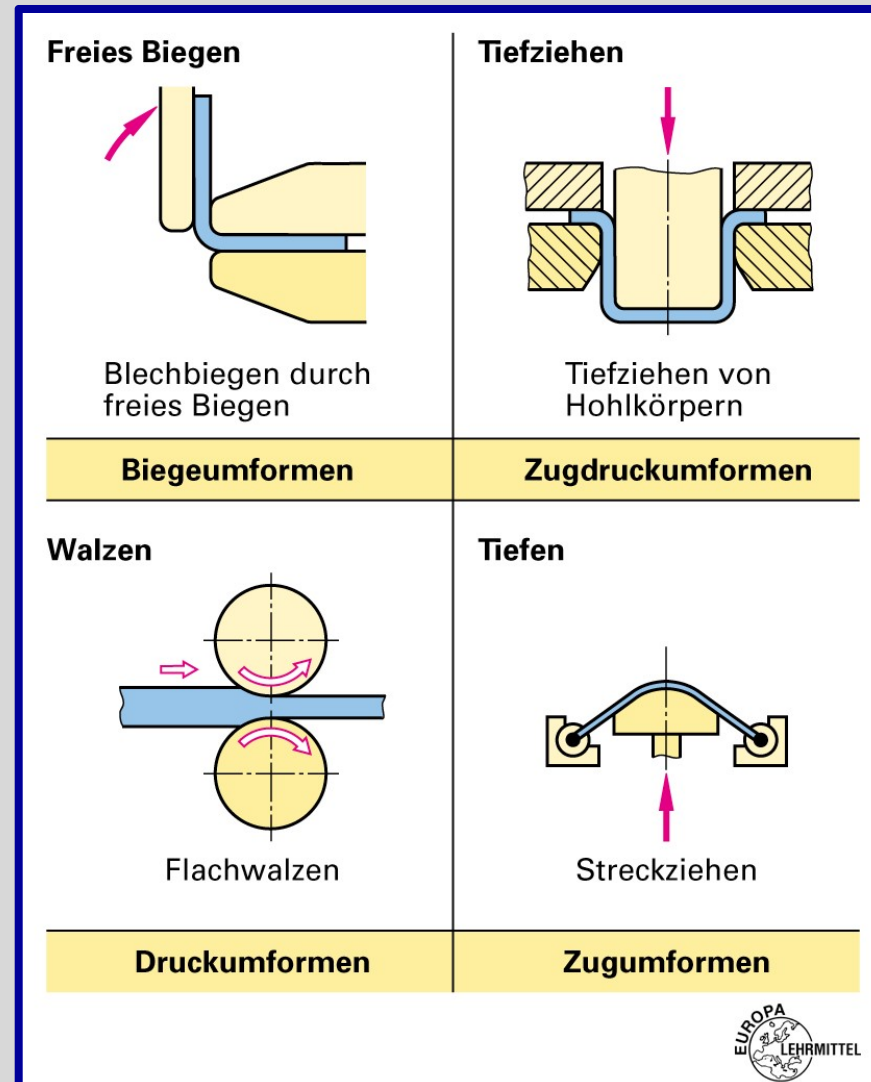
✓ Gute Formgenauigkeit

✓ Kein Werkstoffverlust

✓ Kostengünstig bei hohen Stückzahlen

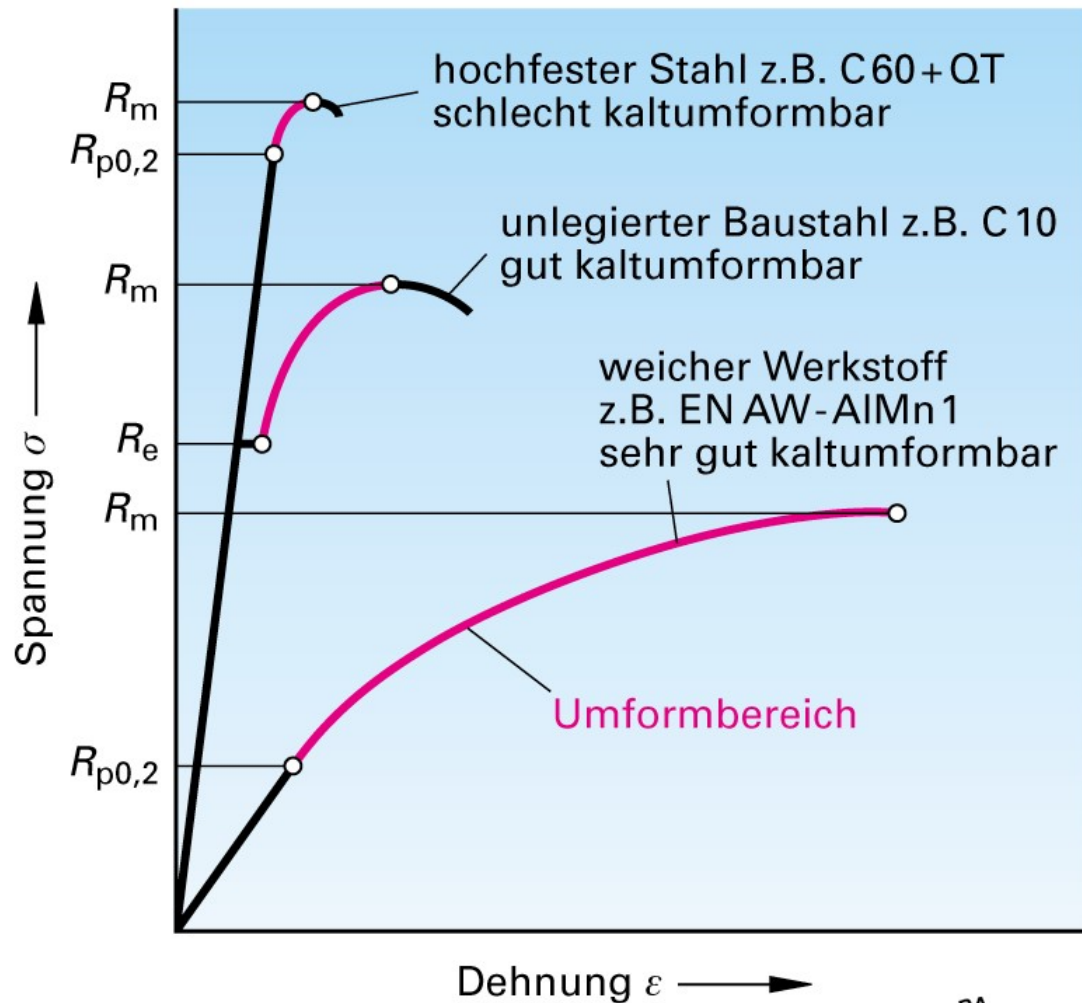
# 1.3.2 Umformen

Welche Umformverfahren gibt es nach DIN 8580?



# 1.3.2 Umformen

Umformbereiche im Spannungs - Dehnungs - Diagramm



## Merke:

„Je größer die Spannung bzw. die Festigkeit desto **kleiner** die Dehnung und **schlecht umformbar**“.

„Je Zäher der Werkstoff, desto **größer die Dehnung** und umso **besser umformbar**“.

# 1.3.2 Umformen

Unterschied zwischen Kalt- und Warmumformen?

## ➤ Kaltumformen

- Erfolgt bei Raumtemperatur
- Erhöhung der Festigkeit
- Begrenzte Umformbarkeit
- Große Umformkräfte
- Enge Maßtoleranzen
- Hohe Oberflächengüte

## ✓ Warmumformen

- Geringe Änderung der Festigkeit
- Große Umformbarkeit
- Geringe Umformkräfte
- Maßgenauigkeit schlechter
- Oberflächengüte schlechter



## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

A large red arrow pointing downwards from the top left towards the 'Druckumformen' box.

### Druckumformen

▪ **Walzen**: *Kaltwalzen, Warmwalzen*

▪ **Schmieden**: *Freiformen, Gesenkformen*

▪ **Prägen**: *Vollprägen*

▪ **Pressen**: *Strangpressen, Fließpressen*

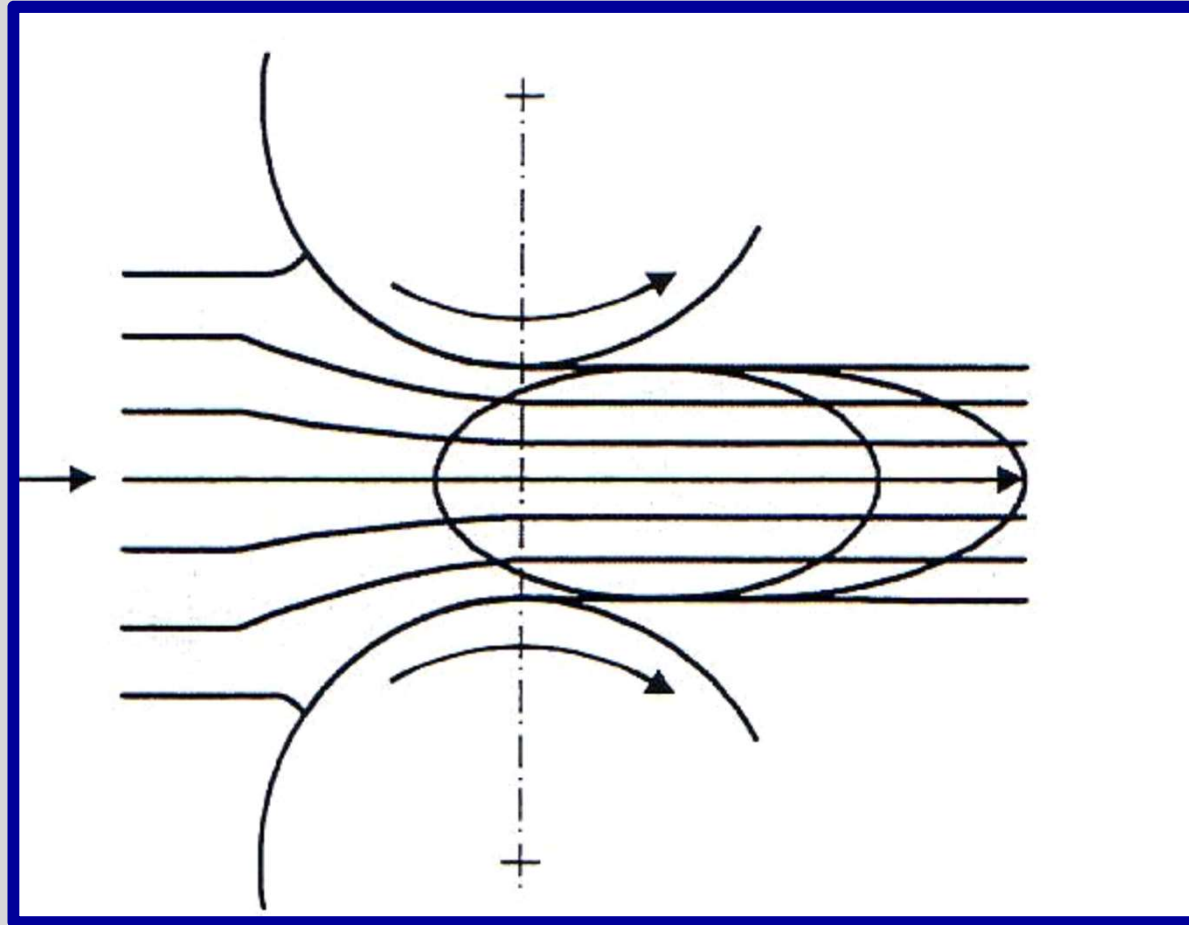
## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Walzen

Hier wirken Druckkräfte zügig oder schlagartig auf den zu verformenden Werkstoff ein.

Plastische Werkstoffe wie **Stahl, Aluminium, Kupfer** und **Kupferlegierungen** lassen sich durch Warm- oder Kaltwalzen sehr gut umformen.

# 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



Werkstoffumformung beim Walzen

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

A thick red arrow pointing downwards from the left side of the slide towards the 'Walzen' box.

