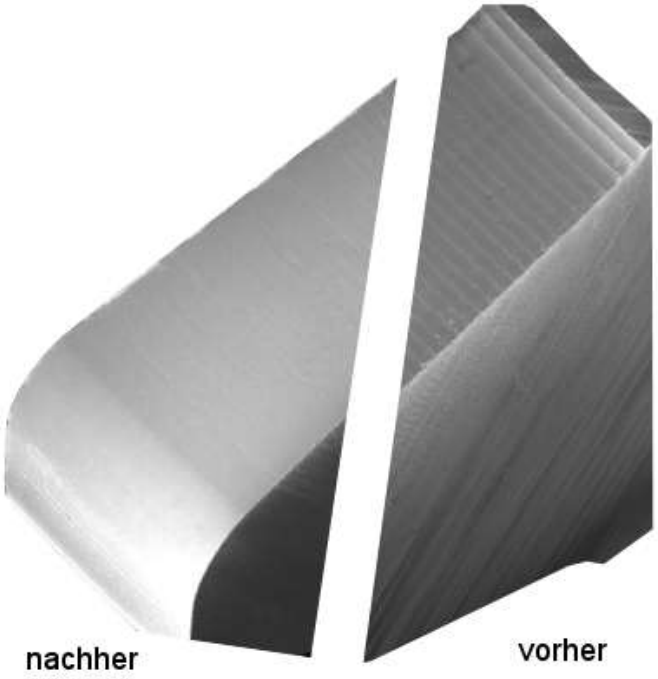
FEINWALZEN ALS FERTIGBEARBEITUNGSVERFAHREN

Dipl.-Ing. Erik Forke

Forum Suppliers Convention

Hannover, 09.04.2013



© Fraunhofer IWU

Fraunhofer IWU

FEINWALZEN ALS FERTIGBEARBEITUNGSVERFAHREN

- Potenzial des Feinwalzens
- Beschreibung des Verfahrens
- Geometrische Verhältnisse
- Walzversuche
- Zusammenfassung und Ausblick

© Fraunhofer IWU

Potenzial des Feinwalzens

Anspruch an hohe Oberflächenqualität

Allgemein hohe Anforderungen bei Bauteilen mit:

- tribologischer Beanspruchung
- Dichtfunktion

Extrusionstechnik – hohe Anforderungen an:

- Verschleißschutz, speziell bei Kunststoffaufbereitung
- Reinheit
  - Produktwechsel in Kunststoffaufbereitung
  - Pharma- und Lebensmittelindustrie

Förder- und Knetelemente, Abrasion
Quelle: Fa. Burgsmüller

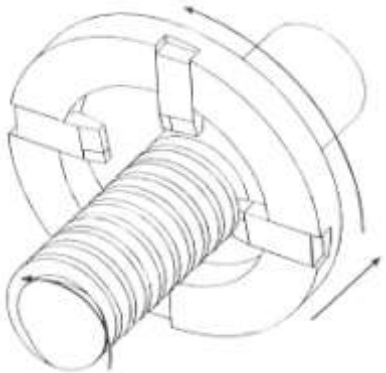
Hohe Oberflächenhärte sowie –qualität von Schnecke und Zylinder wirken:

- verschleißreduzierend gegen korrosive Abrasion
- positiv auf Selbstreinigungsverhalten

© Fraunhofer IWU

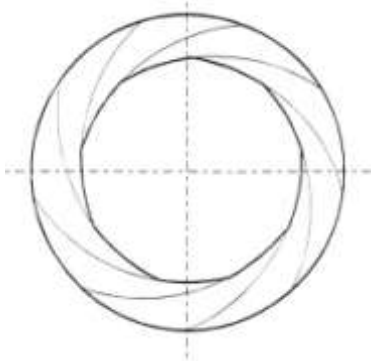
Potenzial des Feinwalzens

Alternatives Feinbearbeitungsverfahren



Spanende Bauteilherstellung:

- z.B. Wirbelverfahren, Wälzfräsen
- bedingt durch Prozesskinematik:
  - Formabweichungen
  - Beeinflussung der Oberflächentopographie



Außenwirbeln, Schnitthöcker
Quelle: Wesling, V.: Untersuchungen zur Gewindezerspanung mit dem Wirbelverfahren

Zeitintensive spanende Feinbearbeitung durch:

- Bandschleifen (Extruderschnecken)
- Schaben (Verzahnungen)

