
FUNKTIONSOBERFLÄCHEN – AUSLEGUNG, FERTIGUNG UND BEWERTUNG IN DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG

Dr.-Ing. Jan Edelmann, Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik
Leipzig, 07. Februar 2019

The logo for DGO (Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e.V.) consists of the letters 'DGO' in a bold, blue, sans-serif font. The 'D' and 'G' are connected, and the 'O' is a simple circle.

Deutsche Gesellschaft für
Galvano- und Oberflächentechnik e.V.



Fraunhofer
IWU

VEMASinnovativ

Das Sächsische Maschinenbaucoluster



Innovationsverbund Maschinenbau Sachsen VEMASinnovativ

- Branchenübergreifende, Technologie- und Produktoffene Plattform zum Technologietransfer, zum Wissens- und Erfahrungsaustausch sowie zur Markterweiterung
- 307 Mitglieder aus Produzierenden Unternehmen, Dienstleistern und Forschungseinrichtungen



Innovationsverbund Maschinenbau Sachsen VEMASinnovativ

➤ Projektträgerschaft: Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik

3 Tätigkeitsfelder:

Innovation

- Veranstaltungen und Projekte zum Technologietransfer
- Management von zwei Industriearbeitskreisen
- Jährlich erscheinender Kompetenzatlas



Märkte

- Initiierung von (FuE-) Kooperationen
 - Technologieforen und Gemeinschaftsstände zu internationalen Messen, gemeinsam mit der Wirtschaftsförderung Sachsen GmbH
- Besonderer Fokus: Türkei und Russland

Fachkräfte

- Organisation von Schüler- und Studententagen zu Messen
- Veranstaltungen zu Themen der Aus- und Weiterbildung, der Fachkräftegewinnung und -sicherung

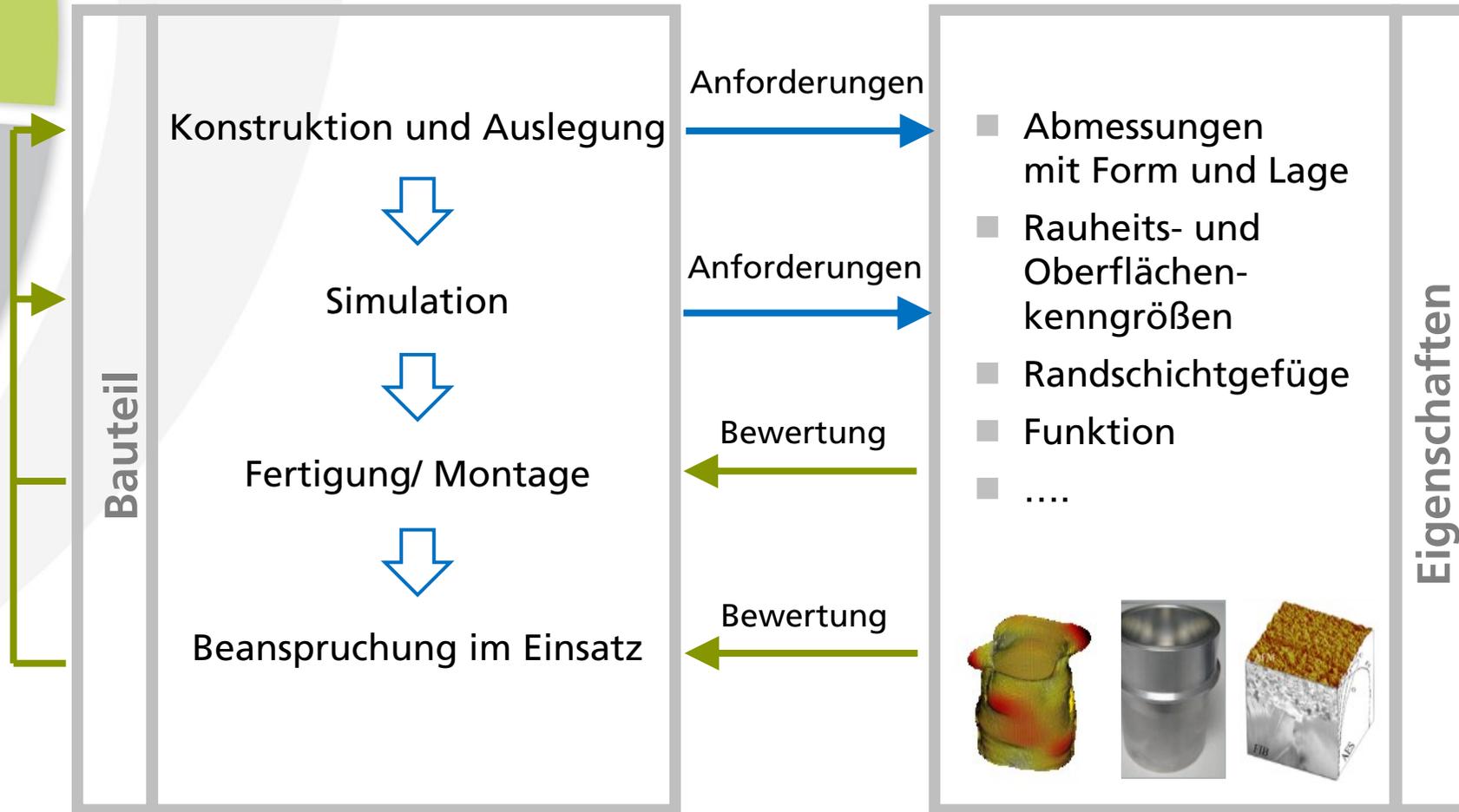


Gemeinschaftsstand "Treffpunkt Industrie und Wissenschaft"
Halle 5, A04/B05 u. A08/B09

