



Vortrag zur Dissertation

Beurteilung der Topografie von Blechen im Hinblick auf die Reibung bei der Umformung

Dipl.- Ing. Johannes Staeves

Technische Universität Darmstadt

Fachbereich Maschinenbau

Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen

Inhalt

- 1. Einleitung
 - Topografien in der Blechumformung
 - 2D-Oberflächenkenngrößen
- 2. Entwicklung neuer Oberflächenkenngrößen
 - Tribologisch relevante Eigenschaften
 - 3D-Oberflächenkenngrößen
 - Filter
- 3. Vergleich von Oberflächenkenngrößen und tribologischem Verhalten
- 4. Zusammenfassung

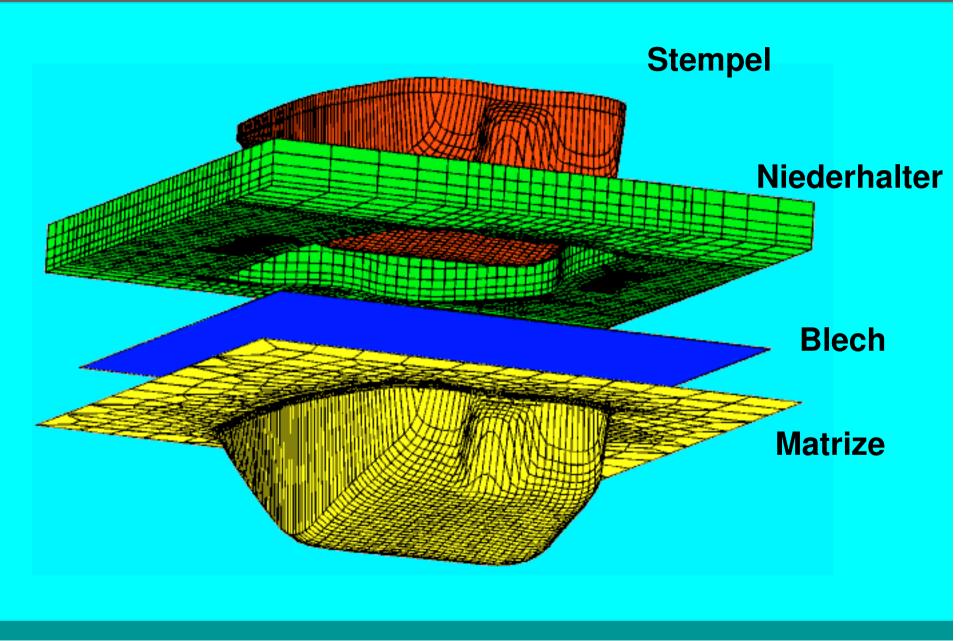
Inhalt

- 1. Einleitung
 - Topografien in der Blechumformung
 - 2D-Oberflächenkenngrößen
- 2. Entwicklung neuer Oberflächenkenngrößen
 - Tribologisch relevante Eigenschaften
 - 3D-Oberflächenkenngrößen
 - Filter
- 3. Vergleich von Oberflächenkenngrößen und tribologischem Verhalten
- 4. Zusammenfassung