Alternative - Feinwalzen:

- kurze Bearbeitungsdauer
- Nutzen positiver Eigenschaften der Kaltumformung

© Fraunhofer IWU

Beschreibung des Verfahrens

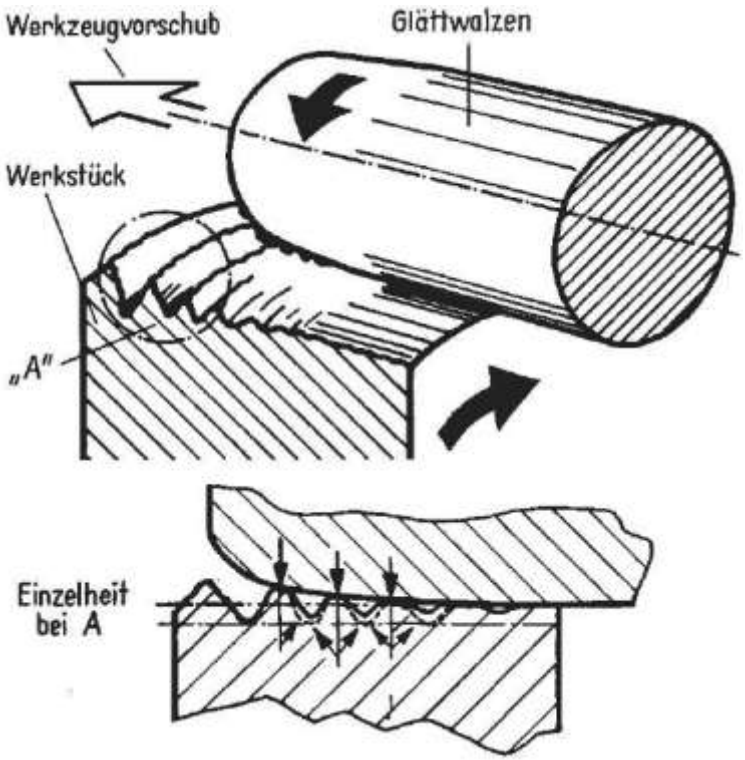
Grundlagen des Feinwalzens

- Kaltumformung, Weich-Feinbearbeitung
- Abrollen von Glättwalzen auf dem Werkstück

Gleichzeitige Änderung der Werkstückeigenschaften:

- Oberflächengüte (Glattwalzen)
  - Profiltiefen Rt innerhalb 1,0 µm
  - Erhöhung des Materialanteils
- Dauerfestigkeit (Festwalzen)
  - Kaltverfestigung
  - Härtezunahme
- Maßhaltigkeit (Maßwalzen)

→ zusammengefasst: **Feinwalzen**



Verfahrensprinzip des Glattwalzens (Durchlaufverfahren)
Quelle: VDI 2032

© Fraunhofer IWU

Beschreibung des Verfahrens

Bauteilgeometrie und Werkzeuge

Standardwerkzeug für Bohrung
Quelle: Sartorius

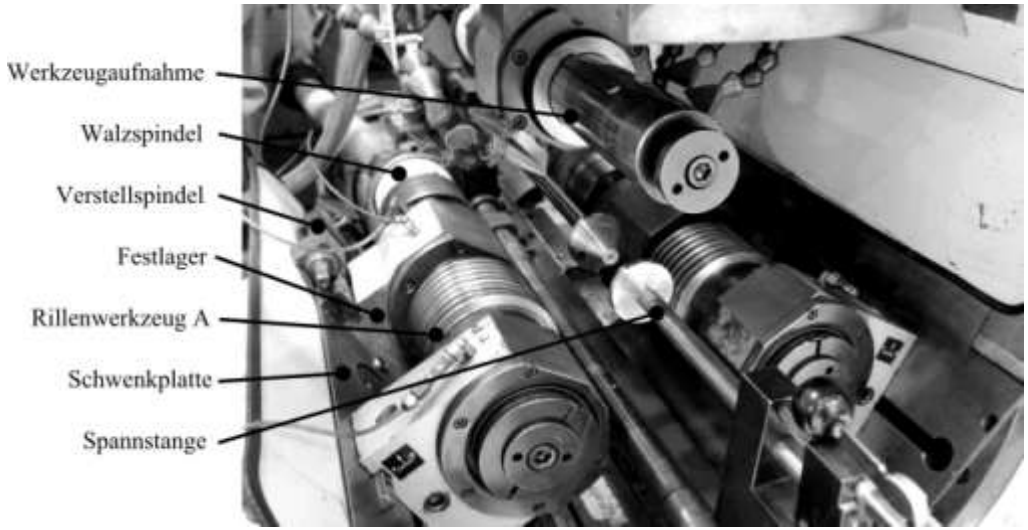
Bearbeitung auf:

- Drehmaschinen und Bearbeitungszentren
  - Zylinder-, Kegel-, Planflächen, Übergangsradien
  - Standardwerkzeuge für universellen Einsatz
  - Sonderwerkzeuge für anspruchsvolle Geometrien

  → komplexe Maschinenkinematik

- **Profilquerwalzmaschinen**
  - Bauteile mit Steigungsprofil
  - rotationssymmetrische Formteile

  → hoher Formspeichergrad der Walzwerkzeuge

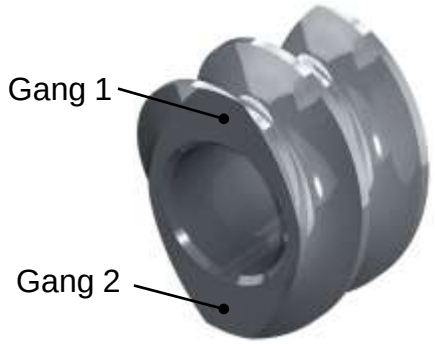


Arbeitsraum der Dreiwalzenmaschine

© Fraunhofer IWU

Geometrische Verhältnisse

Steigungsprofil Förderelement



Fertigteilgeometrie

Vorformgeometrie

Aufmaß an Vorformgeometrie:

- = am Werkstück verdrängtes Volumen
- idealerweise räumlich realisieren
- freies Volumen bereitstellen
- Betrag werkstoffabhängig

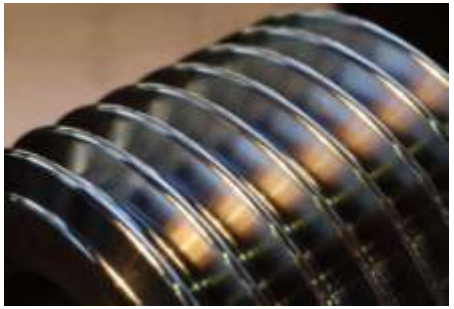
Walzwerkzeuggeometrie

© Fraunhofer IWU

Geometrische Verhältnisse

Versuchswerkstück mit Rillenprofil

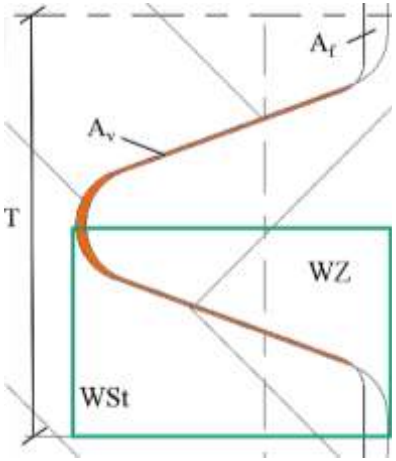
- Walzversuche an rotationssymmetrischen Werkstücken
- Abwälzen von Kreisen → Berührung in Achsschnittebene
- steigungsloses Profil → variable Eindringtiefe möglich



Rillenwerkzeug, nachgeschliffen

Aufmaß und Vorformgeometrie:

- radiales Aufmaß durch Eindringweg der Walzwerkzeuge realisiert
- freies Volumen im Außenbereich des Werkstückes
- Berechnung der Profilhöhe der Vorform
  - Betrachtung im Achsschnitt
  - $A_v \leq A_f$



