
Prozessketten zur Herstellung gradiert hochgradig plastisch umgeformter Bauteile

M. Bergmann, R. Selbmann, A. Sterzing



SFB 692 – H A L S



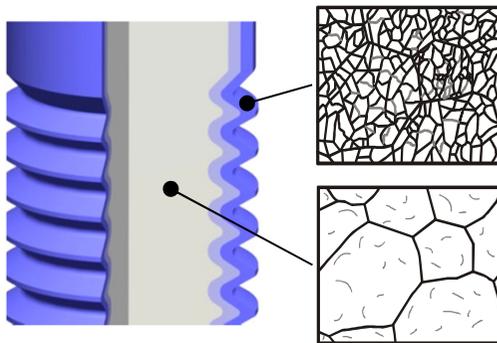
Agenda

- Herstellung von Halbzeugen mit gradierten Werkstoffeigenschaften
- Konzepte zur Fertigung eines Demonstratorbauteils
- Numerische Prozesssimulation
- Versuchswerkzeug und erste Ergebnisse
- Zusammenfassung



Kombination von ultrafeinkörnigen und normalkörnigen Bereichen durch lokale Hochverformung

■ Bauteileigenschaften



UFK - Deckschicht

- hohe Festigkeit
- verbesserter Korrosionswiderstand
- Rissinitiierung verzögert
- gute Beschichtbarkeit

Anforderungen

- niedrige Bauteilmasse
- hohe statische und dynamische Festigkeit
- Beschichtbarkeit
- Korrosionswiderstand

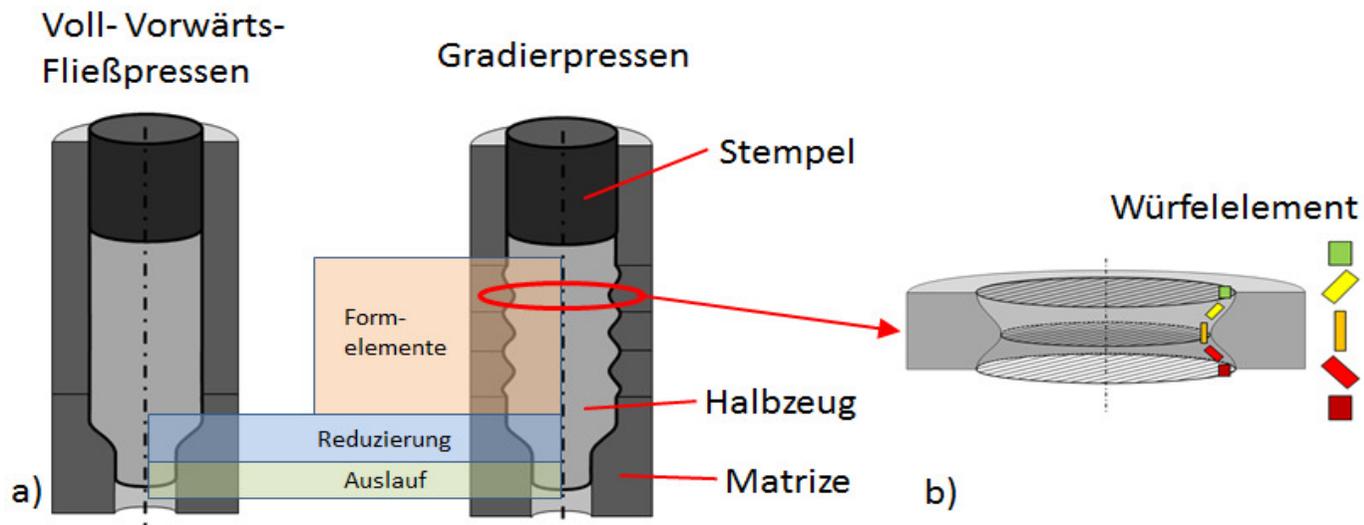
GK - Kern

- hohe Duktilität und Zähigkeit
- Widerstand gegen Rissausbreitung

Herstellung von Halbzeugen mit gradierten Werkstoffeigenschaften

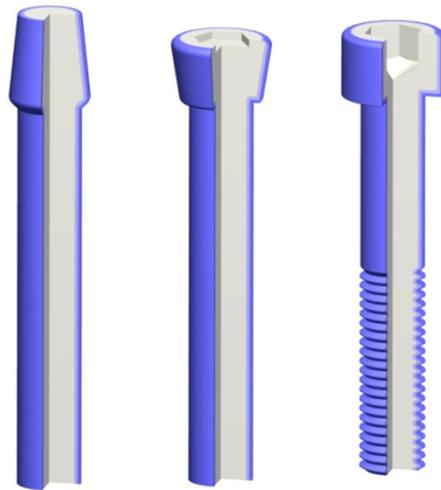
Herstellung von Bauteilen mit gradiertem Gefüge

- Voraussetzungen hochgradig plastische Umformung:
 - Hohe Umformgrade
 - Hydrostatische Druckspannungen
 - Verformungsrichtungswechsel
 - Temperaturen < Rekristallisierungstemp.
- Herstellungsprinzip Gradierungspressen



