



Universität Stuttgart

Überblick über die umformende Herstellung von Komponenten für Elektrolyseure

Patrick Cyron



IFU

Agenda

-  Institut für Umformtechnik 
-  Komponenten Elektrolyseur
-  Scherschneiden
-  Kragenziehen
-  Hohlprägen

Institut für Umformtechnik

Lage des Instituts für Umformtechnik



Anschrift
Holzgartenstraße 17
70174 Stuttgart



Universität Stuttgart



Institut für Umformtechnik

Flächen am Institut und Versuchseinrichtungen

Versuchsfeld:	770 m ²
Labore:	1.150 m ²
Werkstatt:	270 m ²
Lager:	540 m ²
Büros:	550 m ²
Hörsäle, Besprechungsräume:	220 m ²





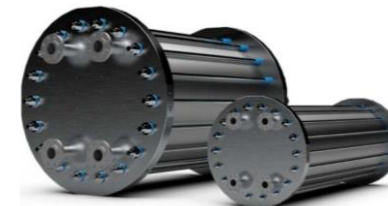
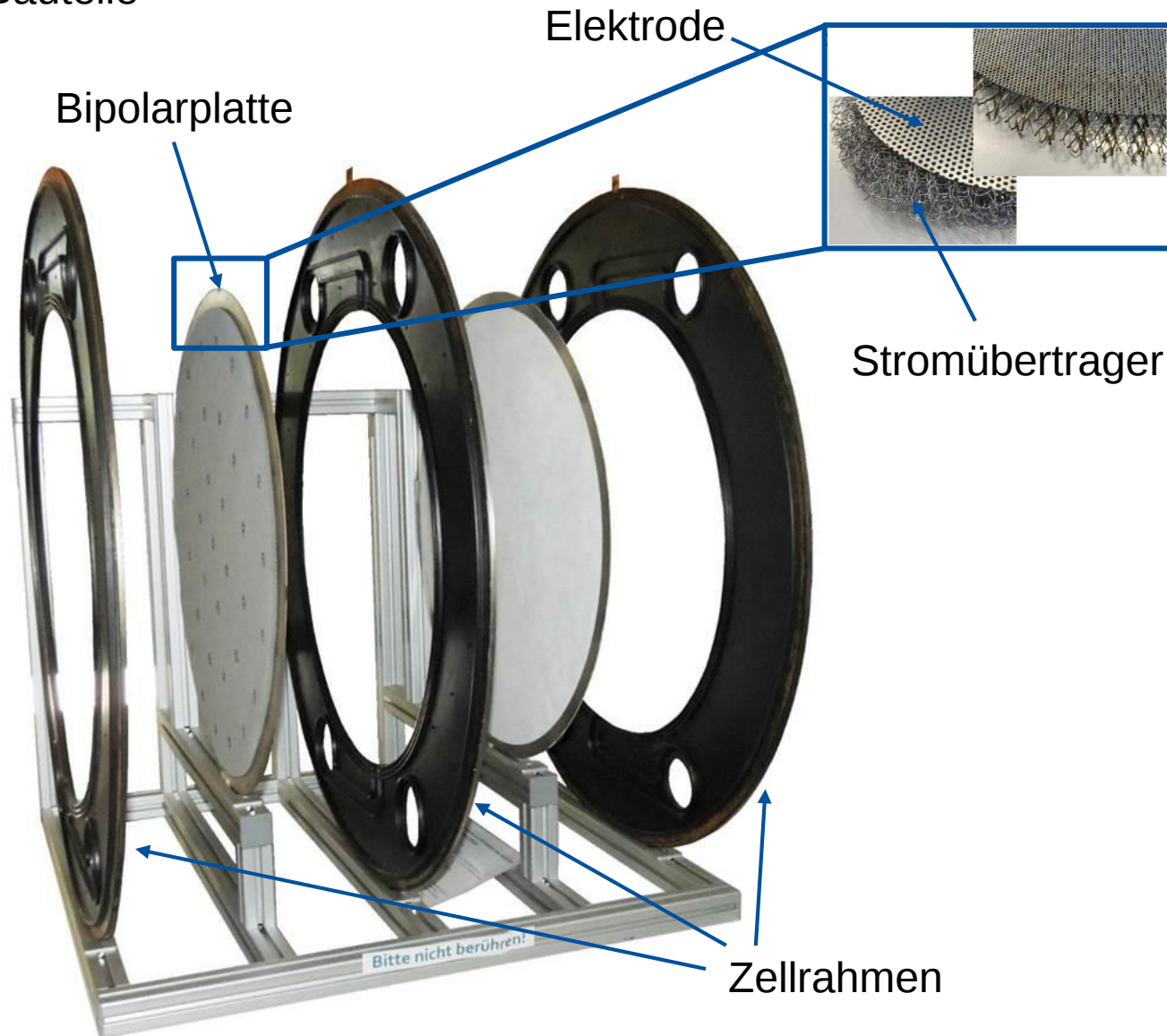
	Presse	Pressenart	Kraft [kN]	Hub [mm]	Tisch [mm ²]	max. Wzg.- einbau-höhe [mm]	Besonderheit
1	Bruderer	Exzenter	510	47	1080 x 650	289 (Hubabh.)	Bis zu 2000 Hub/Min
2	AIDA	Servo- mechanisch	6 300	450	3050 x 1500	1300	Ziehkissen 1500 kN
3	Müller	Hydraulisch	2 000	800	1000 x 1000	985	Ziehkissen 600kN
4	Schuler (Servo)	Servo- mechanisch	5 000	500	950 x 950	1400	Stößel- und Tischauswerfer
5	May	Mechanisch	6 000	148	540 x 600	420	Tischauswerfer
6	SMG	Hydraulisch	6 000	525	1300 x 1000	1300	Stößel- und Tischauswerfer
7	Becker & Van Hüllen	Hydraulisch	5 000	300	900 x 900	1300	Tischauswerfer, 800 mm/s Hubgeschw.
8	Müller- Weingarten	Hydraulisch	35 000	525	2500 x 900	600	Zuhaltevorrichtung
9	SPS	Hydraulisch	1 000	500	800 x 800	1000	Halten der Presskraft
10	TruPunch 5000R	Hydraulisch	220	25	1000 x 1000	-	Bis zu 1400 Hub/Min

Agenda

-  Institut für Umformtechnik 
-  Komponenten Elektrolyseur
-  Scherschneiden
-  Kragenziehen
-  Hohlprägen

