

---

## Umformtechnik:

- kontinuumsmechanische Beschreibung: Kontigleichung, Dehnungen, Gleichgewicht, Wärmeleitung
- Stoffverhalten: Fließkurve, Fließortkurve, Versagensgrenze (Grenzformänderungsschaubild)
- Blechumformung: Tiefziehen, einfach- / doppelwirkend
- Methodenplanung & Tryout



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

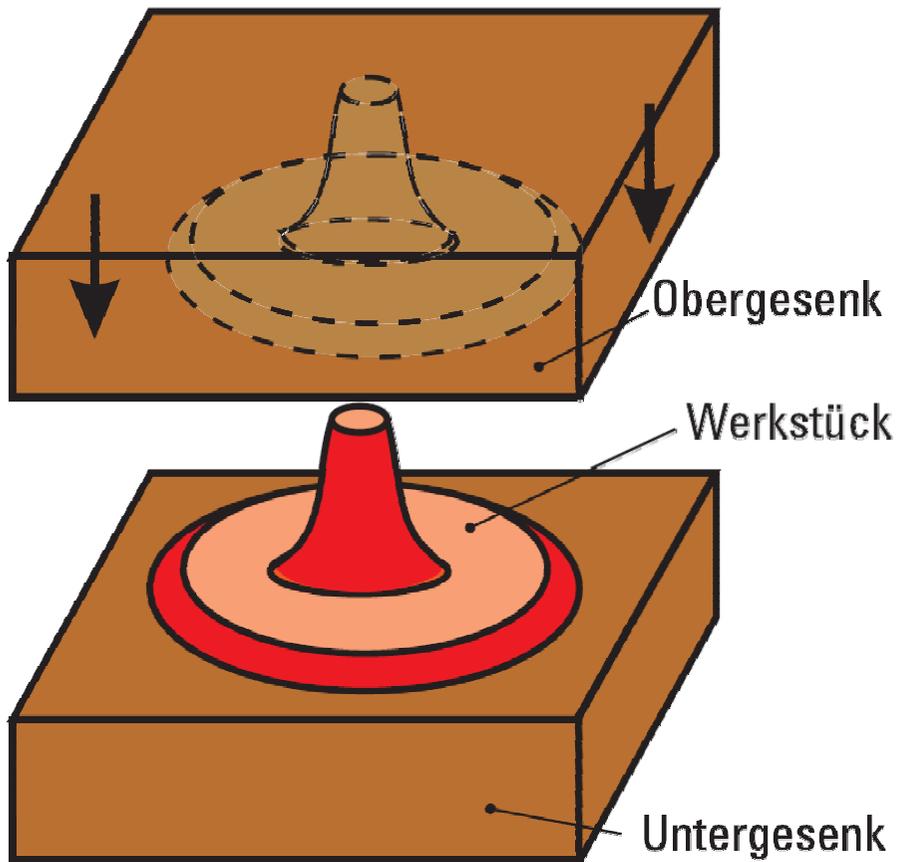
Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

## 4.5 Massivumformen: Fließpressteile

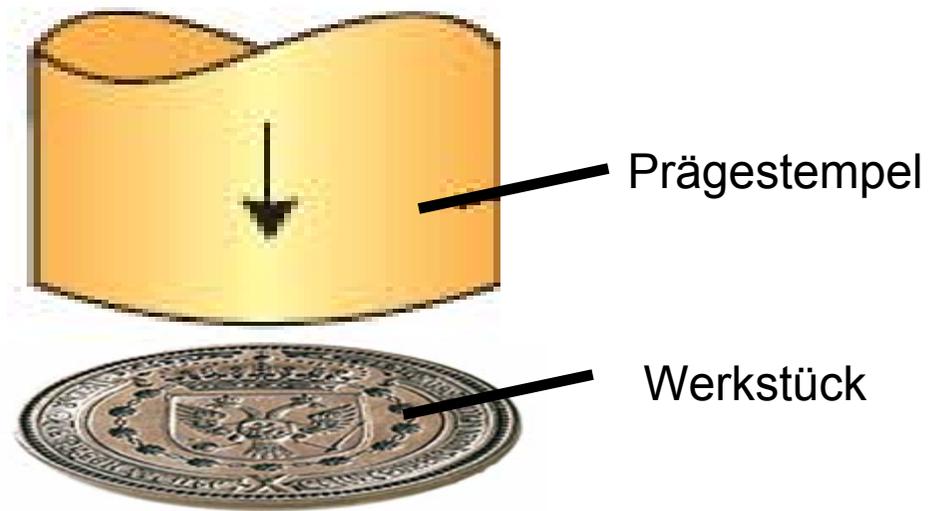


# 4.5 Massivumformen: Druckumformen nach DIN 8582

## Gesenkformen



## Eindrücken (Prägen)



## 4.5 Massivumformen

---

Gesenkformen: Warmformgebung zur Herstellung grosser Stückzahlen und beliebiger Formenvielfalt

Eindrücken (Prägen): üblicherweise kalt, Herstellung von Münzen, Essbesteck, auch Anwendung in Verfahren der Blechumformung, zur Verbesserung der Masshaltigkeit von Sitzen, z.B. Herstellung der Sitze für Fahrzeugradmuttern



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

# 4.5 Umformen, Druckumformen DIN 8582

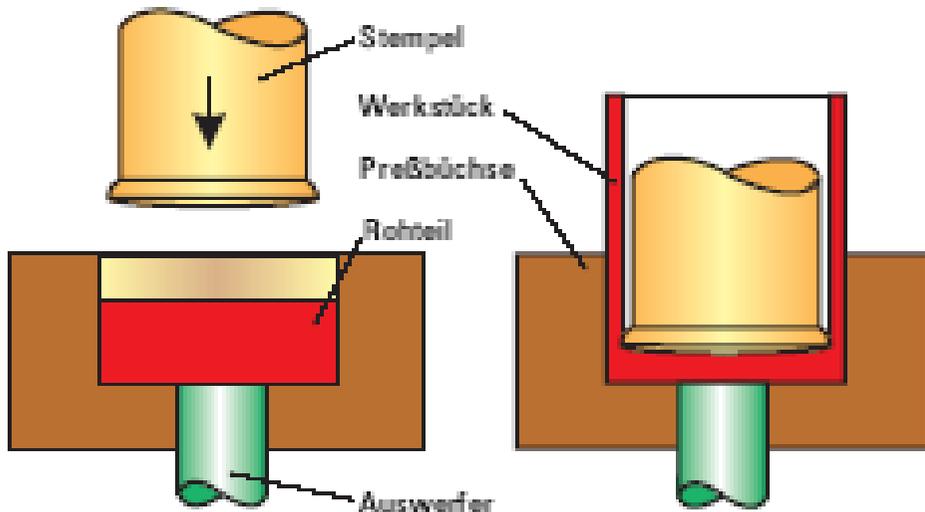
## Fließpressen

Einteilung nach Fließbewegung relativ zur Bewegung des Oberwerkzeugs:

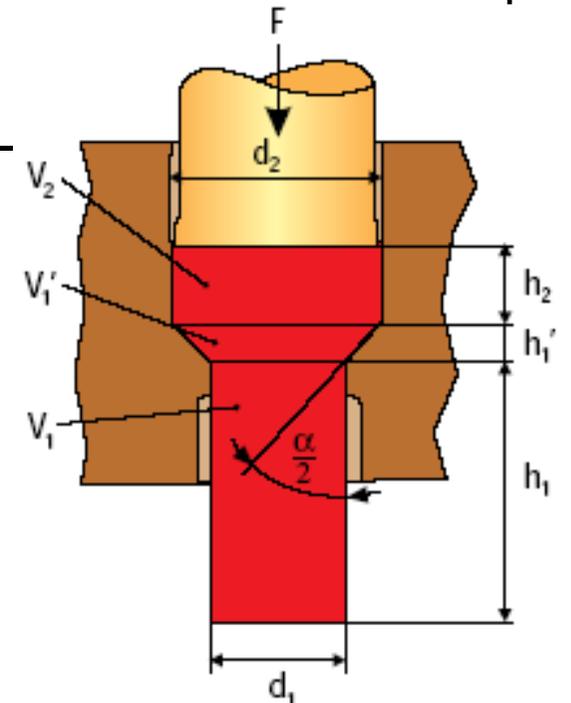
- Vorwärtsfließpressen
- Rückwärtsfließpressen
- Querfließpressen

Einteilung nach Voll – oder Hohlkörper

## Napfrückwärtsfließpressen



## Vollvorwärtsfließpressen



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

## 4.5 Umformen, Anwendungen

---

Fliesspressen, Verjüngen: Kalt oder Halbwarm, Herstellung von Maschinenteilen aller Art. Wellen durch Vollvorwärtsfliesspressen.

Herstellung von Kondensatorbechern, Behältern, Tuben durch Napfrückwärtsfliesspressen.

Herstellung von Gelenkkreuzen durch Querfliesspressen

Die Symmetrieachse (für die Hauptgeometrieelemente) liegt parallel zur Hubrichtung.