Basisprozesskette

■ Demonstrator: Aluminiumschraube

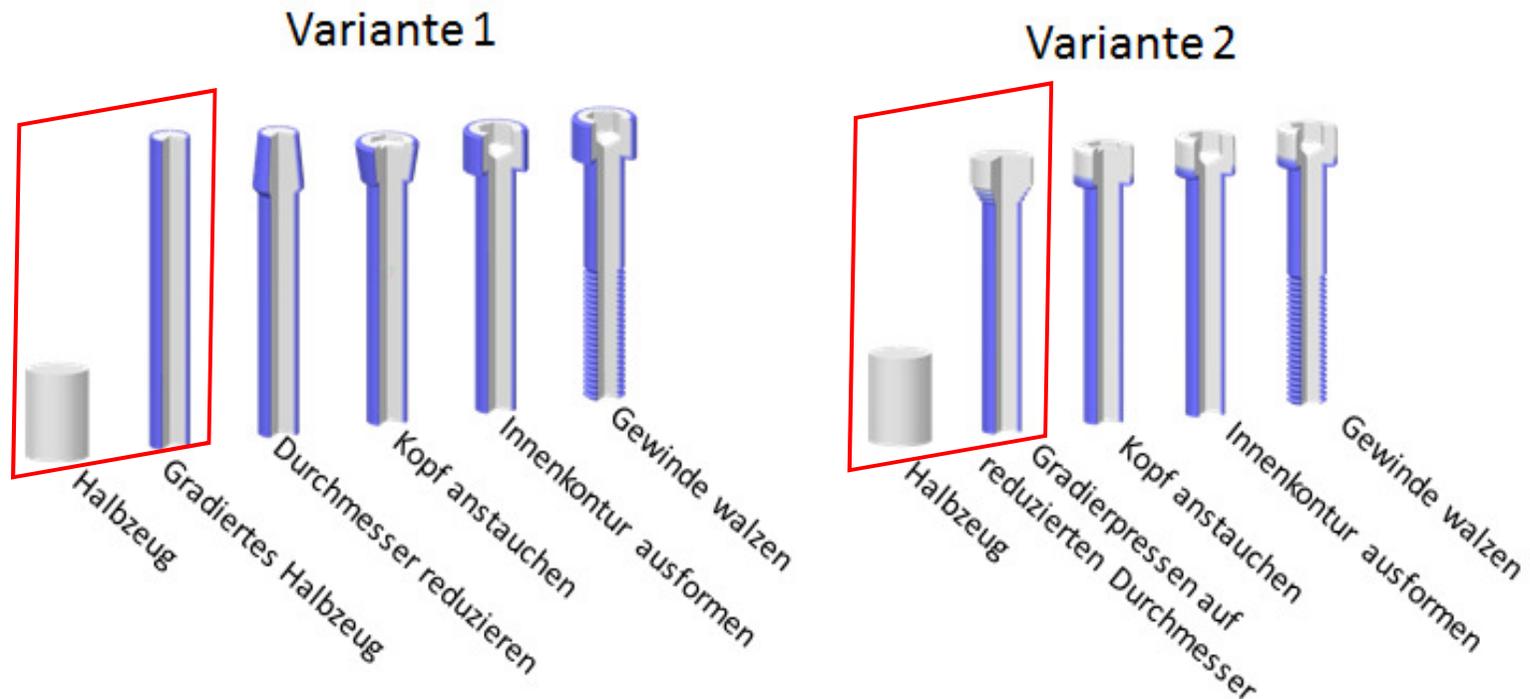


- Kombination von ultrafeinkörnigen und normalkörnigen Bereichen durch lokale Hochverformung
- beanspruchungsgerechte Werkstoffmodifikation mit zugeschnittenem Eigenschaftsprofil

UFK - Ultrafeinkörniges Gefüge

GK - Grobkörniges Gefüge

Herstellungsmöglichkeiten, Prozesskettenvarianten

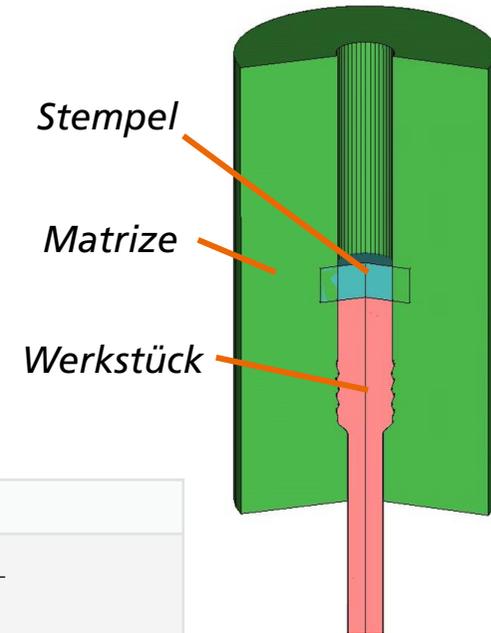


- Herstellung eines Halbzeuges mit gradierten Werkstoffeigenschaften
- Weiterverarbeitung nach Basisprozesskette