AGENDA

- Themeneinführung
- Funktionsoberflächen am Fraunhofer IWU
- Modifizierung und Endbearbeitung von Oberflächen
 - Anwendungen im Bereich Tribologie
 - Anwendungen im Bereich Werkzeugbau
- Zusammenfassung

Themeneinführung



Kennwerte:

- ...bestimmen die Bauteilfunktion – Was sind maßgebende Kennwerte?
- ... bestimmen Fertigungstoleranzen / Fertigungskosten
- Sind Inline, kostengünstig, reproduzierbar, zerstörungsfrei ... zu detektieren
- Input für Auslegung und Simulation

Funktionsoberflächen am Fraunhofer IWU

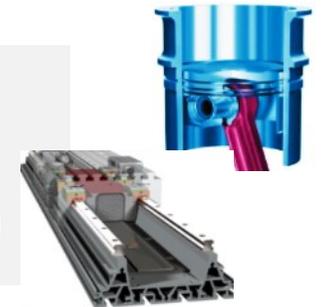
Bauteiloberfläche



- Tribologie
- Haftfestigkeit, Benetzung
- Biologisch funktional, Haptik
- ...

Markt/ Anwendungen

- Automotive, Werkzeugbau
- Medizintechnik
- Maschinen- u. Kompressorenbau
- ...



Auslegungskompetenz - Simulation - Vorhersage

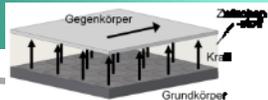
Kundenanforderung,
Zeichnung, Lastenheft



Know-How, Simulationstool



Vorgaben an Soll-Oberfläche;
Parameter für die Fertigung



Technologie- und Fertigungskompetenz

Fundiertes Technologieportfolio zur
Erzeugung gezielter Topographie
und Randschichtgefüge



Großserientechnologien



Prozessketteneinbindung



Funktions-Bewertungs-kompetenz

Anwendungsnaher Prüfstandspool
zur Bewertung der Funktionalität
der Oberflächen im Betriebszustand

- Oberflächenanalytik
- Tribometer
- Haftzugfestigkeit
- ...

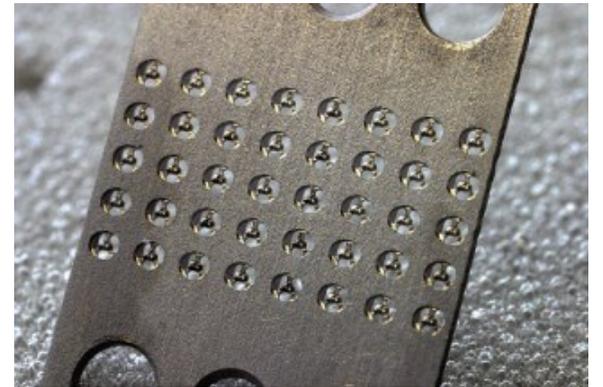


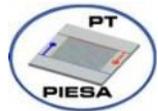
Benefit: Bauteile mit gesteigerter und erweiterter Funktionalität,
auch durch Integration von smart materials

Funktionsoberflächen am Fraunhofer IWU

- Wir entwickeln Technologie-, System- und Methodenkompetenz zur Finish-Bearbeitung von Funktionsoberflächen auf Makrobauteilen und zur Fertigung von Miniatur- und Mikrobauteilen:
 - Gestaltung, Optimierung, Dimensionierung
 - Modellierung und Simulation
 - Analyse und Ressourcenmanagement
 - Machbarkeitsuntersuchung & Prototypenfertigung
 - Bau und Inbetriebnahme
 - Steuerung und Regelung

in enger Kooperation im Kompetenzzentrum
Mikrofertigungs- und Oberflächentechnologien (KoMOT)





- Kombination von Ressourcen der Grundlagen- und angewandten Forschung der Technischen Universität Chemnitz und des Fraunhofer IWU
- Auslegung und Bewertung funktionaler Oberflächen, Fertigungstechnologien und -prozessketten
- Anwendung im Powertrain, Werkzeugbau, Medizintechnik u.v.m.
- Ca. 30 postgrad/postdoc Wissenschaftler + 7 technische MA + >20 studentische Hilfskräfte Bachelor/Master
- Projektauswahl: Bundesexzellenzcluster *MERGE*; Landesexzellenzcluster *AMARETO*, *eniPROD*; SFB/TR *PT-PIESA*; SFB *HALS*; EU-Projekte *HI-MICRO*, *FabiMed*, *THERMACO*, *MICROMAN*, *GraphPol*

Auszug aus dem Projektmix – Funktionsoberflächen & Mikrokomponenten



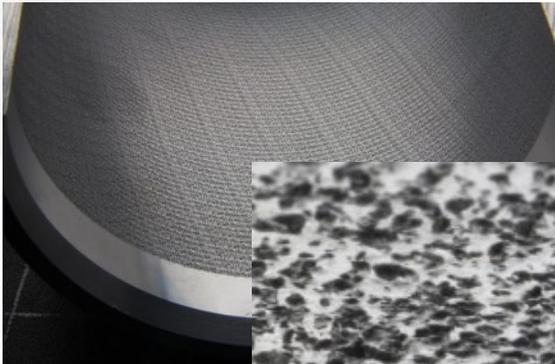
Neue Endbearbeitungen für Zylinderlaufflächen