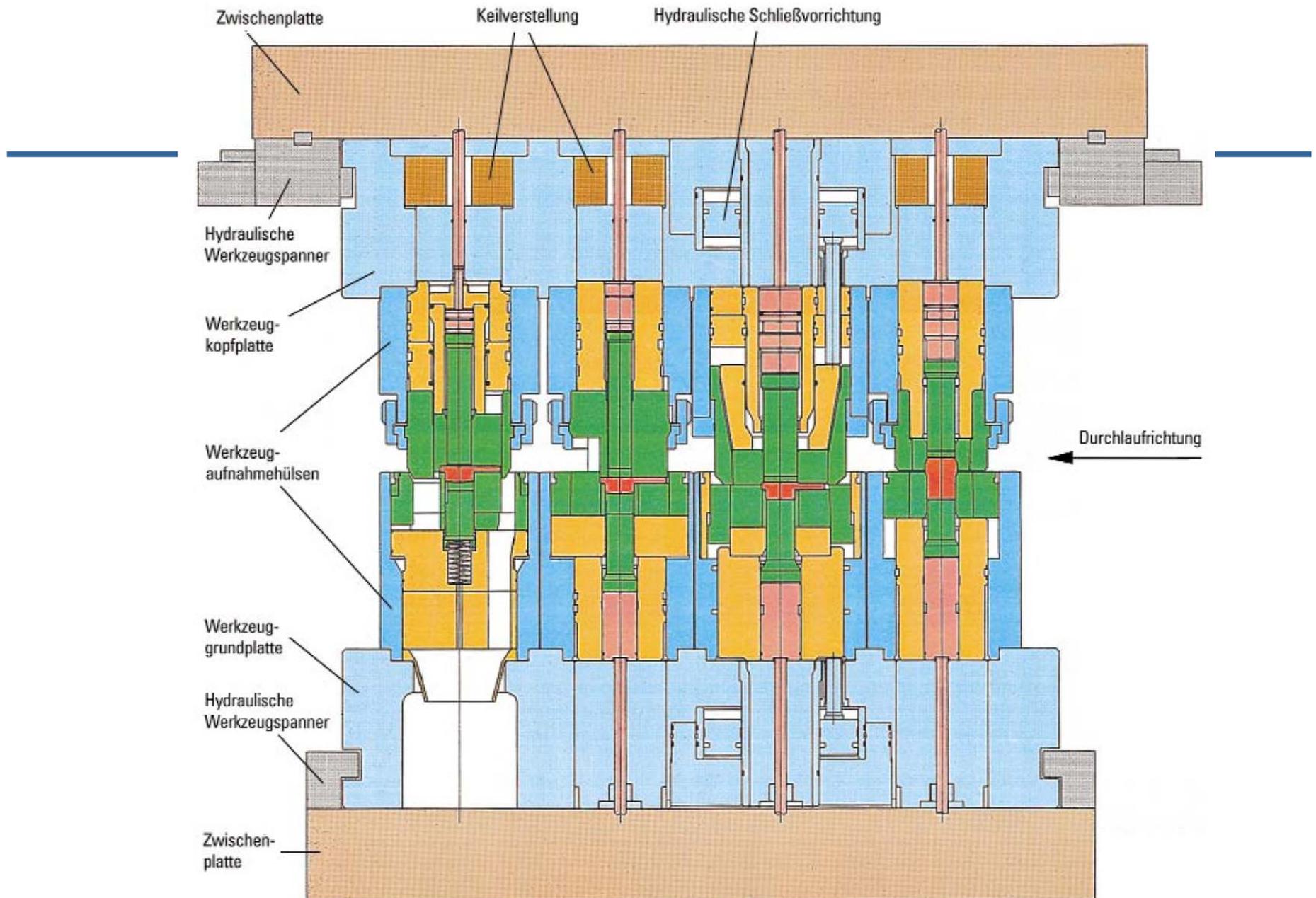


**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing



- |   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|  Werkzeuggestell |  Preßteil                   |  Werkzeugaufnahmehülsen |  Aktivteile             |
|  Wechselteile    |  Teilabhängige Wechselteile |  Keilverstellung        |  Werkzeugschnellspanner |

## 4.5 Umformen: Kaltumformung

---

**Kaltumformung:** Verfahren, bei denen das Werkstück vor der Umformung nicht erwärmt wird.

Durch die infolge Umformung eingetragene Energie kann die Temperatur um mehrere 100° C steigen – dennoch heisst der Vorgang Kaltumformung

Bleche werden i.d.R. kalt umgeformt.

Ausnahme: Warmumformung für hochfeste Stähle, TRIP – Stähle, einige Alu - Legierungen



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

## 4.5 Umformen: Kaltumformung

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"><li>- keine Verzunderung der Oberfläche,</li><li>- keine Phasenumwandlung nach Umformung</li><li>→ Gute Oberflächenqualität, Rz bis 10 µm</li><li>→ Gute Masshaltigkeit bis IT 6 - 7</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Hohe Umformkräfte (Verfestigung)</li><li>- Begrenztes Formänderungsvermögen</li><li>→ kräftige Maschinen</li><li>→ Überwiegend rotationssymmetrische Formen</li><li>→ Stähle mit C &lt; 0,45%</li><li>→ Zwischenglühen</li></ul>

Fließpresswerkzeuge aufgebaut aus Stempel und Matrizenringen (teuer), mehrstufiges Verfahren.

Häufig: kalt Nachkalibrieren



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

## 4.5 Umformen: Warmumformung

---

**Warmumformung:** Verfahren, bei denen das Werkstück vor der Umformung auf Temperaturen oberhalb der Raumtemperatur erwärmt wird.

Warmumformung für Stähle: Umformung im austenitischen Gebiet  
= Schmieden

Ziel: niedrige Formänderungsfestigkeit  $k_f$  bei hohen Umformgeschwindigkeiten

- Bearbeitung oberhalb der Rekristallisationstemperatur,
- Hohe Temperaturen ca. 1000 – 1250 °C,
- Umformung in Gesenken, deren Gravur die Geometrie des Teils abbildet



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

## 4.5 Umformen: Warmumformung

---

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"><li>- Beliebige Stahlqualitäten verarbeitbar</li><li>- Beliebige Formen herstellbar</li><li>- Geringe Umformkräfte</li><li>- Formänderungsvermögen unbegrenzt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Oberflächenverzunderung</li><li>- Masshaltigkeit begrenzt</li><li>- Kosten für Erwärmungsanlage</li><li>- Gratbildung</li></ul>



**ETH**

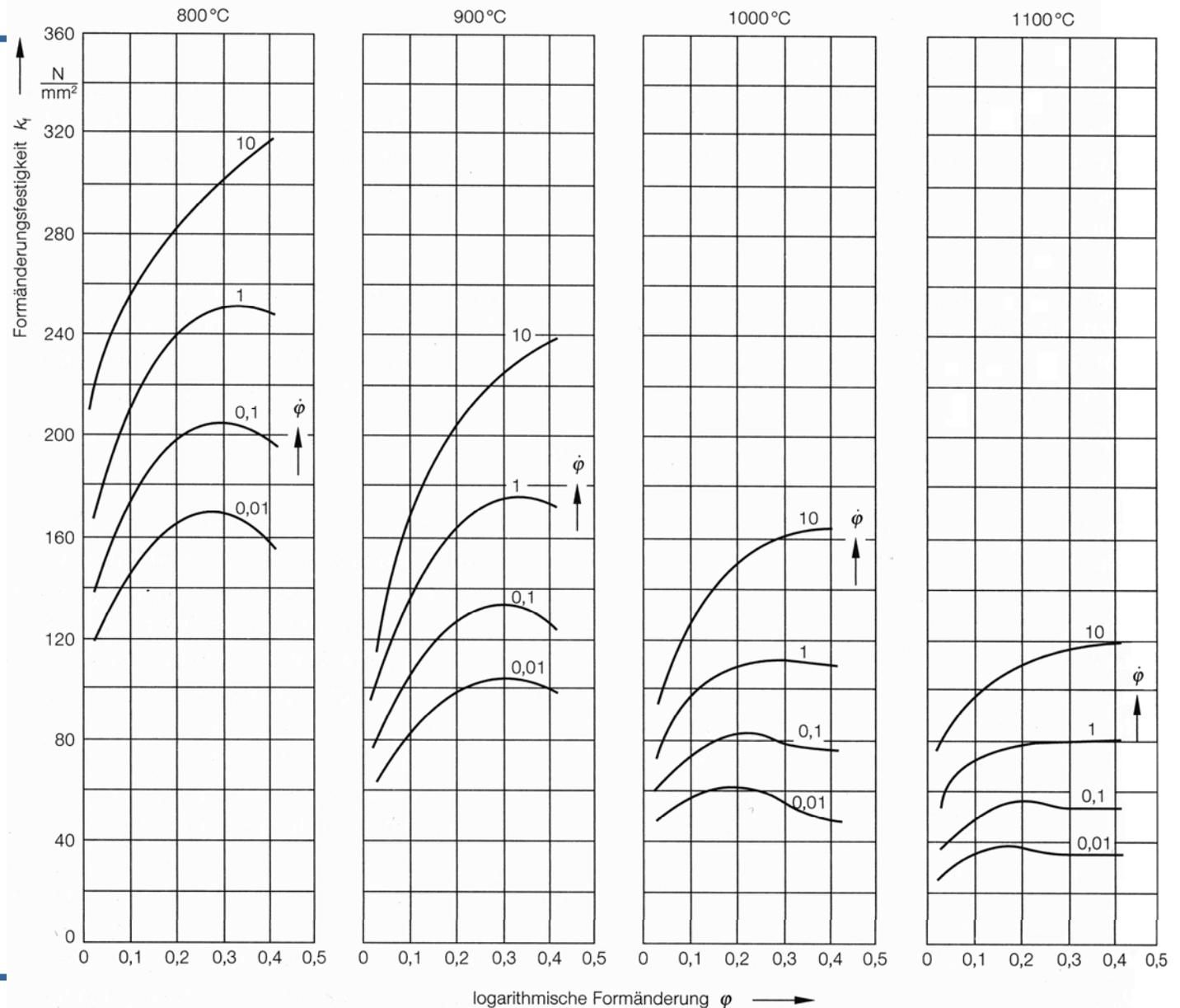
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

# 4.5 Umformen, Warmumformen

Absenkung der Formänderungsfestigkeit mit der Temperatur, Einfluss der Umformgeschwindigkeit im Hochtemperaturbereich



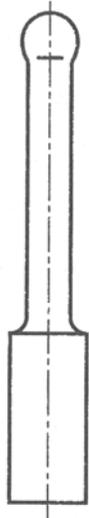
**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