- Integration der Gradiertstufe in die erste Stufe der Basisprozesskette

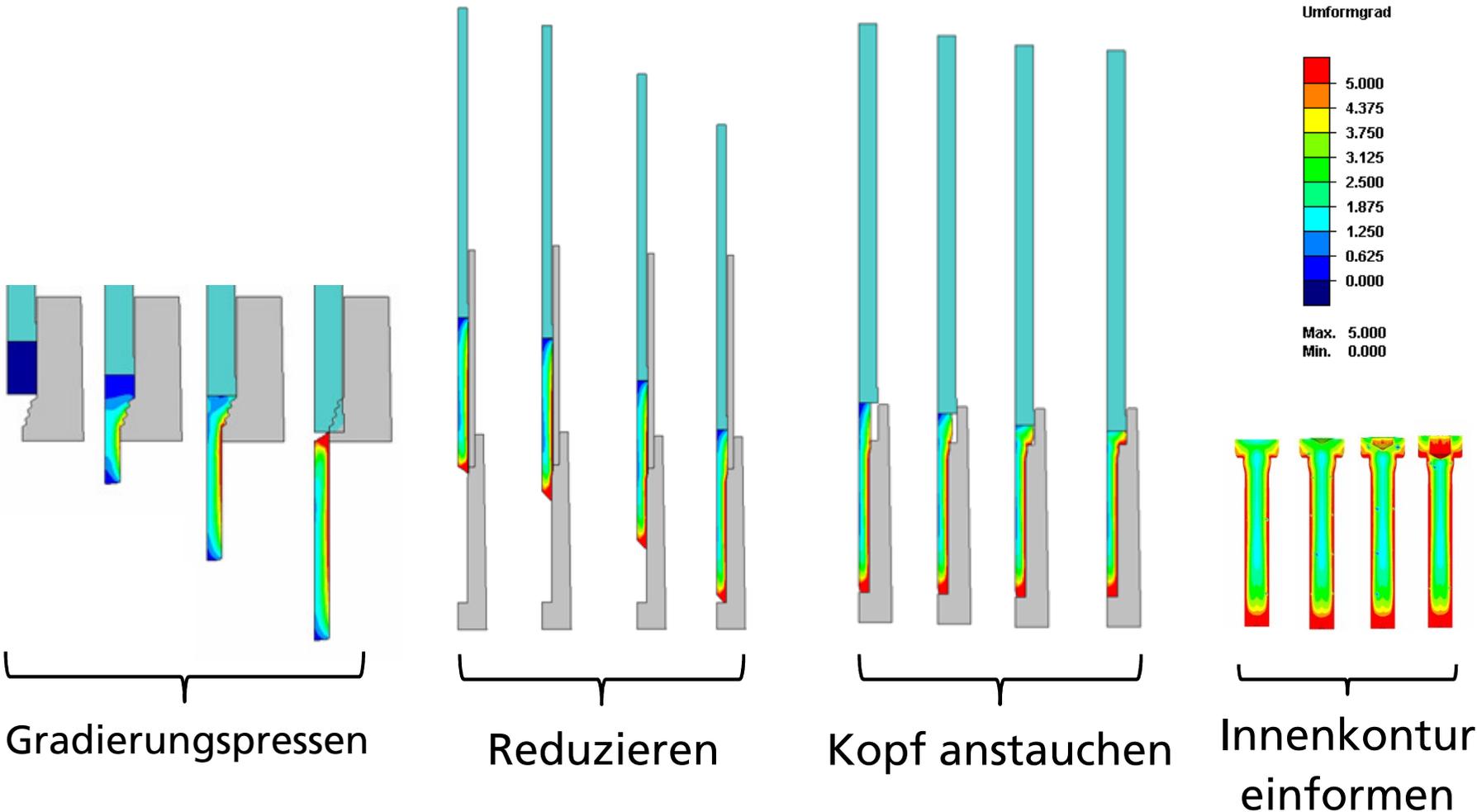
Simulationssetup

- Nutzung Simufact Forming 11.0
- Werkzeuge ideal starr
- 2D Modellierung, Nutzung Rotationssymmetrie
- 3D Modellierung beim Einformen Innenkontur