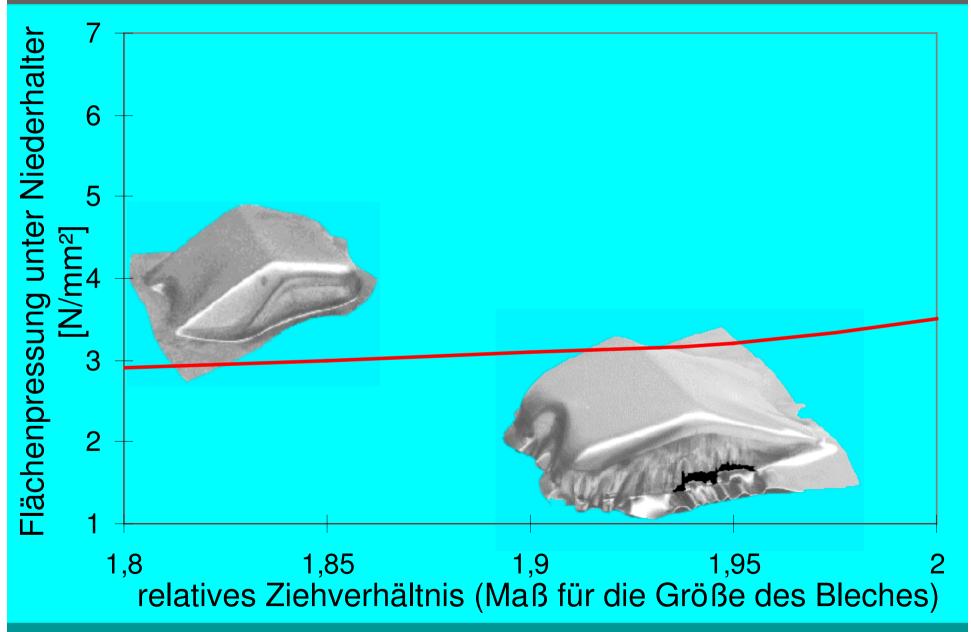
Aufbau eines Tiefziehwerkzeugs





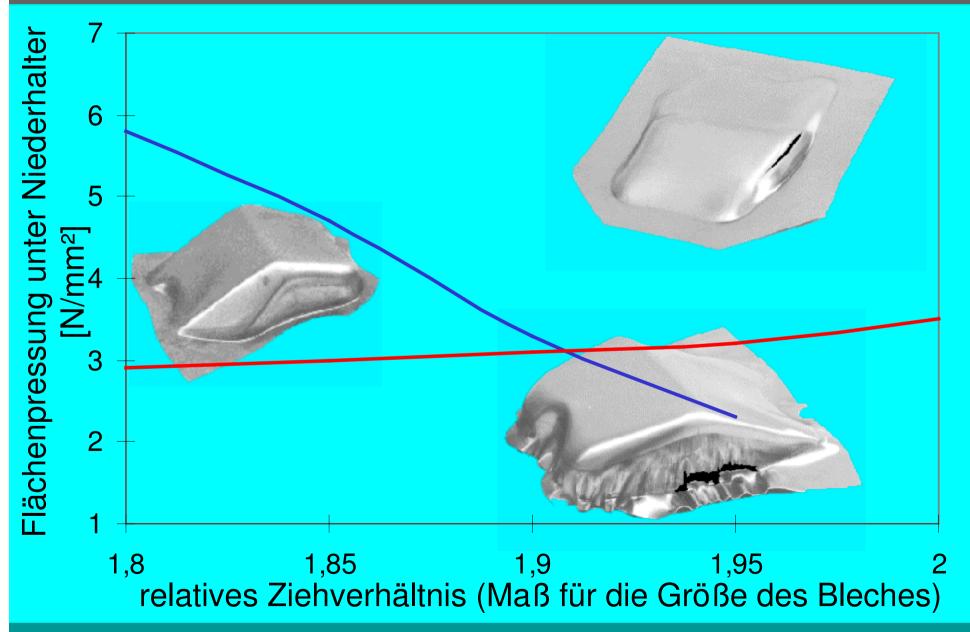






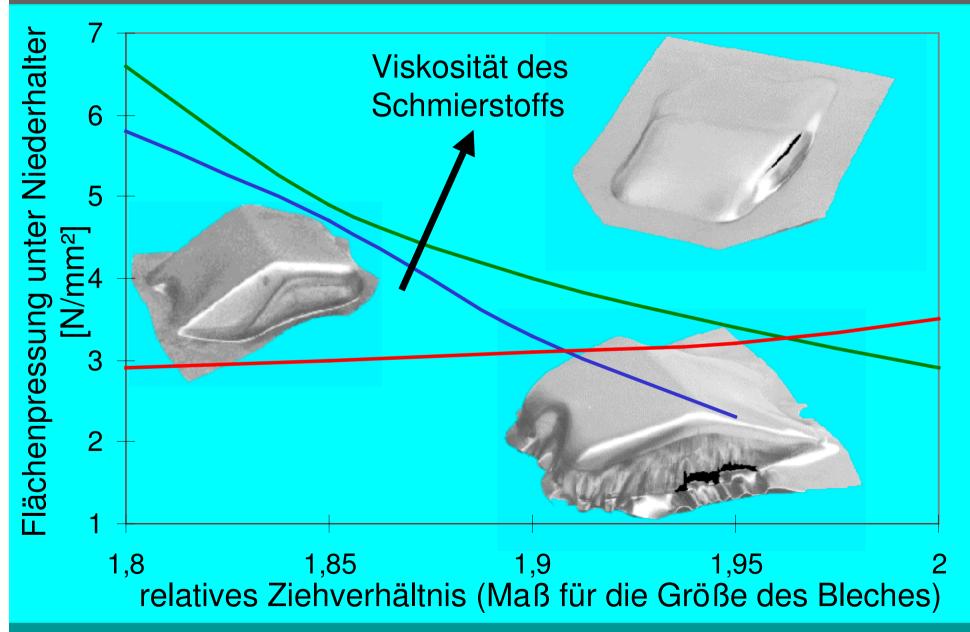






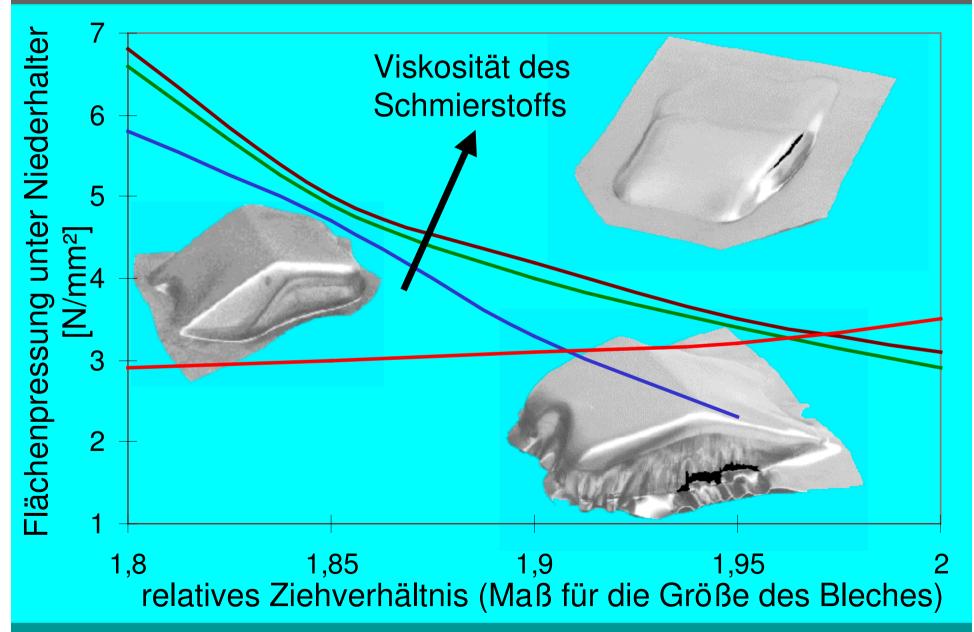






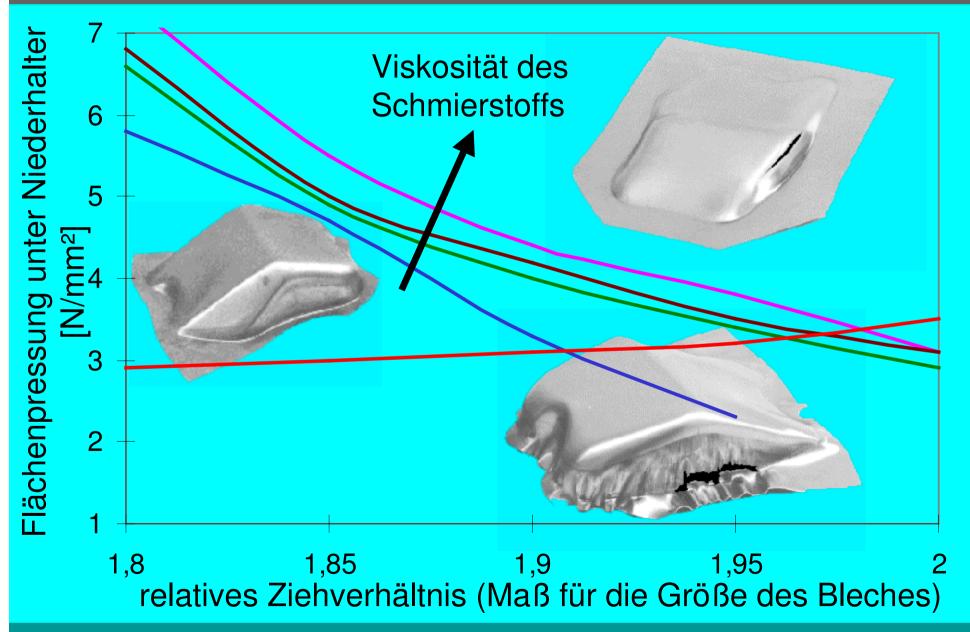






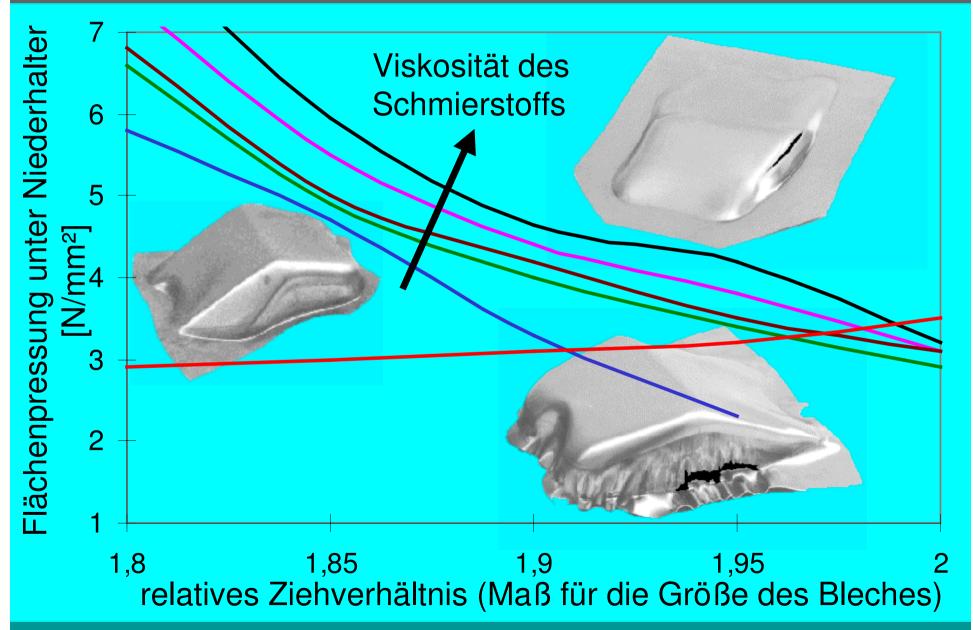








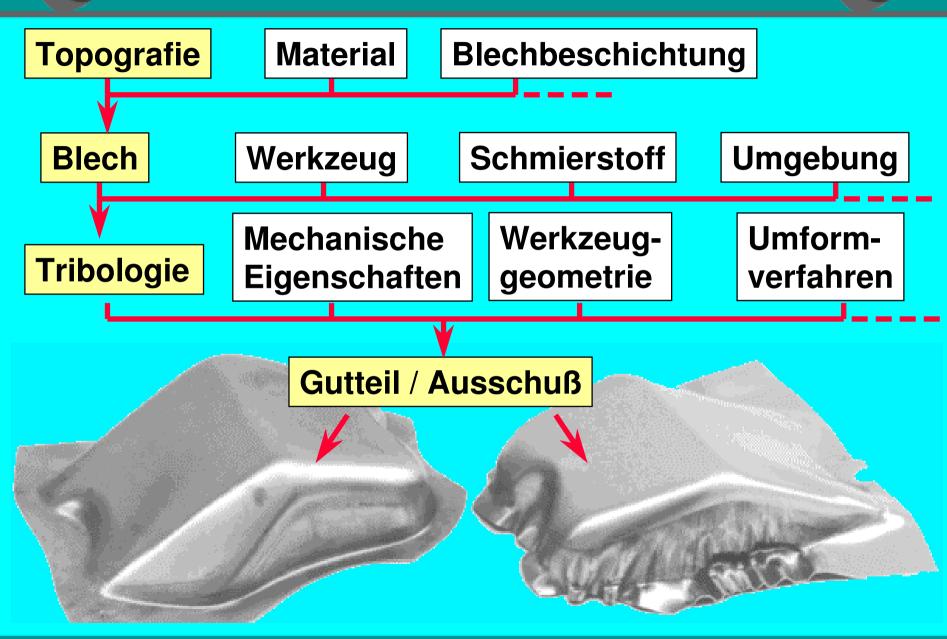






Einflußfaktoren auf das Ziehergebnis

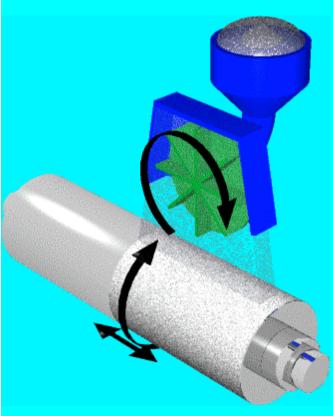


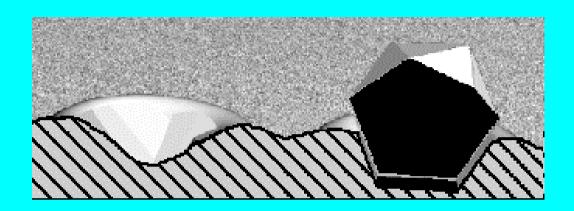


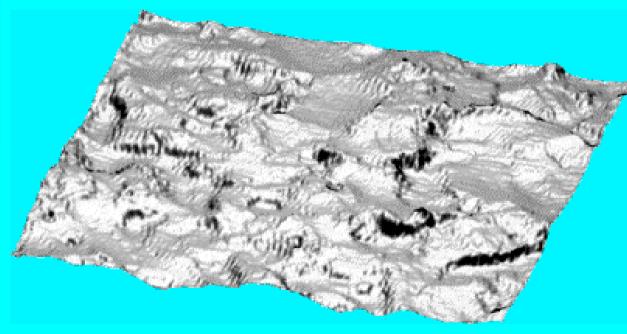


Shot blast texturing (SBT)





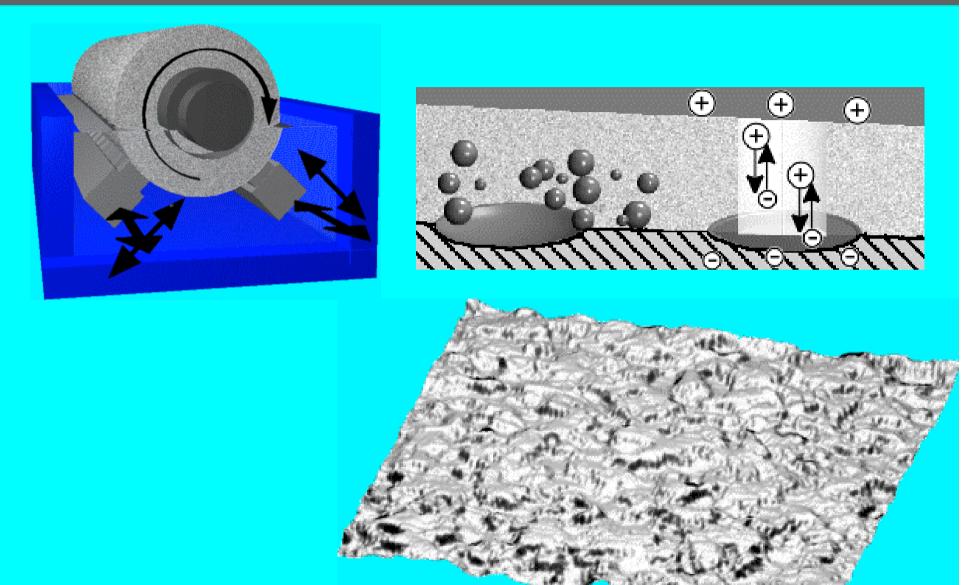






Electrical discharge texturing (EDT)

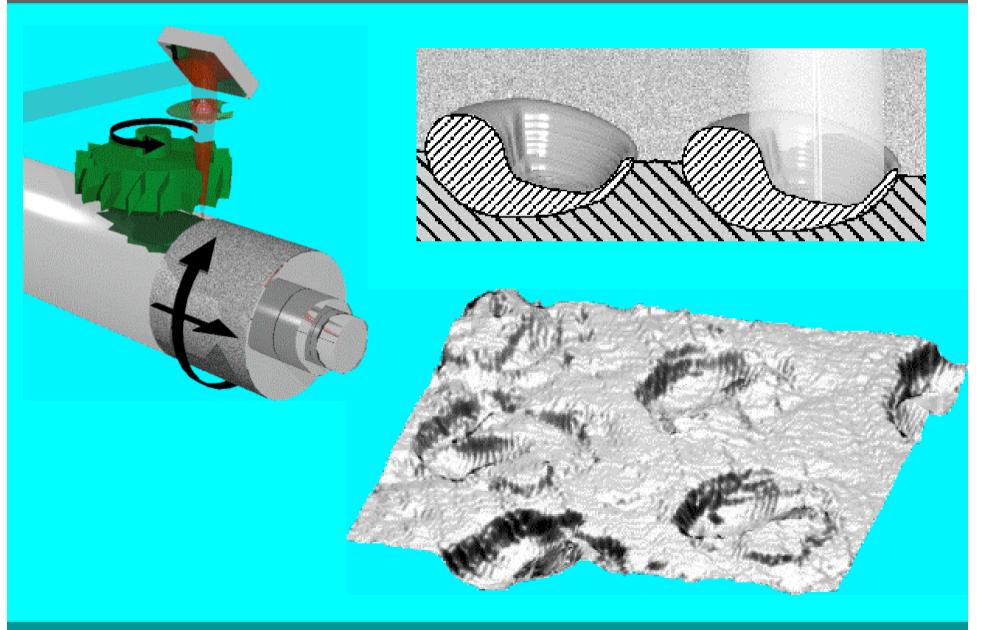






Laser texturing (LT)