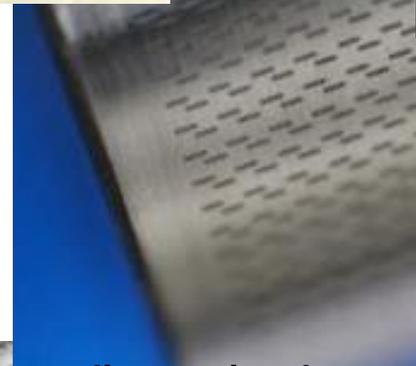
Neue Einstellgrößen für optimierte Umformprozesse



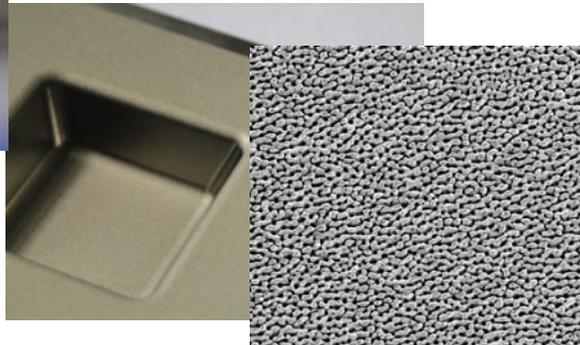
Laserablation von Mikro-Fluidik-Prägewerkzeugen



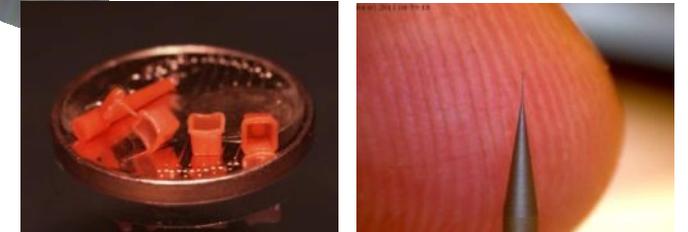
Gezieltes Aufrauen für verbesserte Schichthaftung



Mikrostrukturierte Kolbenbolzen zur Tribioptimierung



Beeinflussung des Entformverhaltens von Presswerkzeugen

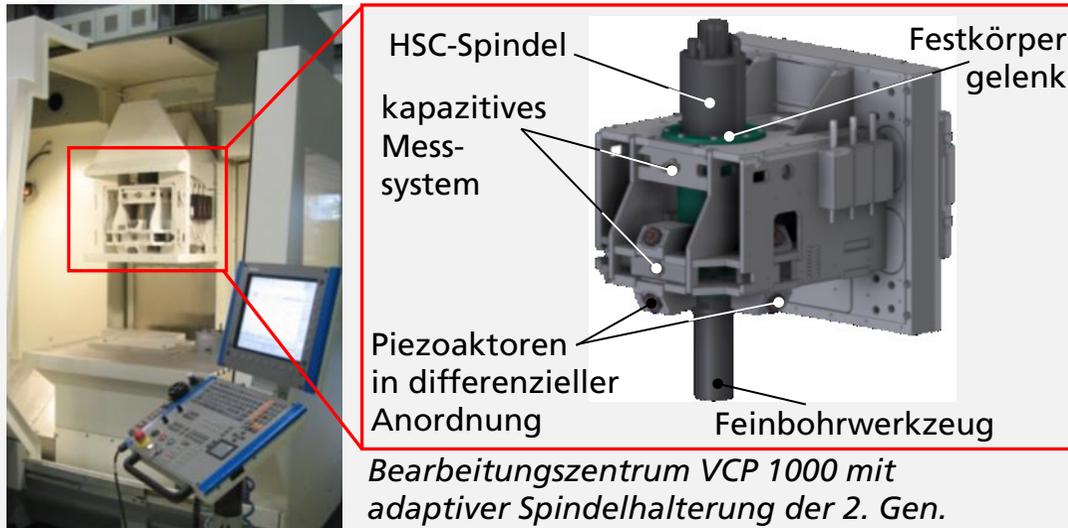


Mikro-Werkzeug- und Formenbau

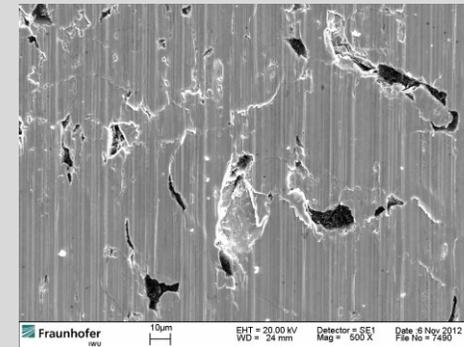
Tribologische Optimierung von Powertrainkomponenten

Formbohren mit adaptiver Spindelhalterung

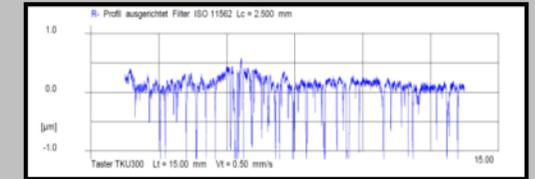
Aufbau und Funktion:



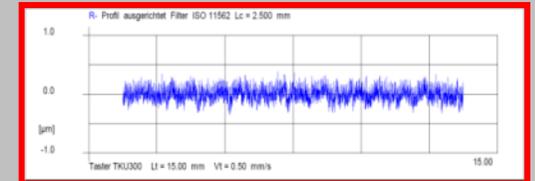
Lauffähige Oberflächen in Endbearbeitungsqualität