### Walzen

- **Längswalzen** *Pilgerschritt – Verfahren, Profil - Längswalzen*

- **Querwalzen** *Gewindewalzen, Rändelwalzen, Kordelwalzen*

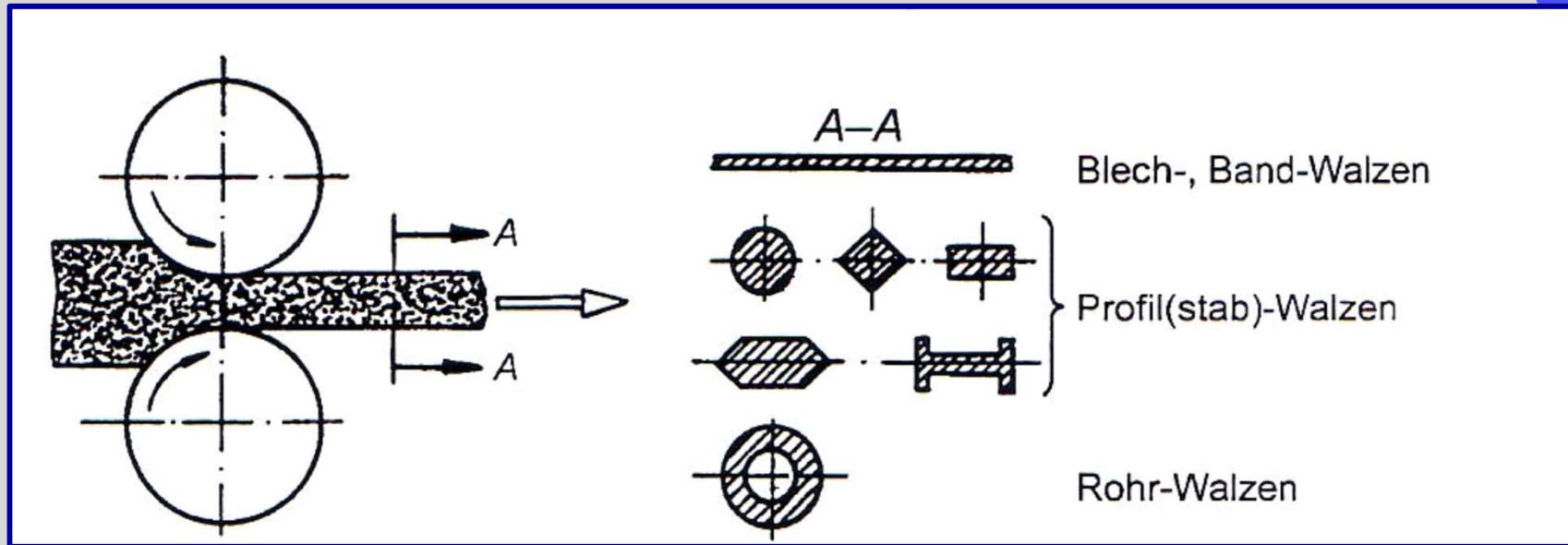
## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Längswalzen

Walzgut wird senkrecht zu den Walzenachsen geradlinig durch den Walzspalt bewegt.

Je nach gefordertem Umformgrad und Anforderungen an die **Maßgenauigkeit** und **Oberflächengüte** wird das Walzgut **kalt** oder **warmgewalzt**.

# 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



Längswalzen mit typischen Querschnittsformen von Halbzeugen

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

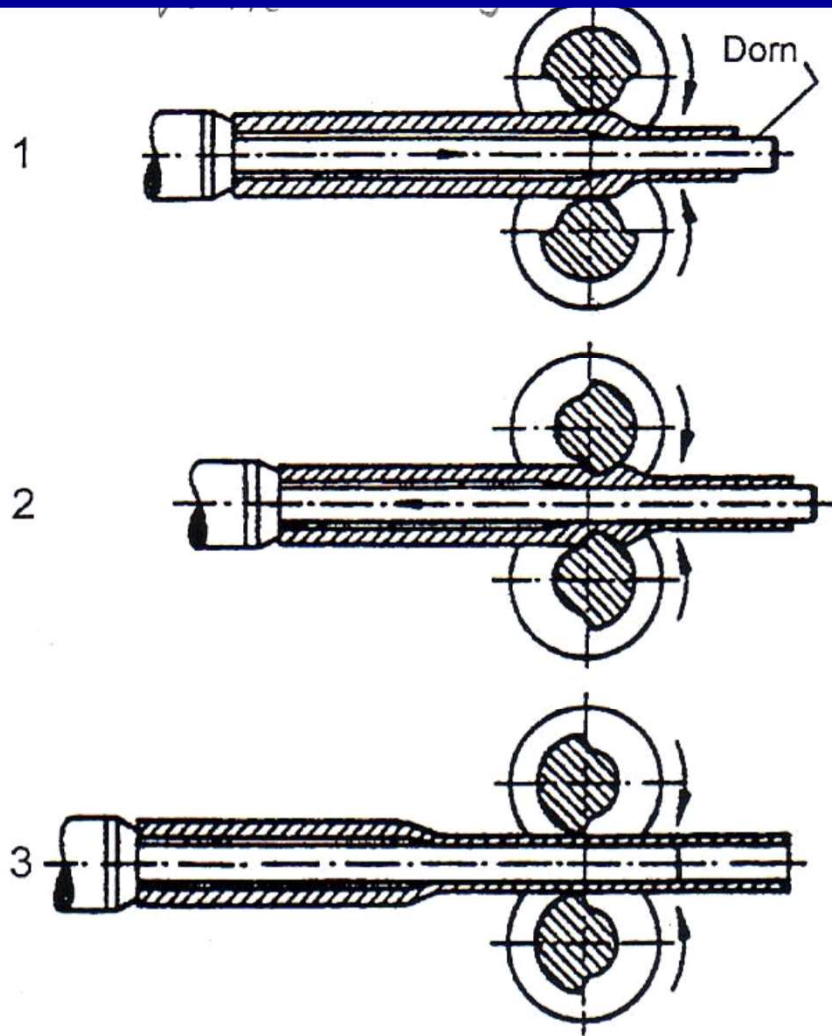
### Pilgerschritt - Verfahren

Dient zum Erzeugen dünnwandiger nahtloser Rohre.

Das Umformen erfolgt hier abschnittsweise durch Strecken der dickeren Rohrwand über einen Dorn.

Bei diesem Verfahren können Rohre von 50mm bis 600mm Durchmesser und 2,5mm Wanddicke gefertigt werden.

# 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



1  
Vorschieben der Luppe (Rohrrohling) – Walzen stehen sich mit kleinem Radius gegenüber.

2  
Einkneifen und Auswalzen eines Teilstückes in entgegengesetzter Richtung, wobei Dorn und Luppe um 90° ... 120° gedreht werden.

3  
Grate des Teilstückes werden geglättet

Arbeitsschritte beim Pilgerschritt – Walzen (Mannesmann – Verfahren)



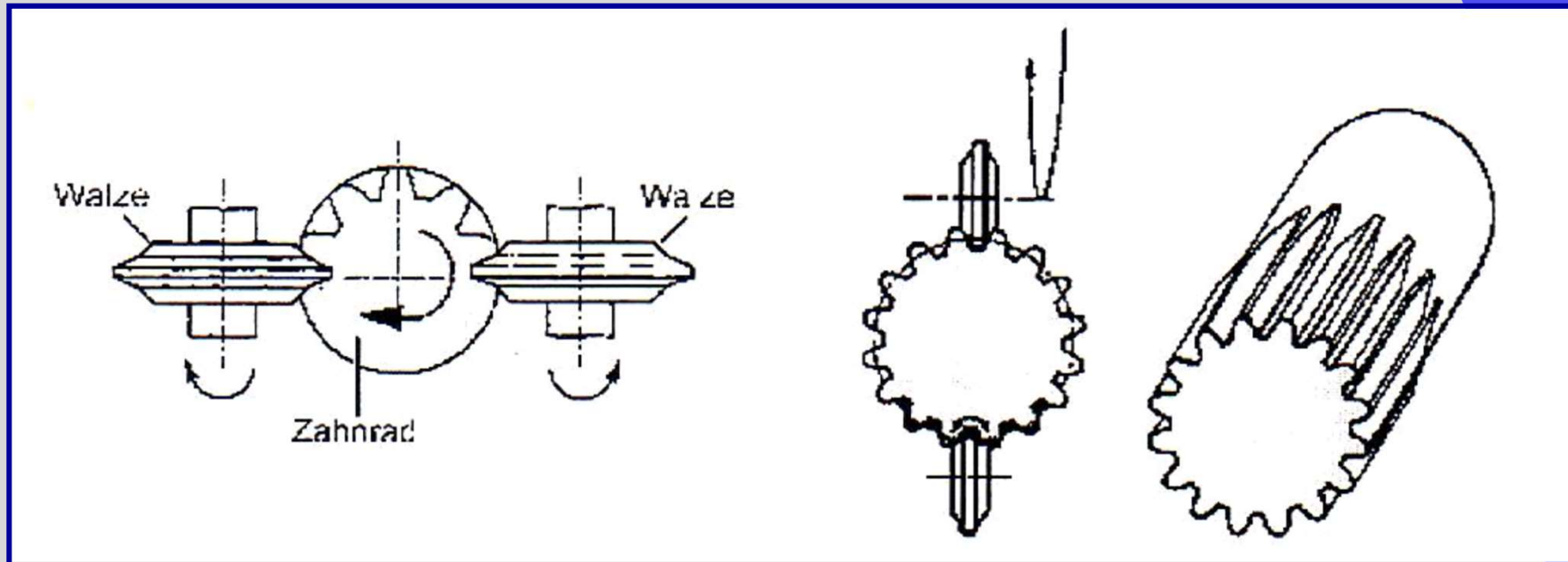
## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Profil - Längswalzen

Die rotierenden Profilwalzen zeigen ein Profil, das der Lückenform des zu fertigenden Werkzeugs entspricht.

**Beim Profilwalzen werden** Profilstäbe, Zahnräder und Vielkeilwellen hergestellt.

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



Kaltwalzen von Zahnrädern und Vielkeilwellen

**Merke:**

**Die Kaltgewalzten Keilnutwellen verfügen über eine hohe Maßgenauigkeit, Oberflächengüte und Festigkeit.**

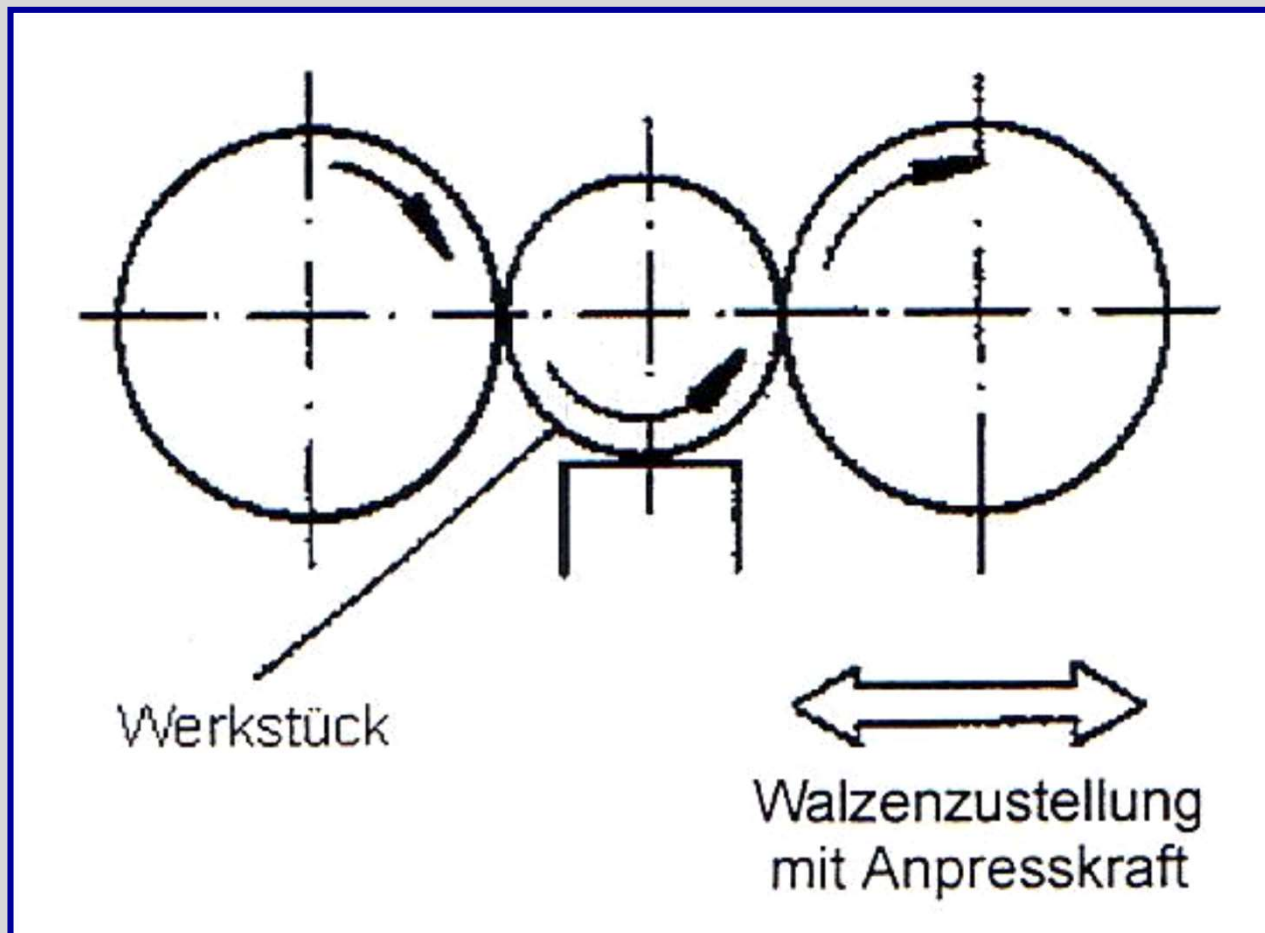
## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Querwalzen

Werkstück liegt zwischen den Walzen und wird durch diese in Drehbewegung versetzt.