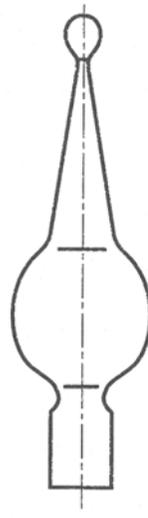
# 4.5 Umformen, Warmumformen



Ausgangsform



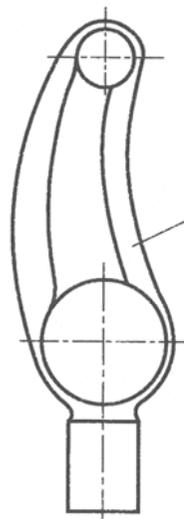
Reckstück



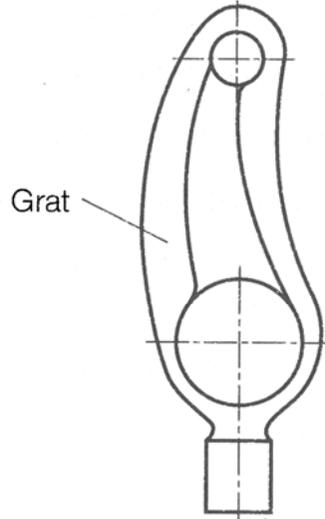
Rollstück



Biestück

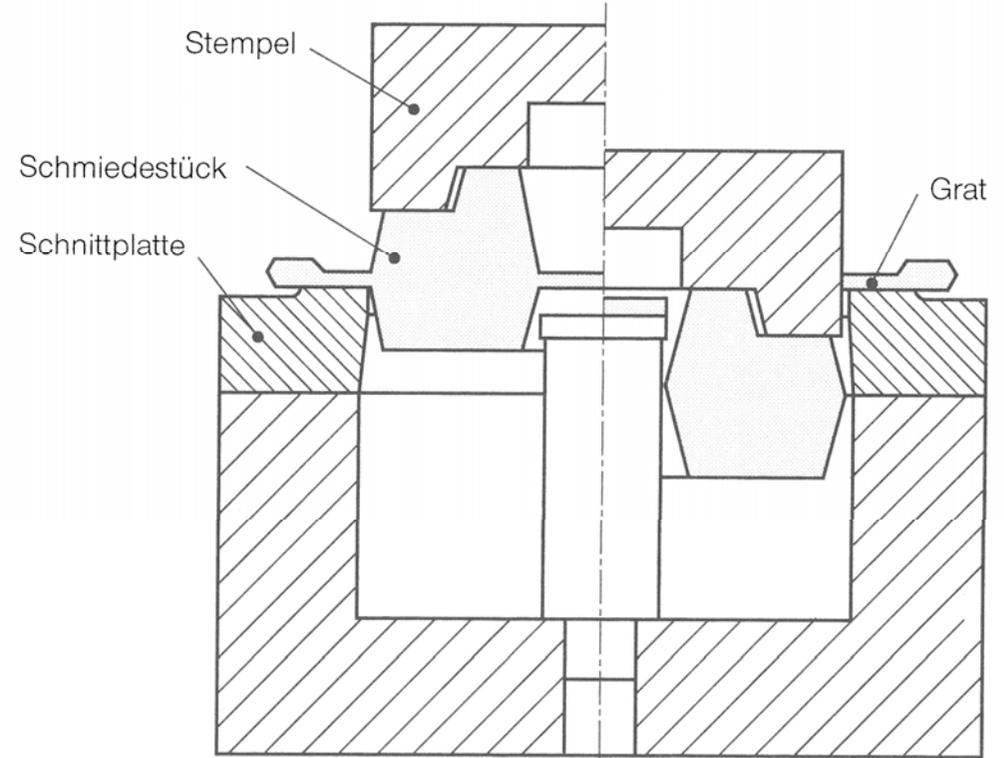


Vorschmiedestück



Gesens Schmiedestück

Einstellung der Masseverteilung  
Abgraten erforderlich



## 1.2 Umformen: Halbwarmumformung

---

**Halbwarmumformung:** Warmumformverfahren für die Umformung von Stahl, mit Werkstücktemperaturen so, dass

- die Zunderbildung noch begrenzt bleibt,
- die Formänderungsfestigkeit deutlich gesenkt wird
- das Umformvermögen gesteigert wird
- i.d.R. die Phasenumwandlung unterbleibt

→ Umformtemperaturen zwischen 600 und 900 °C

Schmieranlage erforderlich



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

## 4.5 Umformen, Halbwarmumformen

---

- Beliebige Stahlqualitäten verarbeitbar,
- Formen überwiegend rotationssymmetrisch

Gegenüber warm:

- Verbesserung der Masshaltigkeit
- Verbesserung der Oberflächenqualität
- grössere Umformkräfte
- Verfestigung und kleineres Umformvermögen
- keine Gratbildung
- Geringere Erwärmungskosten

➔ Aufbau Umformwerkzeug ähnlich wie bei der Kaltumformung



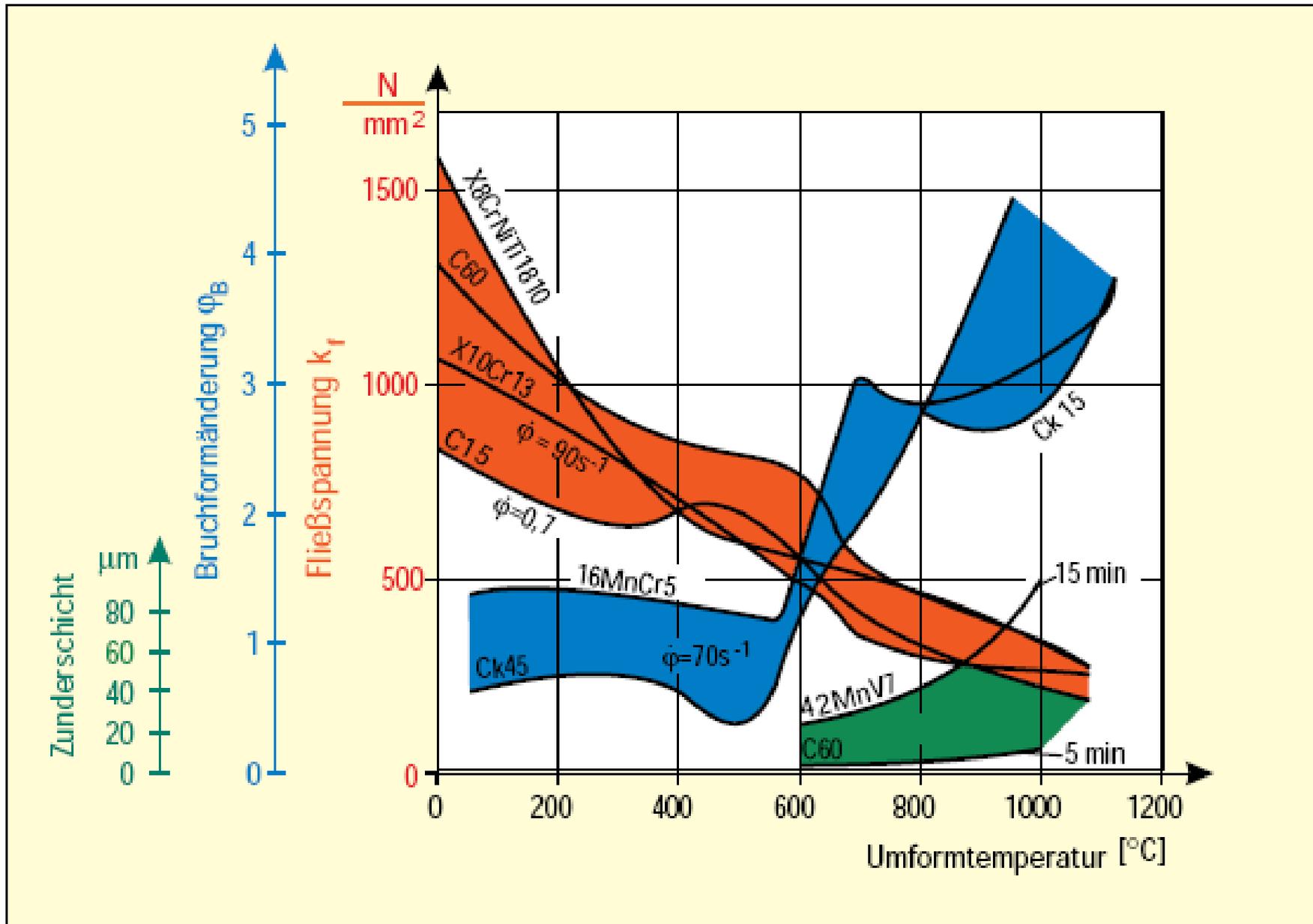
**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

# 4.5 Umformen: Halbwarmumformen



## 4.5 Umformen: Halbwarmumformen

Tabelle 6.1.1: Vergleich Warm-, Halbwarm- und Kaltumformen

Umformung	Warm	Halbwarm	Kalt
Werkstückgewichte	0,05 – 1 500 kg	0,001 – 50 kg	0,001 – 30 kg
Genauigkeit	IT 13 – 16	IT 11 – 14	IT 8 – 11
Oberflächengüte $R_z$	$> 50 - 100 \mu\text{m}$	$> 30 \mu\text{m}$	$> 10 \mu\text{m}$
Fließspannungen f (T, Werkstoff)	- 20 – 30 %	- 30 – 50 %	100 %
Umformvermögen f (T, Werkstoff)	$\varphi \leq 6$	$\varphi \leq 4$	$\varphi \leq 1,6$
„Umformkosten“ VDW-Studie 1991, Darmstadt	bis 113 %	100 %	bis 147 %
Spanende Nacharbeit	hoch	gering	sehr gering



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

## 4.6 Umformen: Halbwarmumformen

---

Tribologie: Vorgänge im Kontakt Werkzeug – Werkstück

- Reibung → Vergrößerung der erf. Umformkraft
- Verschleiss → Begrenzung der erreichbaren Stückzahl / Qualität

Verschleissbeeinflussende Parameter:

- Relativbewegung Werkstoff – Werkzeug
- Hohe Kontaktnormalspannungen (hohe Reibkräfte)
- Hohe Randtemperaturen
- Oberflächenvergrößerung (Trennschicht mit Schmiermittel wird ausgedünnt, frisches reaktives Material gelangt an die Oberfläche  
→ Fressneigung

Tribologie definiert durch Werkstückwerkstoff, Werkzeugwerkstoff, Trenn – und Schmiermittel, Prozessbedingungen.