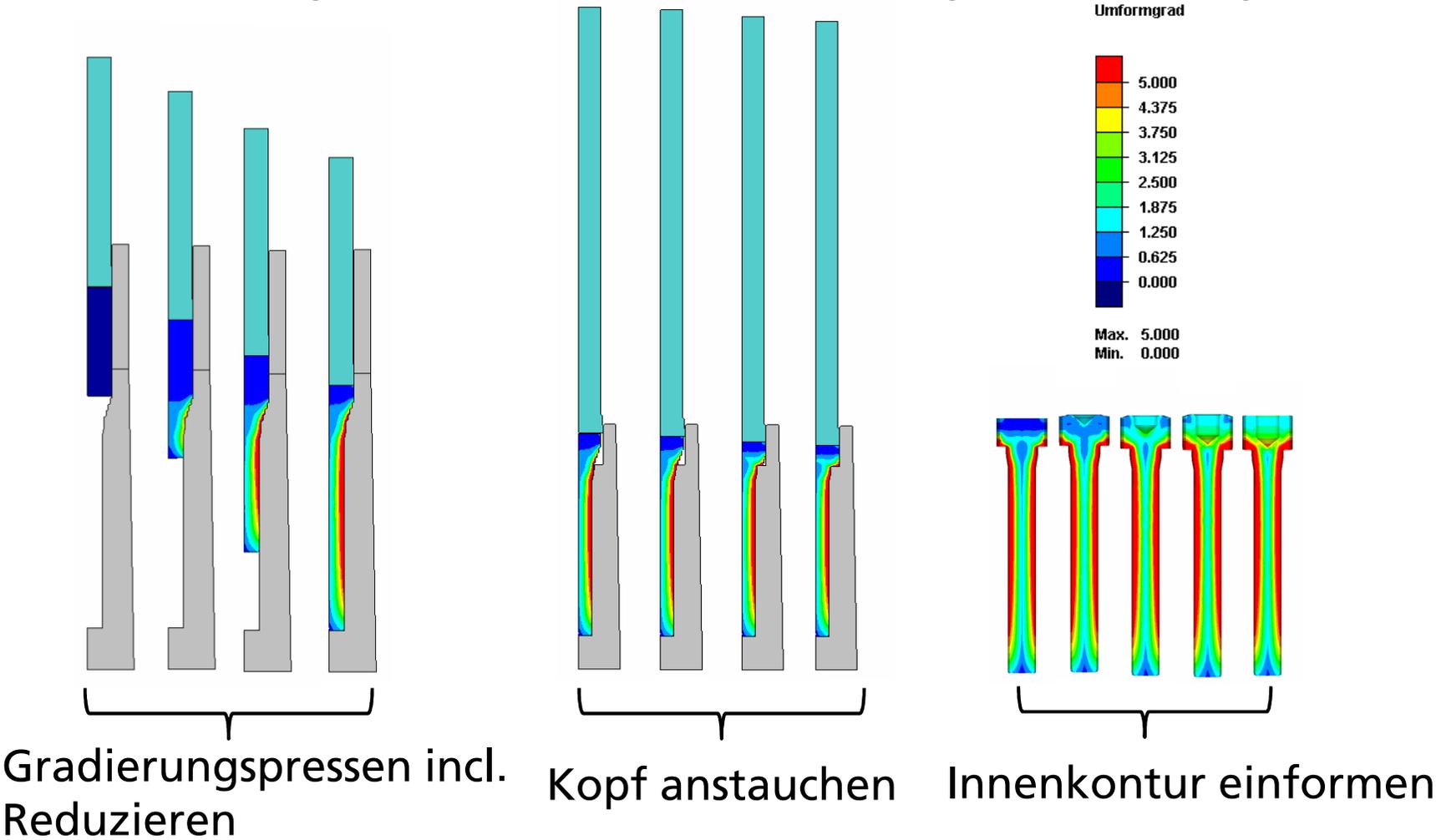


	Ansatz	Parameter
Werkstofffließverhalten	$k_f = K \cdot \varphi^n$	$K = 400 \frac{N}{mm^2}$ $n = 0,094$ $R_e = 240 \frac{N}{mm^2}$
Reibung	kombiniertes Reibmodell	$\mu = 0,08$ $m = 0,2$
Elemente	Quad-mesh	Kantenlänge 0,3 mm

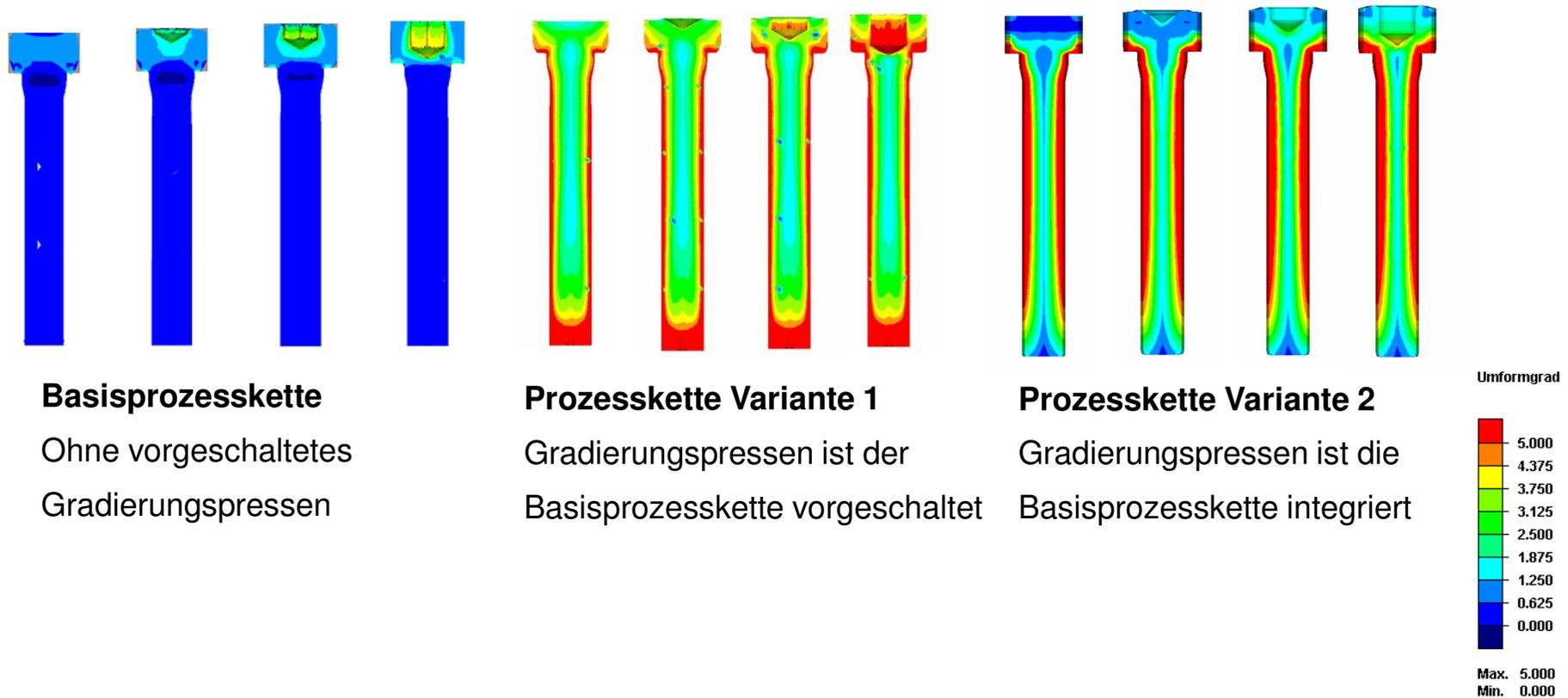
Simulationsergebnisse Variante 1, Gradierungspressen vorgeschaltet