Gewalzt werden z.B. Ringe, Scheiben und Eisenbahnräder

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



### Querwalzen mit Rundstückwalzen

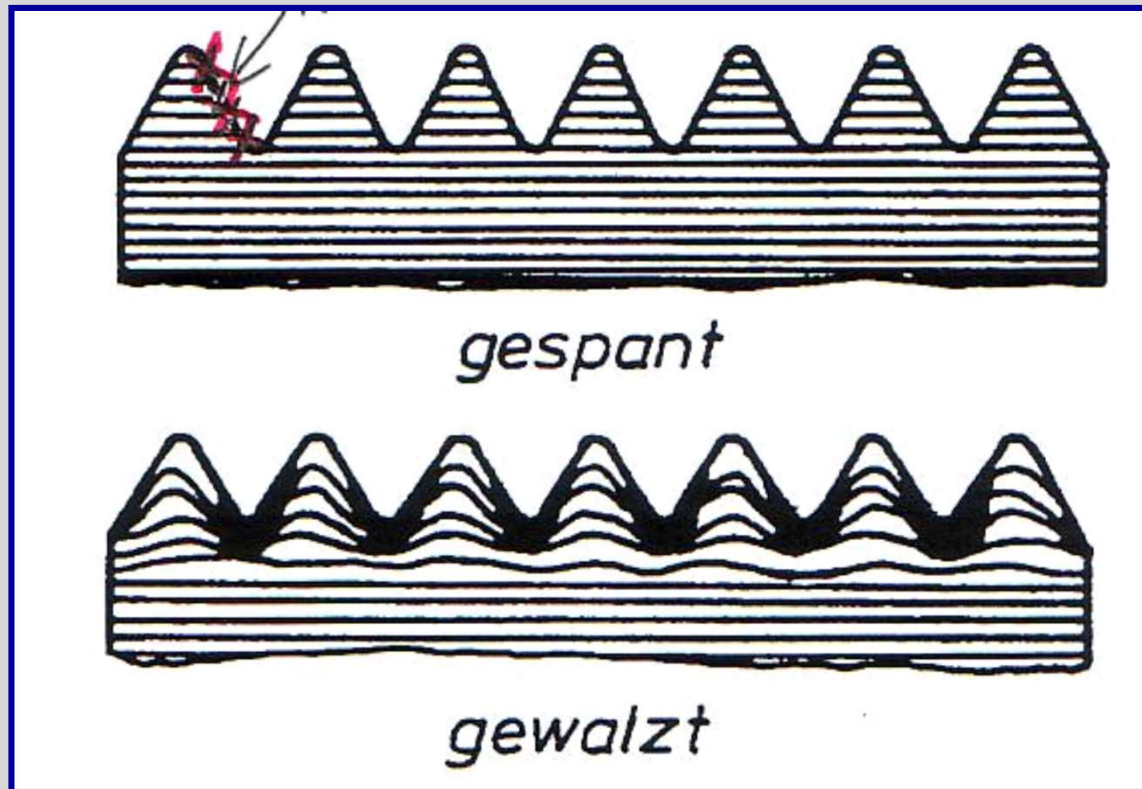
## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Gewindewalzen

Durch Gewindewalzen werden Gewinde wirtschaftlich mit hoher Maßgenauigkeit und Oberflächengüte hergestellt.

Das Gefüge ist nicht zerschnitten, sondern umgelenkt mit besonderem Härteanstieg an der Flankenoberfläche.

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



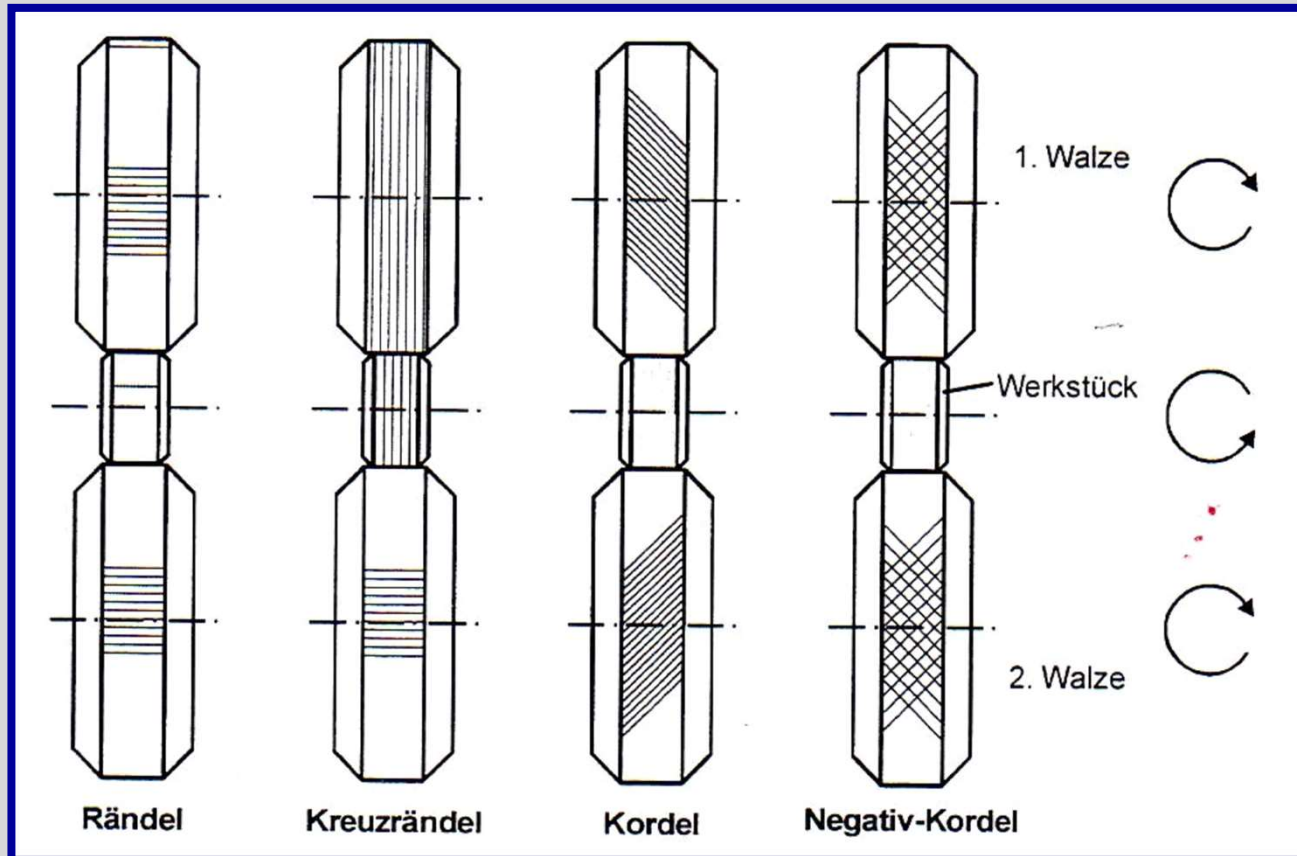
Faserverlauf in spanend und spanlos  
hergestellten Gewinden

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Rändelwalzen, Kordelwalzen

Um Griffige Oberflächen zu erzeugen, die manchmal an einem Werkstück notwendig sind, wird das Rändelwalzen eingesetzt.

# 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



## Rändel- und Kordelwalzen



## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

A red arrow pointing downwards from the 'Schmieden' box to the 'Freiformschmieden' box.

### Schmieden

- **Freiformschmieden (Freies Schmieden)**

- ***Gesenkformen (Gesenkschmieden)***

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Schmieden

Ist eine Anzahl von Arbeitstechniken, mit denen die Form eines Metalls durch Druckkräfte in eine andere Form gebracht wird.

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Wichtige Schmiedbare Metalle:

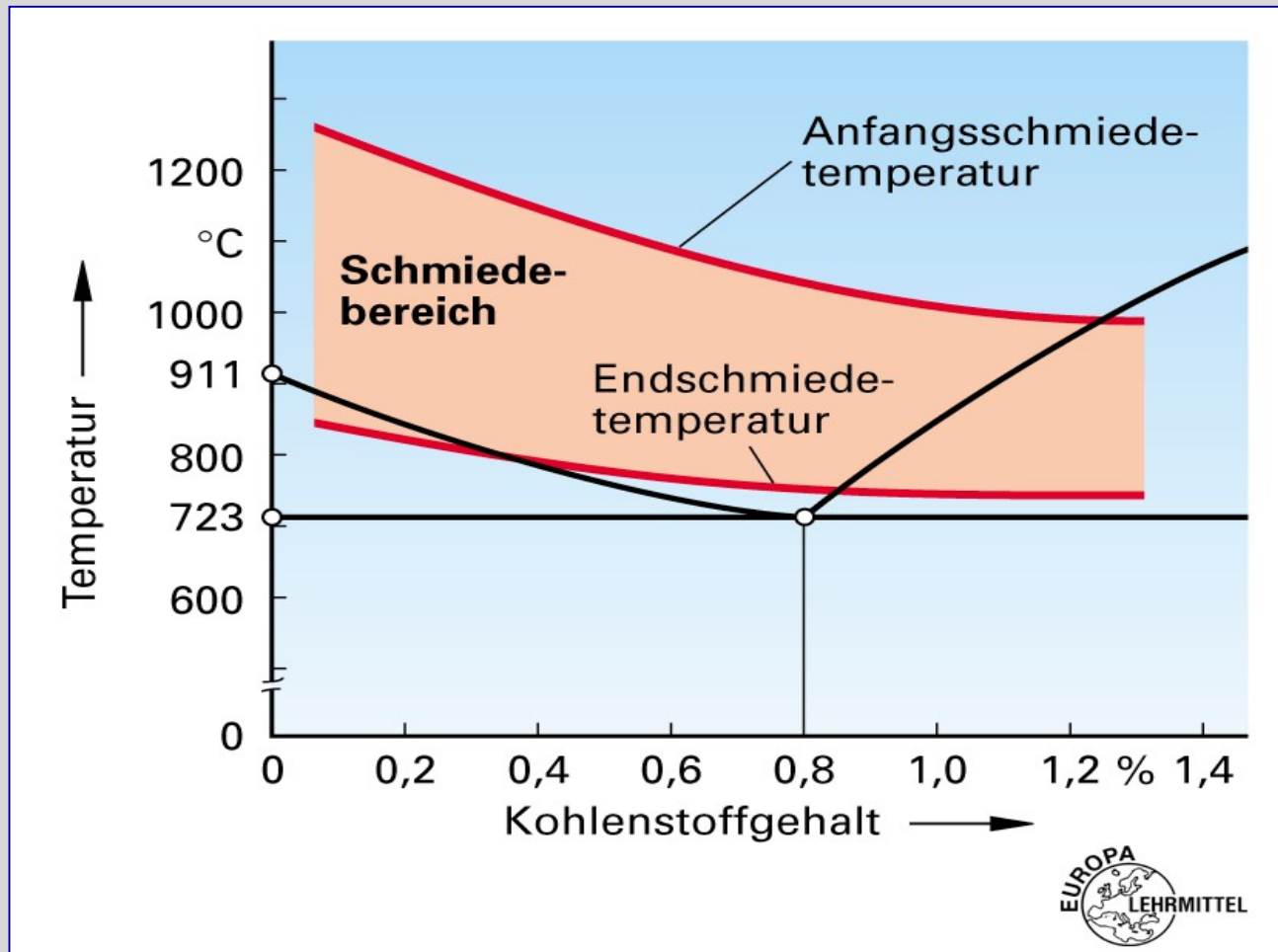
- Stahl
- Kupfer
- Kupfer – Legierung
- Aluminium
- Aluminium - Knetlegierung

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Schmiedbarkeit der Werkstoffe:

- Bei Stählen nimmt die Schmiedbarkeit mit zunehmenden Kohlenstoffgehalt ab
  - Kohlenstoffgehalt ca. 0,05% - 1,7%
- Zugeführte Wärme macht Stahl (Werkstoffe) leicht Umformbar
- Gleichmäßige Erwärmung verhindert Spannungen
- Zu hohe Temperatur verbrennt Werkstoff und macht diesen unbrauchbar

# 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



Schmiedebereich unlegierter Stähle

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Freiformschmieden (Freies Schmieden)

Beim Freien Schmieden wird aus dem erwärmten Rohteil ohne begrenzte Werkzeuge die gewünschte Endform durch Druckwirkung erzielt, wobei der Werkstoff frei fließen kann

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Freiformschmieden (Freies Schmieden)

- Einzel- und Kleinserienfertigung
- Hergestellt werden Werkstücke unterschiedlicher **Größe, die einfache, glatte Formen mit geraden oder runden Flächen erhalten**
- Für das Schmieden von Werkstücken über **100 Tonnen Gewicht**, z.B. Turbinenwellen, große Kurbelwellen ist Freiformen das einzige Herstellverfahren

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Gesenkformen (Gesenkschmieden)

- Beim Gesenkformen wird das Schmiedestück in einem **zweiteiligen Gesenk** aus einem Rohteil geschlagen
  - Gesenke sind **Stahlformen** aus **warmfesten Werkzeugstahl**
  - Sie sind stark auf **Verschleiß beansprucht** und müssen nach 10 000 bis 100 000 Werkstücken ersetzt werden



## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Vorteile Gesenkformen gegenüber Freiformen:

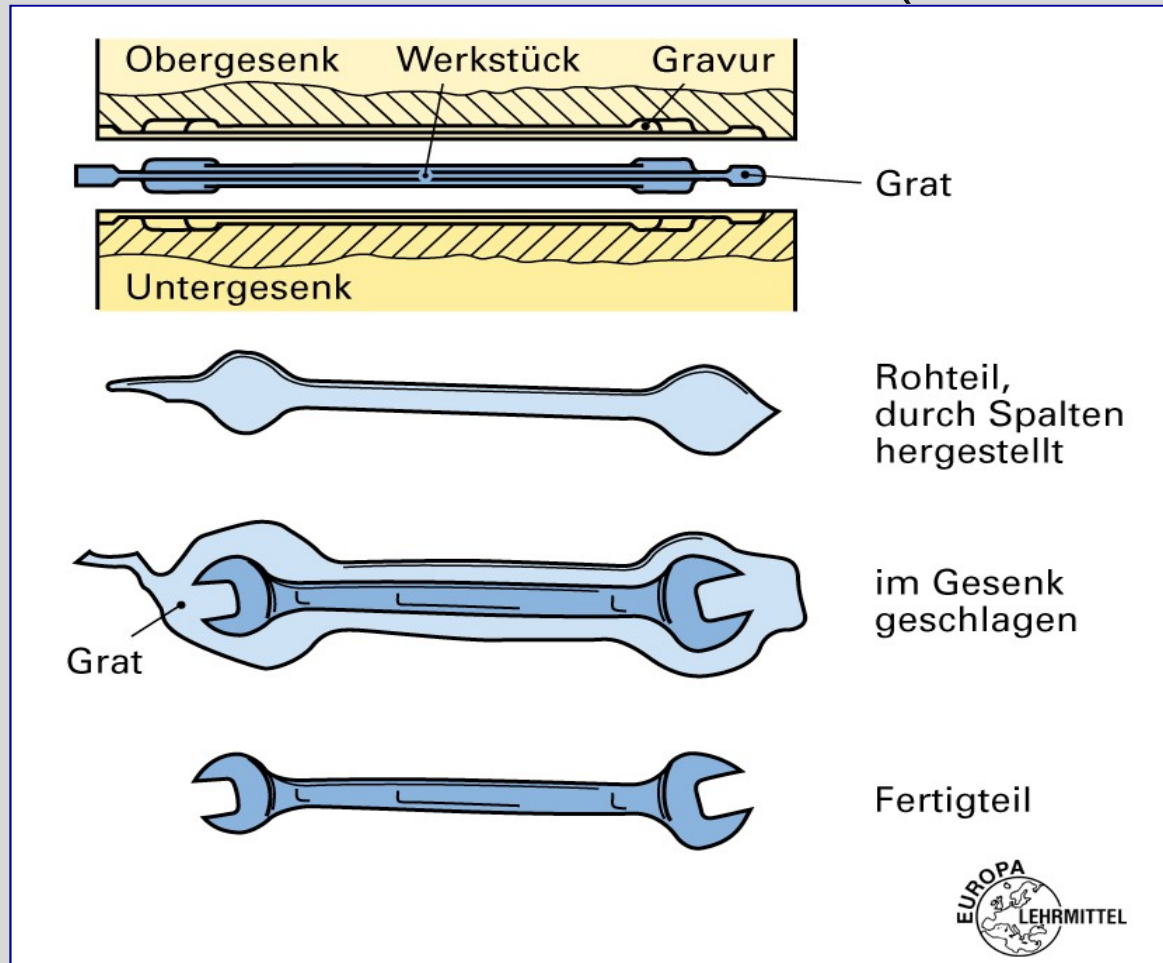
- Herstellung komplizierter Werkstücke
- Hohe Wiederholgenauigkeit
- Teile werden genauer
- Keine besondere Qualifikation der MA notwendig

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

# Nachteile Gesenkformen gegenüber Freiformen:

- Hohe Herstellungskosten der Gesenke
- Fertigungsverfahren nur bei Massenfertigung sinnvoll

# 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



## Schmiedegesenk mit Werkstück

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

A red arrow pointing downwards from the left side of the 'Prägen' box.

**Prägen**

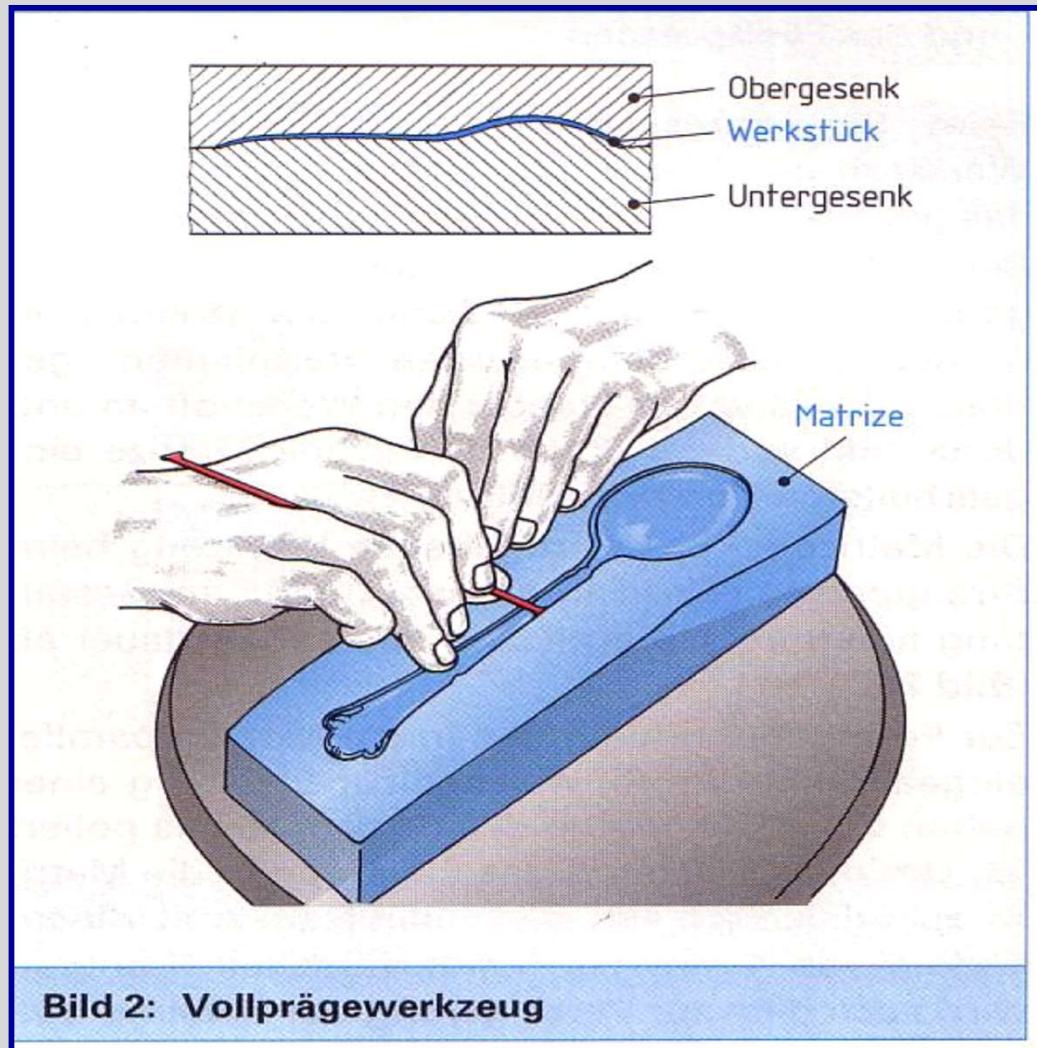
▪ ***Vollprägen***

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Prägen

Beim Prägen werden die Oberflächen mit hydraulischen Pressen ohne Anwärmen, z.B. beim Münzprägen umgeformt.

# 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



Mit Vollprägewerkzeugen werden in vorgearbeitete Teile Erhöhungen oder Vertiefungen gedrückt, z.B. Münzen, Bestecke oder Schmuckstücke.

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

A large red arrow pointing downwards, indicating a flow or continuation from the main title to the sub-section.

### Pressen (Durchdrücken)

▪ **Strangpressen** *Hohlprofil – Strangpressen, Vollprofilstrangpressen*

▪ **Fließpressen** *Vorwärtsfließpressen, Rückwärtsfließpressen, Kombiniertes Fließpressen*

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Pressen (Durchdrücken)

Ist das Druckumformen eines Werkstückes durch eine formgebende Werkzeugöffnung (Matrize) unter Verminderung des Durchmessers oder des Querschnitts.



## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

# Strangpressen

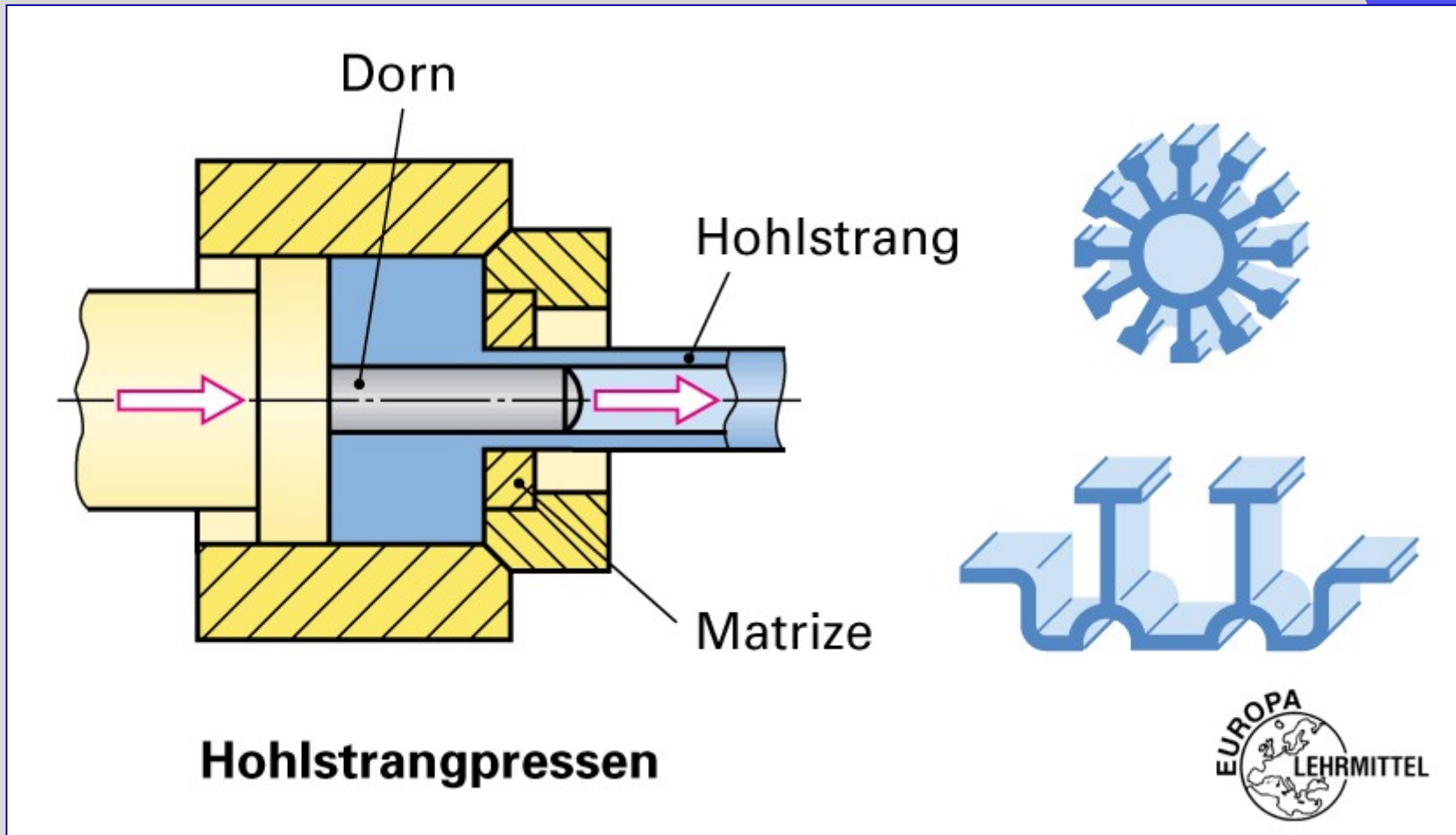
(Hohlstrangpressen)

Beim Strangpressen (Hohlstrangpressen) wird ein aufgeheizter Block (ca. 350 bis 550 Grad bei Aluminium Legierungen) mit einem Pressstempel durch eine Matrizenöffnung gedrückt.