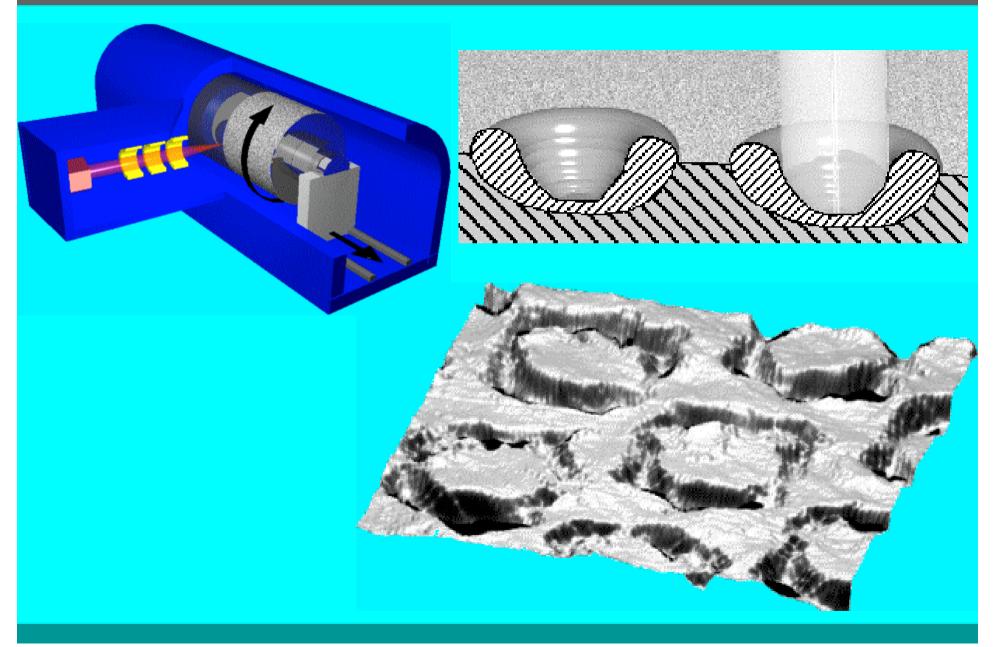






Electron beam texturing (EBT)

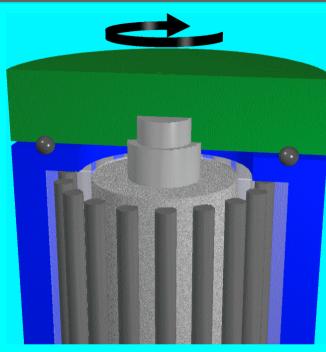


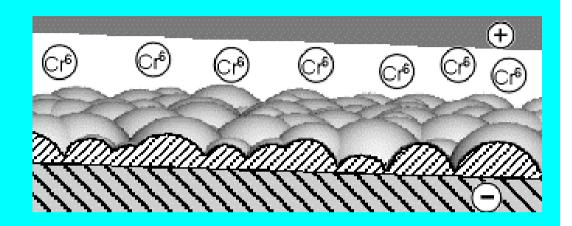


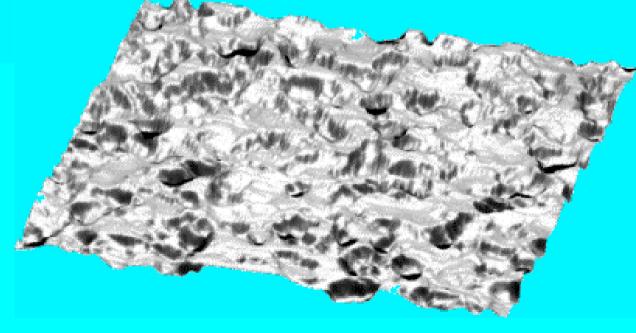


Preussag texturing (Pretex)









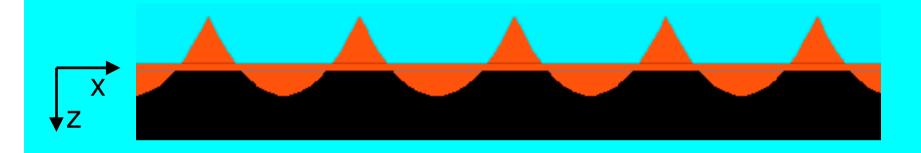
Inhalt

- 1. Einleitung
 - Topografien in der Blechumformung
 - 2D-Oberflächenkenngrößen
- 2. Entwicklung neuer Oberflächenkenngrößen
 - Tribologisch relevante Eigenschaften
 - 3D-Oberflächenkenngrößen
 - Filter
- 3. Vergleich von Oberflächenkenngrößen und tribologischem Verhalten
- 4. Zusammenfassung

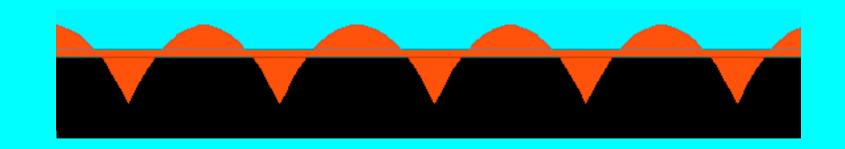


Berechnung des arithmetischen Mittenrauhwertes R_a





$$R_a = \frac{1}{L} \int_{0}^{L} |z(x)| dx$$

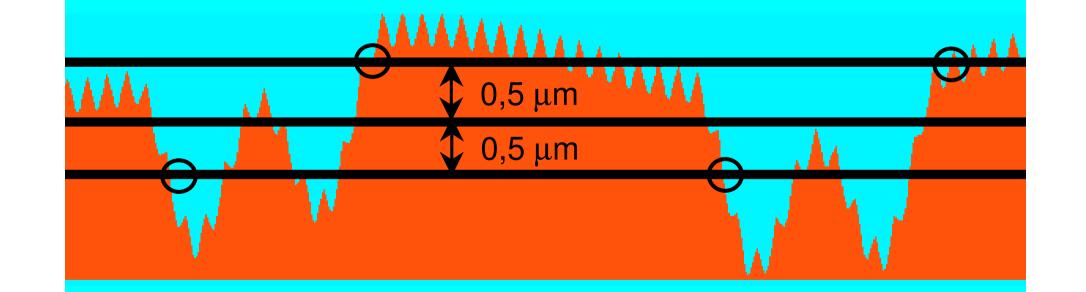




Berechnung der Anzahl der Spitzen PC



Spitzenzahl, PC = 2



Inhalt

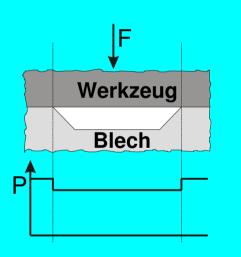
- 1. Einleitung
 - Topografien in der Blechumformung
 - 2D-Oberflächenkenngrößen
- 2. Entwicklung neuer Oberflächenkenngrößen
 - Tribologisch relevante Eigenschaften
 - 3D-Oberflächenkenngrößen
 - Filter
- 3. Vergleich von Oberflächenkenngrößen und tribologischem Verhalten
- 4. Zusammenfassung



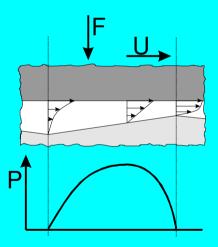
Wirkmechanismen der Topografie



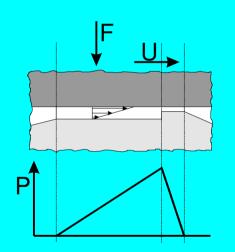
hydrostatisch wirkende Schmier-stofftaschen



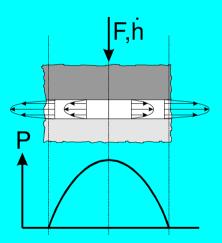
hydrodynamisch wirkende Flanken



elasto-/plastohydrodynamisch wirkende Stufen



Quetschströmung





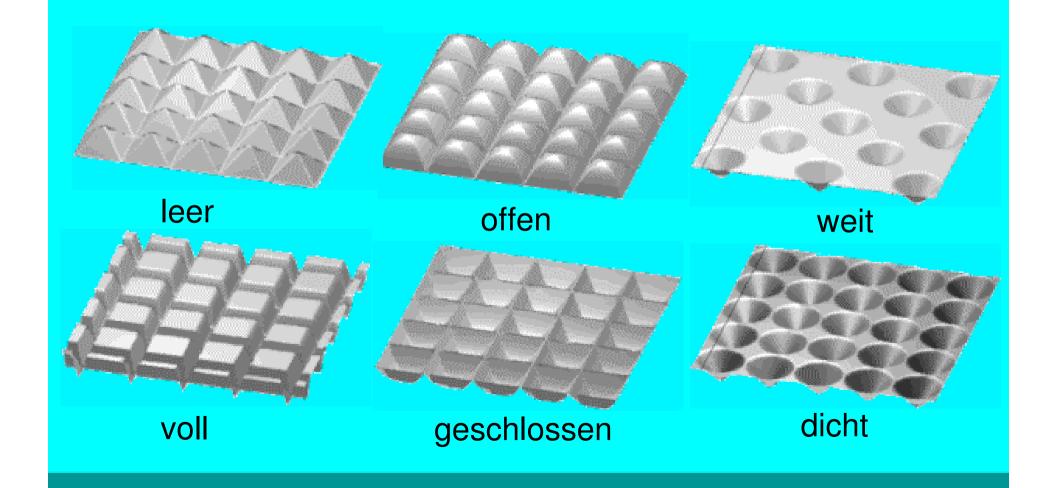
Klassifizierung geometrischer Merkmale



Leere (Materialanteil)

Abgeschlossenheit

Dichte





Funktionsrelevante Oberflächenkenngrößen



Leere

Hohe Spitzen S_{pk}, S_{pk}* ✓

Schmale Spitzen S_{r1} ✓

Flacher Kernbereich S_k √

Mindestvolumen S_{pm}, S_{vk} ✓

Abgeschlossenheit

hohe Anteile geschlossener Leerflächen -

hoch abgeschlossene Topografie - ?