Elektrolyseur

Bauteile

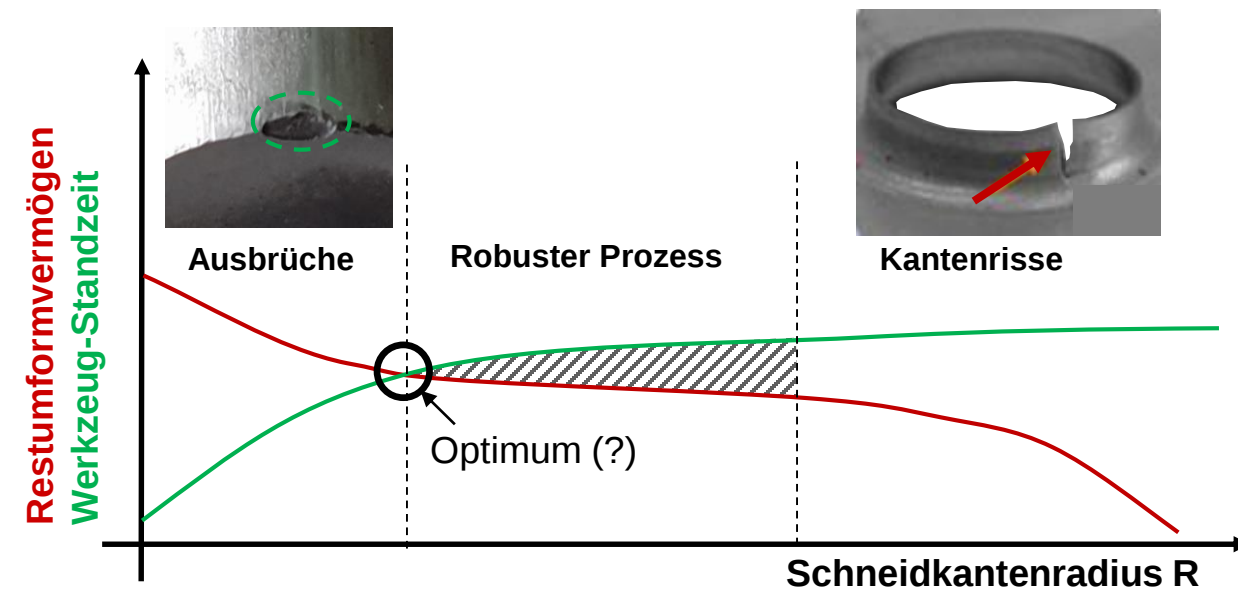
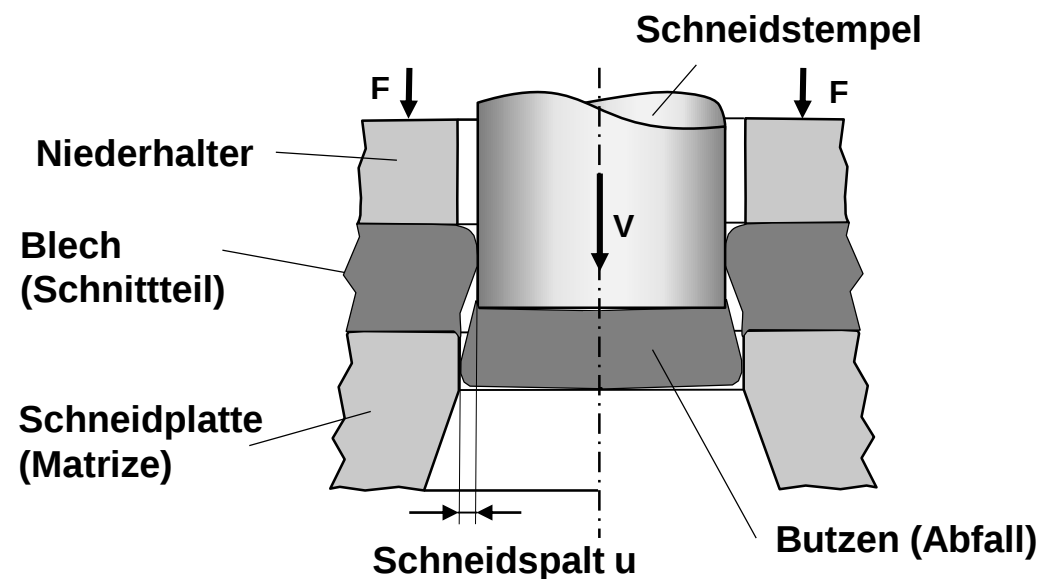
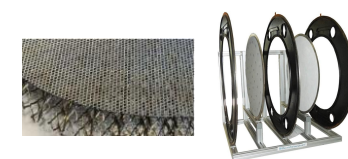


Bauteil	Beschaffenheit
Zellrahmen • Scherschneiden • Kragenziehen	Edelstahl, Nickelbeschichtung Blechdicke: ca. 5-10mm
Bipolarplatte (BPP) • Scherschneiden • Kragenziehen • Hohlprägen	Edelstahl Blechdicke: ~1mm
Elektrode • Scherschneiden	Blechdicke: ~1mm • <u>Anode (Sauerstoffseite)</u> - Korrosionsschutz - Material: Nickel oder beschichtet + Katalysatoren • <u>Kathode (Wasserstoffseite)</u> - Material: Raney-Nickel (Nickel-Aluminium + Katalysator)

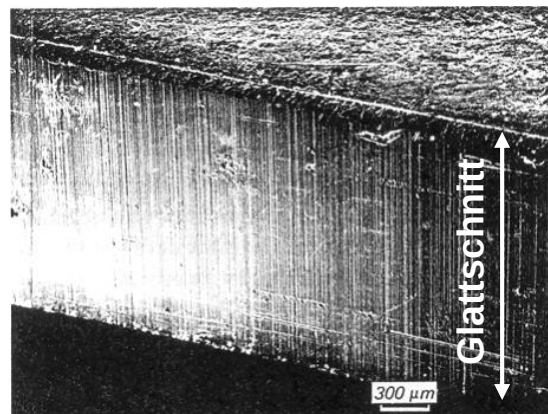
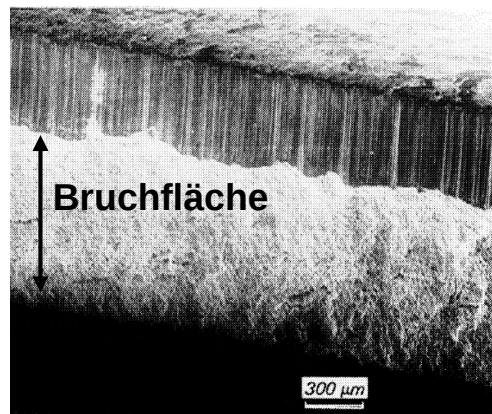
→ Große Bauteile, weite Toleranzen, Korrosionsbeständigkeit

Umformtechnische Herstellungsverfahren

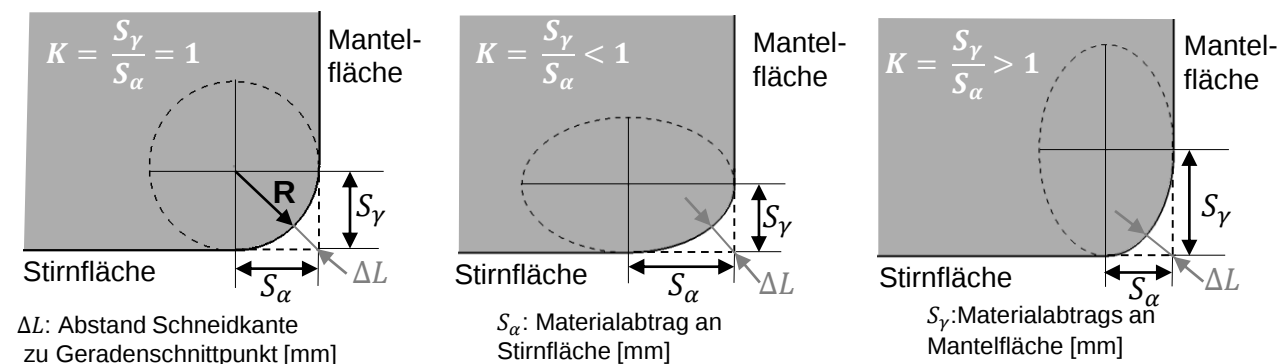
Scherschneiden: Zellrahmen, Elektrode, BPP



Schnittfläche:

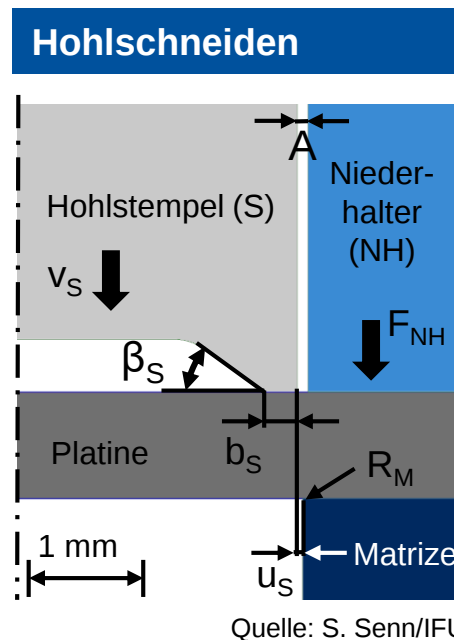
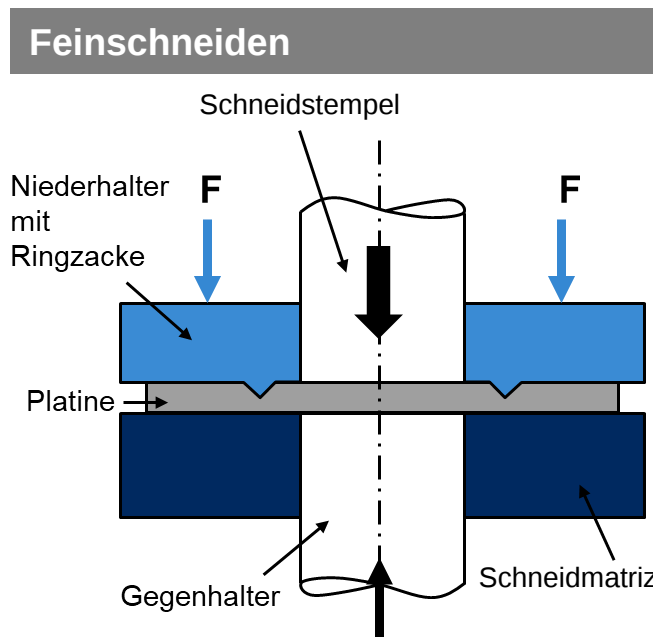
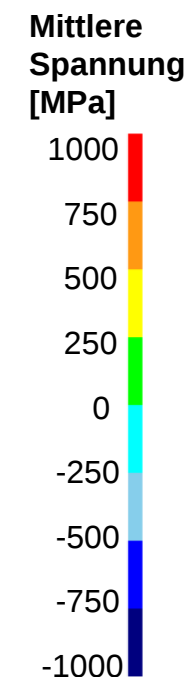
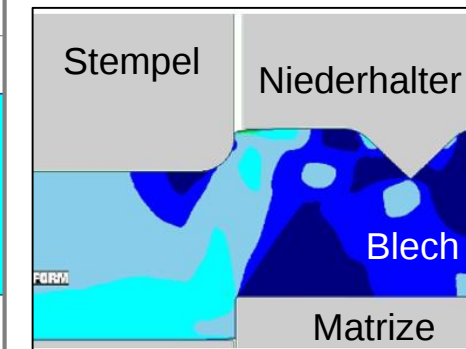
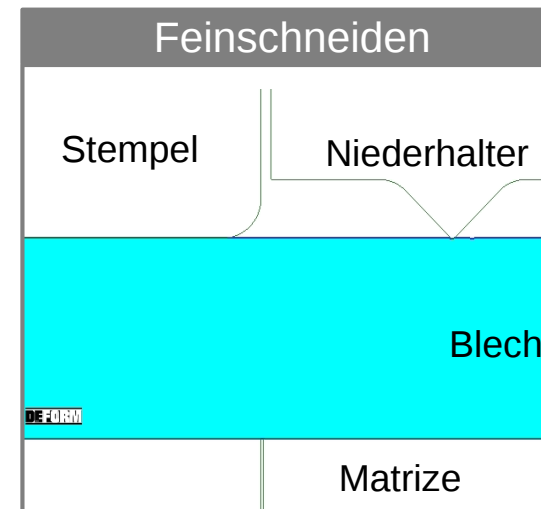
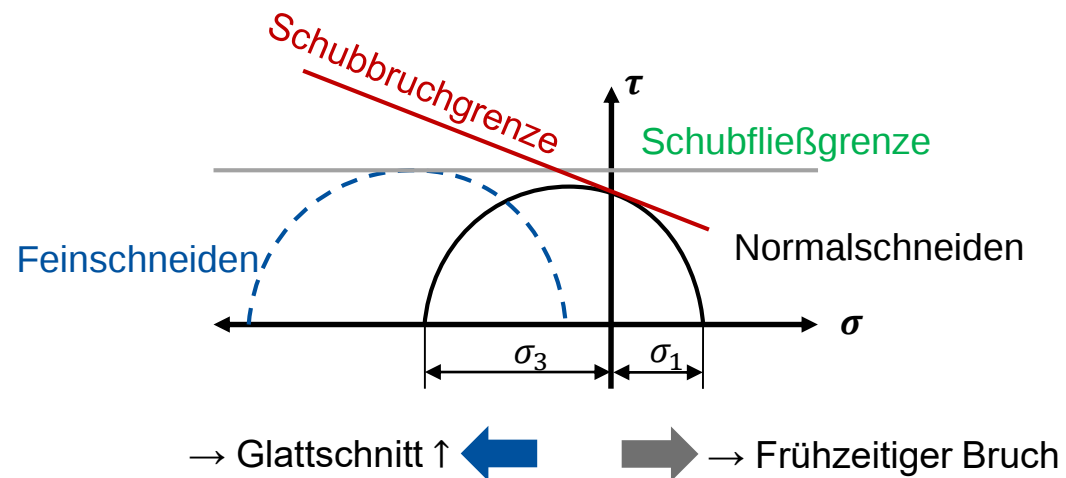


Forschungsprojekt: Schneidkantenverrundung

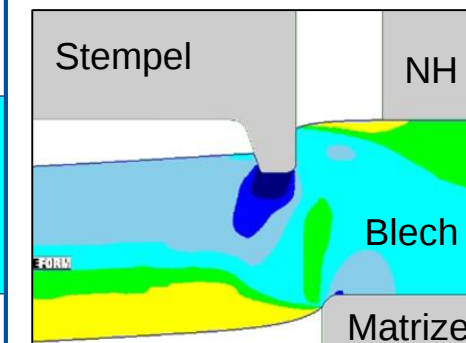
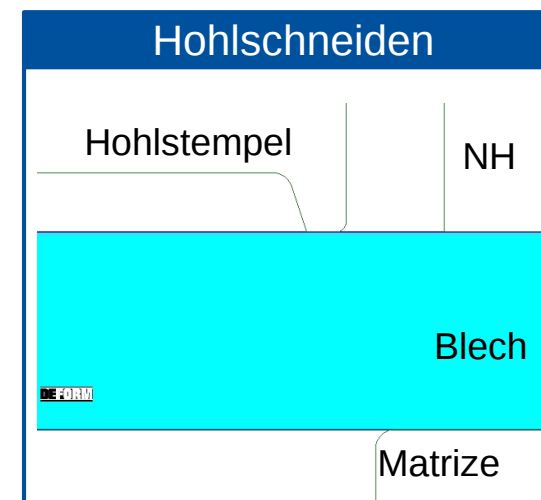


Umformtechnische Herstellungsverfahren

Scherschneiden Verfahren



Quelle: S. Senn/IFU



Umformtechnische Herstellungsverfahren

Scherschneiden – Prozessüberwachung



Quelle: Marposs

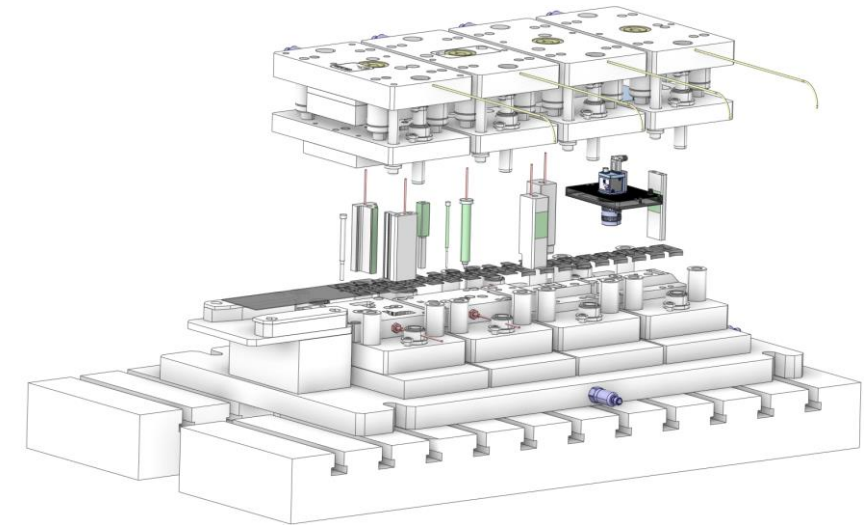
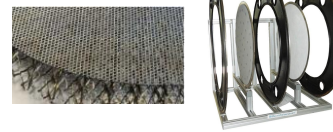