Als Presswerkstoffe eignen sich besonders gut:

- Aluminium (z.B. Fensterrahmenprofile)
- Kupfer
- Zink

# 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



Strangpressen (Hohlstrangpressen)

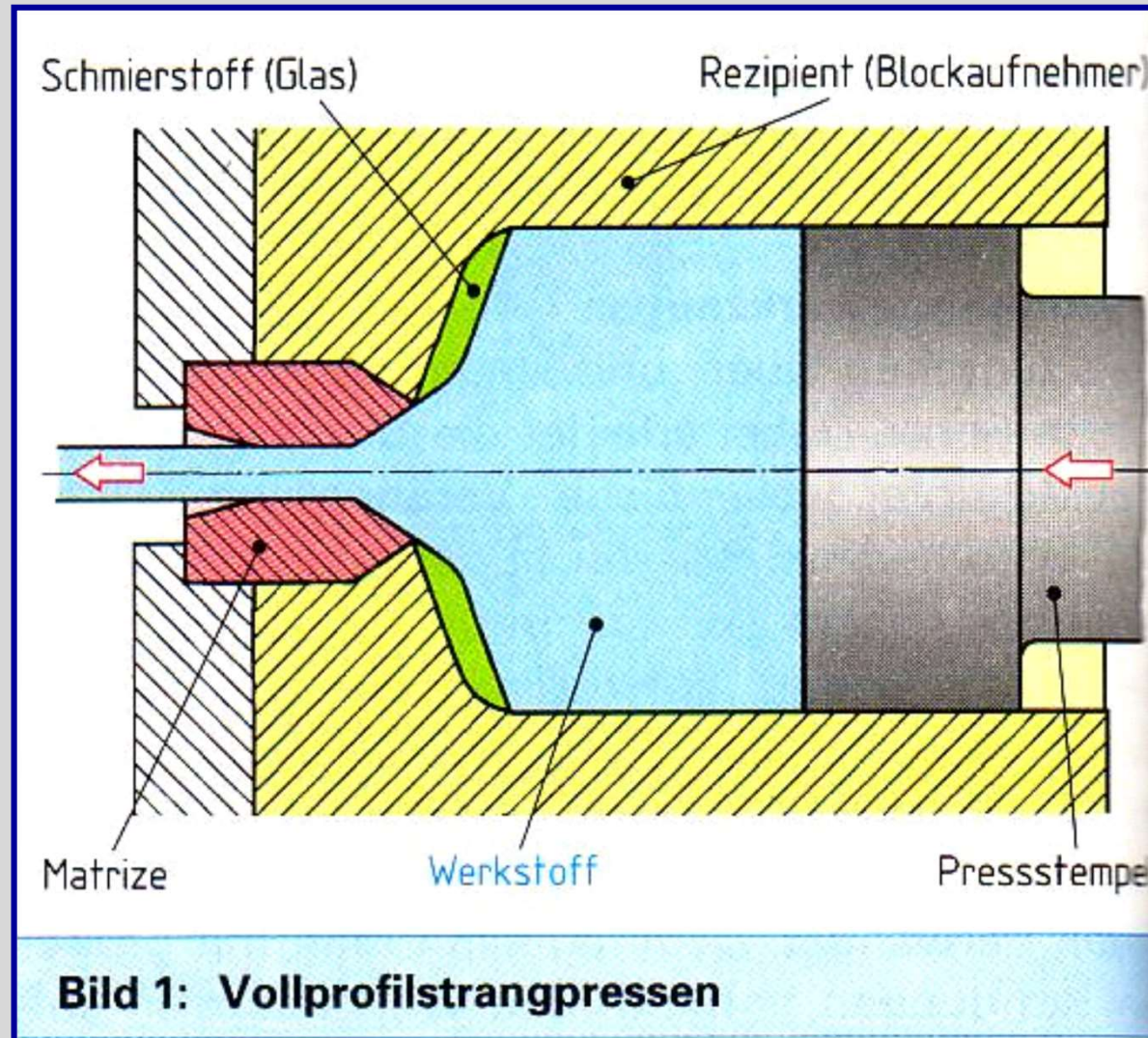
## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Strangpressen (Vollprofilstrangpressen)

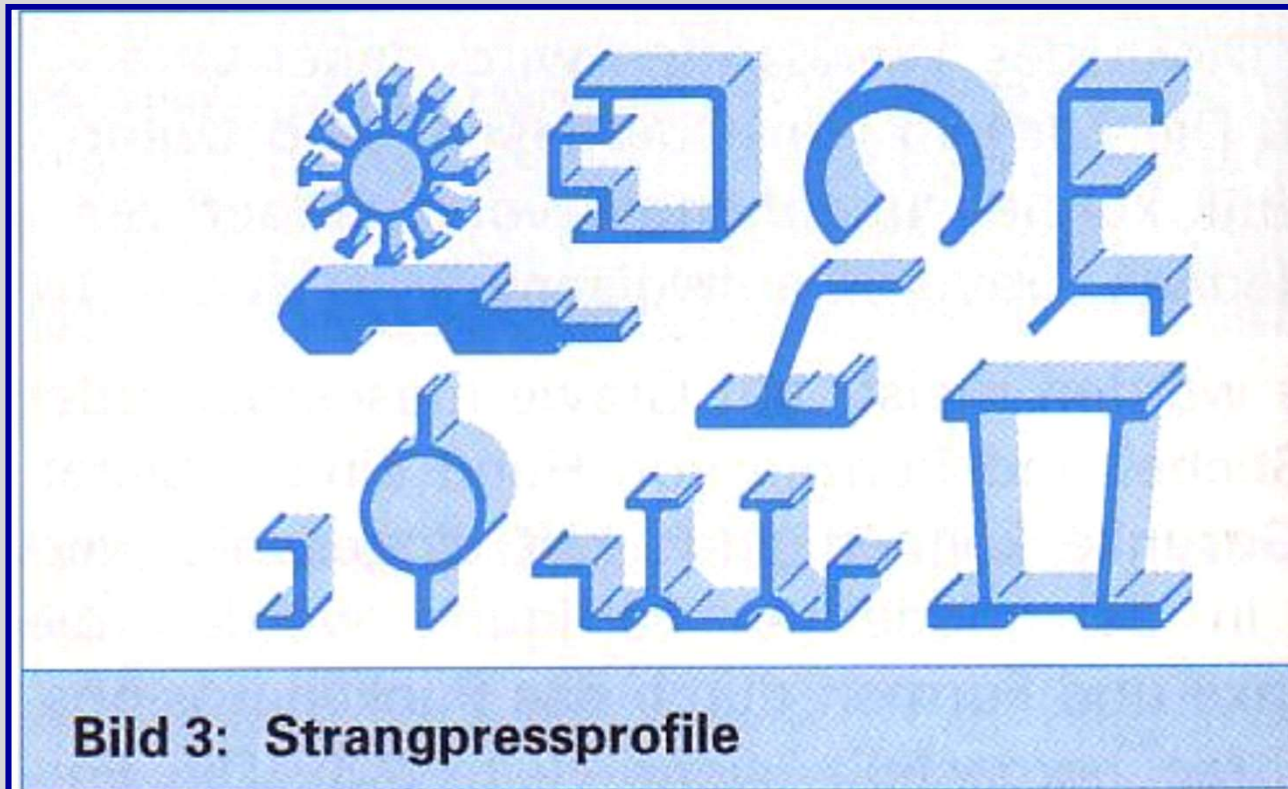
Beim Strangpressen (Vollprofilstrangpressen) nach dem **Ugine – Sejournet – Verfahren** lassen sich auch Werkstoffe mit **höherer Festigkeit** verarbeiten.

Um größere Verschleißerscheinungen an Druckstempel und Matrize zu vermeiden, wird **Glas als Schmier- und Isoliermittel** verwendet. Der **Stahlblock** wird auf **ca. 1100 bis 1300 Grad** erwärmt.

# 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



Voll- und Hohlprofile

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

# Fließpressen

Ist ein **Druckumformverfahren** ähnlich dem **Strangpressen**. Die Fertigteile haben jedoch **kleinere Abmessungen**.

Der **Metallische Werkstoff** wird durch eine Bohrung in einer Matrize oder durch einen vom Stempel und der Matrize gebildeten Spalt ohne Längenbegrenzung unter hohem Druck zum Fließen gebracht.

Als Presswerkstoffe eignen sich besonders gut:

- Aluminiumlegierungen
  - Kupfer
  - Zink
  - Zinn

Die Umformung erfolgt meist bei Raumtemperatur, weil man hierdurch **blanke Werkstücke** mit hoher Maßgenauigkeit erhält.

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

### Vorwärtsfließpressen

Beim Vorwärtsfließpressen fließt der **Werkstoff** mit der **Stempelbewegung**.

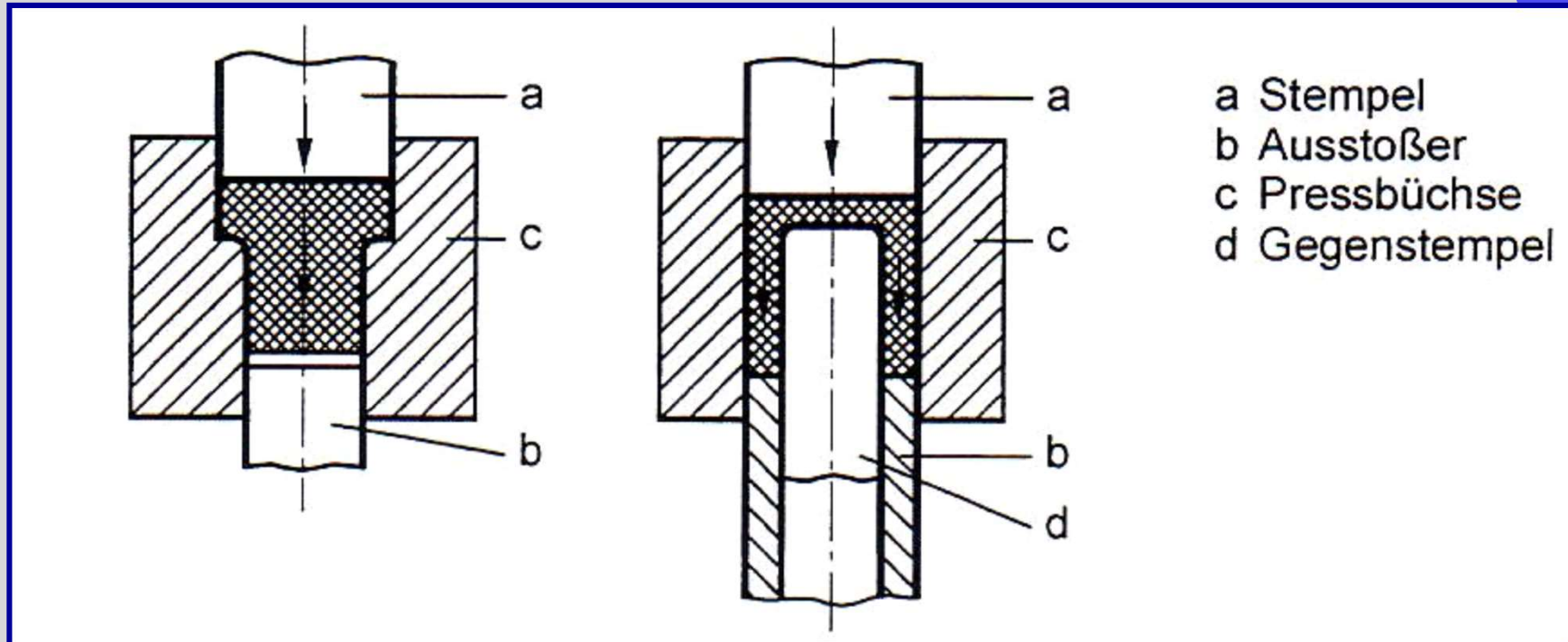
Der Werkstoff fließt durch den **Stempeldruck** aus der unteren Matrizenöffnung aus.

Ragt ein Gegenstempel in diese Öffnung hinein, können **Hohlkörper** hergestellt werden.

#### •Anwendungsbeispiele:

- Lange Teile, wo am oberen Ende ein Rand erforderlich ist
- Besonders wirtschaftlich lassen sich Hohlkörper mit dicken Böden und dünnen Wänden fertigen

# 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



Vorwärtsfließpressen



## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

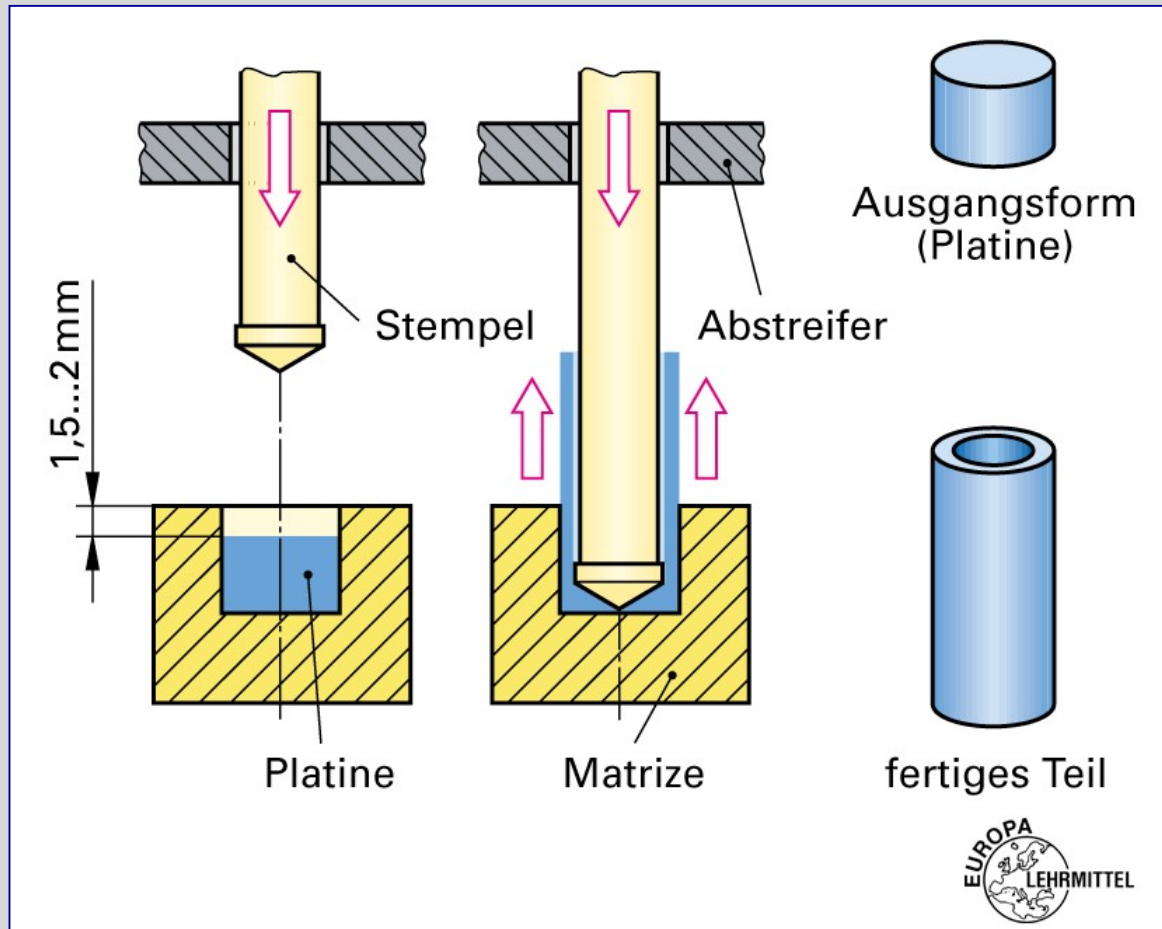
# Rückwärtsfließpressen

Beim Rückwärtsfließpressen fließt der **Werkstoff** gegen die **Stempelbewegung**.