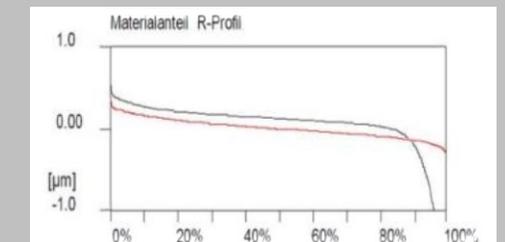
Ölrückhaltevolumina adäquaten zu gehonten Oberflächen



Rauheitsprofil von gehonten Oberflächen

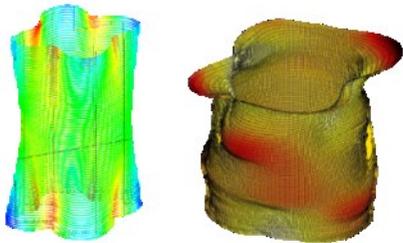


Rauheitsprofil von gebohrten Oberflächen



Oberflächenausbildung beim Bohren nahezu analog dem Honen (ohne Honriefen)

Prozessergebnisse:



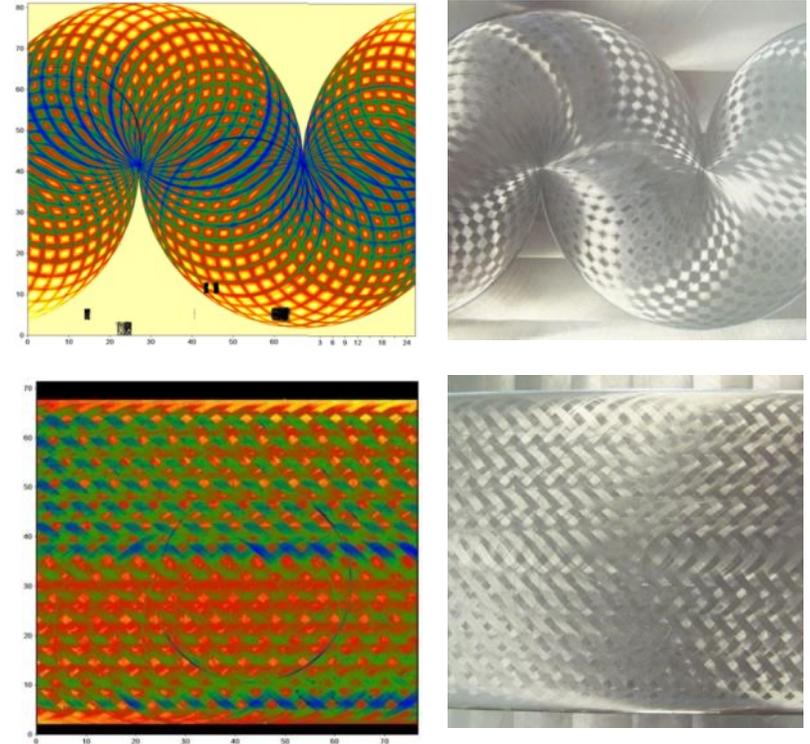
Freiformflächenbearbeitung am ZKG

- Bearbeitungszeit < 30 sec (n bis zu 6.500 U/min)
- Formgenauigkeiten < 5μm
- Oberflächenqualitäten Rz<2μm

Tribologische Optimierung von Powertrainkomponenten

Herausforderungen an der Messtechnik

- Messtechnische Bewertung entscheidender Faktor zur Zielerreichung angepasster Bauteileigenschaften
- Kennwerte der Abbott-Kurve liefern Zusammenhänge zwischen Fertigungsverfahren, -parametern, Oberflächentopographie und tribometrischen Kennwerten
- Weitere Oberflächenkennwerte, z.B. für Haptik oder Benetzungsverhalten, wären vorteilhaft
- Optische Oberflächenmessverfahren in Verbindung mit DIN EN ISO 25178 ermöglichen flächenhafte, anwendungsnähere Bewertung der Oberflächentopographie.



Mit adaptiver Spindelhalterung strukturierte Planflächen zur Erreichung definierter Oberflächenstrukturen.

Funktionale Oberflächen im Werkzeugbau

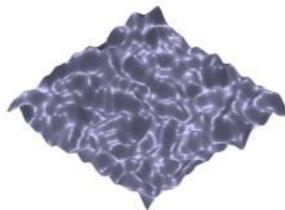
Ziele:

- Optimierte Umformprozesse durch Beeinflussung WZ-Aktivteile
- Oberflächenstrukturierung der WZ für definierte Reibverhältnisse
- gezielte Steuerung des lokalen Werkstoffflusses und -verteilung
- erhöhte Prozesssicherheiten, verbesserte Bauteilqualitäten sowie Einsparpotentiale bei zusätzlicher Blechbeölung