Prozessstop durch
Hüllkurvenüberwachung

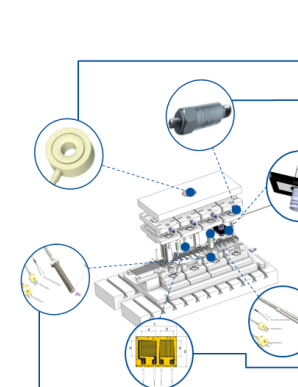
Beispiel



Forschungsprojekt: ToolDetect



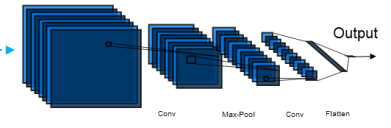
Datenaufnahme und Preprocessing



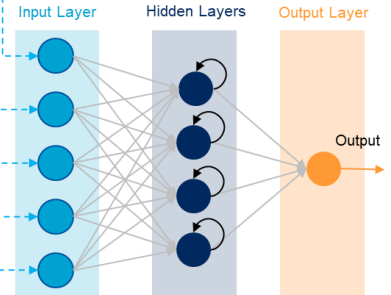
Kamerabild

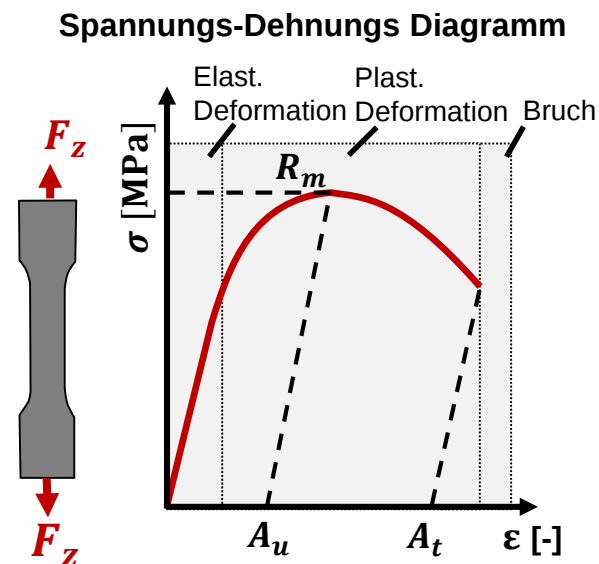
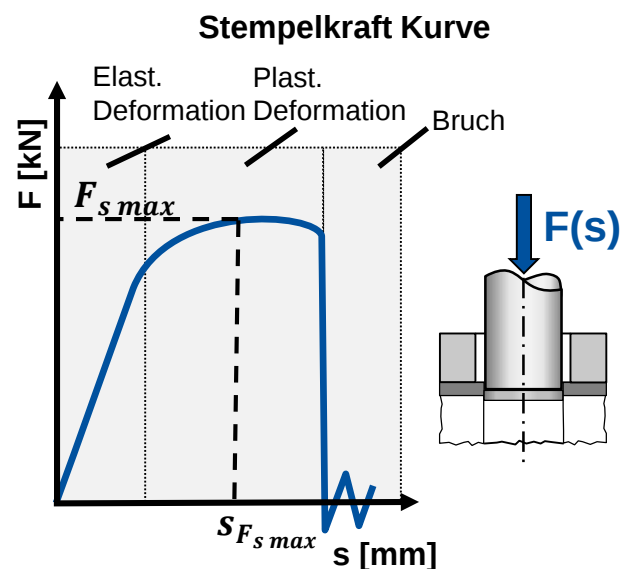
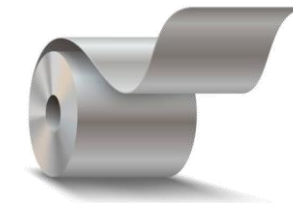


Bildauswertung



Signalauswertung



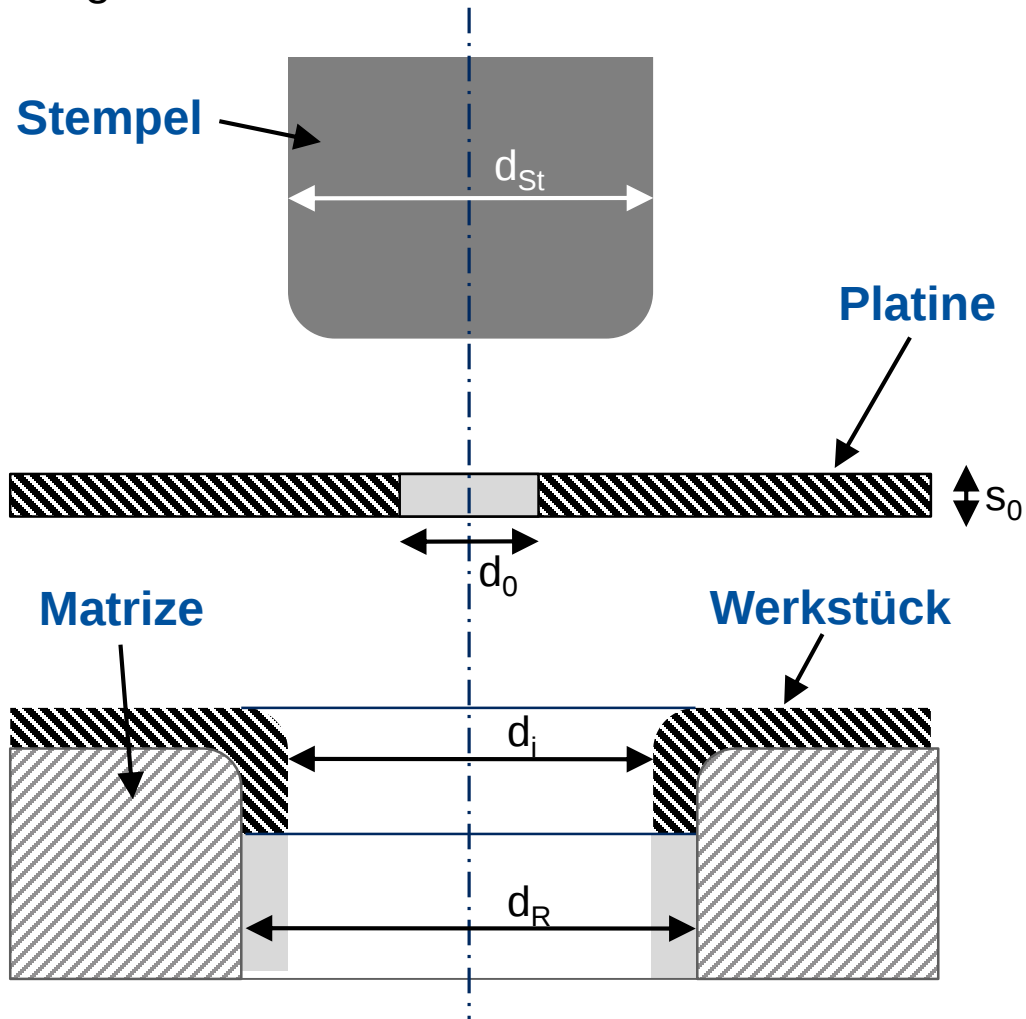


Die beim Scherschneiden von Rundlöchern (z.B. Positionslochungen) messbaren Stempelkraft-Weg-Verläufe beinhalten alle notwendigen Informationen hinsichtlich der sonst im Zugversuch zu messenden Materialkennwerte. Durch ein künstliches neuronales Netz kann die Korrelation zwischen den gemessenen Verläufen und den mechanischen Kennwerten hergestellt werden.