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

## 4.6 Umformen: Halbwarmumformen

---

Trenn – und Schmiermittel:

druckbeständig, temperaturbeständig

Kaltumformung Blech: Öl (wenige g/m<sup>2</sup>)

Kaltmassivumformung: Eisenphosphatschicht + Ziehöl oder  
Seifen

Halbwarmmassivumformung: Graphit + Oxidschicht

Öl - Graphitgemisch

Warmumformung: Wasserkühlung und Zunderschicht



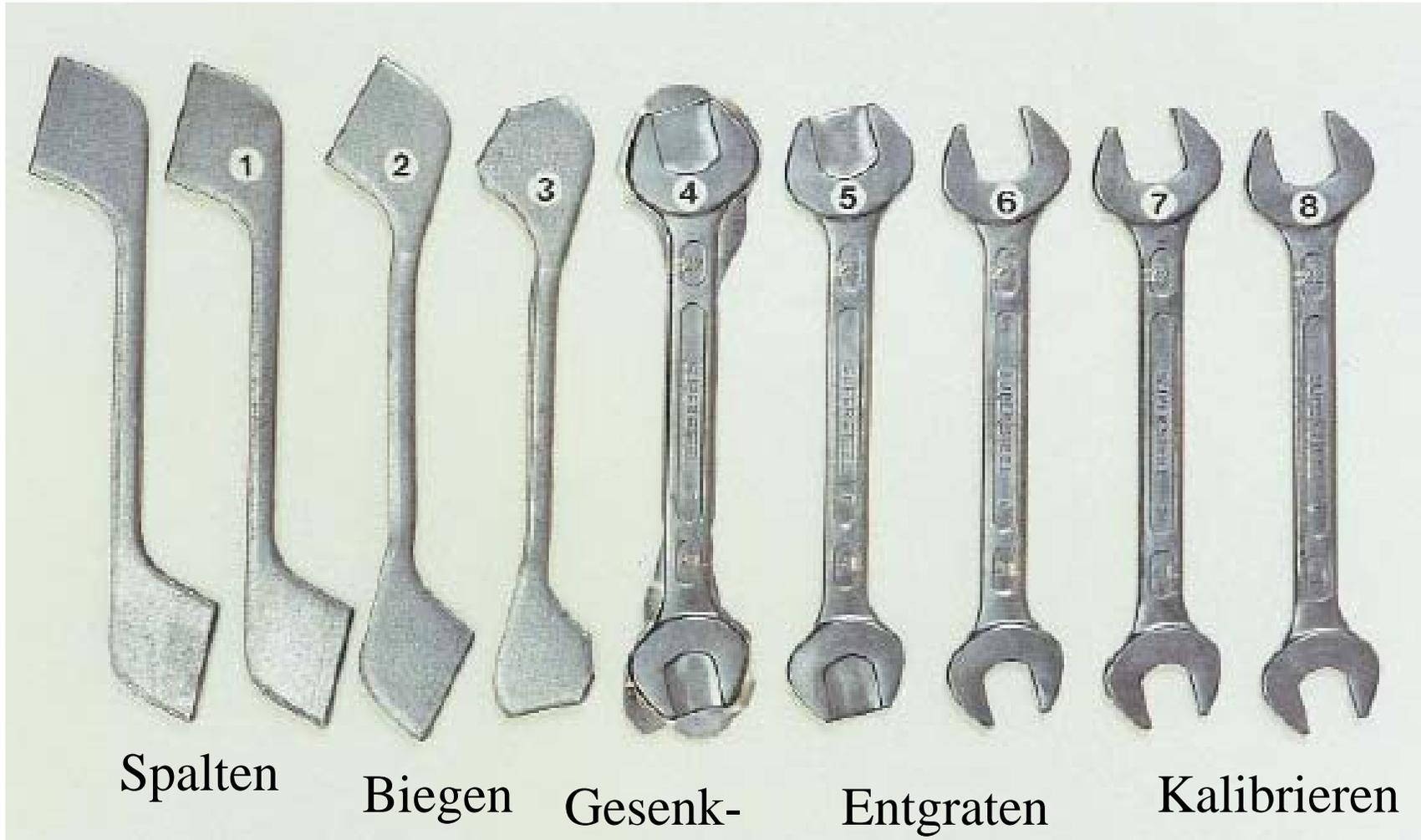
**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

## 4.6 Umformen, Warmumformen



Spalten

Biegen

Gesenk-  
schmieden

Entgraten

Kalibrieren



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

## 4.6 Umformmaschinen

---

Unterscheidung nach Relativbewegung der Werkzeuge:

- geradlinige Relativbewegung:

Flachbackenwalzmaschinen, Ziehmaschinen,

**Pressmaschinen**

- nicht geradlinige Relativbewegung:

Walzmaschinen, Ziehmaschinen, Schwenkbiegemaschinen

- Sondermaschinen: für wirkmedienbasierte Verfahren



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

# 4.6 Umform- maschinen

Zugrahmen aus

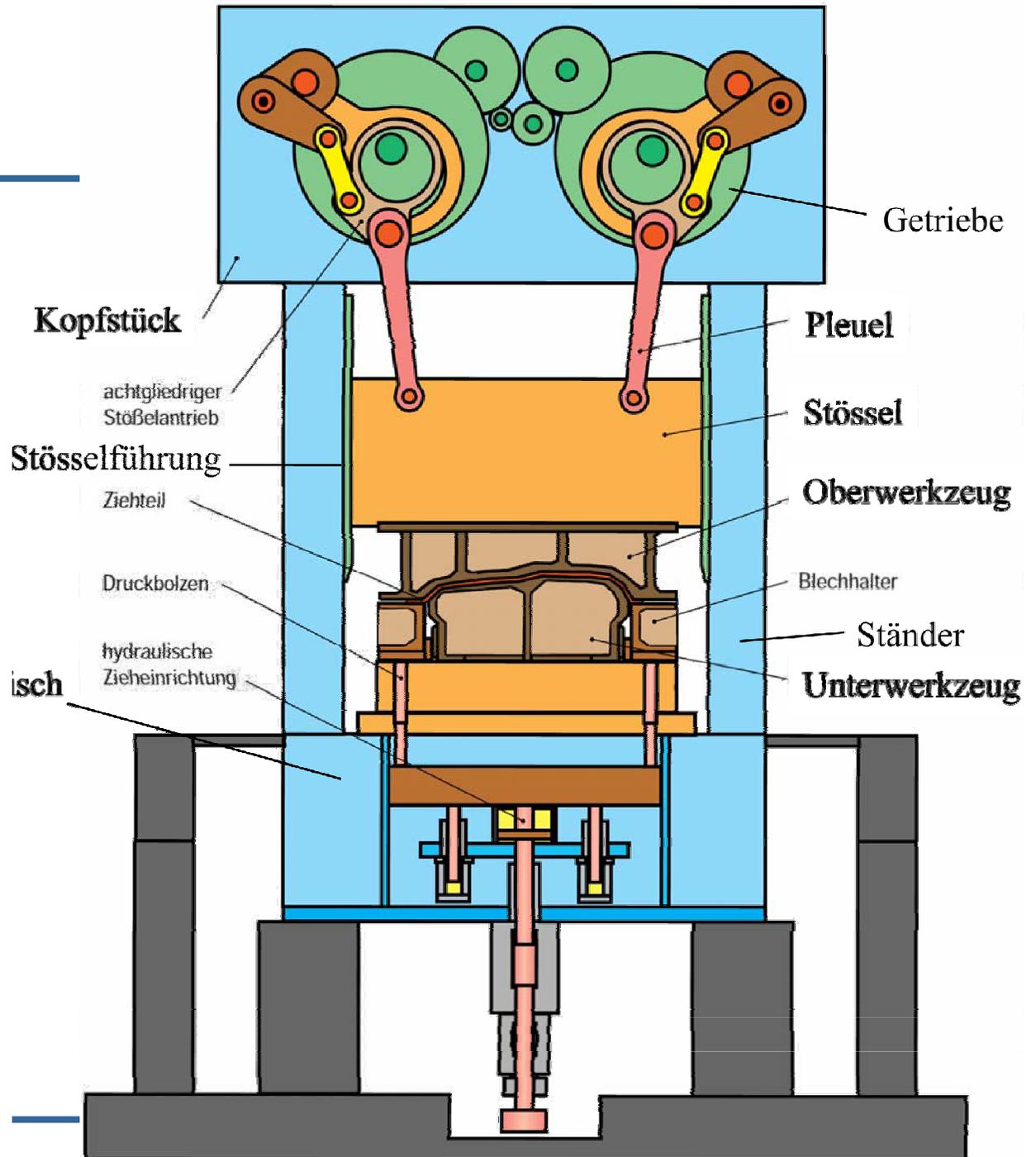
- Tisch,
- Seitenständern,
- Kopfstück

Bauarten:

- Monoblock
- Vierteiliger Rahmen mit Zugankern

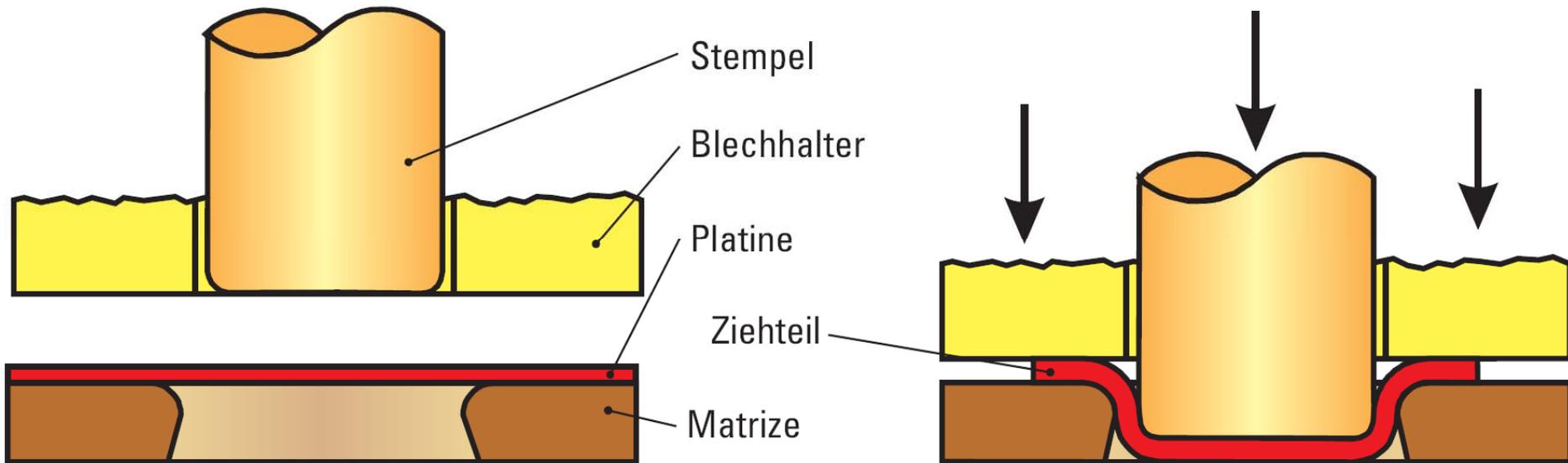
Grosse Einheiten:  
eigene Fundamentierung