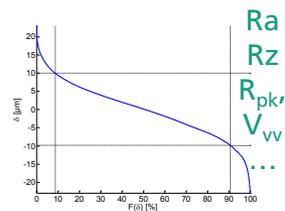
Oberfläche
vermessen



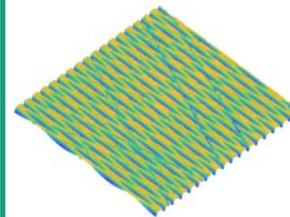
Oberfläche
digitalisieren



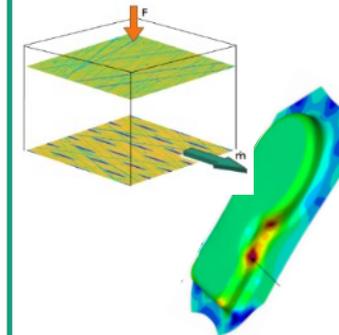
Oberfläche
analysieren



Einbringen von
Mikrostrukturen

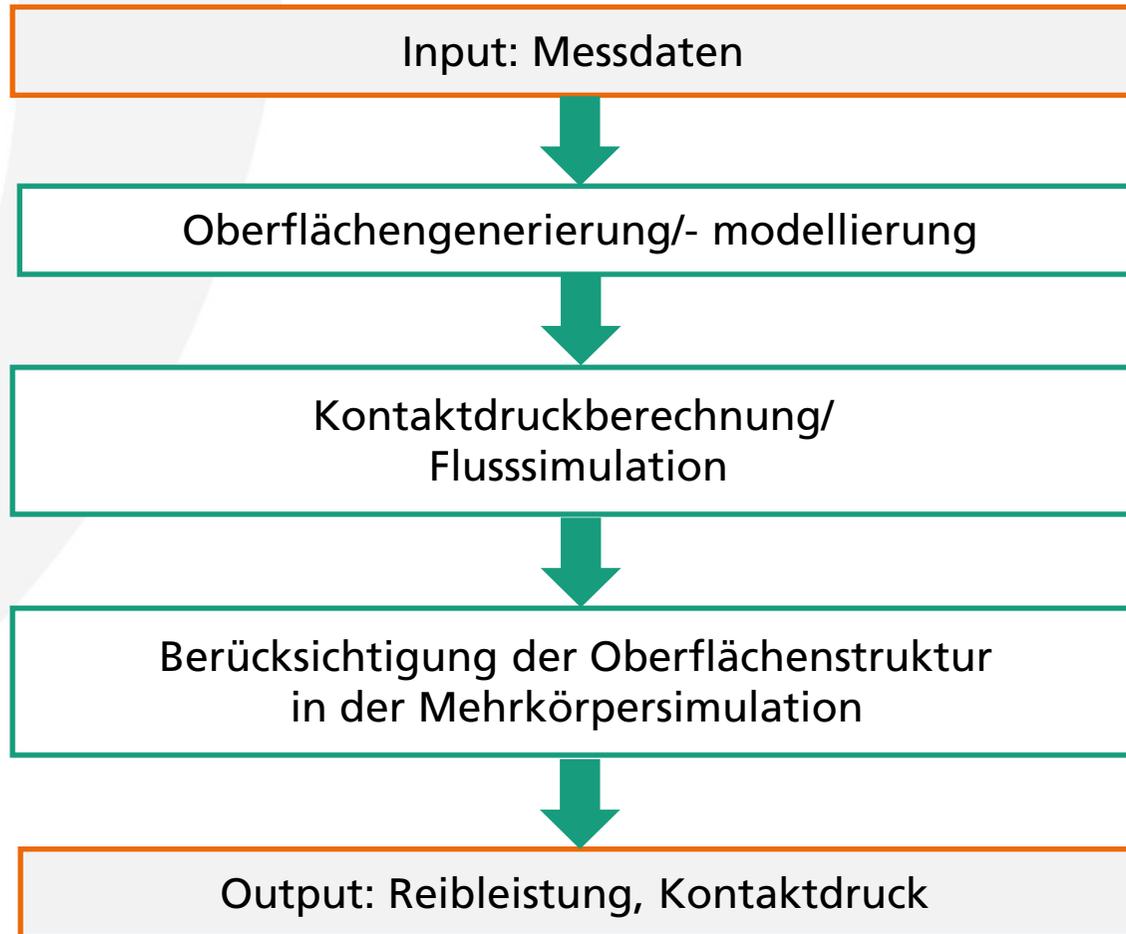


Simulation

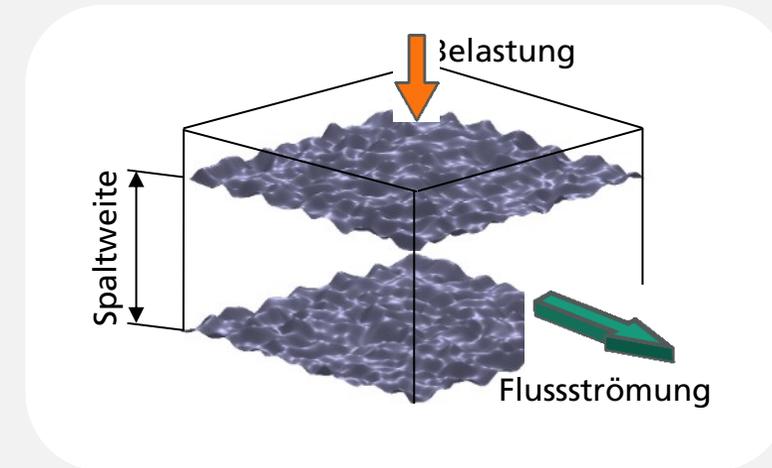
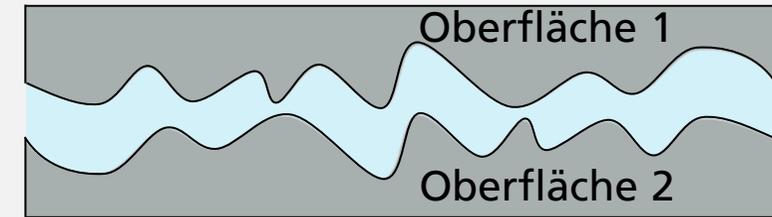