Umformtechnische Herstellungsverfahren

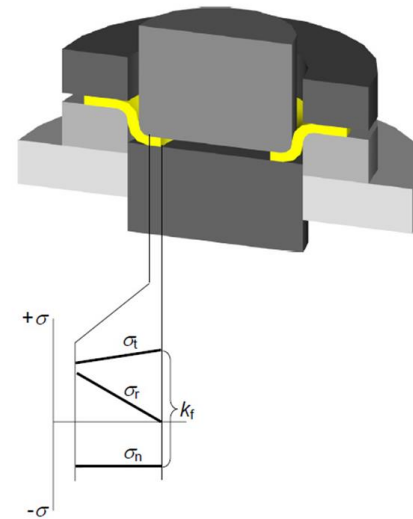
Kragenziehen – Zellrahmen, BPP



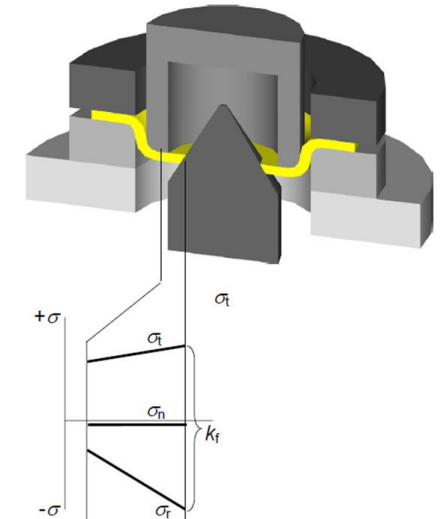
d_{St} :	Stempeldurchmesser
d_i :	Krageninnendurchmesser
d_R :	Matrizendurchmesser

- Zugdruckumformverfahren
- Aufstellen eines Blechdurchzugs
- Vielseitige Anwendung: Lagerung für Wellen, Gewindedurchzug für Verschraubungen, Versteifung von Blechen etc.

a) Axialer Gegenhalter



b) Radialer Gegenhalter

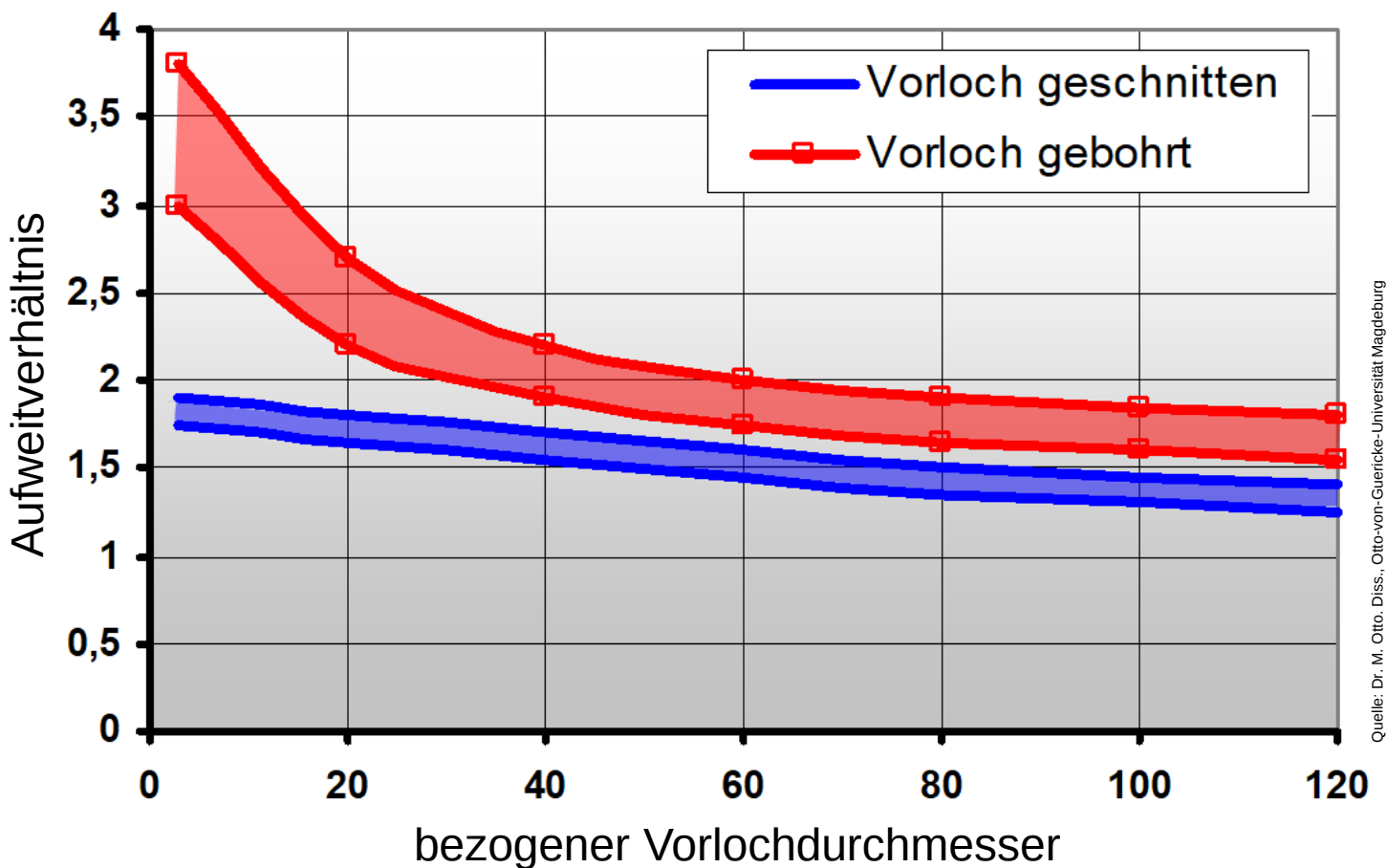


Vorteile Gegenhalter:

Einbringung von Druckspannungen in die Umformzone und dadurch größere Aufweitverhältnisse möglich.

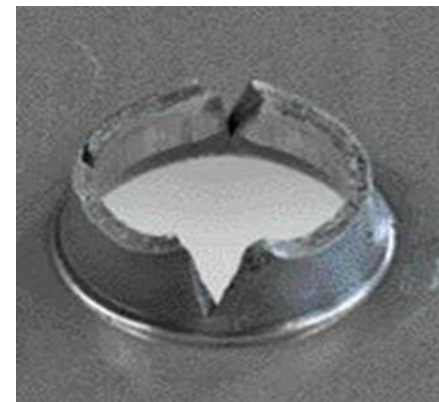


Bereich der Grenzaufweitverhältnisse



Kantenrissensensitivität

- Vorloch gebohrt:
Schnittfläche wird nicht verfestigt. Mehr Umformvermögen.
- Vorloch geschnitten bzw. gestanzt:
Material wird in der Schnittfläche verfestigt. Umformvermögen nimmt ab.