Feinheit (Dichte)

viele Spitzen (PC, S_{ds})

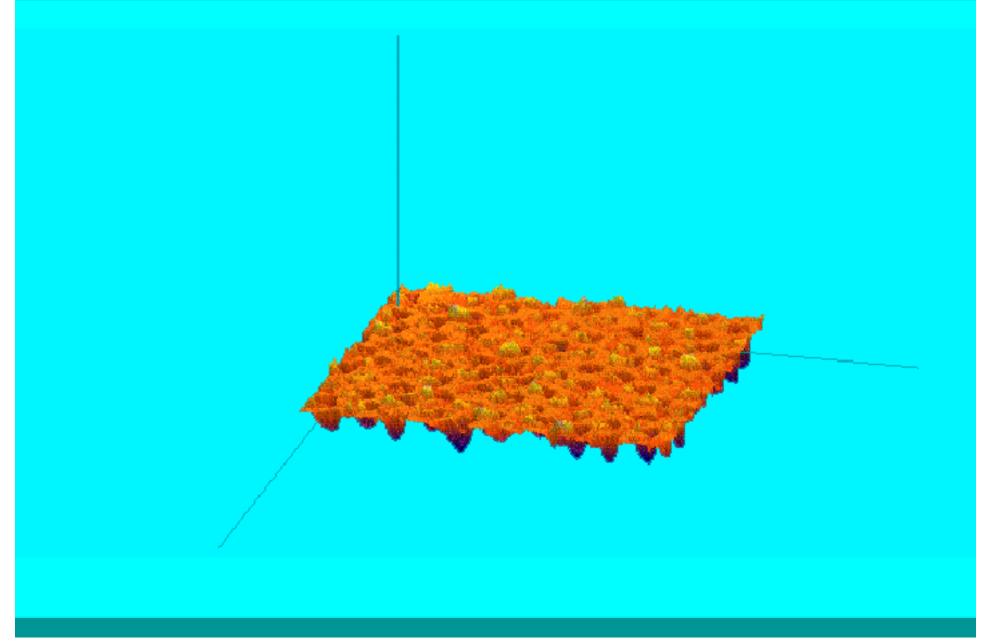
viele Täler - ?

Inhalt

- 1. Einleitung
 - Topografien in der Blechumformung
 - 2D-Oberflächenkenngrößen
- 2. Entwicklung neuer Oberflächenkenngrößen
 - Tribologisch relevante Eigenschaften
 - 3D-Oberflächenkenngrößen
 - Filter
- 3. Vergleich von Oberflächenkenngrößen und tribologischem Verhalten
- 4. Zusammenfassung