Simulationsergebnisse Variante 2, Gradierungspressen integriert



Vergleich Simulationsergebnisse

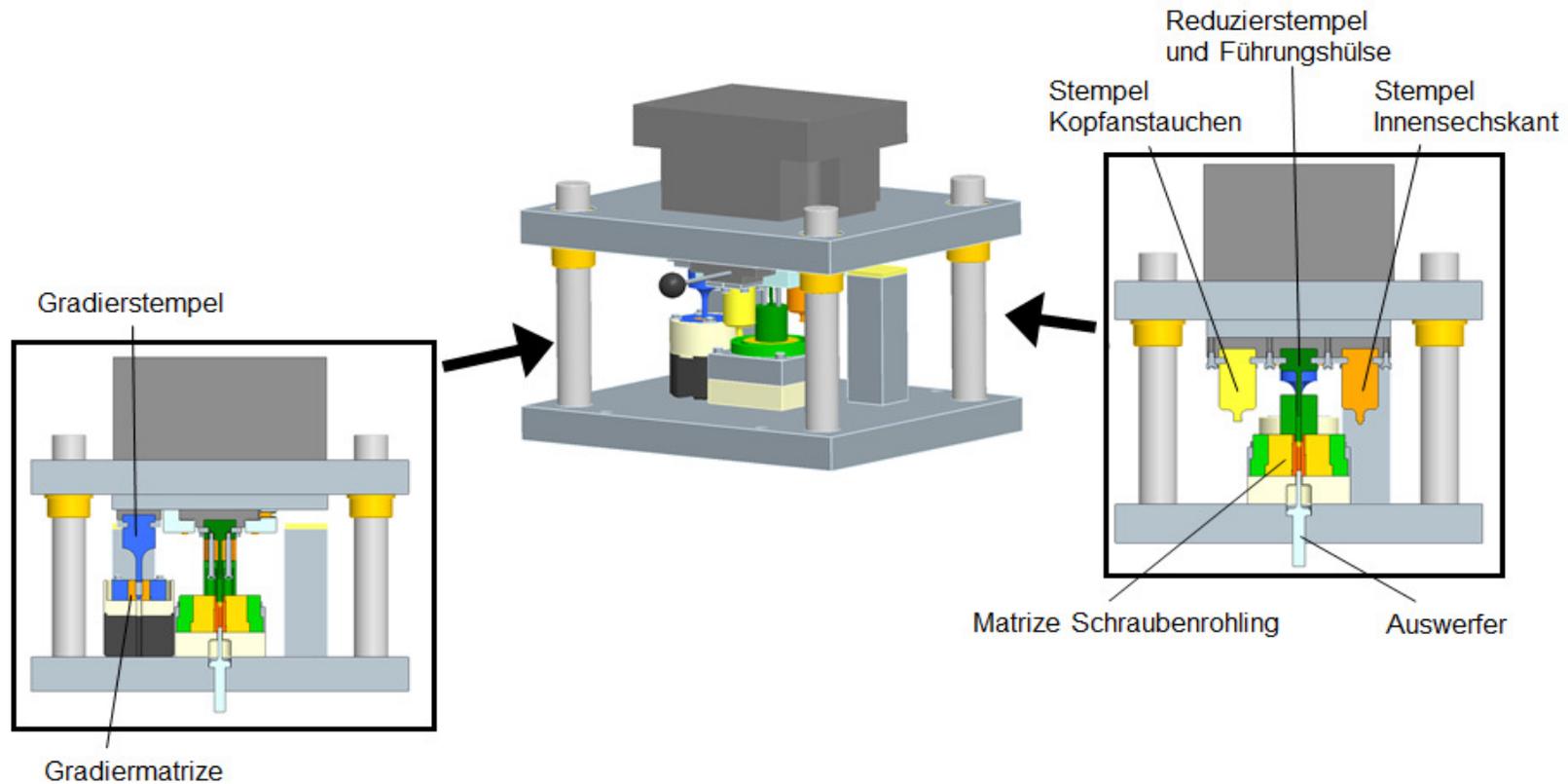


Basisprozesskette
Ohne vorgeschaltetes
Gradierungspressen

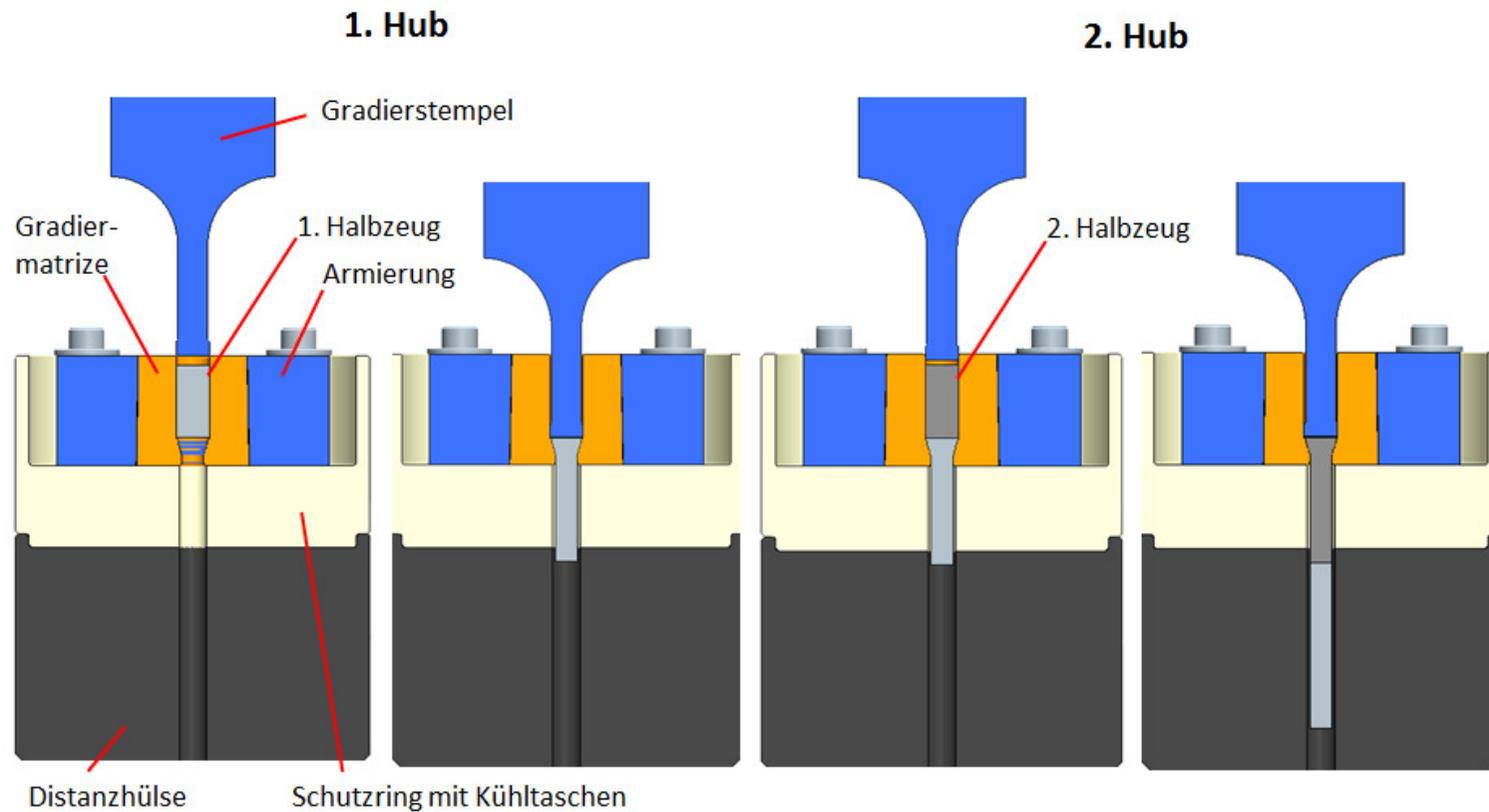
Prozesskette Variante 1
Gradierungspressen ist der
Basisprozesskette vorgeschaltet