• Anwendungsbeispiele:

- Näpfe
- Hülsen
- Zahnpastatuben aus Aluminiumlegierungen

# 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



## Rückwärtsfließpressen (Gegenfließpressen)

## 1.3.2 Umformen (Druckumformen)

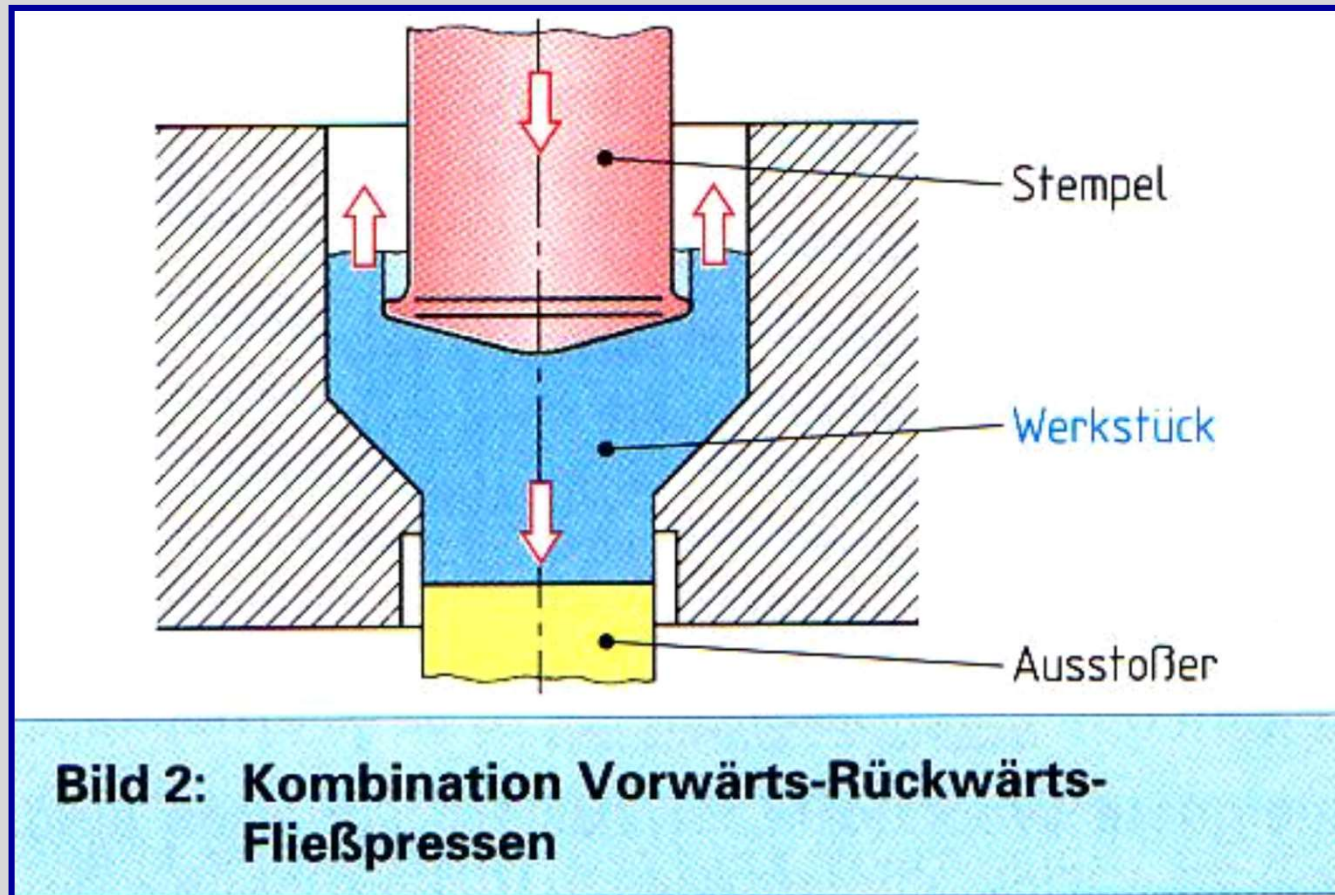
# Kombiniertes Fließpressen

Wird das Vorwärtsfließpressen und des Rückwärtsfließpressen kombiniert angewandt sprechen wir vom Kombiniertem Fließpressen oder Gemischt – Fließpressen.

• **Anwendungsbeispiele:**

- Volle und Hohle Werkstücke mit unterschiedlich dicken Böden und Wänden.

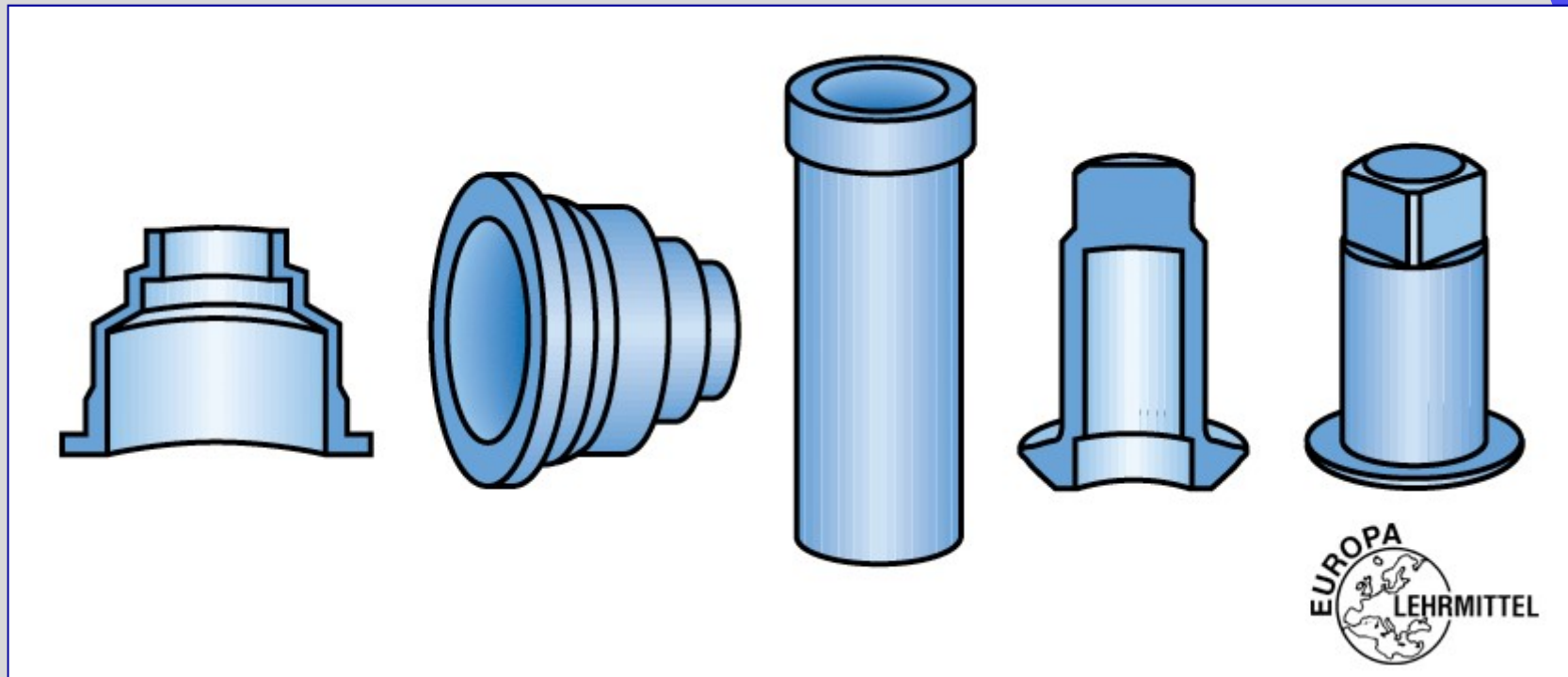
# 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



**Bild 2: Kombination Vorwärts-Rückwärts-Fließpressen**

Kombiniertes Fließpressen

# 1.3.2 Umformen (Druckumformen)



Fließgepresste Werkstücke

## 1.3.2 Umformen (Zugumformen)

A red arrow pointing downwards from the 'Zugumformen' box to the 'Hohlprägen' box.

### Zugumformen

▪ Hohlprägen

▪ Streckziehen

## 1.3.2 Umformen (Zugumformen)

# Zugumformen

Bei diesem Umformverfahren wird die Form des Fertigteils überwiegend durch Zugbeanspruchung erreicht.

• **Anwendungsbeispiele:**

- Aufbauten für LKW und Busse
  - Kotflügel
- Blechformteile für die Luftfahrtindustrie

• **Merke:**

Die Festigkeit der hergestellten Werkstücke ist höher als bei Tiefziehteilen.

## 1.3.2 Umformen (Zugumformen)

# Hohlprägen

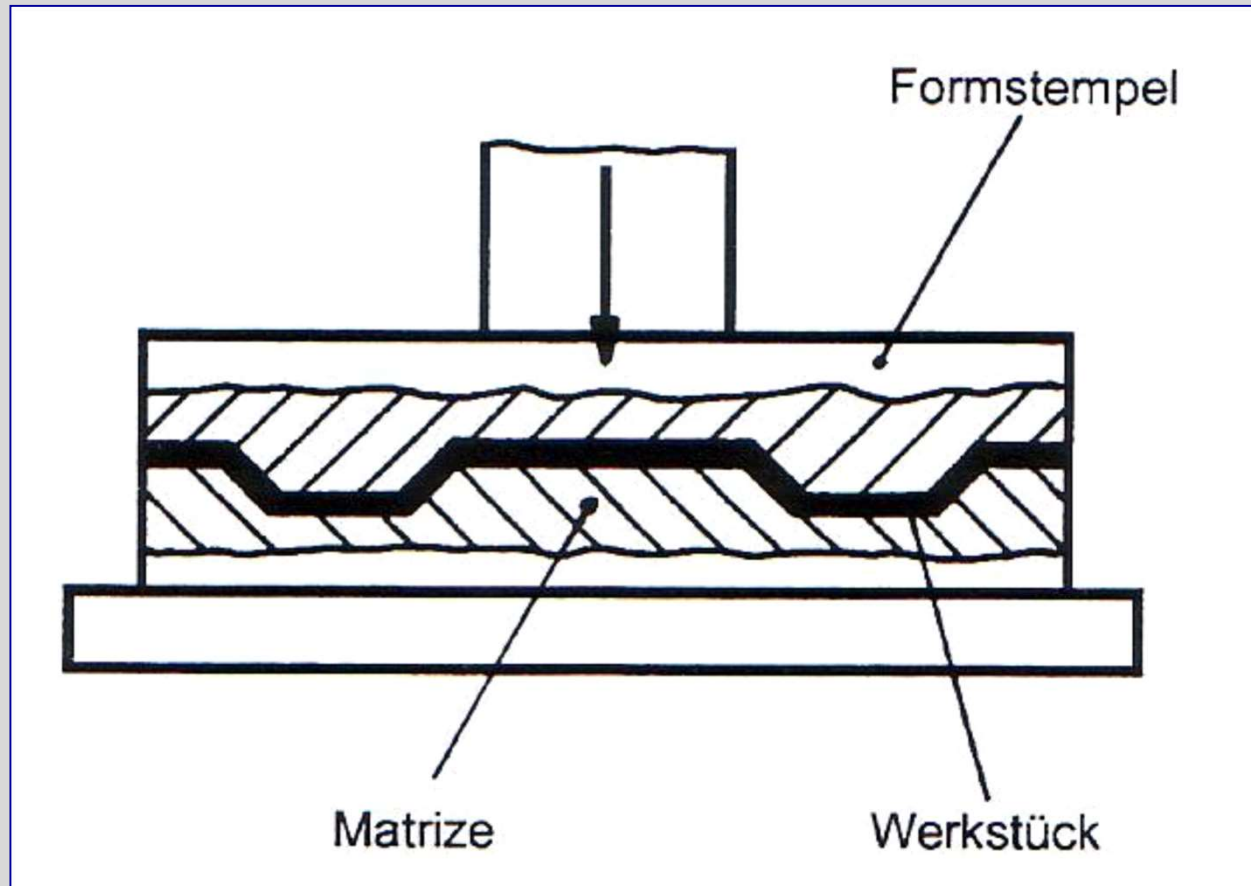
Entspricht dem Tiefziehen ohne Niederhalter.  
Der Pressstempel verformt das Blechteil nur örtlich, wobei die Umformtiefe gering ist.