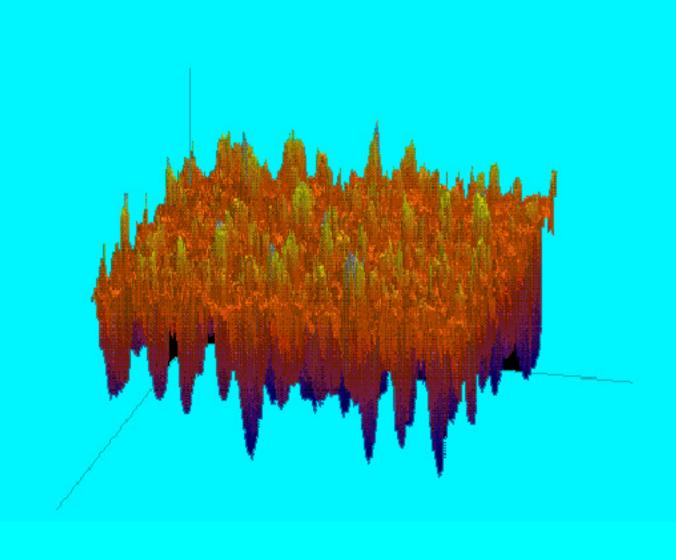






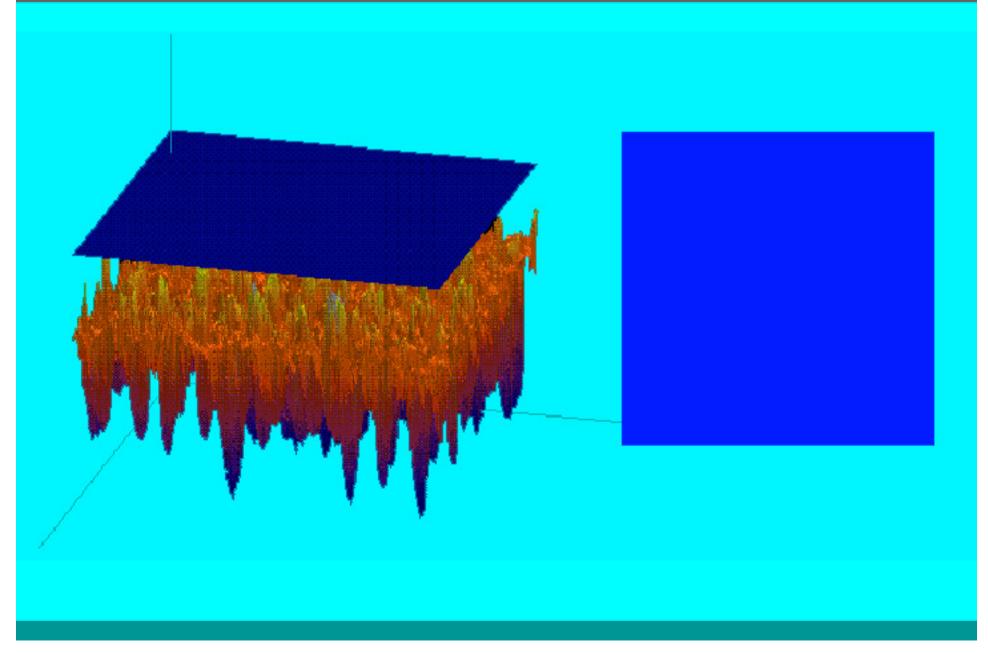






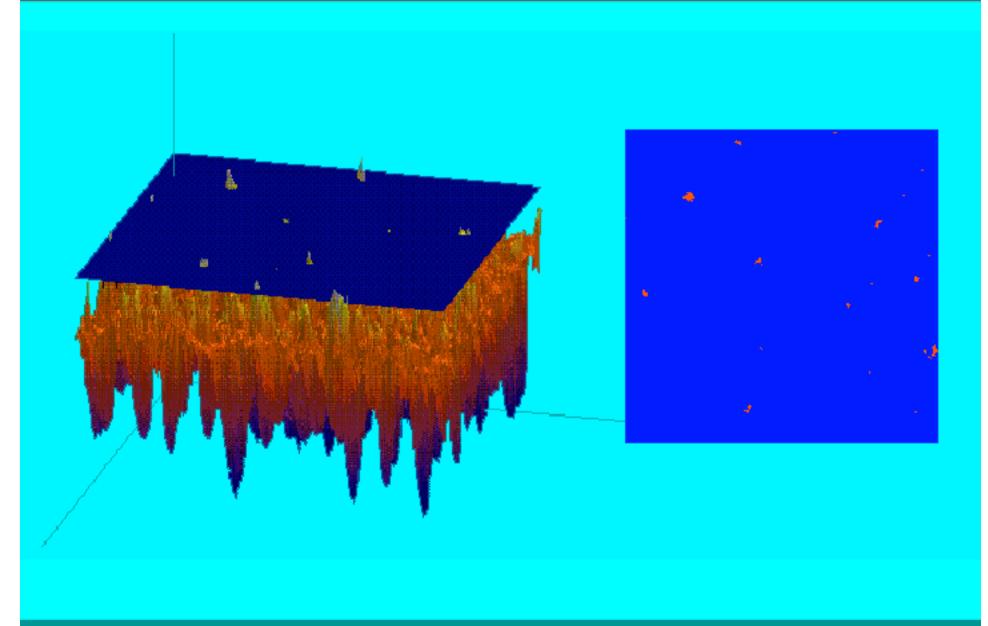






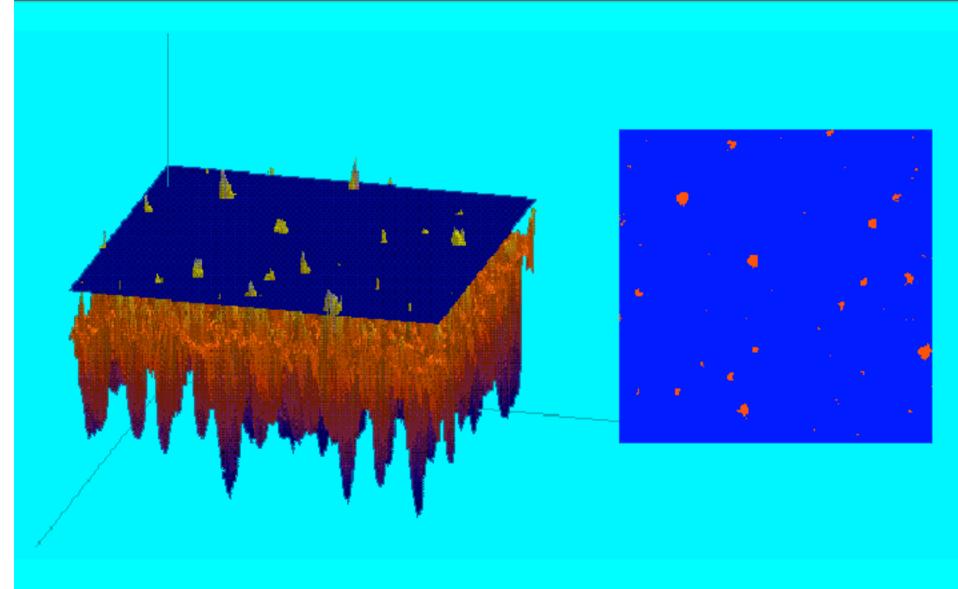






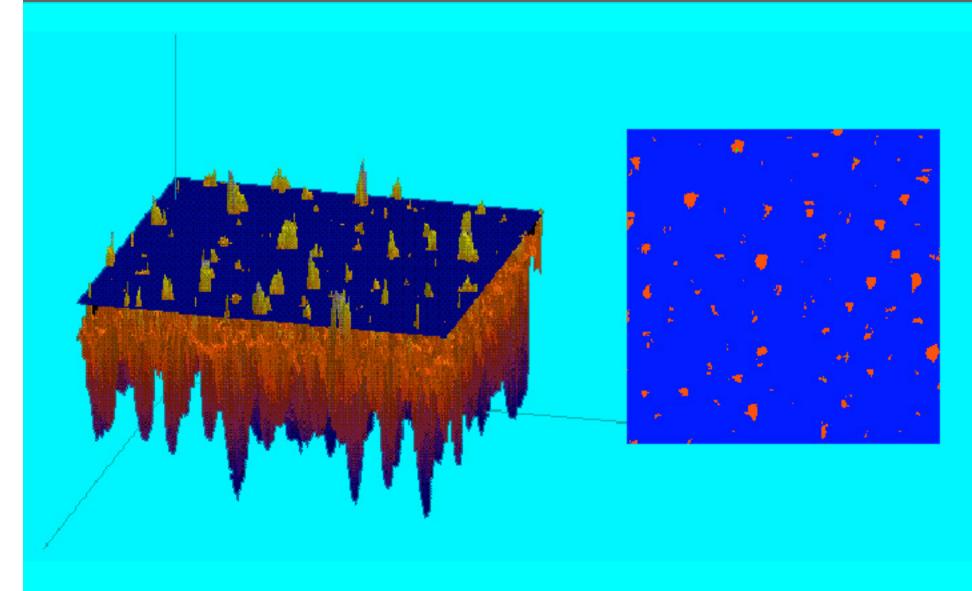






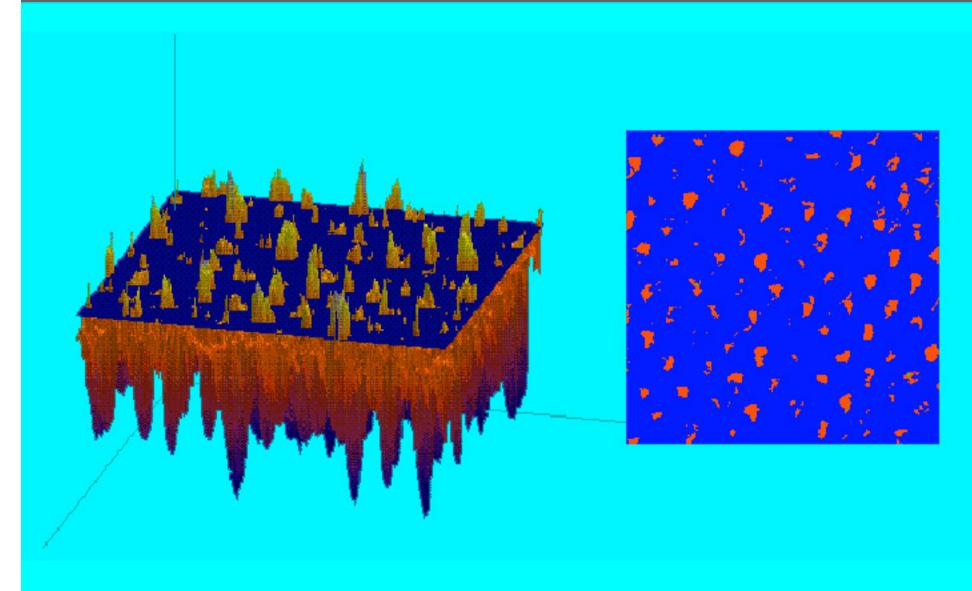






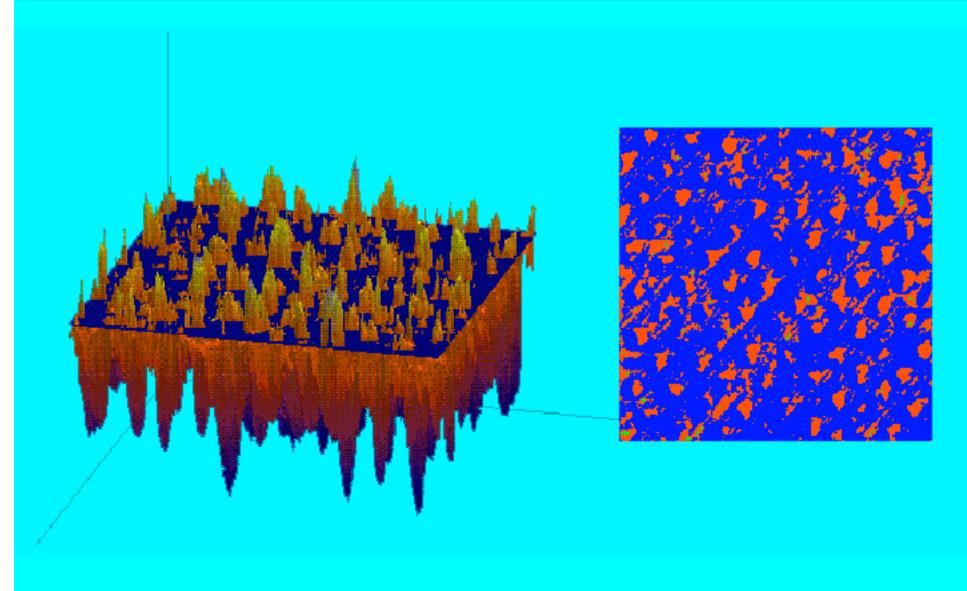






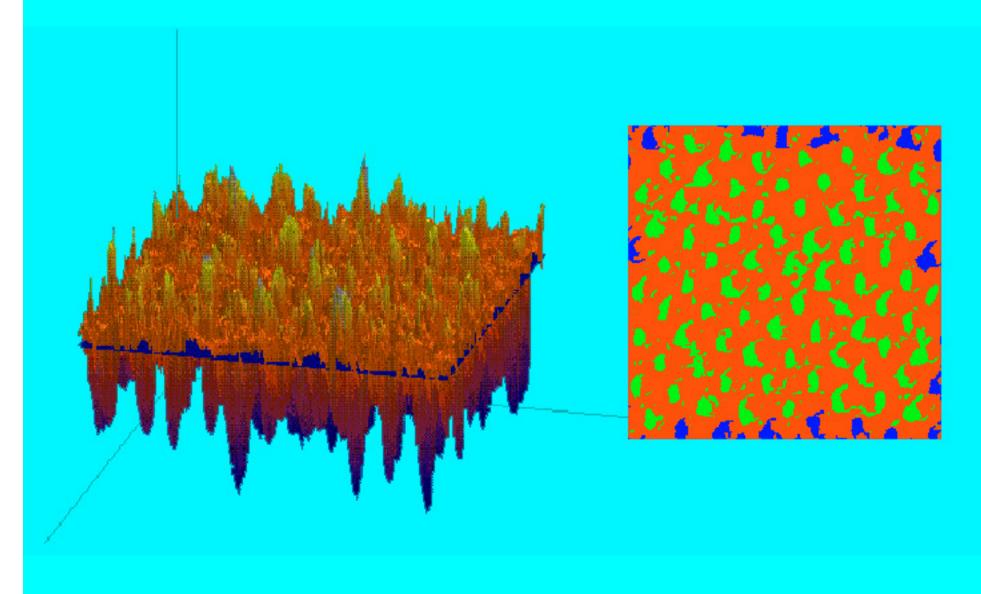






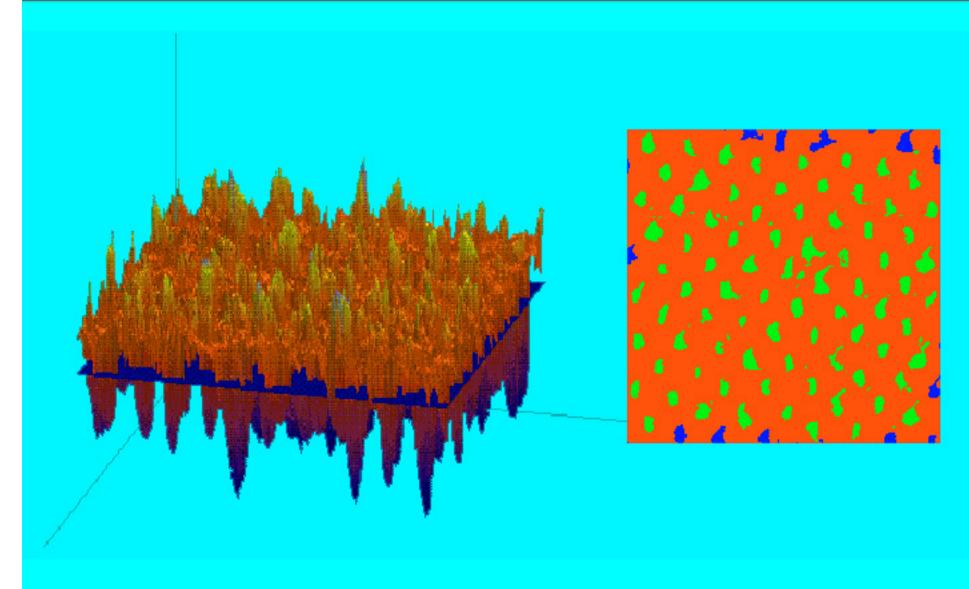






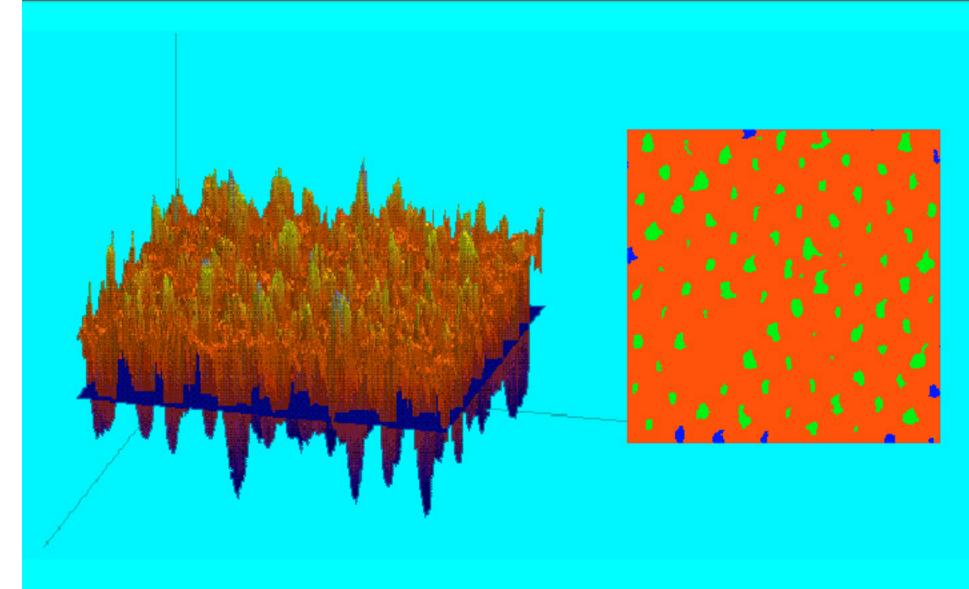






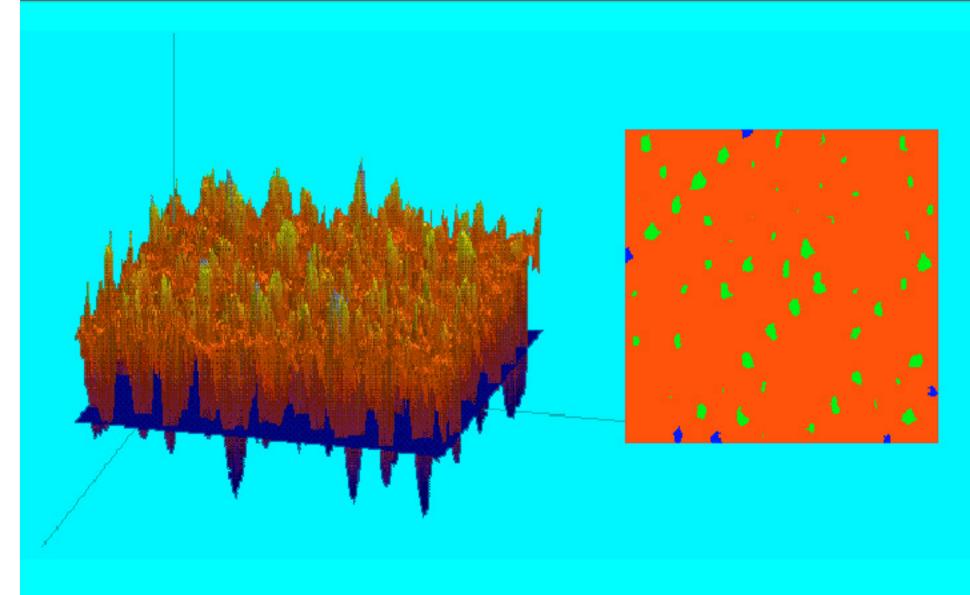






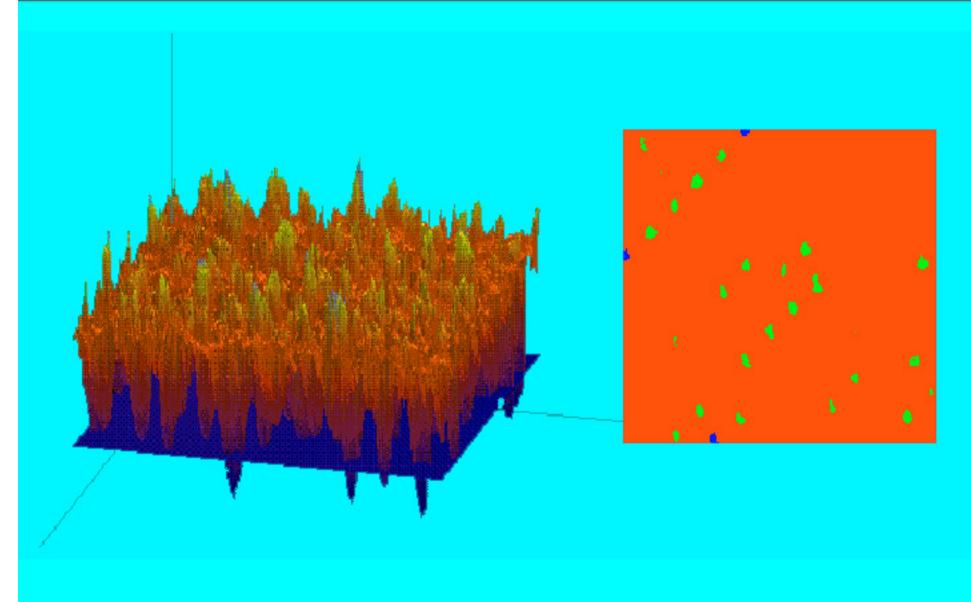






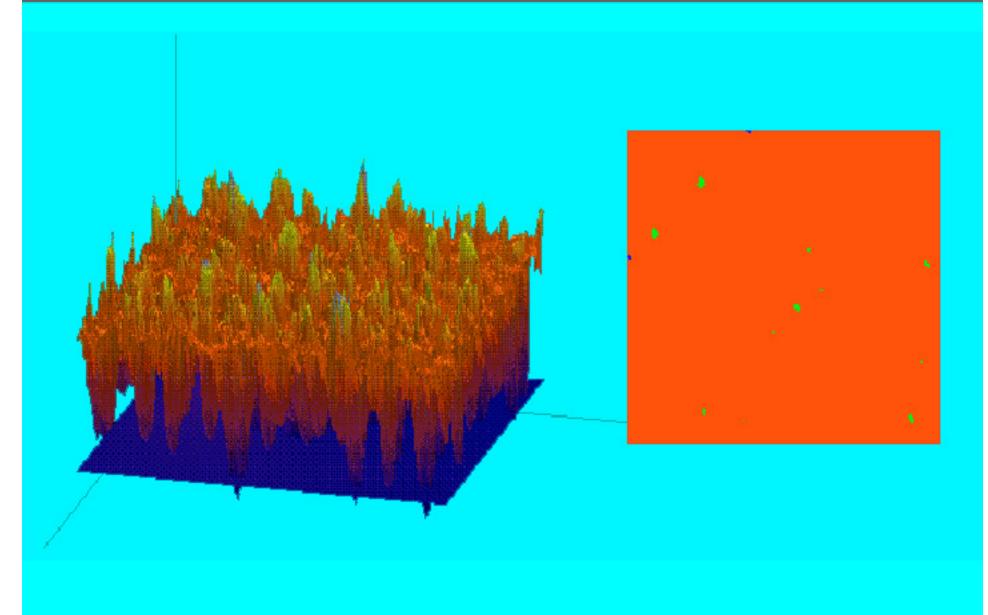






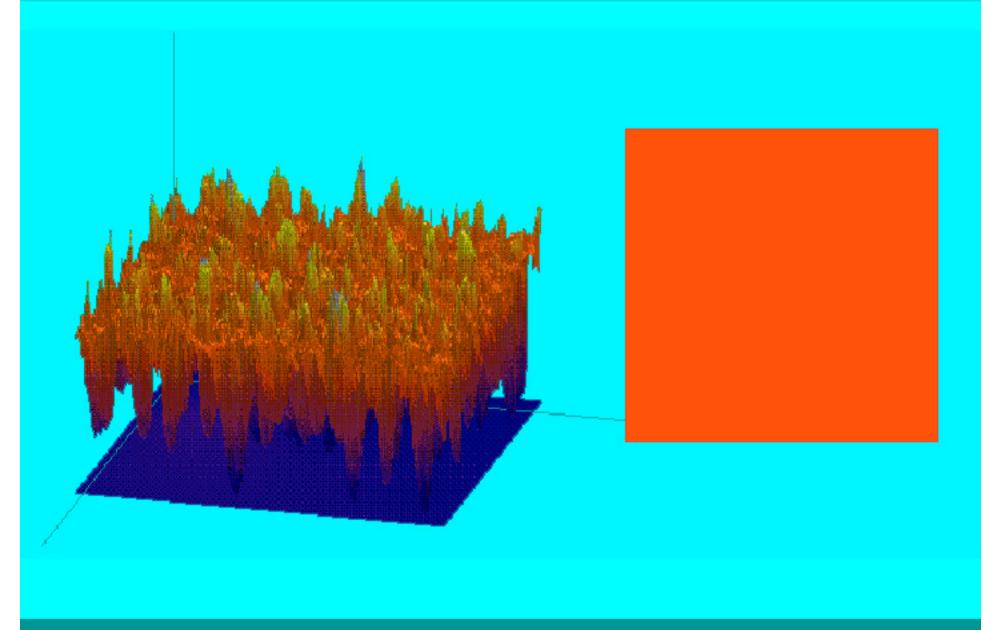






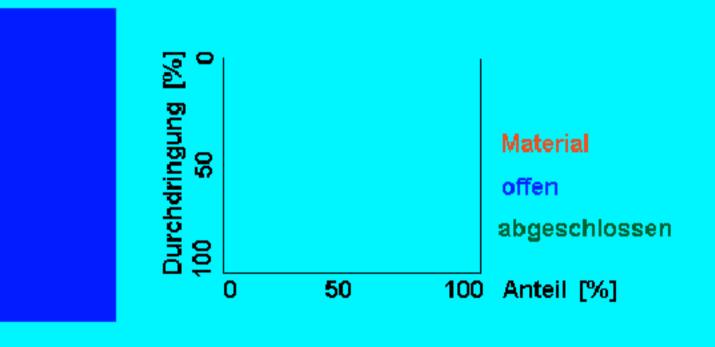






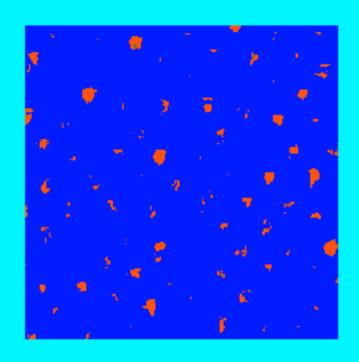