Prozesskette Variante 2
Gradierungspressen ist die
Basisprozesskette integriert

Versuchswerkzeug

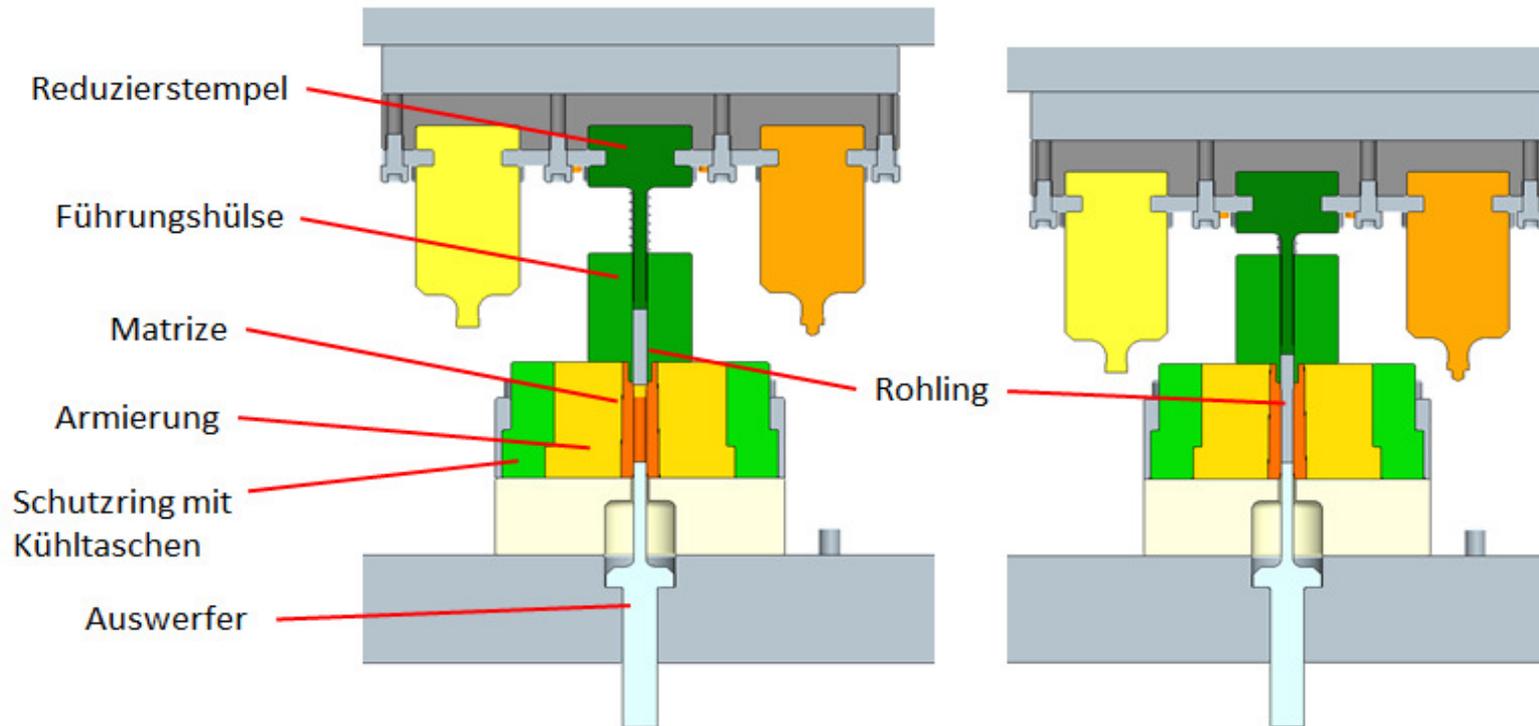


Versuchswerkzeug, Gradierstufe



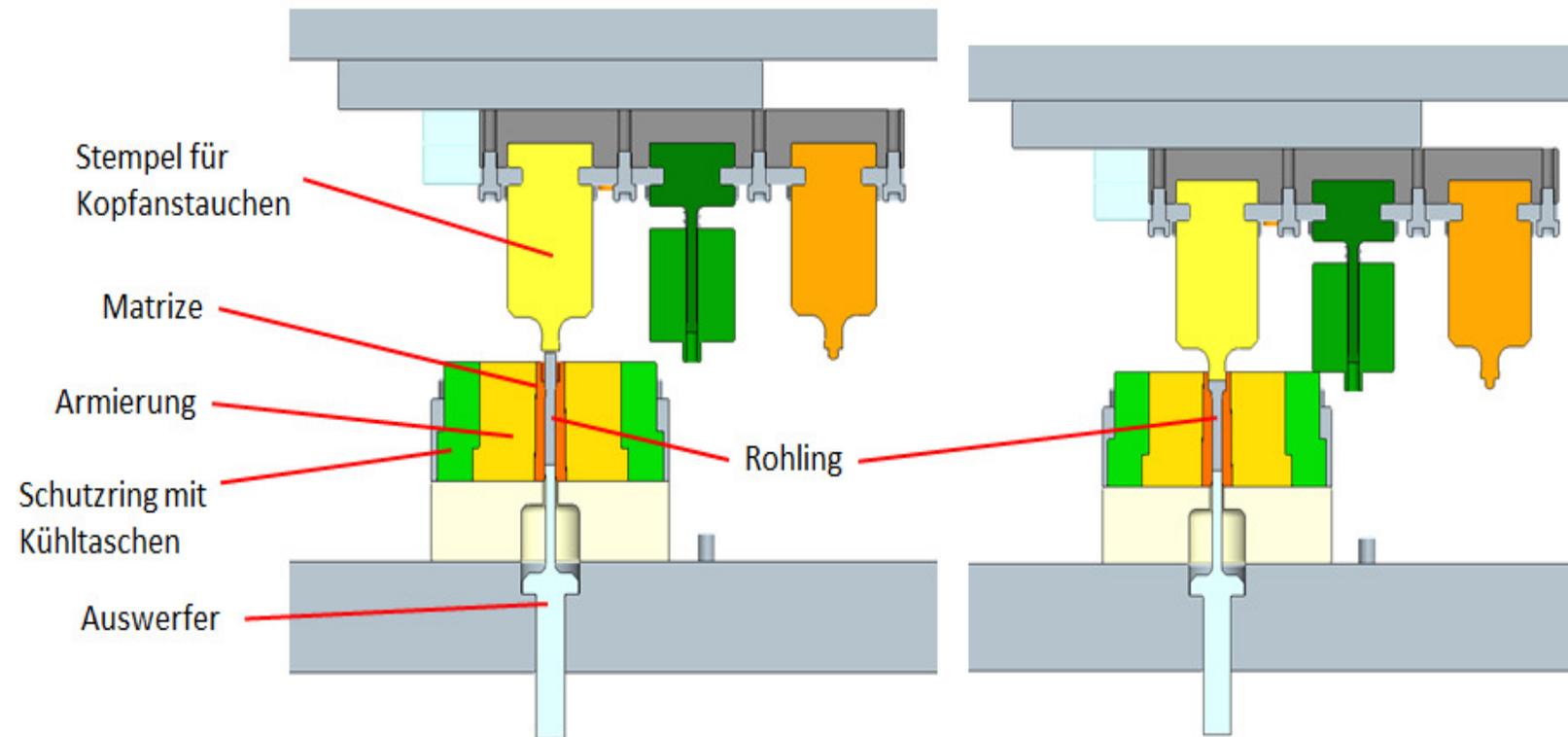
Versuchswerkzeug und erste Ergebnisse

Versuchswerkzeug, Schraubenrohling, Reduzieren



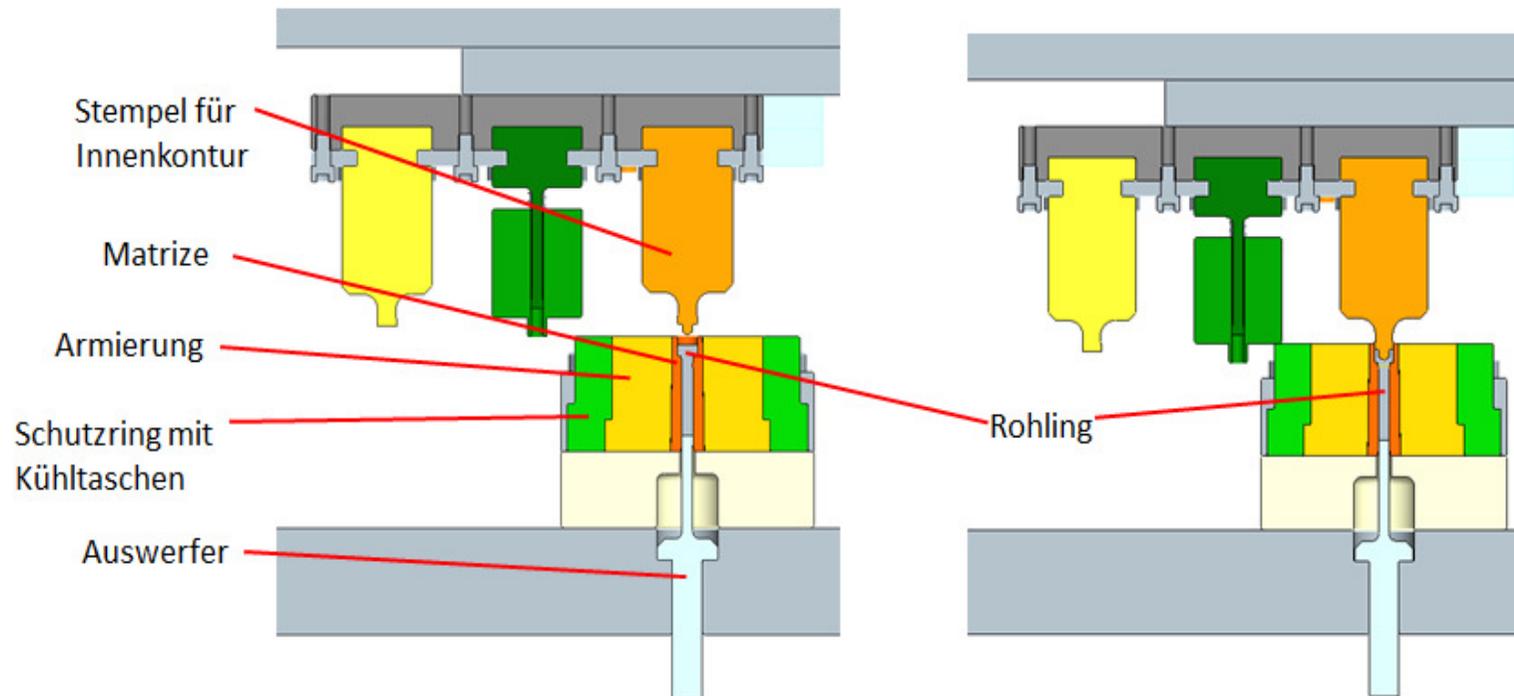
Versuchswerkzeug und erste Ergebnisse

Versuchswerkzeug, Schraubenrohling, Kopf anstauchen



Versuchswerkzeug und erste Ergebnisse

Versuchswerkzeug, Schraubenrohling, Innenkontur einformen



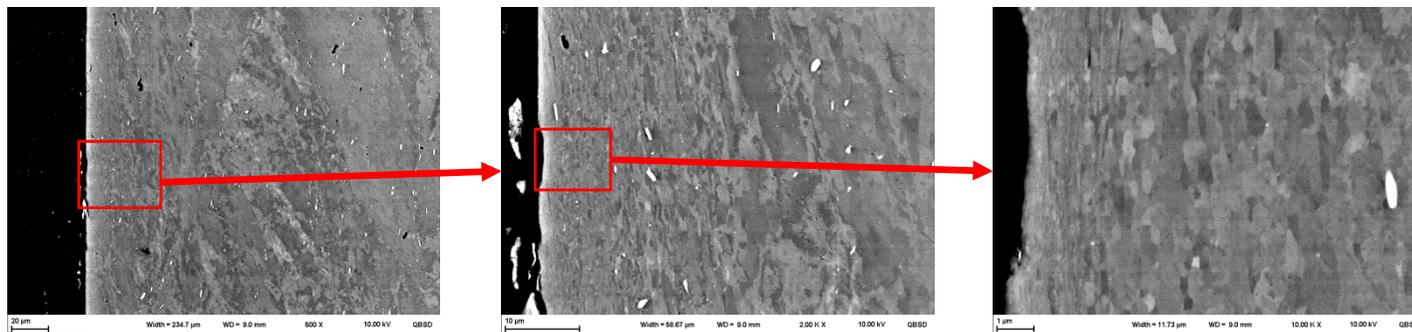
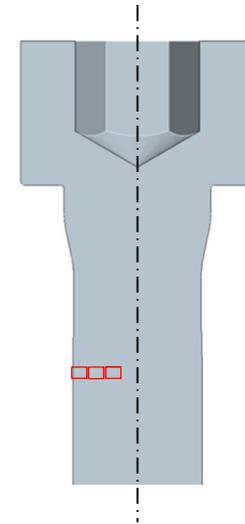
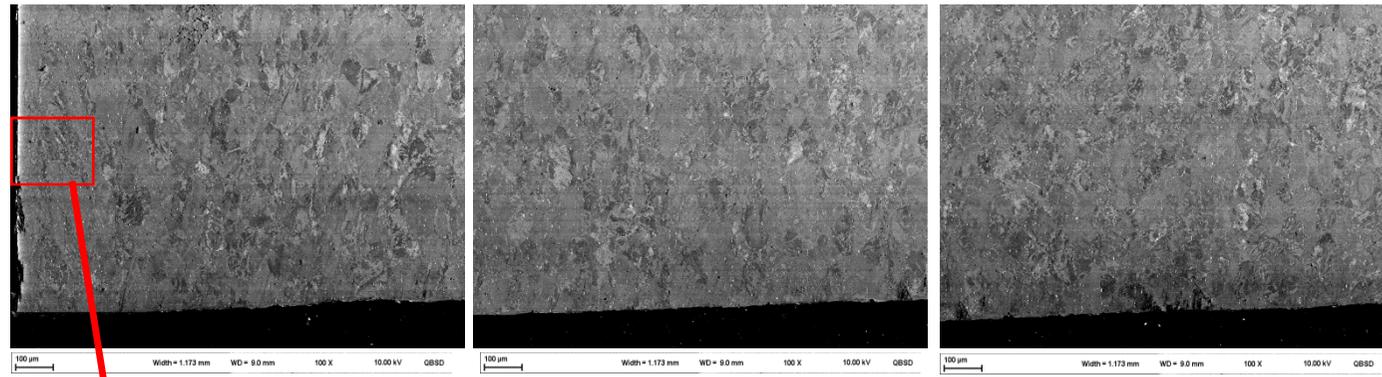
Erste Versuchsergebnisse

- Herstellung von Referenzbauteilen