Ziehapparat



## 4.6 Tiefziehen

Tiefziehen: Doppeltwirkendes Werkzeug → Doppeltwirkende Presse



**ETH**

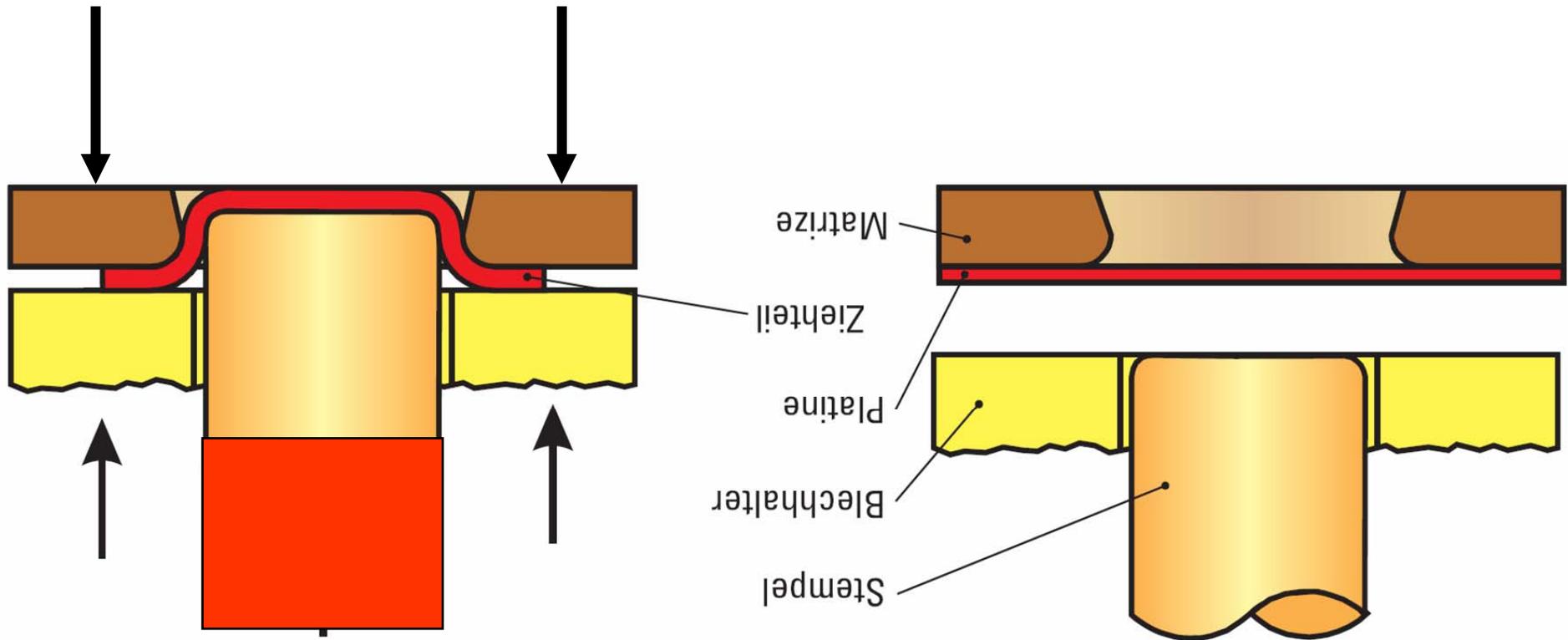
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

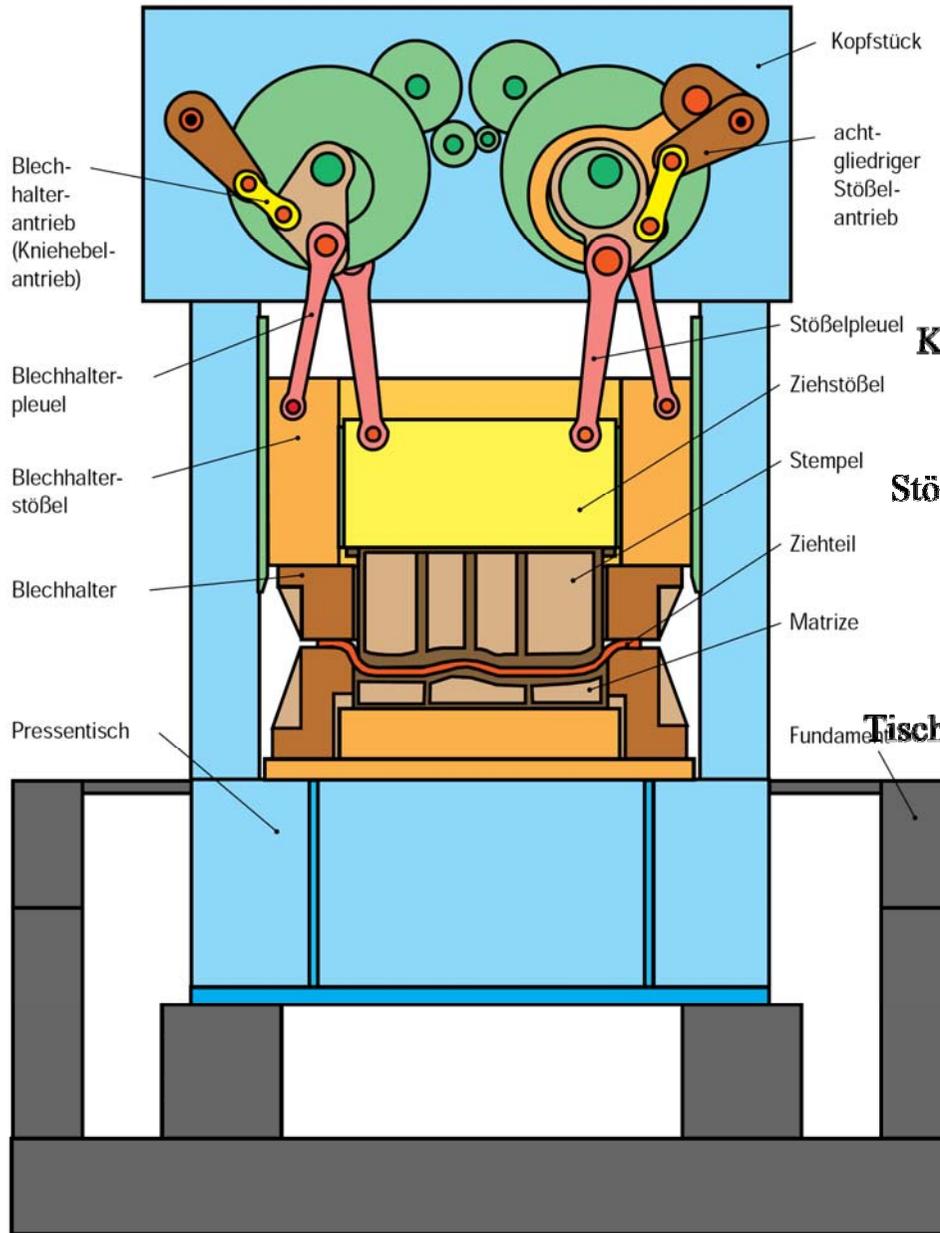
Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

# 4.6 Umformmaschinen

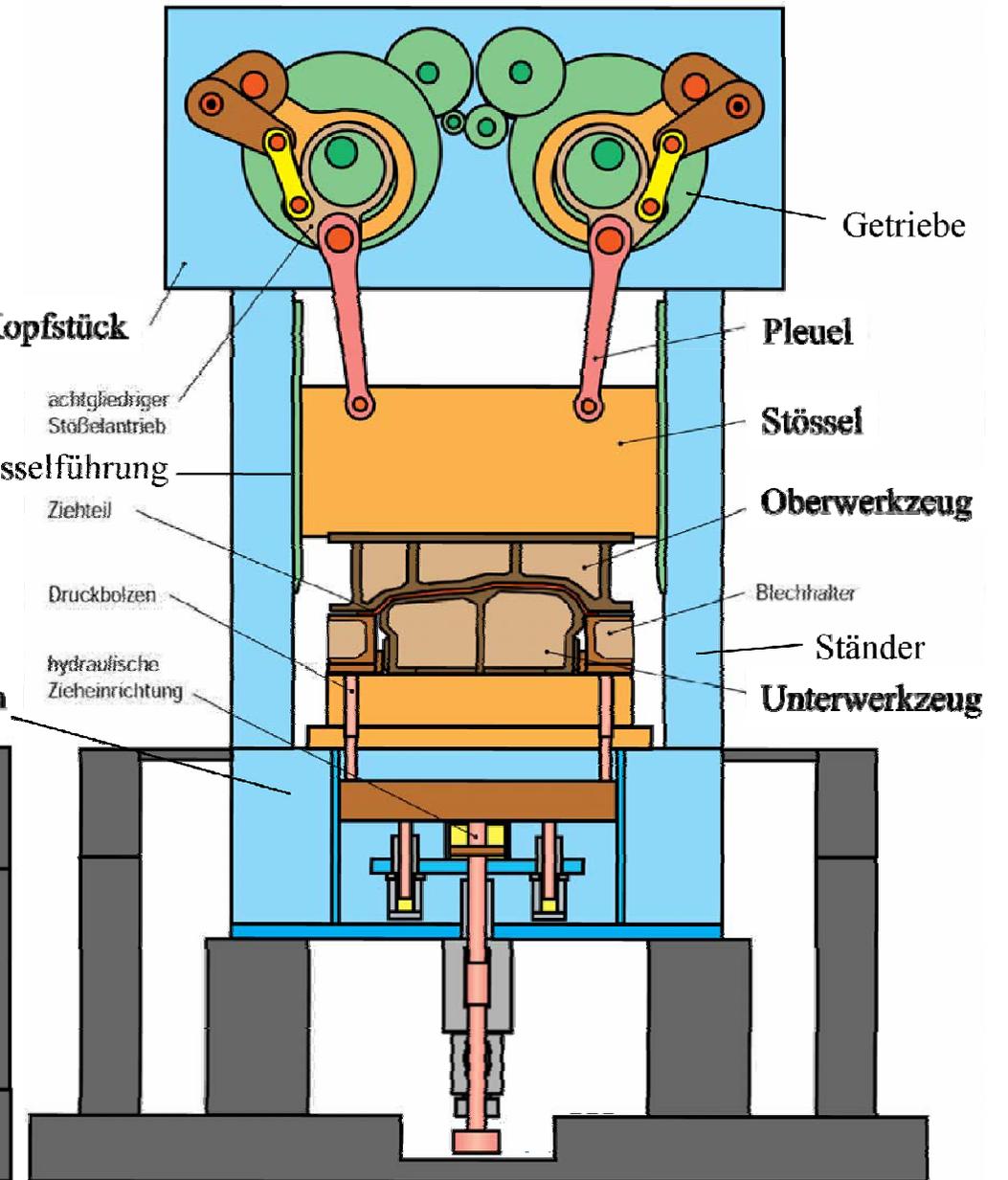
Einfachwirkendes Werkzeug → Einfachwirkende Presse