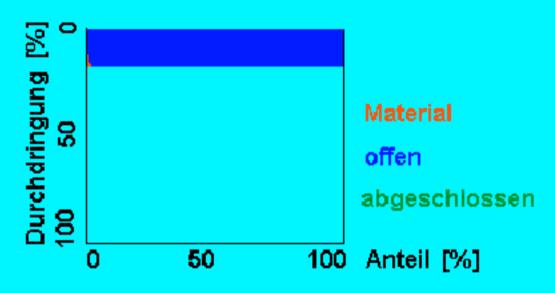






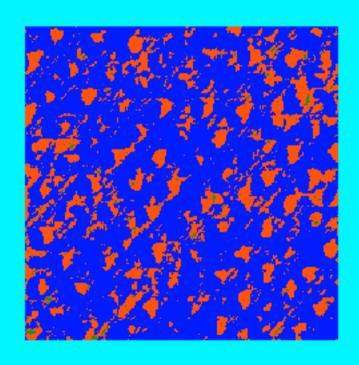


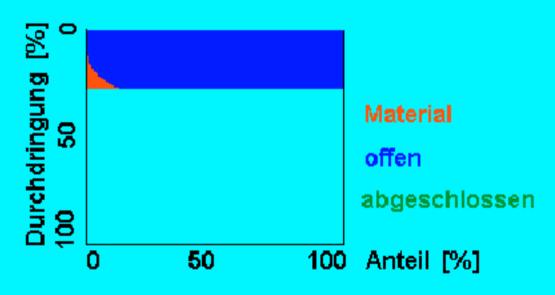






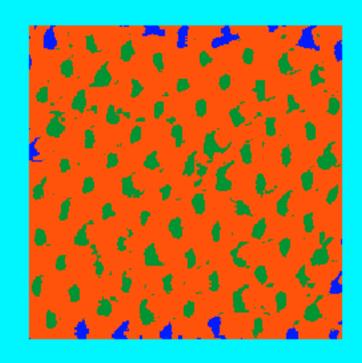


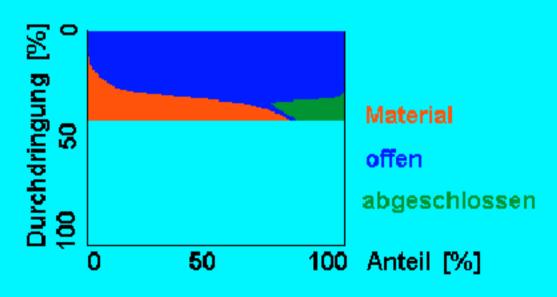






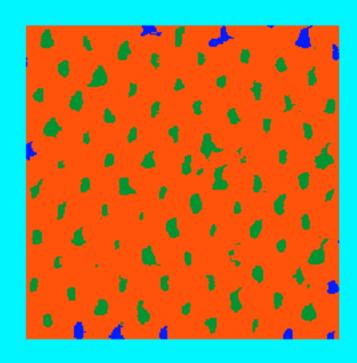


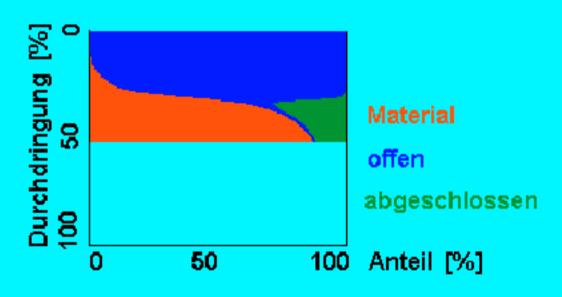






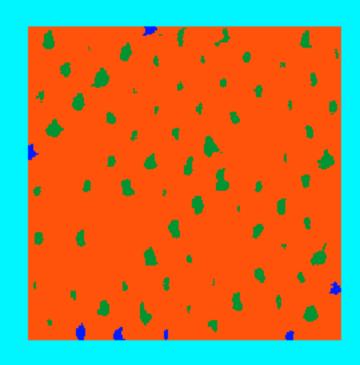


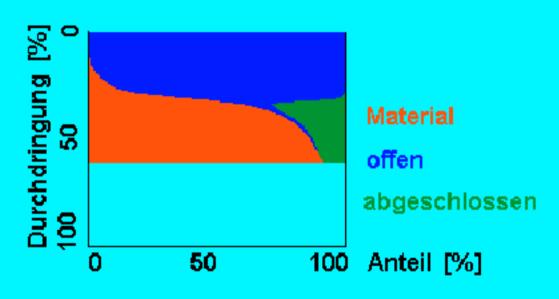






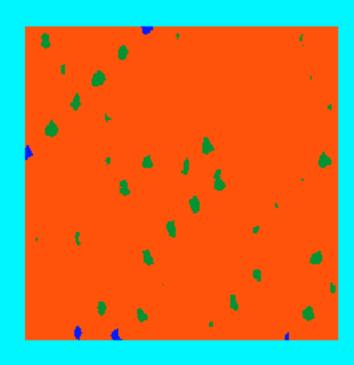


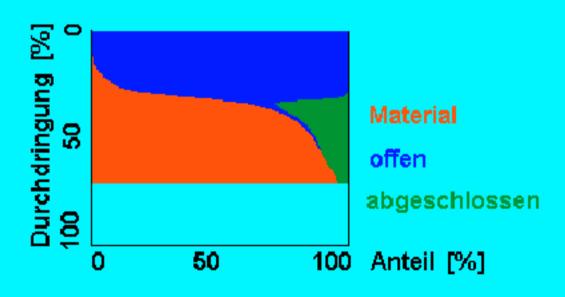






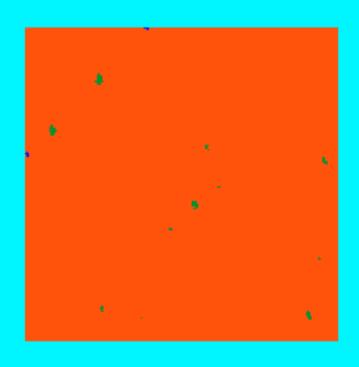


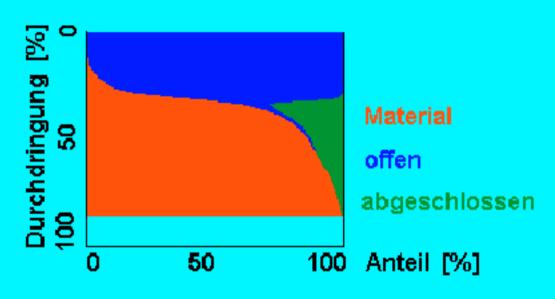






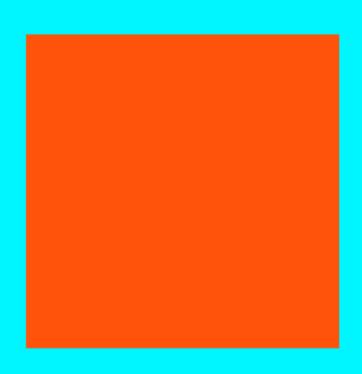


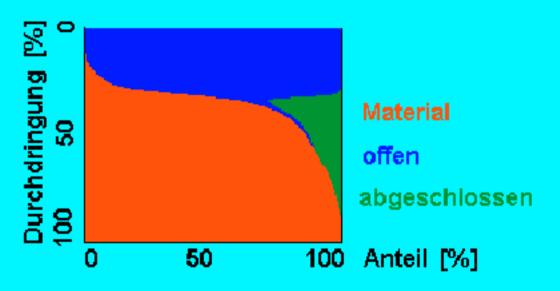








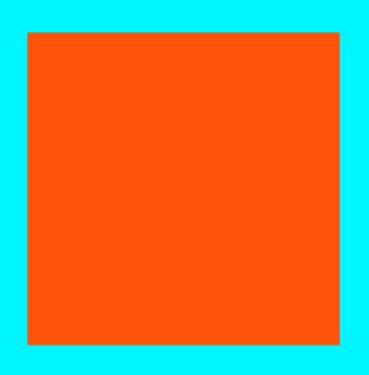


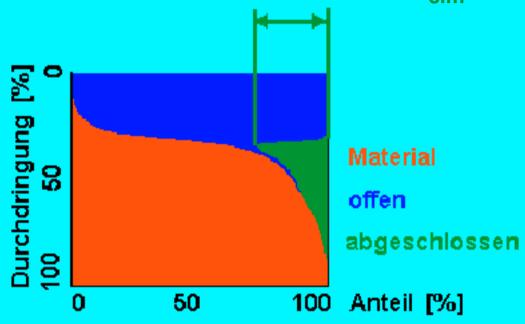