Achsschnittberührung

© Fraunhofer IWU

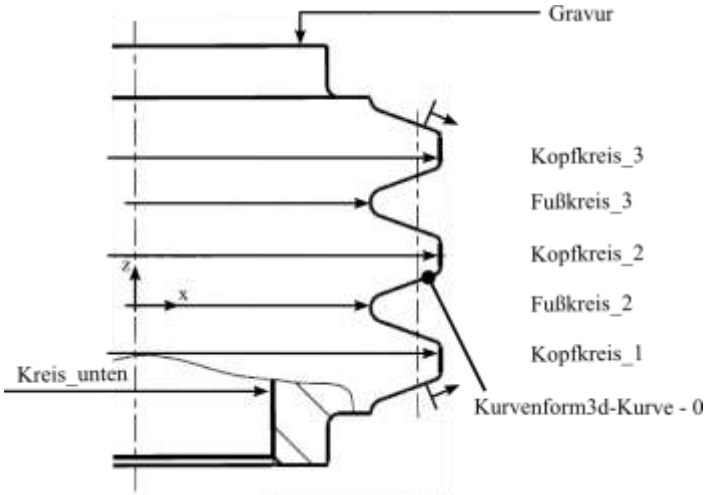
Walzversuche

Vorformgeometrie

- spanende Fertigung: Drehen
- Werkstoff 1.8519 (31CrMoV9)
- Außendurchmesser d_A = 73 mm

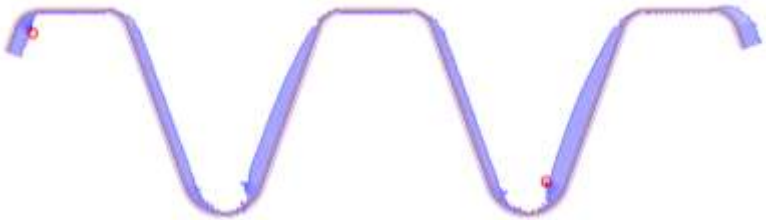
Werkstück

- Definition der Messstellen:



Gemessene Drehteileigenschaften:

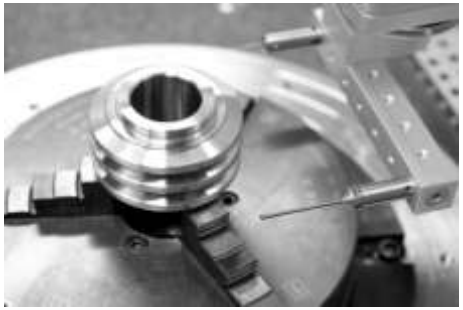
- Rundlaufabweichungen < 0,01 mm
- große Linienformabweichungen zwischen 0,1 und 0,2 mm



Linienformabweichung der Drehteile, Überhöhung 50

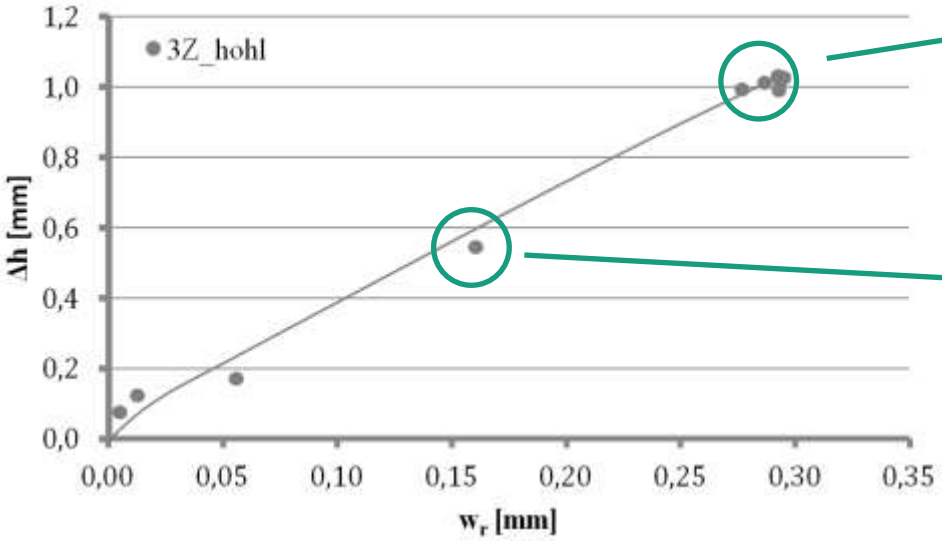
© Fraunhofer IWU

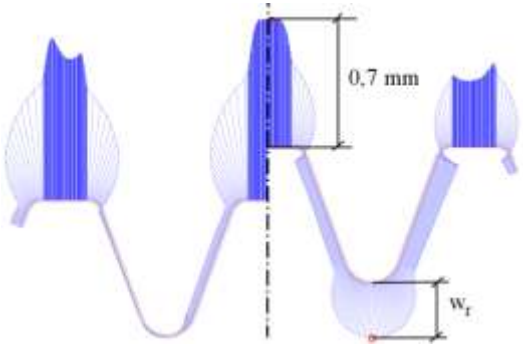
Walzversuche



Makrogeometrische Werkstückeigenschaften

- Zahnhöhenänderung Δh als Größe für radialen Werkstofffluss
- Rundlaufabweichungen der Fuß- sowie ausgeformten Kopfkreise < 0,01 mm
- Linienformabweichungen an Zahnflanken ~ 0,05 mm