- Aluminiumknetlegierung EN-AW-6060
- Charakterisierung der Mikrostruktur



Versuchswerkzeug und erste Ergebnisse

Erste Versuchsergebnisse



Charakterisierung der Mikrostruktur wurde am IWW der TU – Chemnitz durchgeführt

Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung

- Zwei Prozesskettenvarianten zur Herstellung von Demonstratorbauteilen mit gradierter Werkstoffeigenschaften wurden entwickelt
- Integration der Severe Plastic Deformation in Prozesskette durch hinterschnittfreie Matrizen
- Numerische Prozesssimulation wurde zur Verfahrensdurchdringung angewendet
- Flexibles Werkzeugsetup ermöglicht experimentelle Arbeiten zu unterschiedlichen Prozesskettenvarianten

Ausblick

- Praktische Umsetzung der gesamten Prozessketten beider Varianten
- Charakterisierung der Mikrostruktur der einzelnen Prozessstufen, gemeinsam mit IWW
- Untersuchung der Wechselwirkung von Umformung und Kornfeinung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr.-Ing. Markus Bergmann,

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU,
Abteilung Warmmassivumformung

Telefon +49 371 5397-1302

markus.bergmann@iwu.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. (FH) René Selbmann,

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU,
Abteilung Warmmassivumformung

Telefon +49 371 5397-1336

rene.selbmann@iwu.fraunhofer.de

**Die Autoren bedanken sich bei der Deutschen
Forschungsgemeinschaft für die Förderung der vorgestellten
Arbeiten im Rahmen des SFB 692.**

DFG