Funktionale Oberflächen im Werkzeugbau

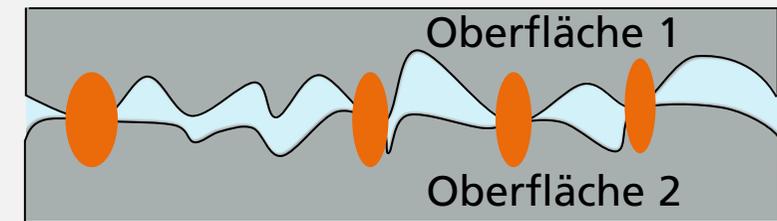
Simulationskonzept



Volle Trennung der Oberflächen

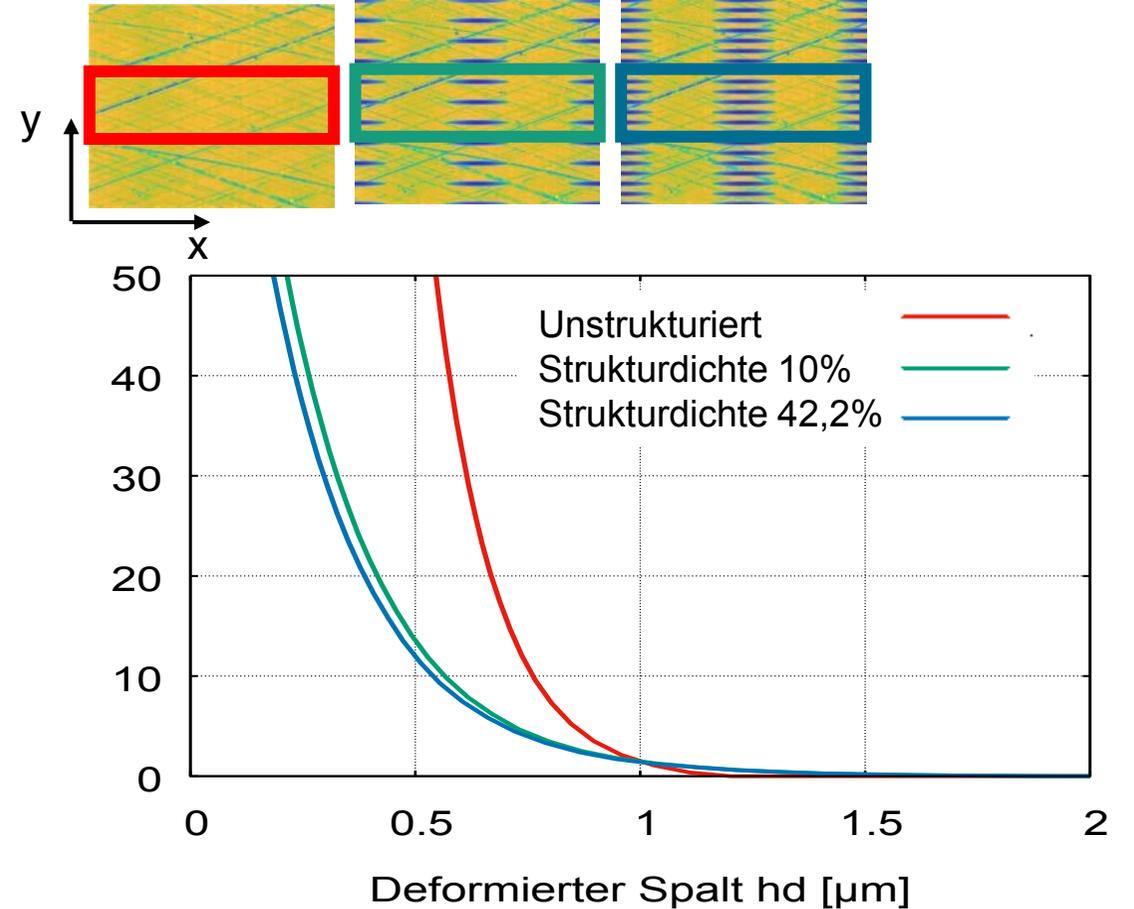
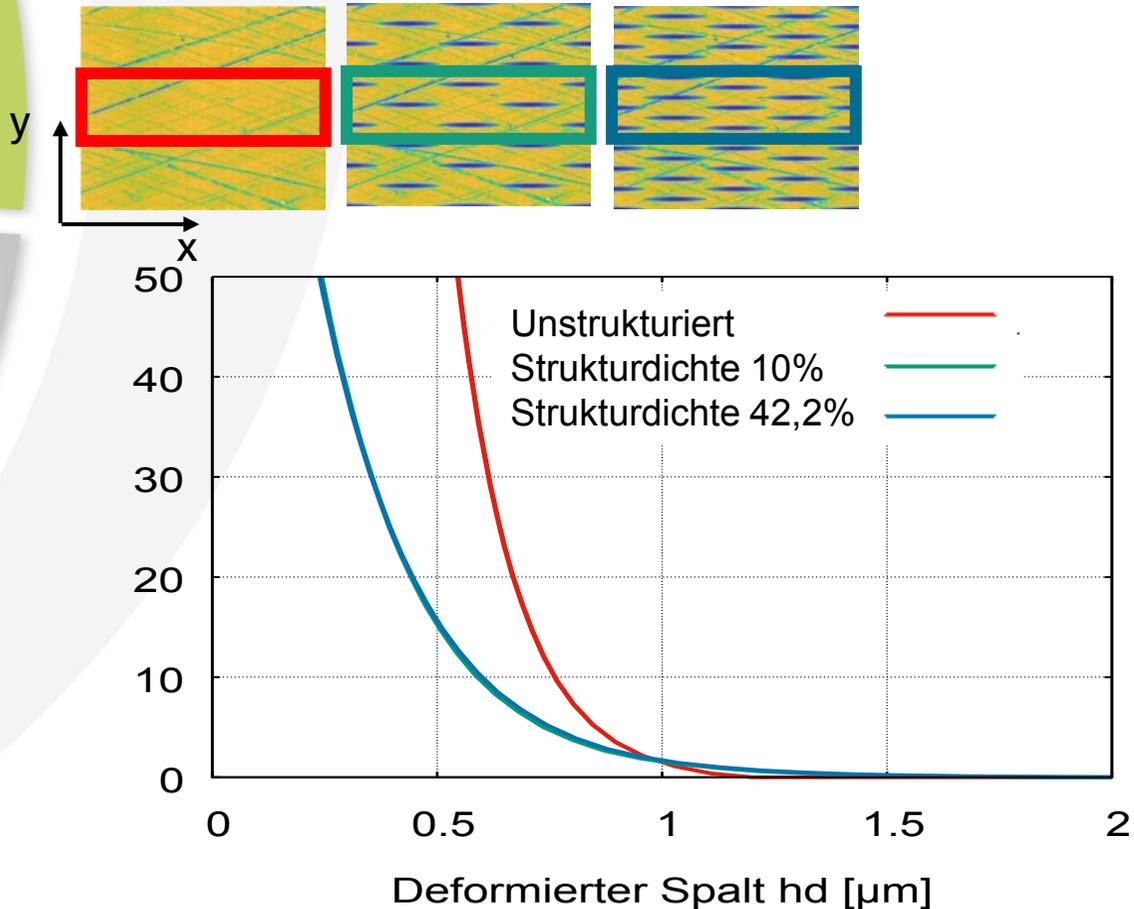