ΔT ~ 0,04 mm

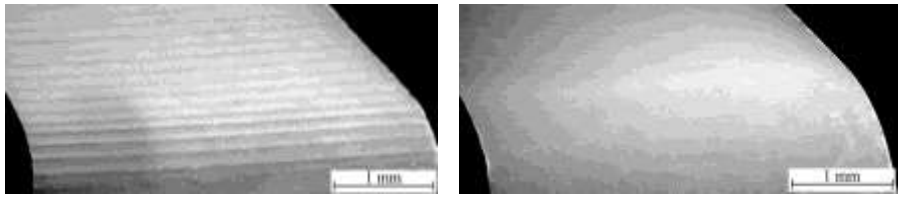
ΔT < 0,01 mm

Linienformabweichungen, Überhöhung 50

© Fraunhofer IWU

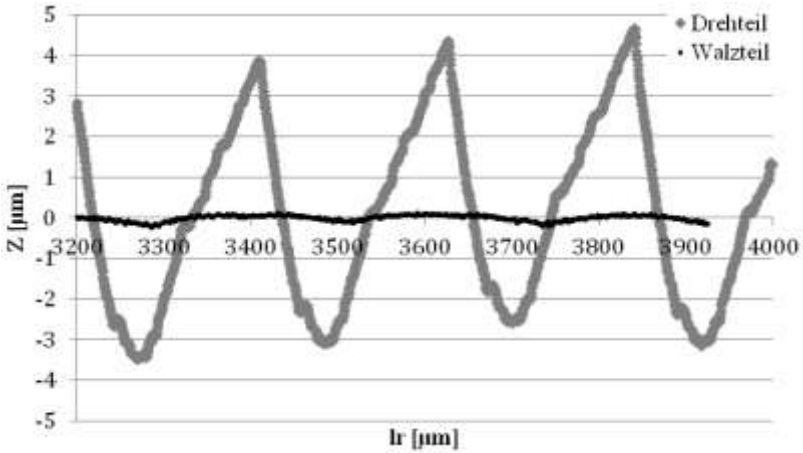
Walzversuche

Oberflächenbeschaffenheit

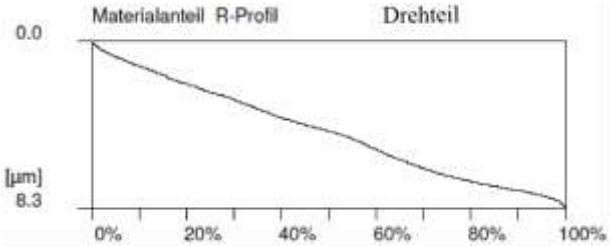


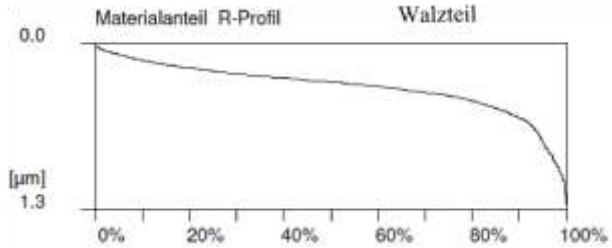
Kopfbereich gedreht und gewalzt

- Zustellung auf Werkstückkerndurchmesser d_K
  - Kernbereiche spiegelblank
  - Flanken geglättet, Drehrillen noch sichtbar
- Flankenbereiche erst mit Ausfüllen der Werkzeugkontur spiegelblank
- Materialanteil erhöht



Tastschnittprofilvergleich anhand aufgenommener Koordinaten





Oberflächenprofilkenngrößen (-Werte des Drehteiles-)