• **Anwendungsbeispiele:**

- Prägen von Schildern



# 1.3.2 Umformen (Zugumformen)



## Hohlprägen

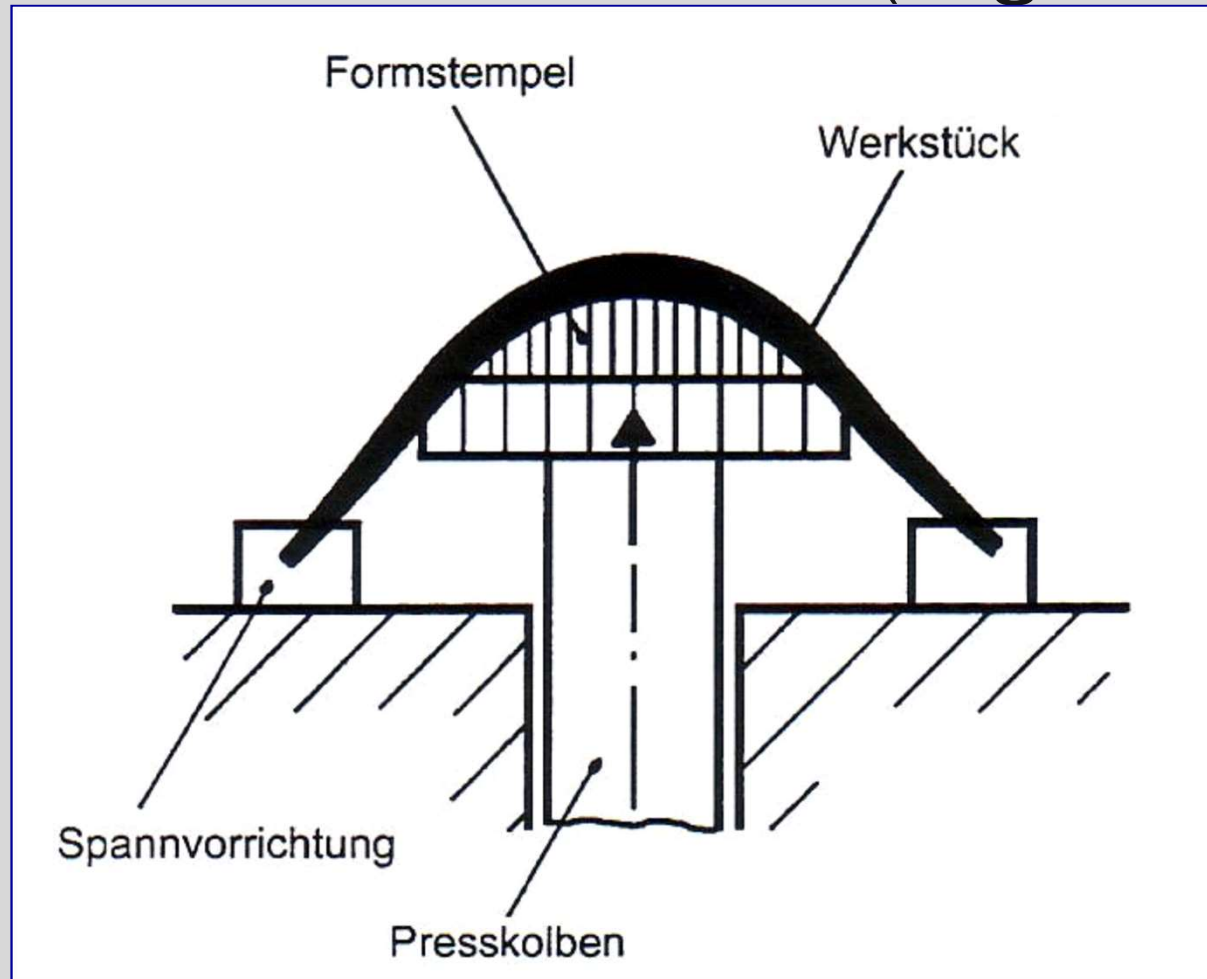
## 1.3.2 Umformen (Zugumformen)

### Streckziehen

Beim Streckziehen formt der Druckstempel fest eingespannte Bleche durch Zugumformung.

Das Blech wird über den Druckstempel gezogen und nimmt dabei dessen Form an.

# 1.3.2 Umformen (Zugumformen)



## Streckziehen

# 1.3.2

## Umformen(Zugdruckumformen)

A large red arrow pointing downwards, indicating the direction of the process.

**Zugdruckumformen**

▪ Drücken

▪ Durchziehen

▪ Tiefziehen

# 1.3.2 Umformen

## (Zugdruckumformen)

### Drücken

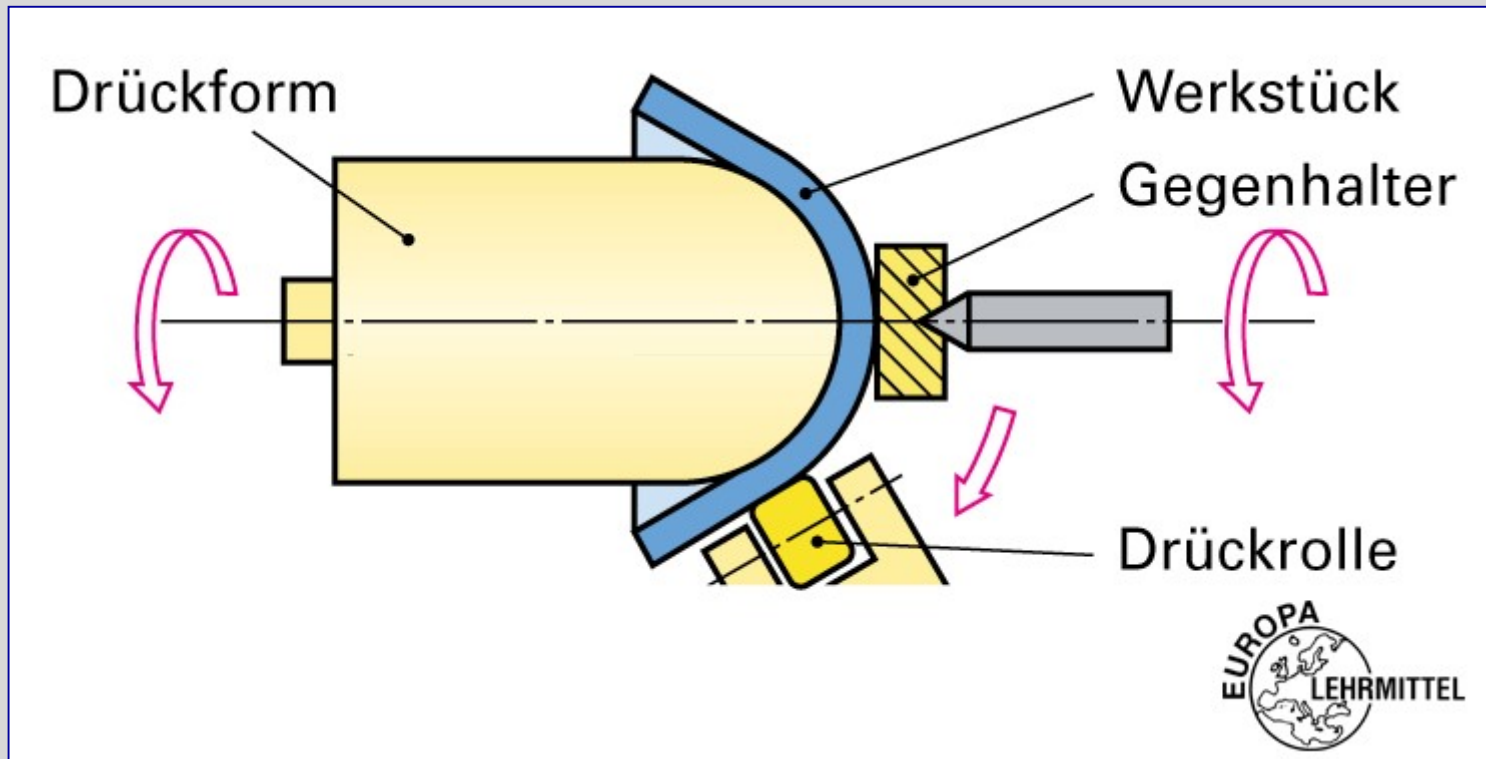
Beim Drücken wird ein **ebener Blechzuschnitt** an einem **rotierenden Formkörper** mit einer **Druckrolle** an eine **Druckform** gepresst.

Um eine **Faltenbildung** zu vermeiden, wird das **Blech** mit einem **Gegenhalter** von der Rückseite her gestützt.

#### •Anwendungsbeispiele:

- Autofelgen
- Lampenschirme
- Kesselböden
- Abdeckungen

# 1.3.2 Umformen (Zugdruckumformen)



Drücken einer Hohlform

# 1.3.2 Umformen

(Zugdruckumformen)

## Durchziehen

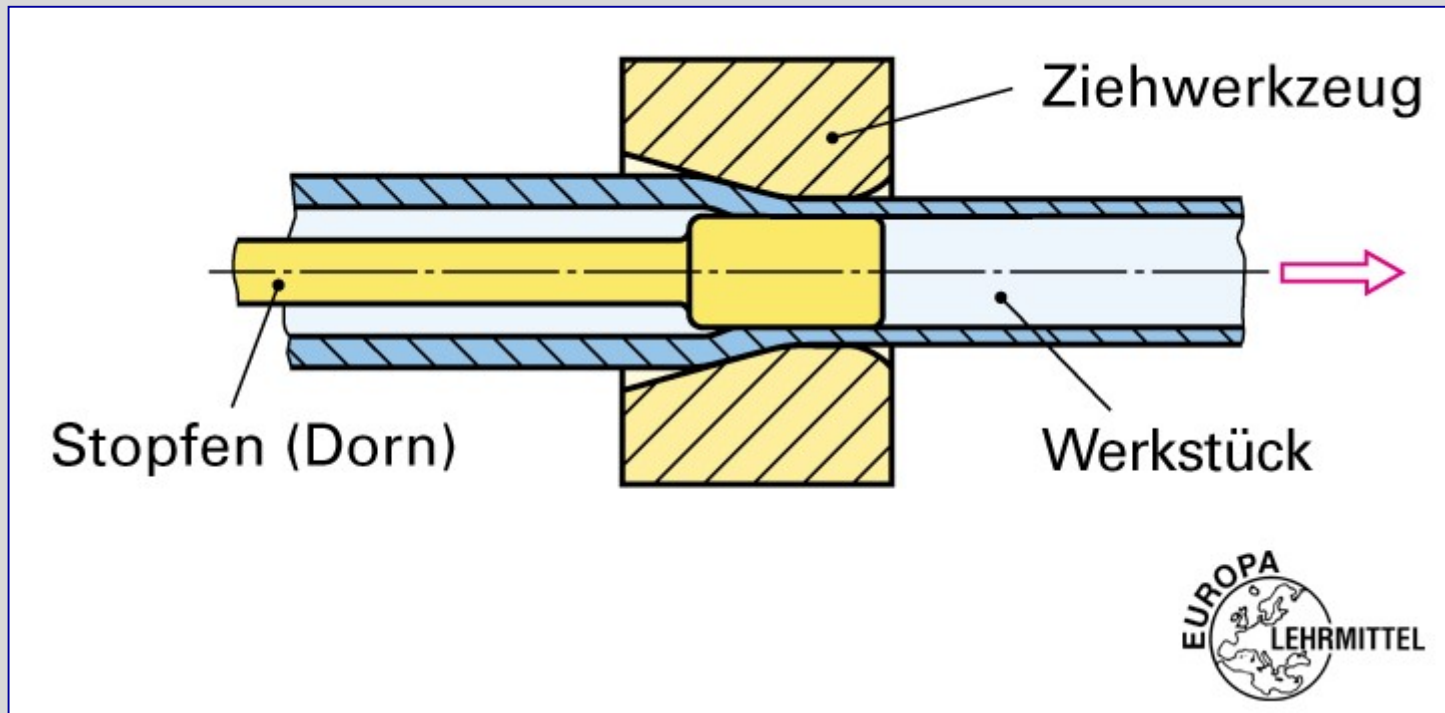
Beim Durchziehen, oft auch nur als Ziehen genannt, werden **Drähte, Flachprofile oder Rohre durch ein sich verengendes Ziehwerkzeug gezogen.**