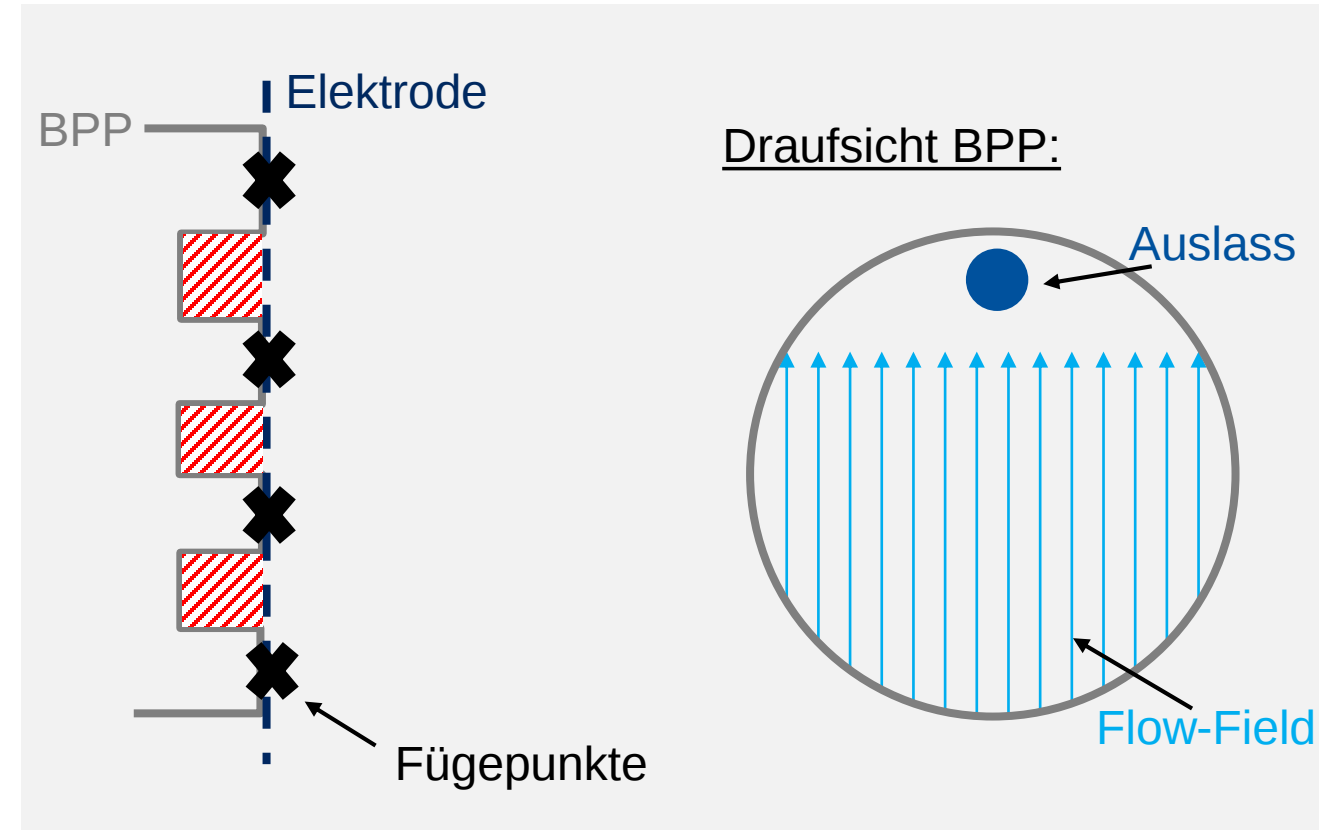
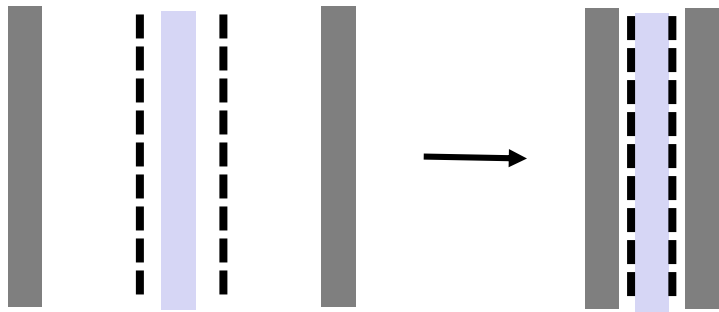


Material: Baustahl 1.0338



Elektrolyseur

Konzepte zur Kontaktierung der Elektrode mit BPP



Es muss gewährleistet sein, dass die Kanäle genügend Volumen bereitstellen, um das entstehende Gas abzuführen.

Zukünftig könnte der **Stromübertrager** eingespart werden, wodurch die Leistungsdichte erhöht werden würde. Hierbei gibt es zwei Möglichkeiten:

- 1) Die **Elektrodeneinheit** oder
- 2) die **BPP**

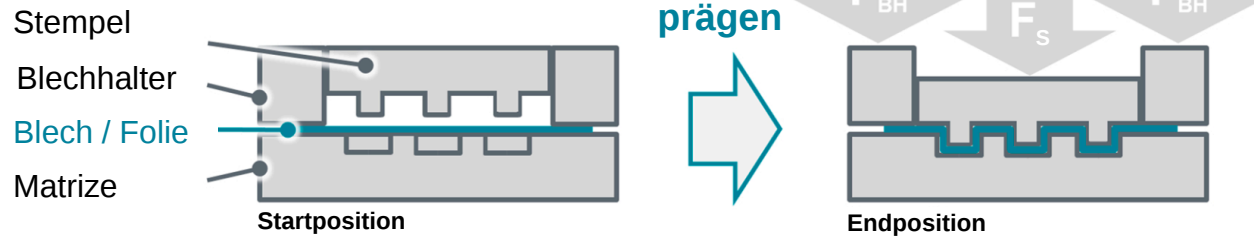
werden mit einem Flow-Field versehen. Gleiches Herstellungsverfahren wie für BPP von Brennstoffzellen.

Quelle: zsw



Umformtechnische Herstellungsverfahren

Fertigung der Bipolarplatte



Hohlprägen

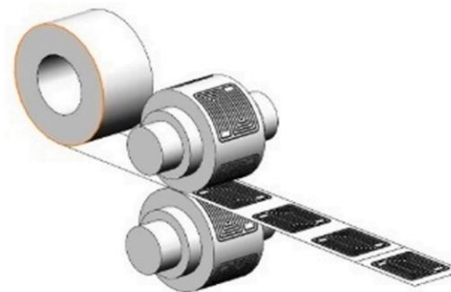
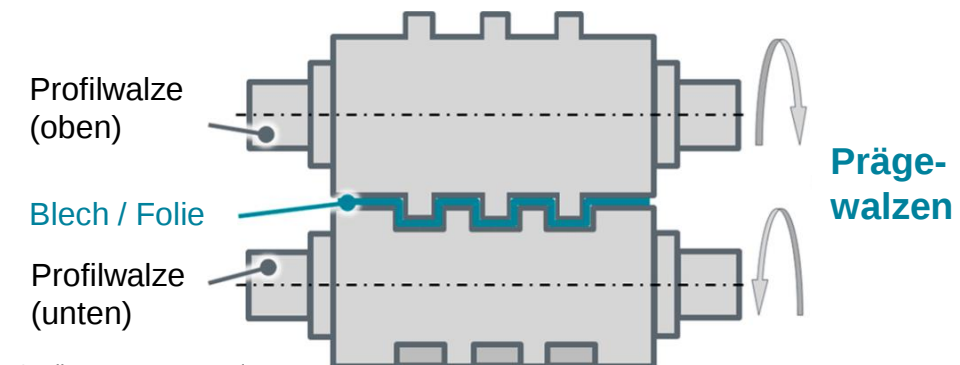
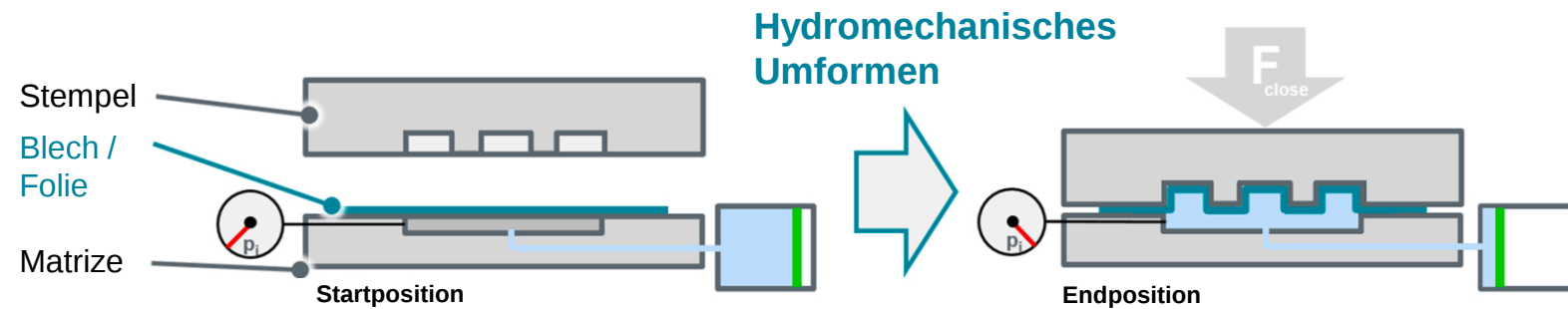
Translatorisches Umformverfahren (klassischer Pressvorgang)

- + Relative hohe Formgenauigkeit
- + Ausbringung relativ hoch
- Vollflächiger Eingriff der Werkzeuge
→ hohe Presskräfte