Partieller Oberflächenkontakt



Funktionale Oberflächen im Werkzeugbau

Kontaktdruckvergleich

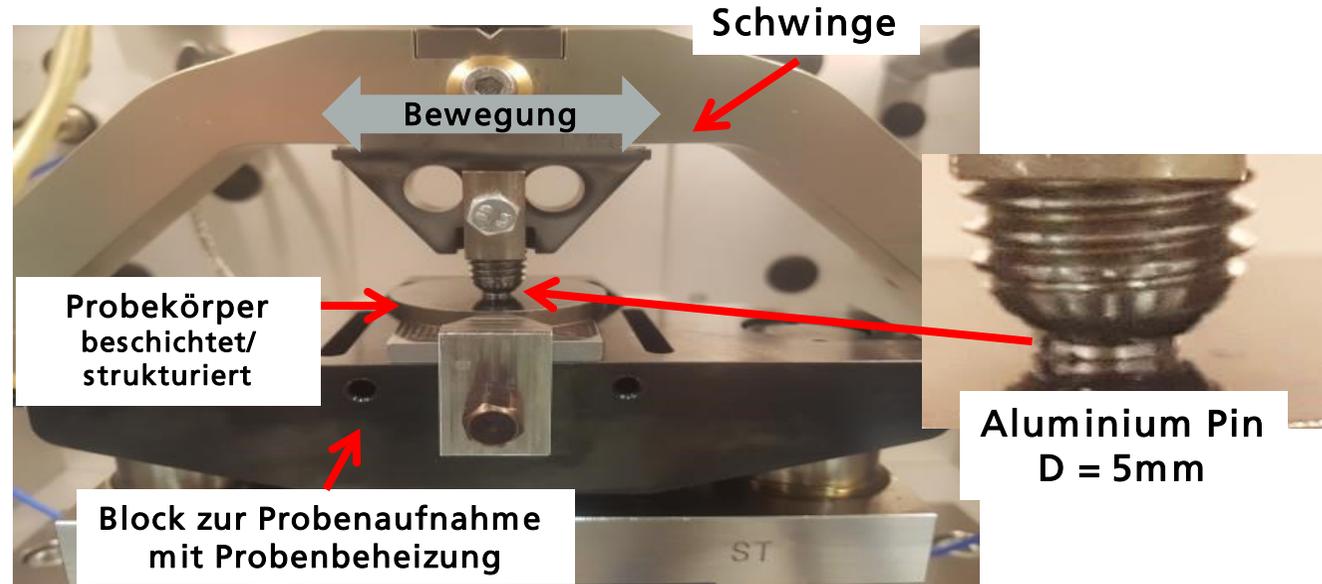


- Der geordnete Strukturaufbau zeigt minimale Vorteile in der Kontaktdruckentwicklung

Funktionale Oberflächen im Werkzeugbau

Tribologische Strukturbewertung

Optimol SRV5 Tribometer



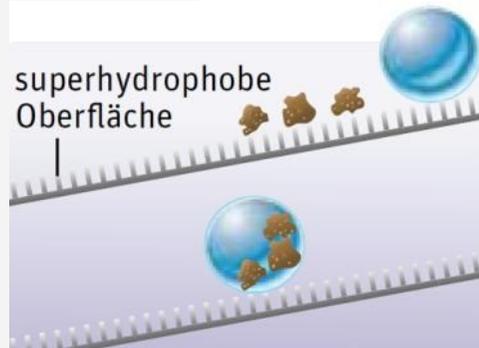
Bewertungskriterien

- Hub/Hublage der Schwinge
- Reibwertentwicklung
- Verschleiß (Gewicht Aluminium Pin)