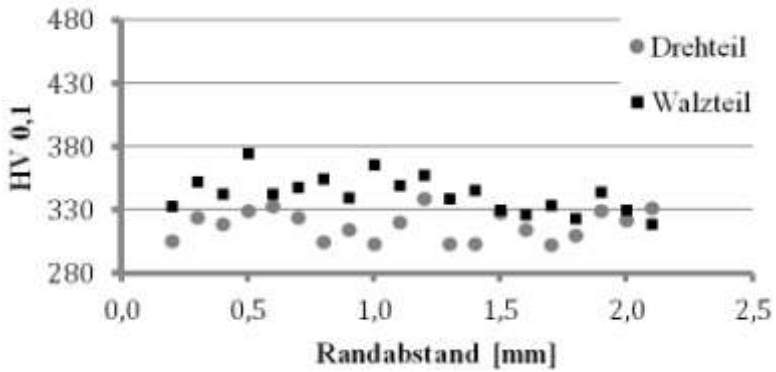
Messposition		w_r [mm]	Pt [µm]	Wt [µm]	Rz [µm]
3Z_hohl_w_11	oben	0,29	2,9 (9,5)	1,5 (1,1)	0,8 (8,0)
	unten		2,2 (13,0)	1,1 (6,4)	0,5 (4,4)

© Fraunhofer IWU

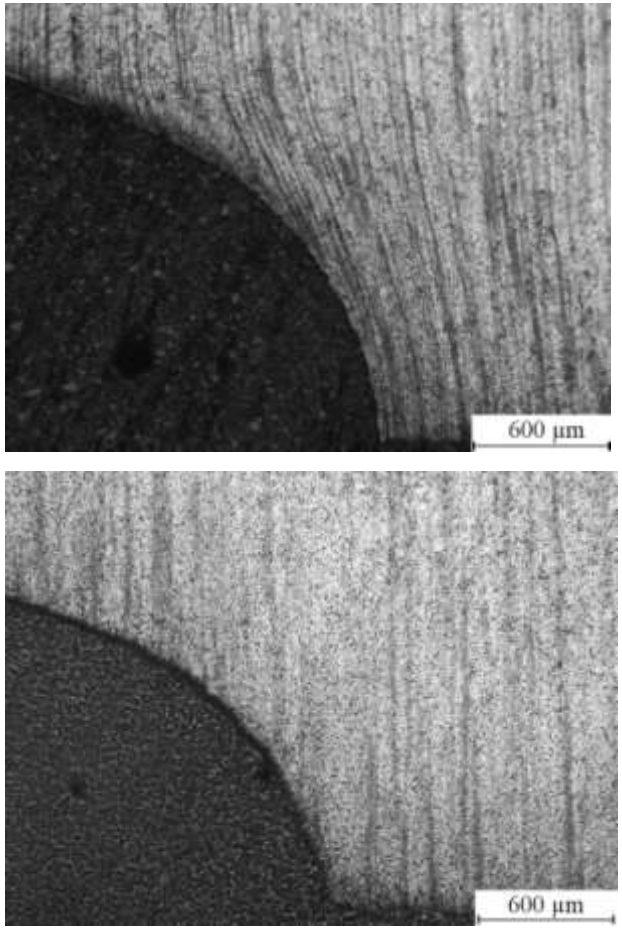
Walzversuche

Gefüge und Härte

- verdichtetes Gefüge in der Randzone an Seigerungslinien erkennbar
- geringe Härtesteigerung im verdichteten und aufgeflossenen Bereich



- Quantifizierung bedarf weiterer Messungen



Längsschliff

© Fraunhofer IWU

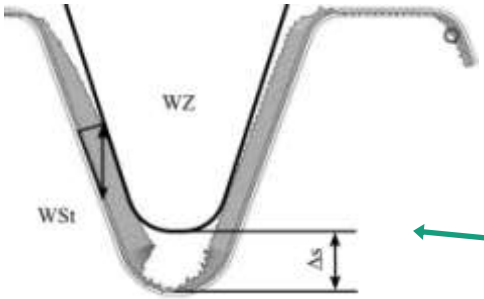
Walzversuche

Technologie und Erfahrungsgewinn

Technologischer Einfluss der Profilwalzmaschine:

- begrenzte statische Steifigkeit, aber erhöhter Kraftbedarf mit größerer Eindringtiefe
  - $F_{W,max}$ = 220 kN bei maximaler Eindringtiefe
  - → Auffederung ~ 0,1 mm
- Reinheit des Kühlschmierstoffs
- Positioniergenauigkeit der Walzschlitten

sichelförmige Spuren



erste Werkstückberührung aufgrund der Linienformabweichung der Drehteile

Rückschlüsse auf Steigungsprofile:

- kleinere Walzkraft realisieren
  - kleine Aufmaßbeträge anstreben
  - Fertigung der Vorform in engen geometrischen Toleranzen
  - hohe Überrollzahl bevorzugen

© Fraunhofer IWU

Zusammenfassung und Ausblick

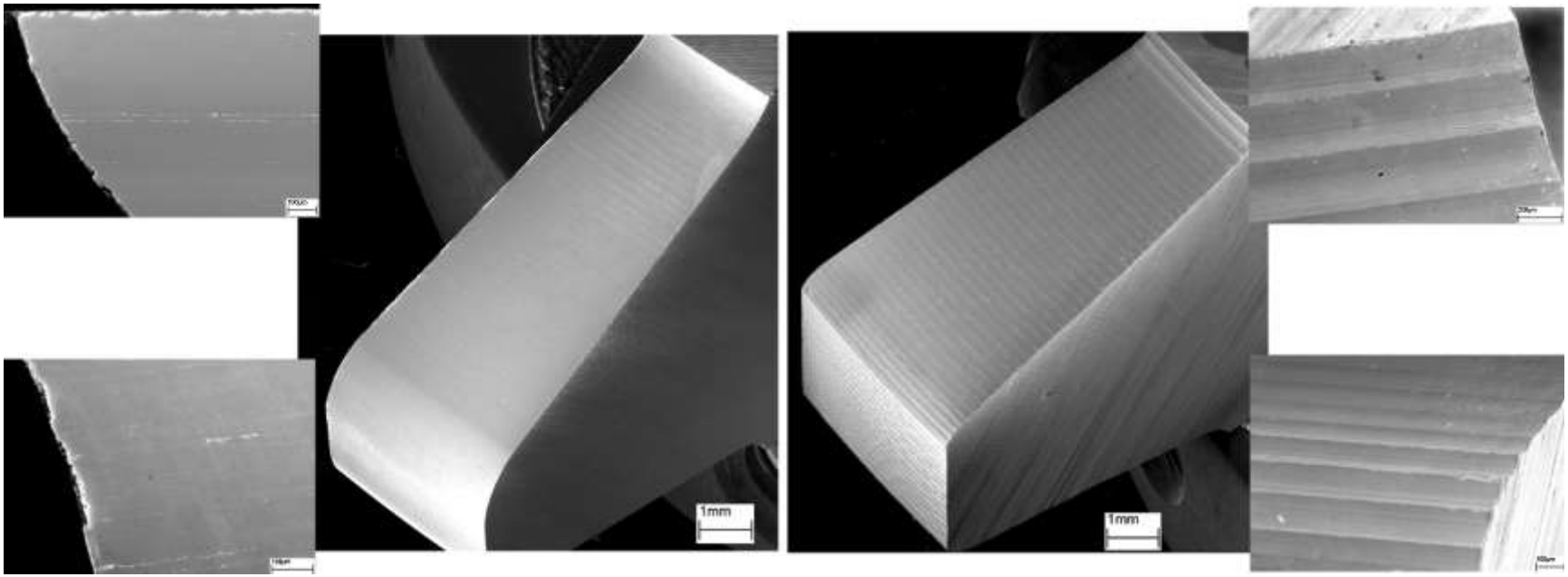
Walzteil

- Walzwerkzeuggeometrie für Steigungsprofil entworfen
- Walzzeit: 20 – 30 s
- Verringerung der Linienformabweichungen
- Realisierung einer hohen Oberflächengüte
- Einfluss haben:
  - statische Steifigkeit aller Komponenten im Kraftfluss
  - Vorformgeometrie: makro- und mikrogeometrisch
  - Werkzeuggeometrie und -oberflächenbeschaffenheit
  - Schneidölqualität
- Werkstoffverdichtung laut Gefügeaufnahmen und Härtemessungen
  - Einfluss der Verfestigung auf nachfolgende Wärme-behandlung erforschen
- Anwendungserweiterung:
  - Exzenterschneckenwellen
  - kleine Walzen für Blechprofilierung

Quelle: Gontermann-Peipers GmbH

© Fraunhofer IWU

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Kontakt:

Dipl.-Ing. Erik Forke
Massivumformung
Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU

Reichenhainer Straße 88, 09126 Chemnitz
erik.forke@iwu.fraunhofer.de
www.iwu.fraunhofer.de

© Fraunhofer IWU