# Doppeltwirkende Presse



# Einfachwirkende Presse

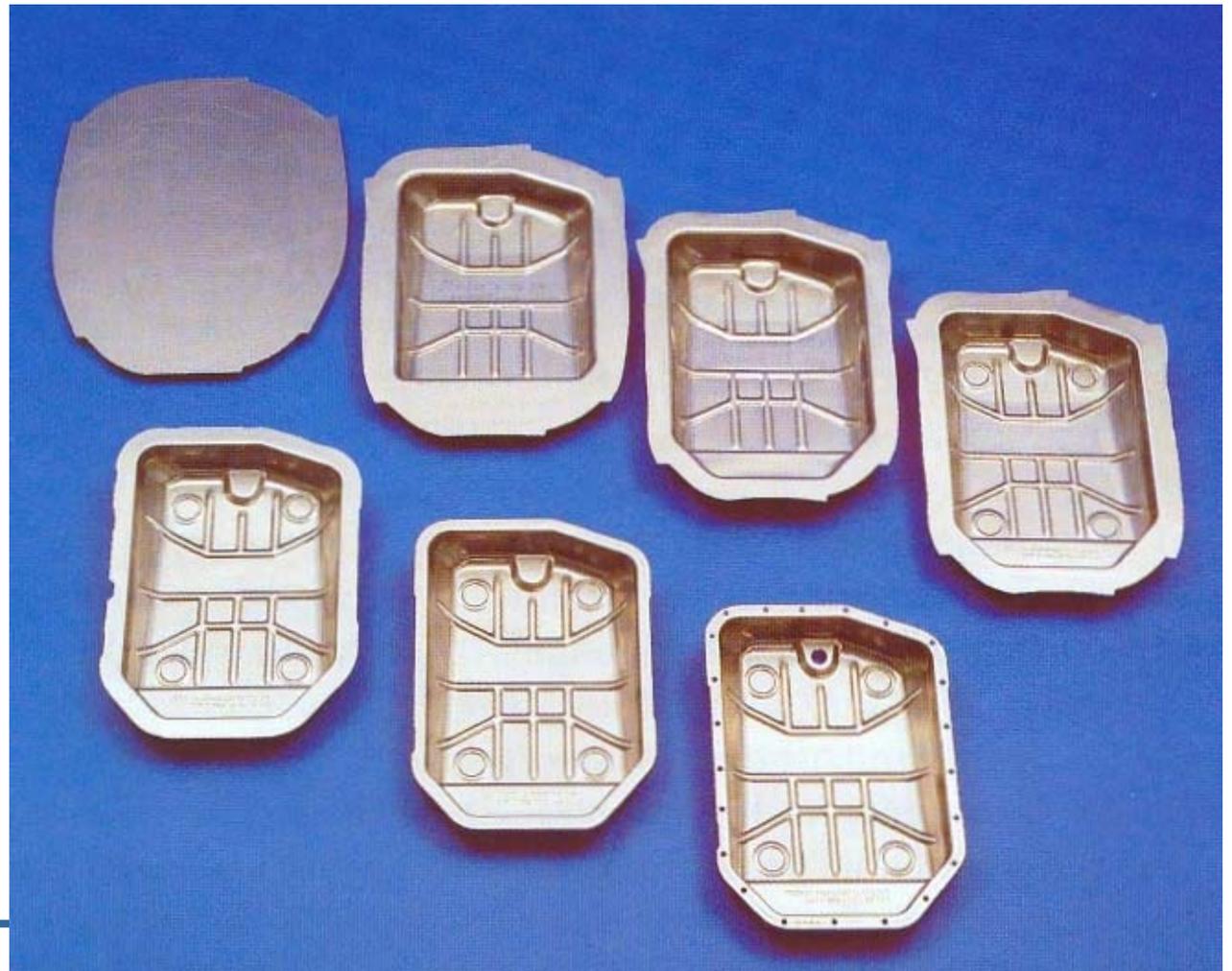


## 4.6 Umformmaschinen

---

Zusatzfunktionen:

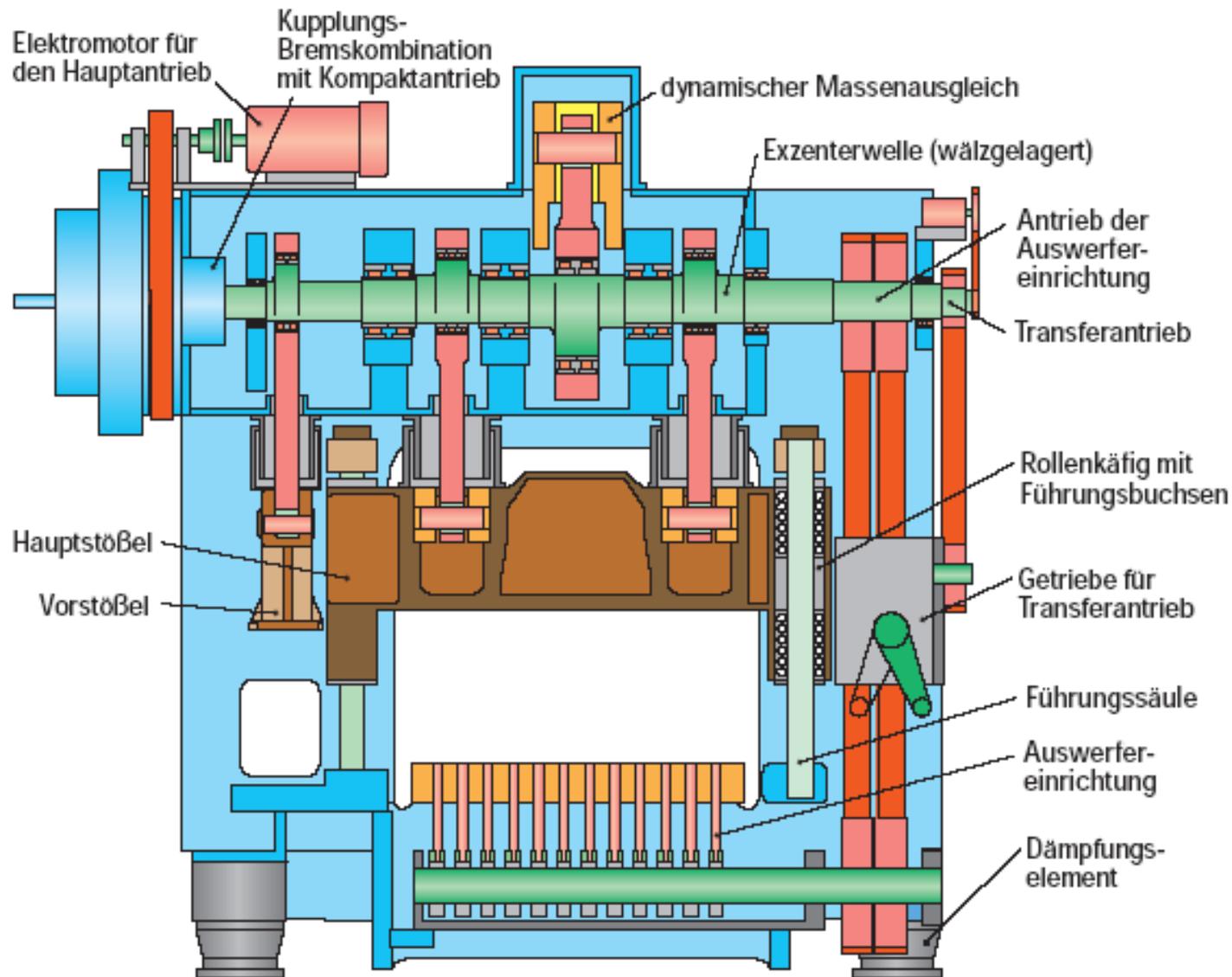
- Transfer: Umsetzung der Teile von Stufe zu Stufe
- Ziehapparat
- Tisch – und Stösselauswerfer



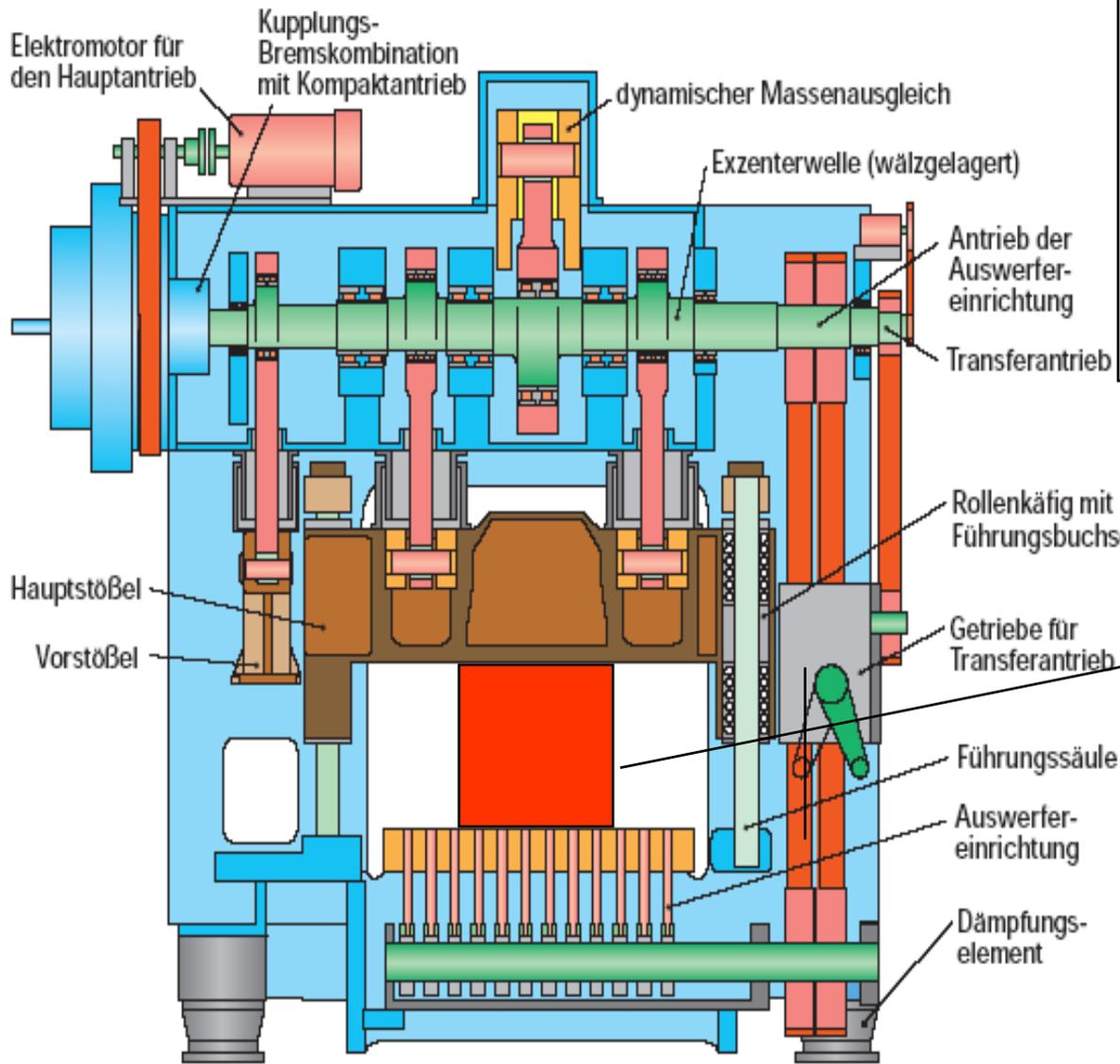
**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