Hydromechanisches Umformen

Translatorisches Umformverfahren

- + Hohe Formgenauigkeit
→ wenig Rückfederung
- Geringe Ausbringung
- Aufwendige Anlagentechnik



Prägewalzen

Rotierendes Umformen mittels Walzen

- + Linienförmiger Werkzeugeingriff
→ niedrige Presskräfte
- + Hohe Ausbringung, da kontinuierliche Fertigung
- Starke Rückfederung

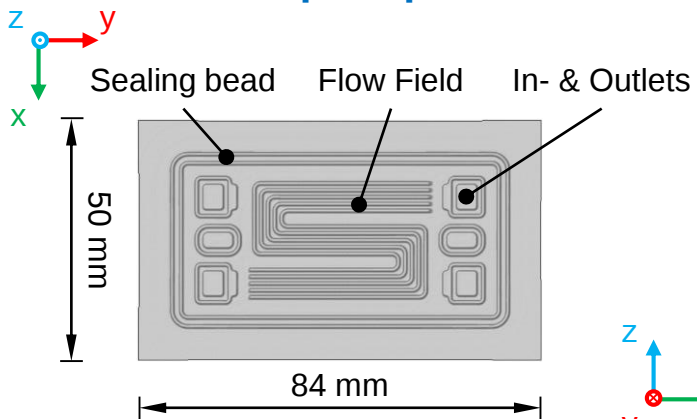
Quelle: Porstmann et. al.

Umformtechnische Herstellungsverfahren

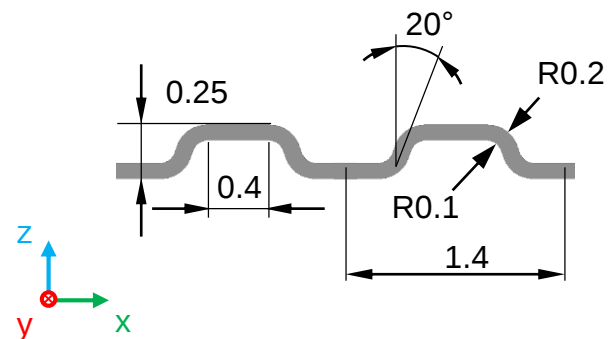
Versuchswerkzeug



Geometrie Bipolarplatte

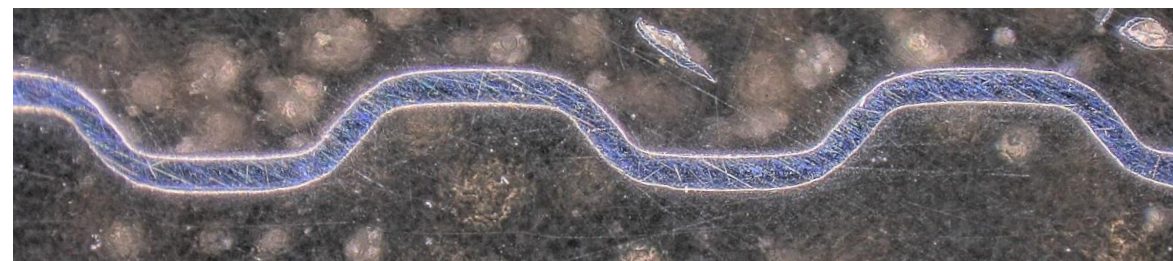


Dimension des Flow-Fields

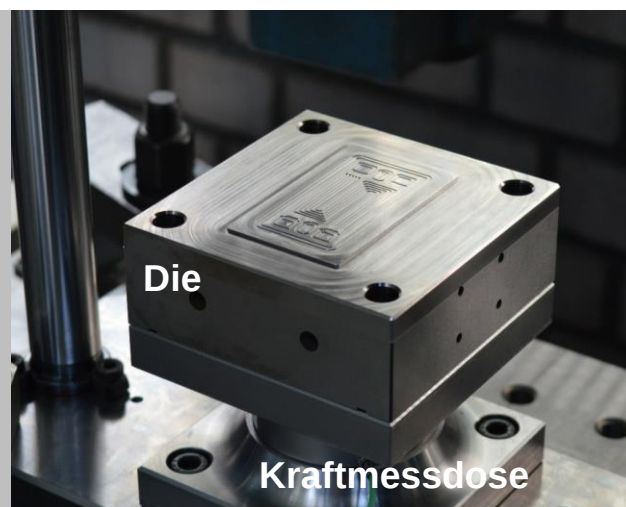
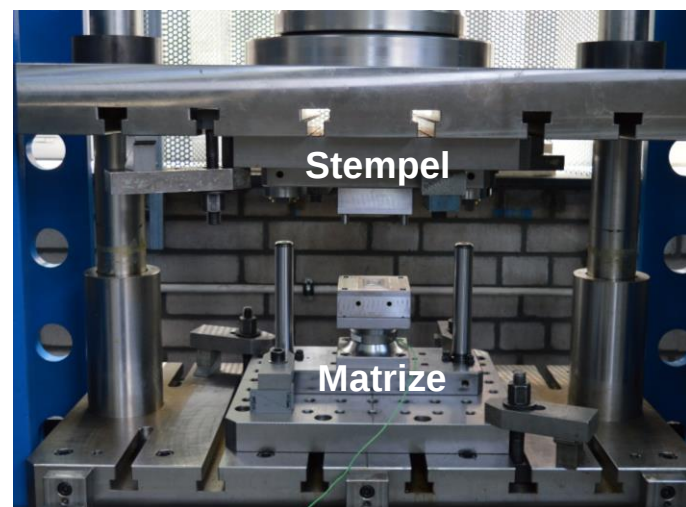


Schnitt der gefertigten BPP

Edelstahl, 1.4404, 100 μm



Versuchsaufbau + Werkzeug

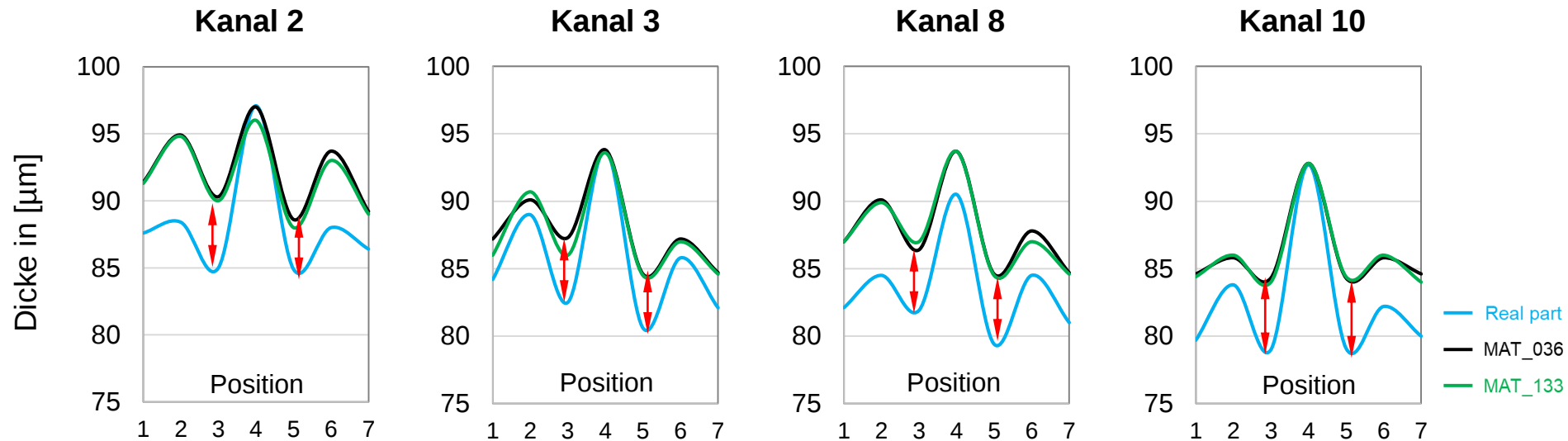
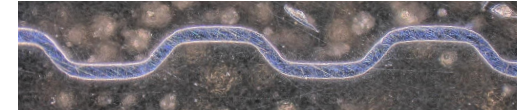