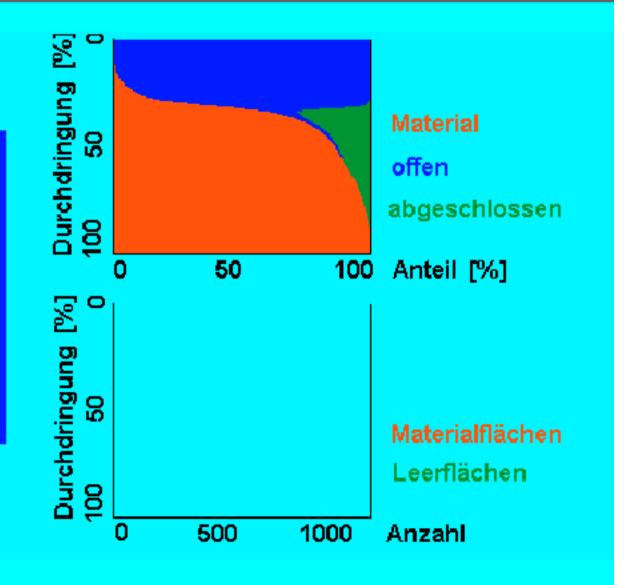






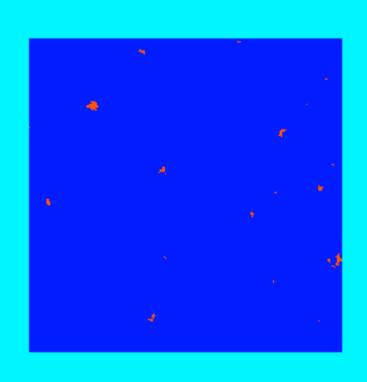


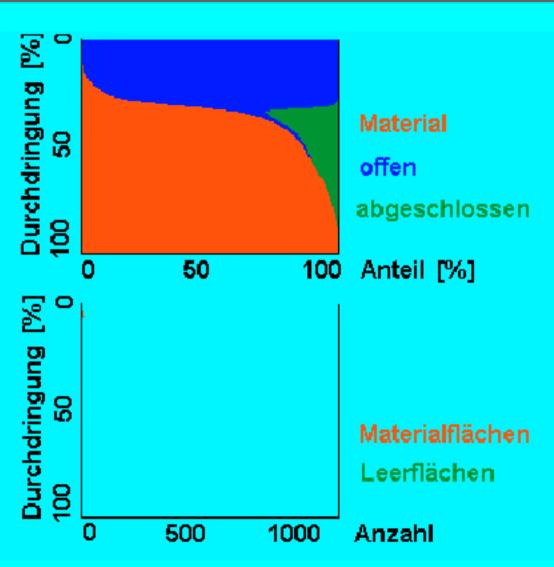






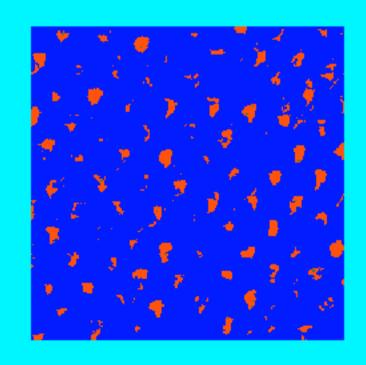


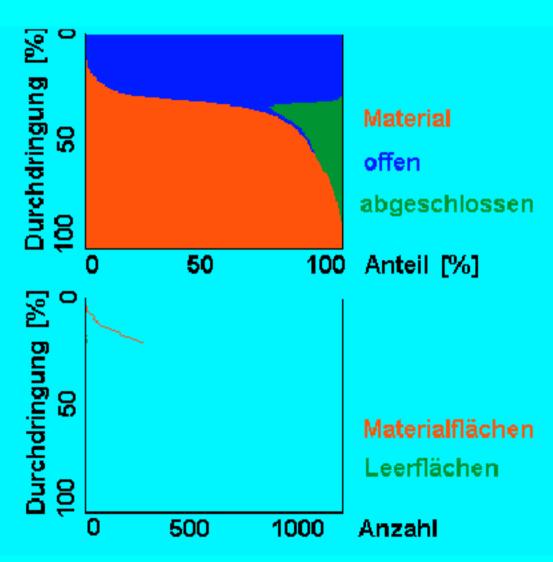






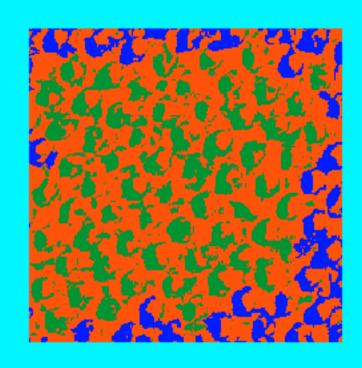


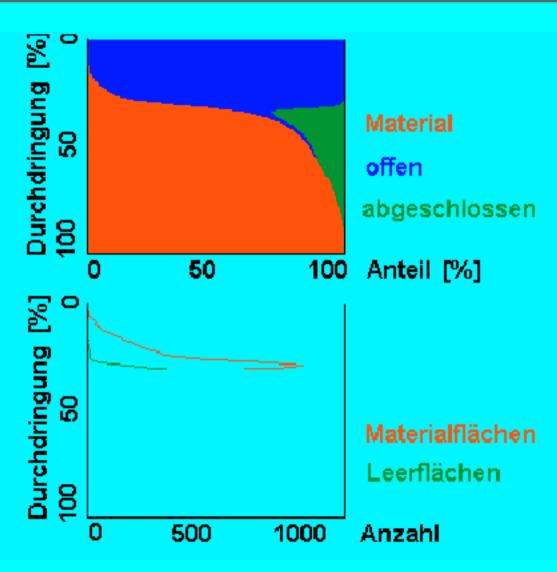






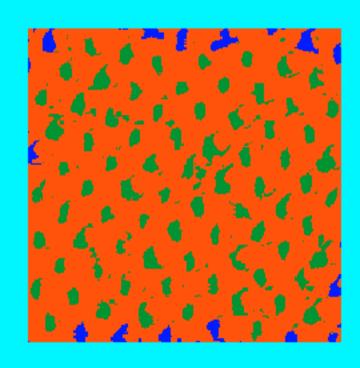


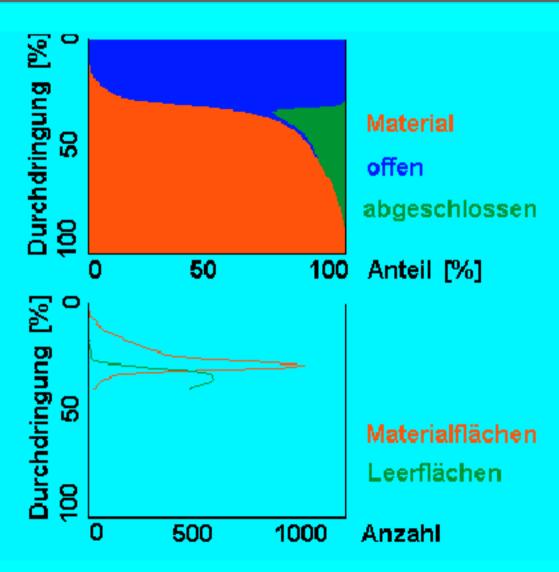






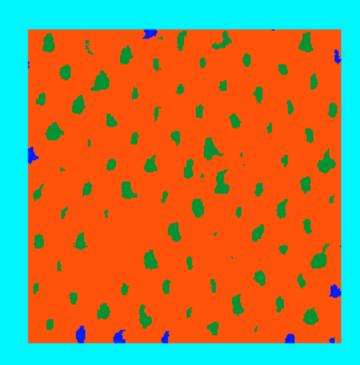


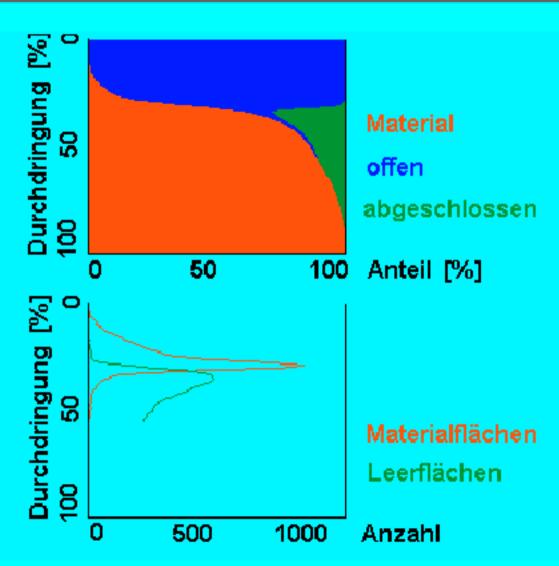






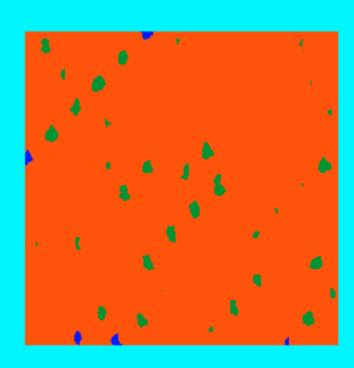


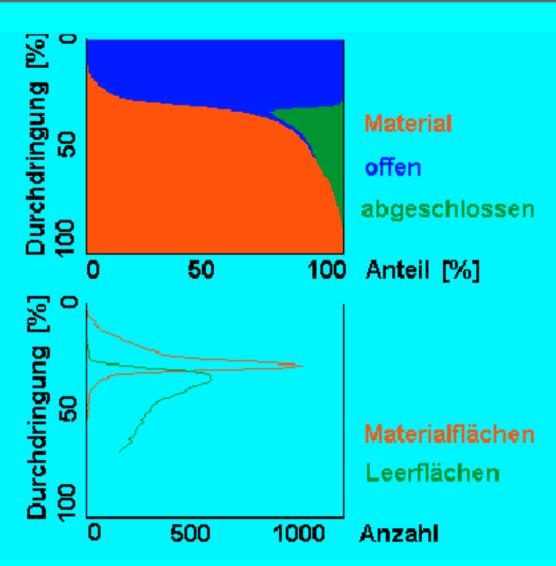






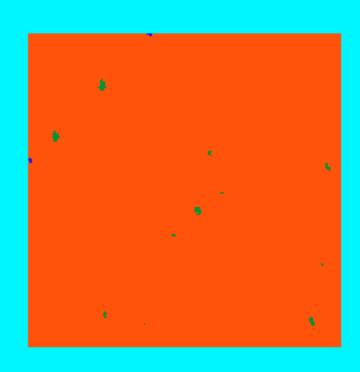


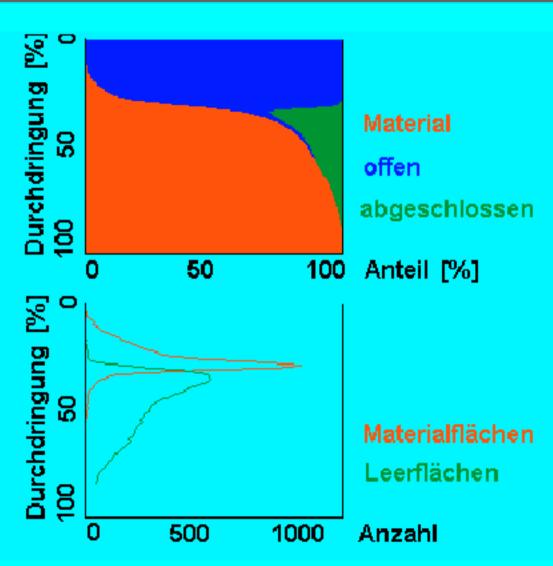






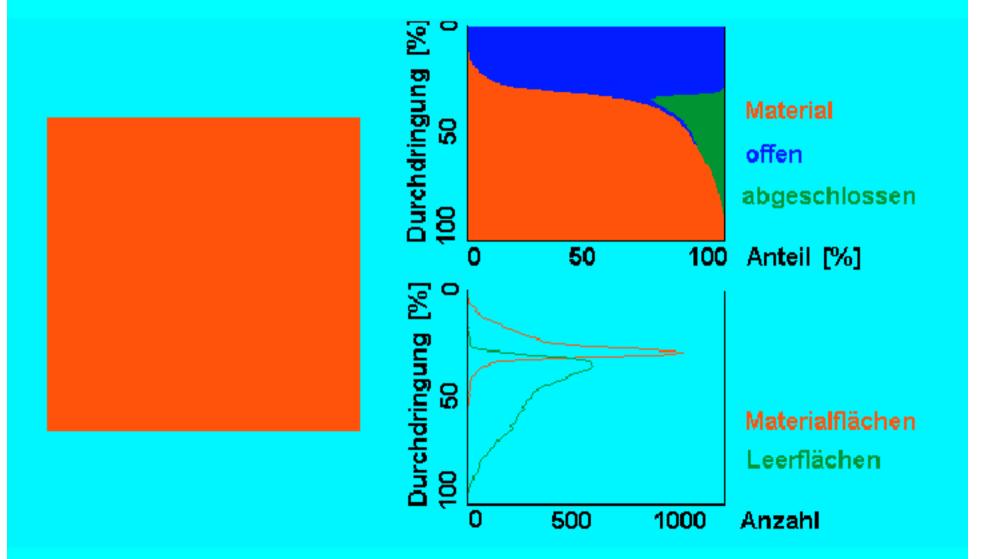