## 4.6 Umformmaschinen



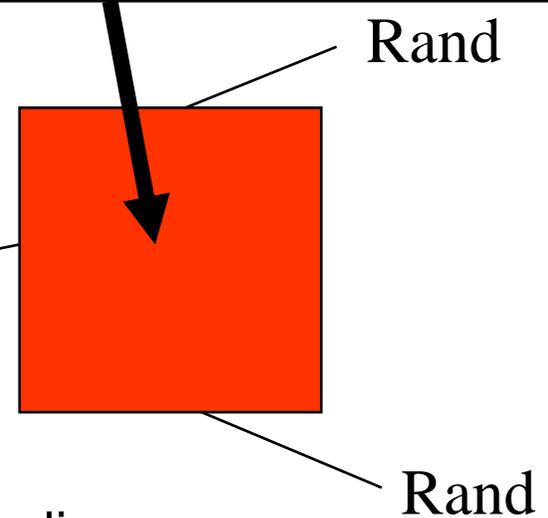
# 4.6 Umformen, Umformmaschinen



$$\text{div } \underline{\underline{\sigma}} = \underline{\underline{0}} \quad \text{Gleichgew.}$$

$$\underline{\underline{\sigma}} = \underline{\underline{f}}(\underline{\underline{\varepsilon}}, \dot{\underline{\underline{\varepsilon}}}) \quad \text{Stoffgesetz}$$

$$\underline{\underline{\varepsilon}} = {}^s \text{grad } (\underline{\underline{u}}) \quad \text{Verzerrung – Verschiebung}$$



→ Randbedingungen:  
 Kraft = Vorgabe Spannungen  
 Weg = Vorgabe Verschiebung

## 4.6 Umformen, Umformmaschine

---

Weggebundene Umformmaschine: Die Maschine legt über ihren Antrieb Den Weg – Zeitverlauf des Werkzeugs fest.

(Elastizität der Getriebeglieder vernachlässigt)

Die Kraft in den Antriebsgliedern wird aus der Rückwirkung aus dem Umformprozess bestimmt.

(Integral der Kontaktspannungen über die Berührfläche).

„Die Maschine erzeugt Wegrandbedingungen“

Realisierung durch möglichst steife Schubkurbel – oder Gelenkantriebssysteme Kraftvervielfachung.

Strecklage im unteren Umkehrpunkt mit theoretisch unendlichen Kräften.

→ Mechanische Presse



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

## 4.6 Umformen, Umformmaschine

---

Kraftgebundene Umformmaschine: Die Maschine legt über ihren Antrieb den Kraft – Zeitverlauf fest.

(z.B. als Hydraulikdruck mal Kolbenfläche)

Der Weg des Werkzeugs wird aus der Rückwirkung aus dem Umformprozess bestimmt.

(Gleichzeitige Verschiebung in allen Punkten der Berührfläche).

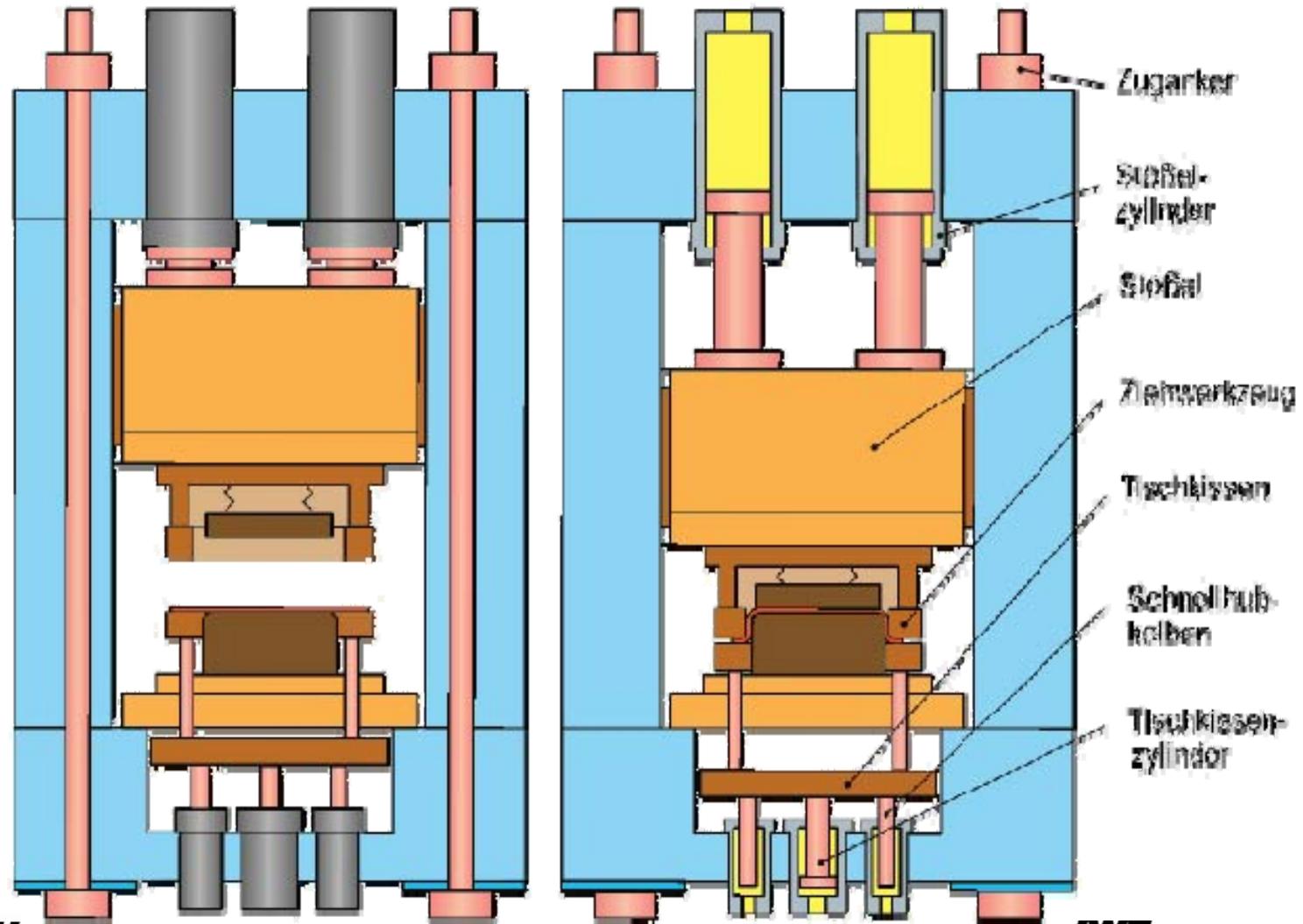
„Die Maschine erzeugt Krastrandbedingungen“

Realisierung durch Hydraulische Antriebe aus Pumpe und Zylinder / Kolben

Theoretisch unendliche Wege werden durch Anschläge begrenzt.

→ Hydraulische Presse

# 4.6 Umformmaschinen: kraftgebundene



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

## 4.6 Vergleich mechanische Presse – hydraulische Presse

---

### **Mechanische Presse:**

- Geringe Anschlussleistung
- Sparsamer Energieverbrauch
  - Schwungradantrieb: Vergleichmässigung Leistungsaufnahme
  - Schwungrad aufladen bei 360° Kurbelwinkel,  
Leistungsabnahme bei 30° Kurbelwinkel
- Geringe Flexibilität
- Hohe Investitionskosten
- Schnellläufer bis ca. 2000 1/min

### **Hydraulische Presse:**

- Hohe Anschlussleistung → Speicherantrieb
- Grosser Energieverbrauch
- Hohe Flexibilität
- Geringere Investitionskosten
- Langsamer: max. ca. 600 1/min

## 4.6 Umformen, Umformmaschine

---

Energiegebundene Umformmaschine: Umformung entsteht durch den plastischen Stoss zwischen zwei Körpern (Werkzeug und Werkstück). Vorgabe der kinetischen Energie des Stössels / Werkzeugs.

Der Wegzeitverlauf des Werkzeugs wie auch der Kraftzeitverlauf wird aus der Energieumsetzung im Umformprozess bestimmt.

„Die Maschine erzeugt Wegrandbedingungen über die Energieabnahme durch den Umformprozess“

Realisierung durch Beschleunigung einer Bär – oder Stösselmasse

Theoretisch unendliche Wege werden durch Anschläge begrenzt,

theoretisch unendliche Kräfte durch Überlastsicherungen.