Gefertigte BPP

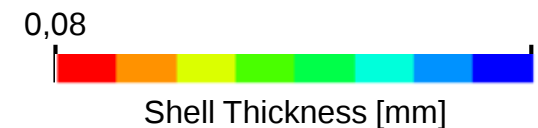
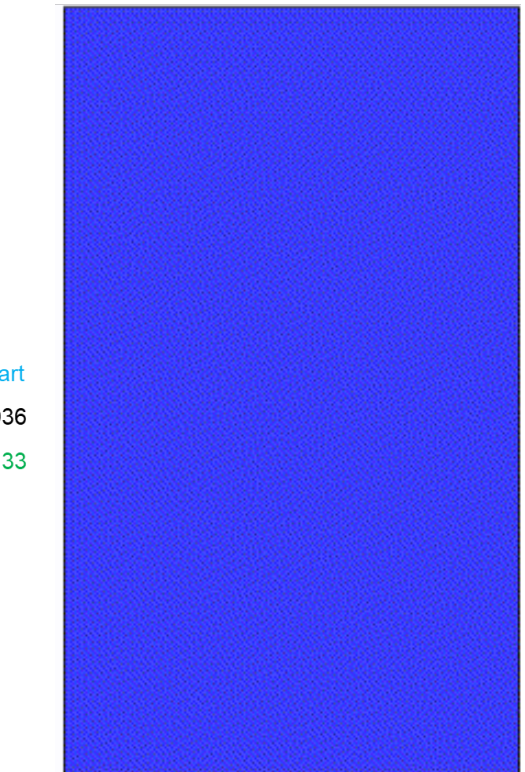
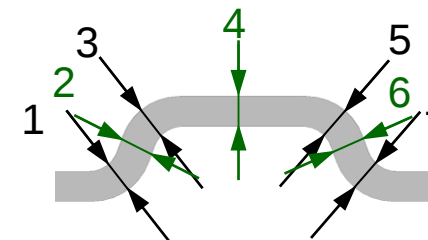


Umformtechnische Herstellungsverfahren

Numerische Ausdünnungsanalyse

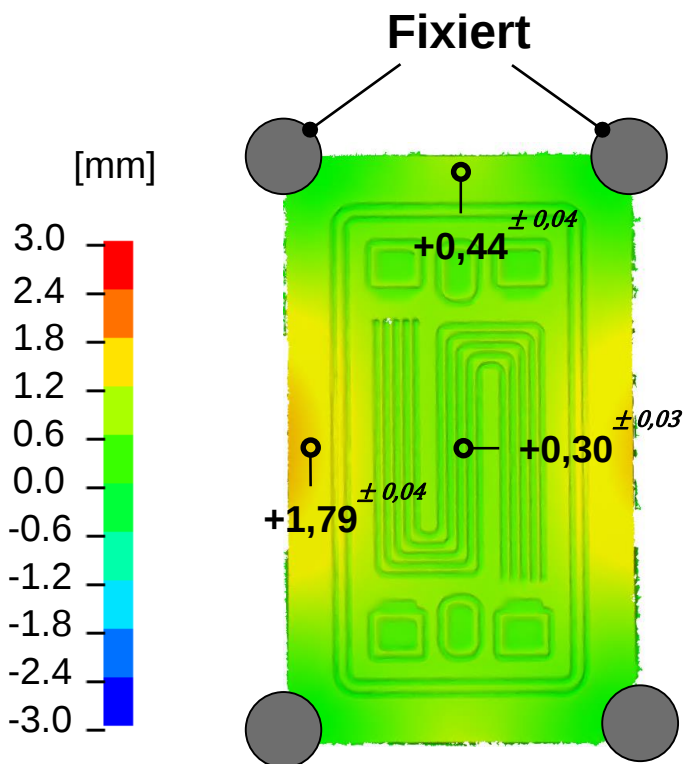


- Ausdünnung kann qualitativ dargestellt werden: Charakteristische Verteilung der Materialdicke ✓
- Absolute Verteilung der Materialdicke kann nur bedingt vorhergesagt werden ✓
- Abweichungen insbesondere im Bereich der Radien



Umformtechnische Herstellungsverfahren

Analyse der Rückfederung (fixed nodesets)

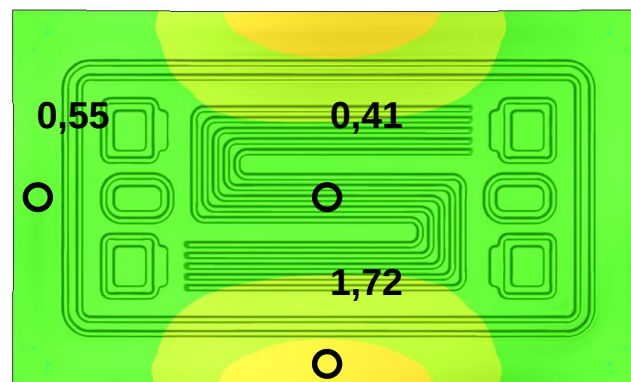


Realbauteil

gom ATOS
a ZEISS company

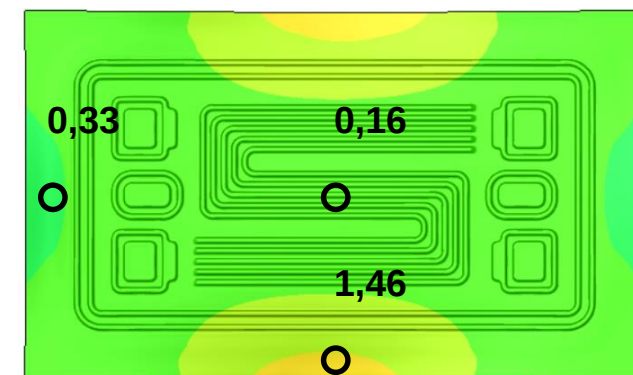
Sim. MAT_036

Barlat '89

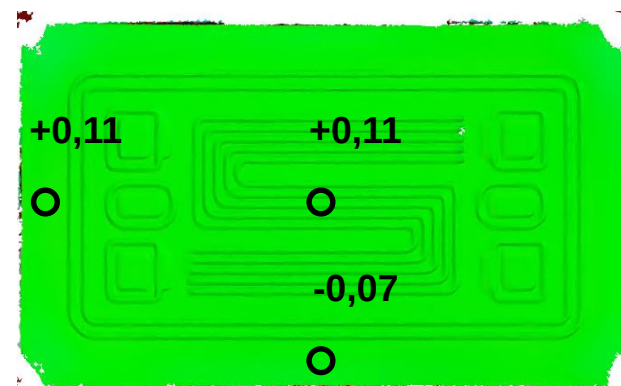


Sim. MAT_133

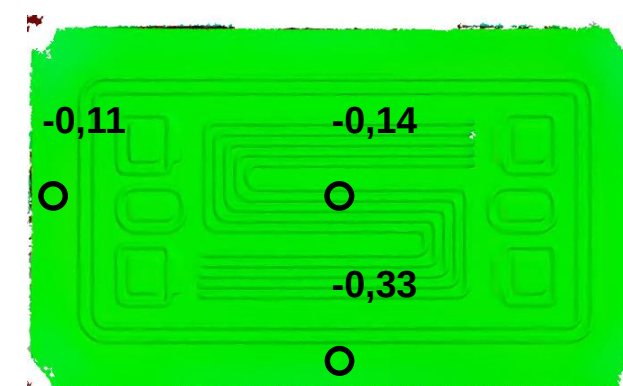
Barlat YLD 2000



Differenz zum Realbauteil



Differenz zum Realbauteil



Vielen Dank!

The IFU logo is displayed in a bold, blue, sans-serif font. The letters 'I' and 'F' are connected, and the 'U' is separate. The background of the slide features a faint, grey wireframe mesh of a human head and neck, rendered in a 3D perspective.

Patrick Cyron, M.Sc.
Institut für Umformtechnik
Universität Stuttgart
Tel. +49 (0) 711 685-83824
patrick.cyron@ifu.uni-stuttgart.de