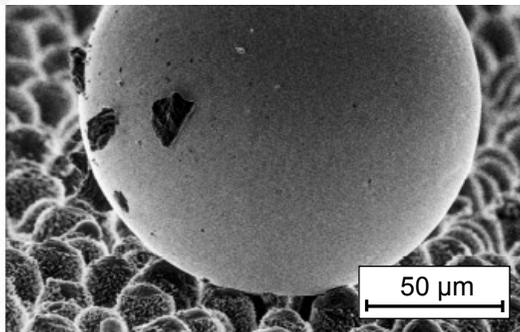
Funktionale Oberflächen im Werkzeugbau

Weitere Oberflächenfunktionen

Selbstreinigung

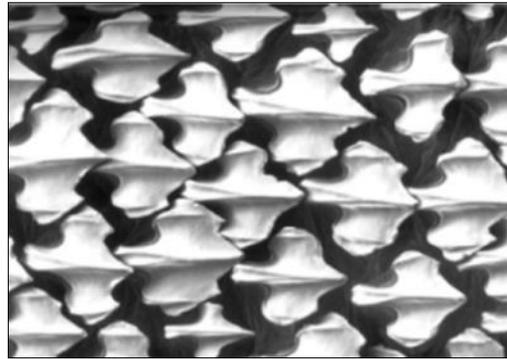


Selbstreinigungseffekt an strukturierten Oberflächen

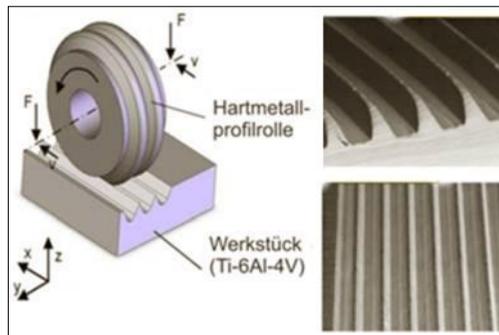


Lotusoberflächen mit Wassertröpfchen und Schmutzpartikeln

Strömungswiderstand

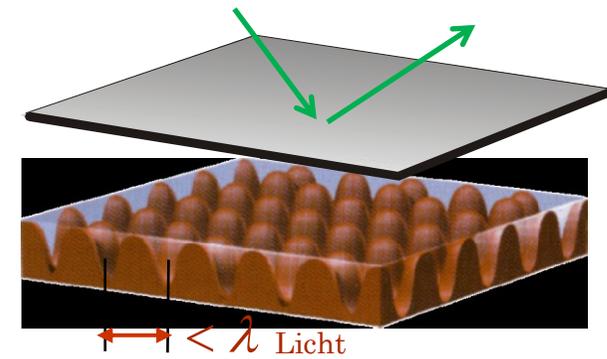


Haifischhaut

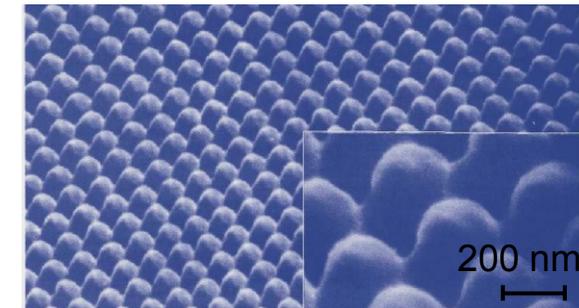


Walzen von Riblet-Strukturen

Entspiegelung



Mikro-Noppen auf Glasoberfläche vergrößern scheinbar die optische Dichte des Glases



Geprägte Mottenaugenstruktur in Glas

Zusammenfassung

- **Bauteiloberflächen** sind vielfach **funktionsbestimmend**
- Anforderungen an Oberflächen haben weitreichende Konsequenzen auf die erforderliche **Prozesskette** und die **Produktionskosten**
- **Finish-Bearbeitung** und/oder **Oberflächenstrukturierungen** können Funktionalität von Komponenten und Werkzeugen erhöhen
- Das Reib- und Verschleißverhalten von ölgeschmierten Gleitpaarungen kann durch gezielte Mikrotexturen positiv beeinflusst werden.
- **Werkzeugstrukturierung** ermöglicht gezielte Steuerung des lokalen Werkstoffflusses und damit erhöhte Prozesssicherheiten, verbesserte Bauteilqualitäten sowie Einsparpotentiale
- Tribologische Mehrkörpersimulation unter Berücksichtigung der Oberflächenstruktur ermöglichen die **Optimierung von Reibleistung, Kontaktdruck und thermischer Beanspruchung**
- Geeignete **spezifische Kennwerte** für Funktionsoberflächen sind maßgebend für die **Bauteilauslegung und Simulation** –
industriennahe Detektion nach der Bauteilfertigung ist essentiell

Kontakt:

Fraunhofer IWU
Reichenhainer Str. 88
09126 Chemnitz

Dr.-Ing. Jan Edelmann
Funktionsoberflächen & Mikrofertigung
jan.edelmann@iwu.fraunhofer.de
Tel.: +49 (371) 5397 1931