→ Fallhammer, Oberdruckhammer, Spindelpresse



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

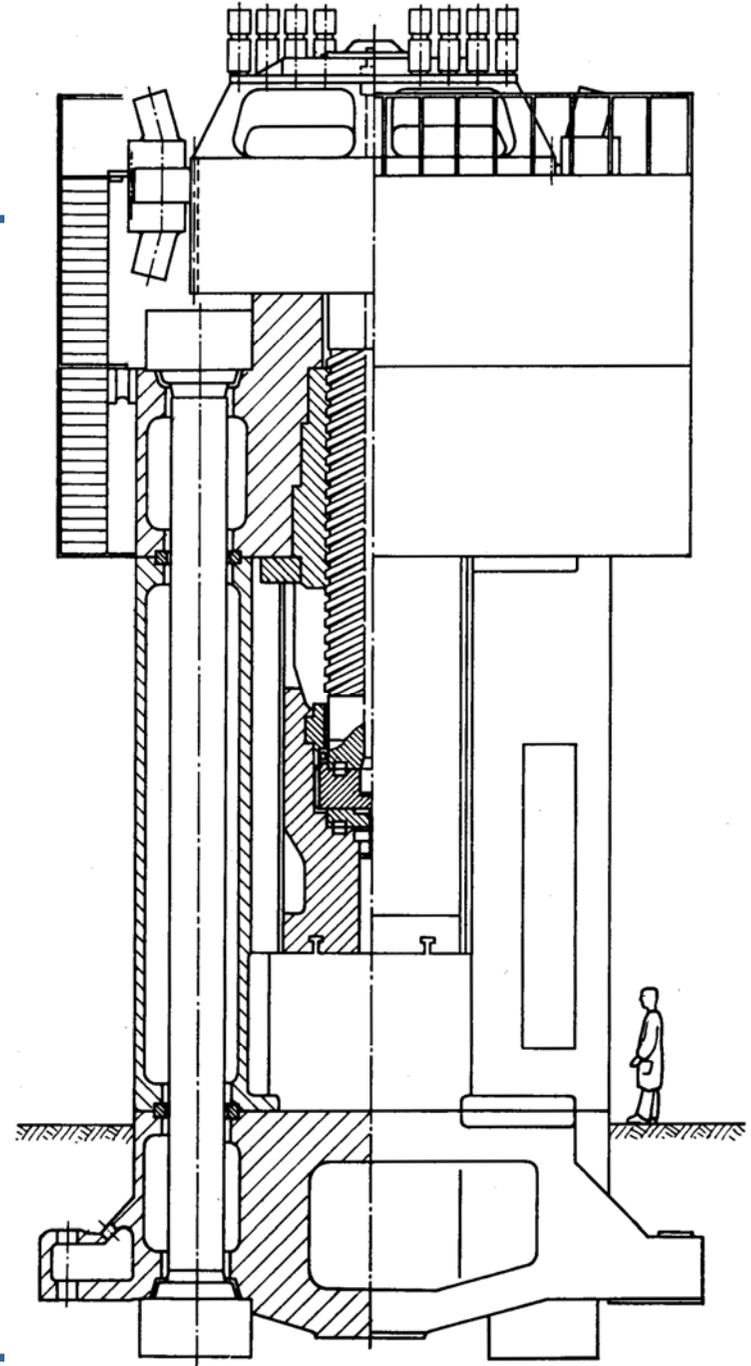
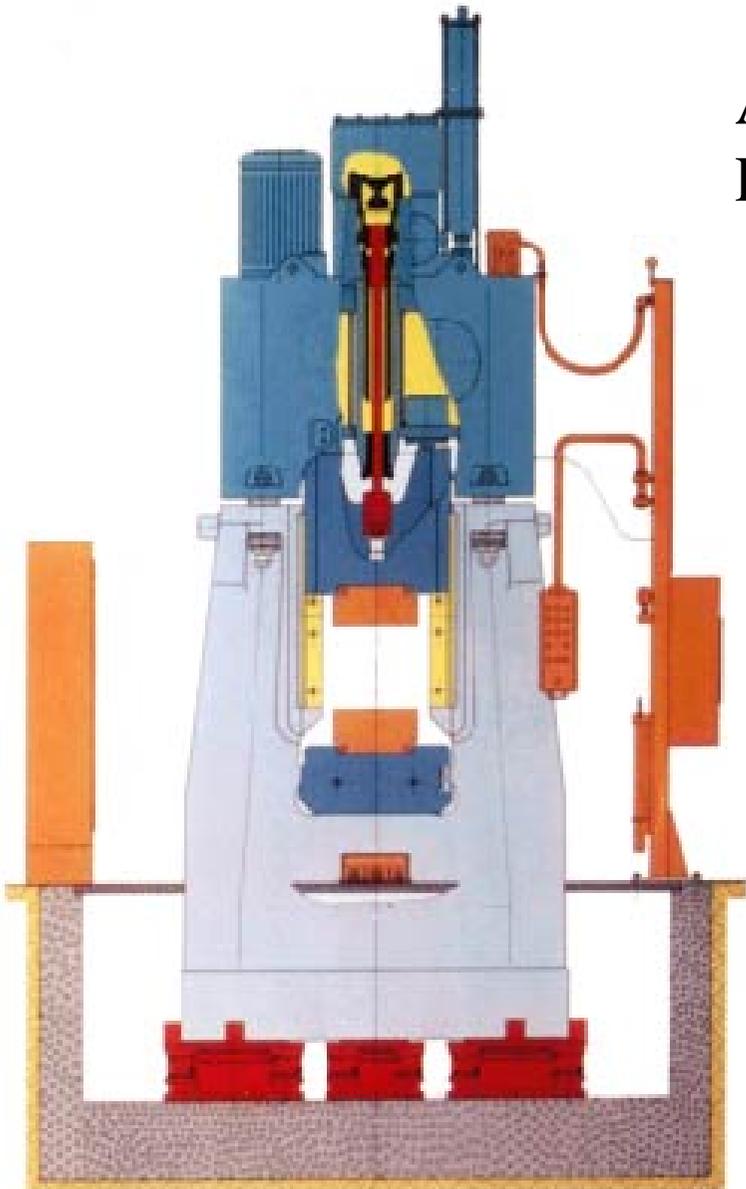
Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

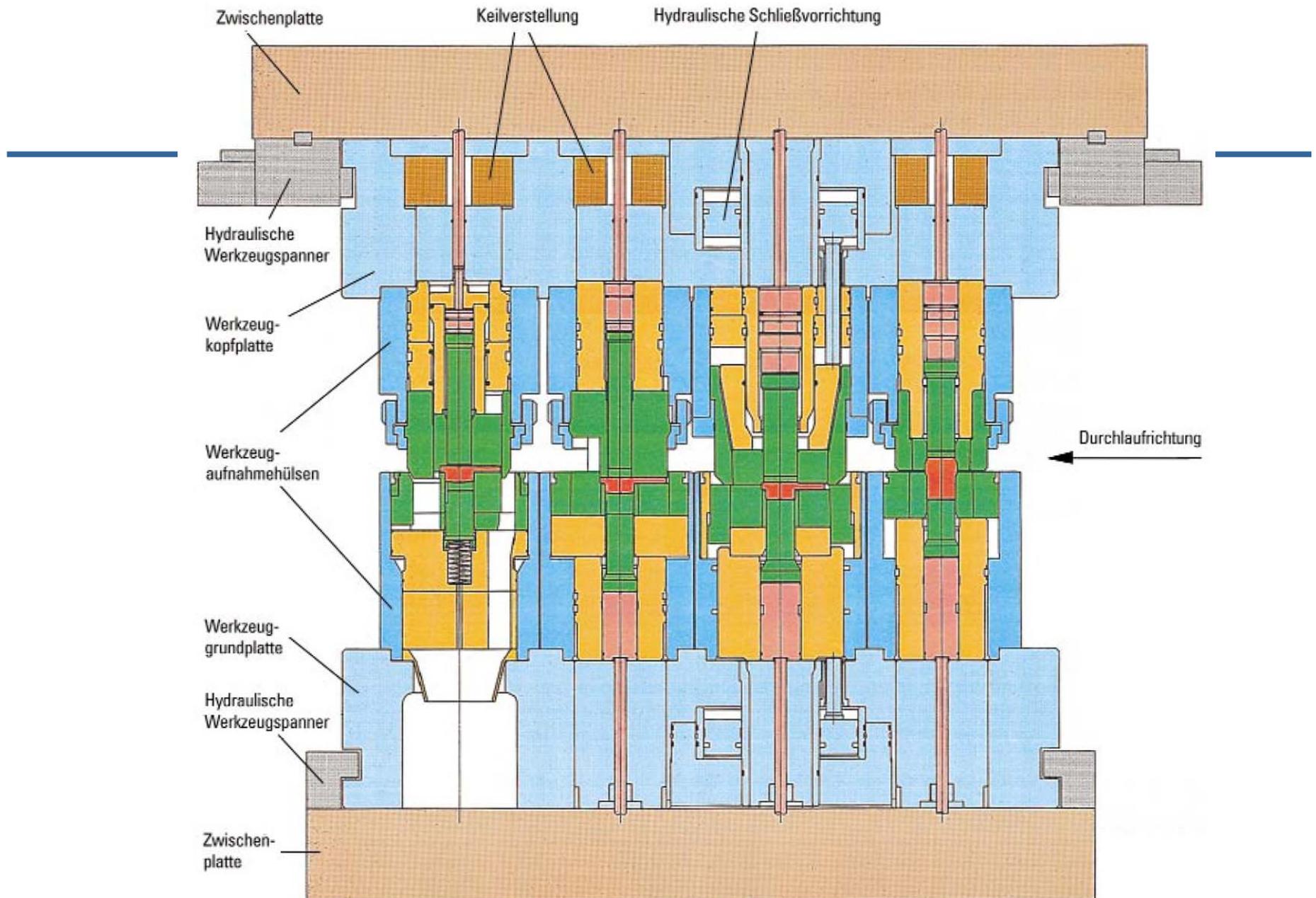
## 4.6 Umformmaschinen Energiegebundene

---

Arbeitsvermögen  
Prellschlagkraft

---





- |   |  |  |  |
|---|--|--|--|
|  Werkzeuggestell |  Preßteil                   |  Werkzeugaufnahmehülsen |  Aktivteile             |
|  Wechselteile    |  Teilabhängige Wechselteile |  Keilverstellung        |  Werkzeugschnellspanner |

## 4.6 Umformen: Halbwarmumformen

---

Tribologie: Vorgänge im Kontakt Werkzeug – Werkstück

- Reibung → Vergrößerung der erf. Umformkraft
- Verschleiss → Begrenzung der erreichbaren Stückzahl / Qualität

Verschleissbeeinflussende Parameter:

- Relativbewegung Werkstoff – Werkzeug
- Hohe Kontaktnormalspannungen (hohe Reibkräfte)
- Hohe Randtemperaturen
- Oberflächenvergrößerung (Trennschicht mit Schmiermittel wird ausgedünnt, frisches reaktives Material gelangt an die Oberfläche  
→ Fressneigung

Tribologie definiert durch Werkstückwerkstoff, Werkzeugwerkstoff, Trenn – und Schmiermittel, Prozessbedingungen.



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

## 4.6 Umformen: Halbwarmumformen

---

Trenn – und Schmiermittel:

druckbeständig, temperaturbeständig

Kaltumformung Blech: Öl (wenige g/m<sup>2</sup>)

Kaltmassivumformung: Eisenphosphatschicht + Ziehöl oder  
Seifen

Halbwarmmassivumformung: Graphit + Oxidschicht

Öl - Graphitgemisch

Warmumformung: Wasserkühlung und Zunderschicht



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing

## 4.6 Umformen, Warmumformen



**ETH**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

**IWF**

Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigung  
Institute of Machine Tools and Manufacturing