Man erhält dadurch **formgenaue Fertigerzeugnisse mit kleinen Rautiefen.**

### Anwendungsbeispiele:

- Präzisionsstahlrohre
- Hydraulikleitungen

# 1.3.2 Umformen (Zugdruckumformen)



Durchziehen eines Rohres



# 1.3.2 Umformen

## (Zugdruckumformen)

### Tiefziehen

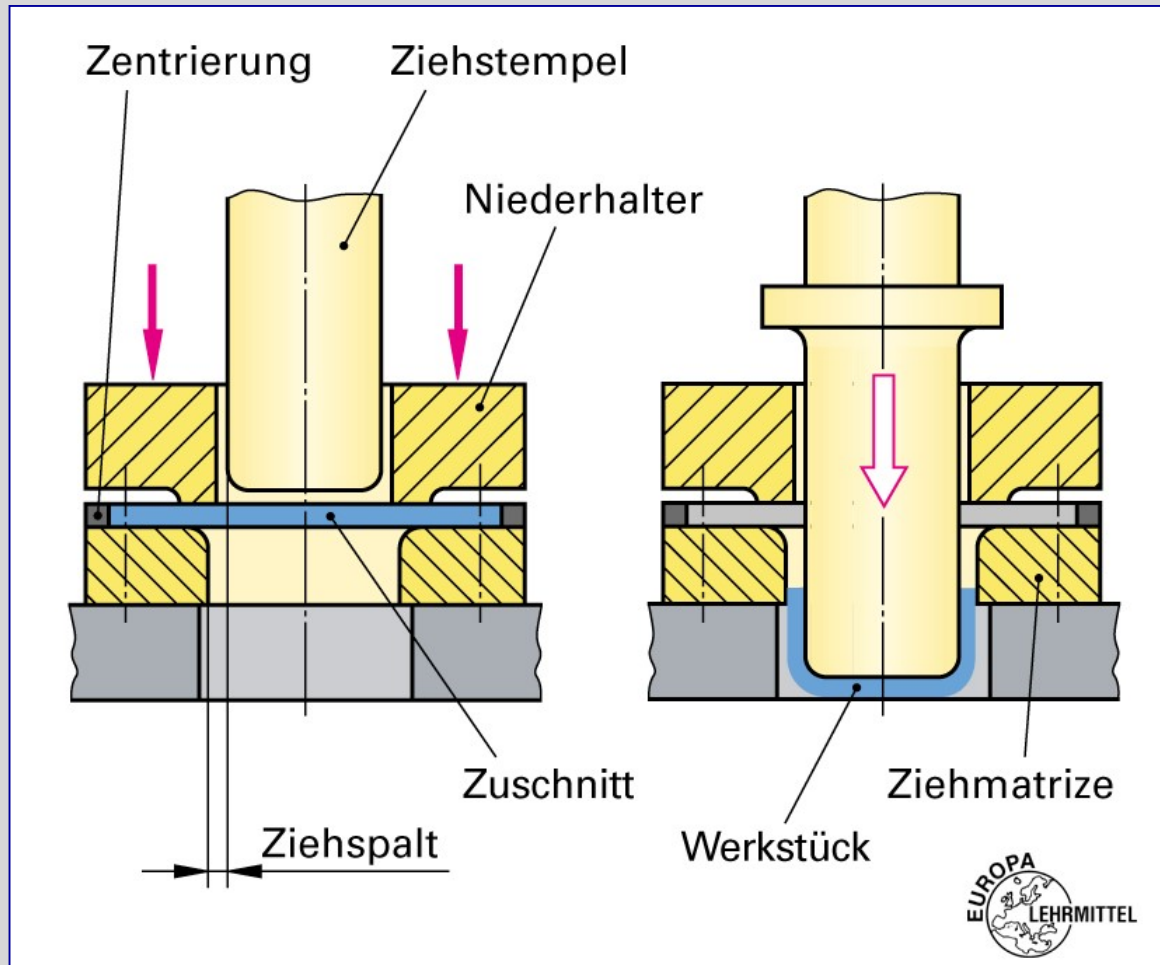
Das Tiefziehen zählt zu den **wichtigsten** Verfahren der Blechumformung.

Aus einem **Blechzuschnitt** wird unter Anwendung von **Druck- und Zugspannungen** ein Hohlteil (Erstzug) gezogen.

#### Anwendungsbeispiele:

- Karosserieteile
  - Ölwannen
- Getriebeteile
  - Filter
- Spulen
- Töpfe

# 1.3.2 Umformen (Zugdruckumformen)



## Tiefziehen

# 1.3.2 Umformen

(Zugdruckumformen)



## Tiefziehen

### Tiefziehen mit starren Werkzeugen

- Niederhalter, Ziehring und Stempel

### Tiefziehen mit elastischen Werkzeugen

- Ziehstempel und Gummikissen

### Tiefziehen mit Wirkmedien

- Gas und Flüssigkeit (z.B. Hydromechanisches Tiefziehen)

# 1.3.2 Umformen (Zugdruckumformen)

## Tiefziehen

Zuschnittsdurchmesser und Ziehstufen beim Tiefziehen

Vor der Herstellung eines Tiefziehwerkzeugs müssen Form und Größe des Zuschnitts bestimmt werden.

Danach sind die Abmessungen der Werkzeuge und Ziehstufen zu ermitteln.

# 1.3.2 Umformen

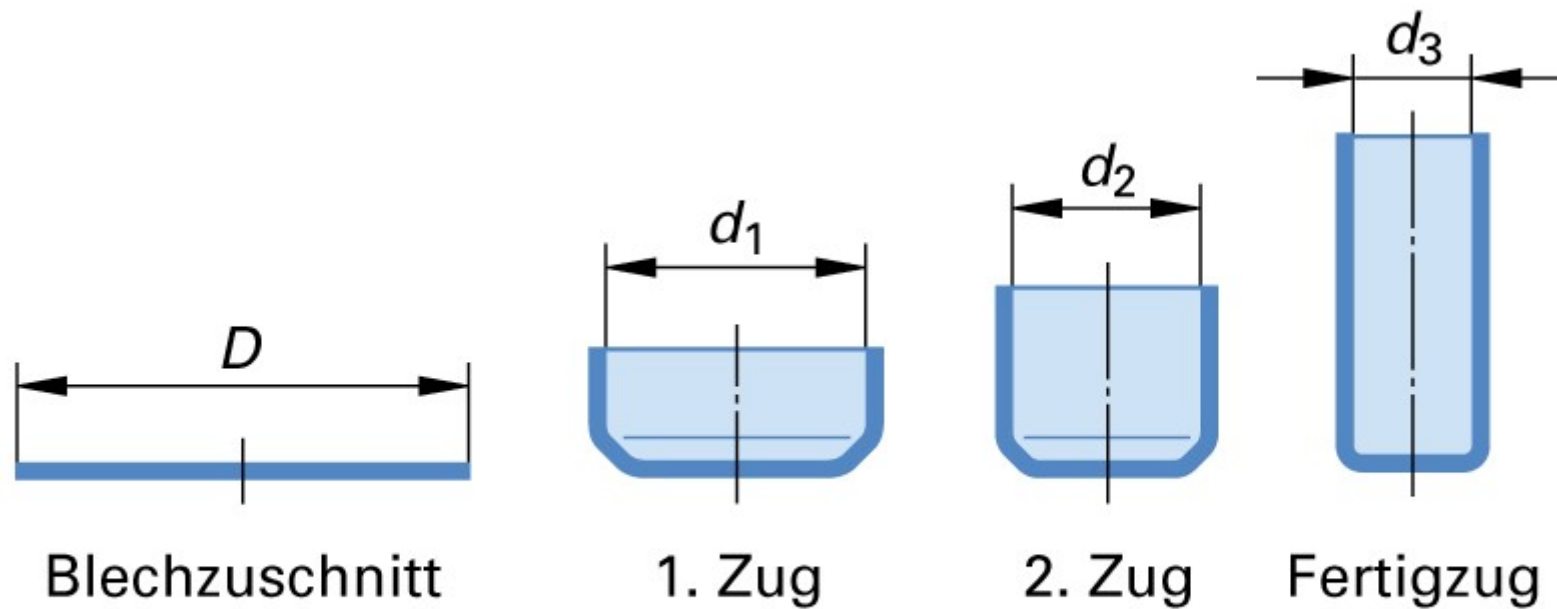
(Zugdruckumformen)

## Tiefziehen

Das zulässige Ziehverhältnis hängt ab von:

- Der Blechdicke
- Der Niederhaltekraft
- Dem verwendeten Schmiermittel
- Der Festigkeit des Werkstoffes
- Dem Stempel- und Ziehantenradius

# 1.3.2 Umformen (Zugdruckumformen)



## Ziehstufen

# 1.3.2 Umformen (Zugdruckumformen)

**Tabelle 1: Erreichbare Ziehverhältnisse  $\beta$**

Ziehwerkstoff	erreichbares Ziehverhältnis		
	Erstzug $\beta_1$	1. Weiterzug ohne   mit Zwischenglühen	
		$\beta_2$	$\beta_2$
FeP01A (USt 1203)	1,8	1,2	1,6
RRSt 1404, RRSt 1405	2,0	1,3	1,7
X15CrNiSi25-20	2,0	1,2	1,8
CuZn 28 w	2,1	1,3	1,8
CuZn 37 w	2,0	1,3	1,7
Cu 95,5 w	1,9	1,4	1,8
EN AW-Al 99,5	1,95	1,4	1,8
EN AW-AMg1 (C)	2,05	1,4	1,9



Erreichbare Ziehverhältnisse TBB. S 321

# 1.3.2 Umformen (Zugdruckumformen)

## Übungsbeispiel

<b>Bezeichnungen:</b>	D	Zuschnittsdurchmesser
	$d_1, d_2$	Stempeldurchmesser für 1., 2. Zug
	$\beta_1, \beta_2$	Ziehverhältnis für 1., 2. Zug

Ziehverhältnis 1. Zug

$$\beta_1 = \frac{D}{d_1}$$

Ziehverhältnis 2. Zug

$$\beta_2 = \frac{d_1}{d_2}$$

### Beispiel:

Ein zylindrischer Körper aus Kupfer mit dem Durchmesser  $d = 55 \text{ mm}$  und der Höhe  $h = 65 \text{ mm}$  soll durch Tiefziehen hergestellt werden. Zu bestimmen sind:

- Zuschnittsdurchmesser D
- Zahl der Züge mit den jeweiligen Stempeldurchmessern für die Ziehverhältnisse (Werte laut Tabellenbuch)



<b>Bezeichnungen:</b>	D	Zuschnittsdurchmesser
	$d_1, d_2$	Stempeldurchmesser für 1., 2. Zug
	$\beta_1, \beta_2$	Ziehverhältnis für 1., 2. Zug

Ziehverhältnis 1. Zug

$$\beta_1 = \frac{D}{d_1}$$

Ziehverhältnis 2. Zug

$$\beta_2 = \frac{d_1}{d_2}$$

### Beispiel:

Ein zylindrischer Körper aus Kupfer mit dem Durchmesser  $d = 55 \text{ mm}$  und der Höhe  $h = 65 \text{ mm}$  soll durch Tiefziehen hergestellt werden. Zu bestimmen sind:

- Zuschnittsdurchmesser D
- Zahl der Züge mit den jeweiligen Stempeldurchmessern für die Ziehverhältnisse (Werte laut Tabellenbuch)

$$\text{a) } D = \sqrt{d^2 + 4 \cdot d \cdot h} = \sqrt{(55 \text{ mm})^2 + 4 \cdot 55 \text{ mm} \cdot 65 \text{ mm}} = 131,62 \text{ mm}$$

b) nach Tabellenbuch:  $\beta_1 = 2,1$ ;  $\beta_2 = 1,3$

$$\beta_1 = \frac{D}{d_1}; d_1 = \frac{D}{\beta_1} = \frac{131,26 \text{ mm}}{2,1} = 62,50 \text{ mm}$$

$$\beta_2 = \frac{d_1}{d_2}; d_2 = \frac{d_1}{\beta_2} = \frac{62,50 \text{ mm}}{1,3} = 48,07 \text{ mm} \approx 48 \text{ mm}$$

$d_2$  ist kleiner als  $d = 55 \text{ mm}$ .

Der Durchmesser wird in zwei Zügen erreicht.

# 1.3.2 Umformen (Zugdruckumformen)

## Tiefziehen

### Welche Schmierstoffe werden beim Tiefziehen eingesetzt und Warum?

Beim Tiefziehen werden **Ziehöle** und **Ziehfette** eingesetzt , um

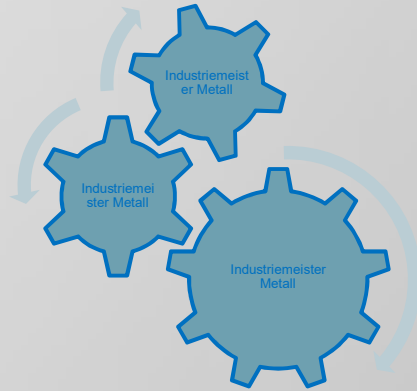
- Die Reibung und den Verschleiß zu verringern
  - Die Oberfläche der Ziehtteile zu verbessern
  - Die Umformbarkeit der Werkstoffe besser auszunutzen

# 1.3.2 Umformen (Zugdruckumformen)

**Tabelle 2: Fehler beim Tiefziehen**

Fehler	mögliche Ursachen
Risse am Boden	Werkstofffehler, Ziehspalt zu klein, Niederhalterkraft zu groß
Falten	Niederhalterkraft zu gering
Ziehriefen	Verschleiß am Ziehring, unzureichende Schmierung, Ziehspalt zu klein





Industriemeister/Metall

# FERTIGUNGSTECHNIK

## 1.3.2 UMFORMEN