Funktionsrelevante Oberflächenkenngrößen



Leere

Hohe Spitzen S_{pk}, S_{pk}*

schmale Spitzen S_{r1} ✓

Flacher Kernbereich S_k

Mindestvolumen S_{pm}, S_{vk} ✓

Abgeschlossenheit

hohe Anteile geschlossener Leerflächen $\alpha_{
m clm}$

hoch abgeschlossene Topografie c_{clm}, p ✓

Feinheit (Dichte)

viele Spitzen N_{ma} ✓

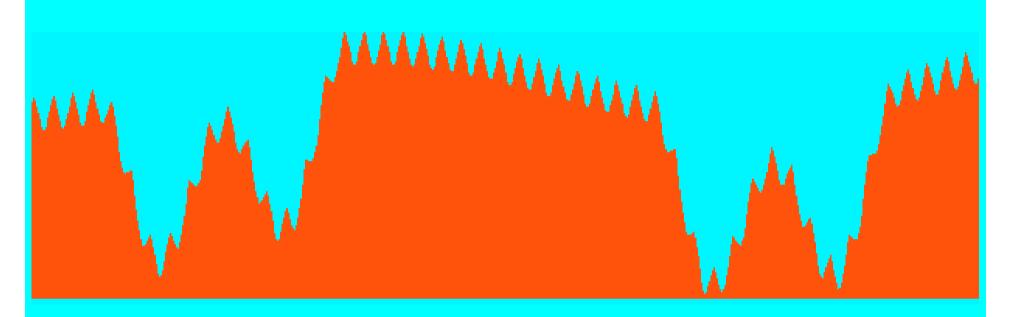
viele Täler N_{vo} ✓

Inhalt

- 1. Einleitung
 - Topografien in der Blechumformung
 - 2D-Oberflächenkenngrößen
- 2. Entwicklung neuer Oberflächenkenngrößen
 - Tribologisch relevante Eigenschaften
 - 3D-Oberflächenkenngrößen
 - Filter
- 3. Vergleich von Oberflächenkenngrößen und tribologischem Verhalten
- 4. Zusammenfassung

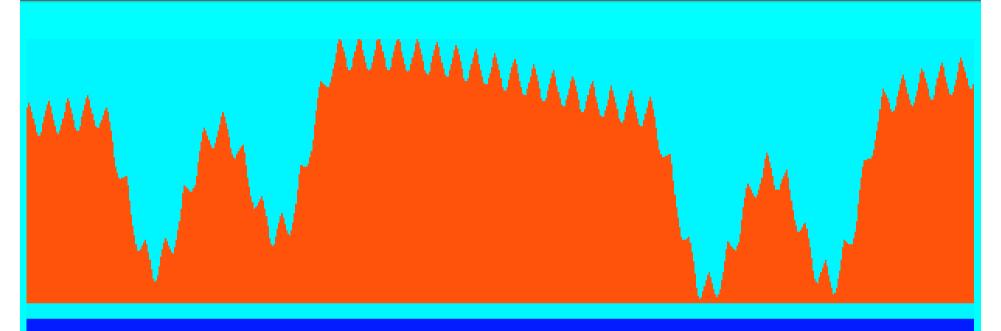


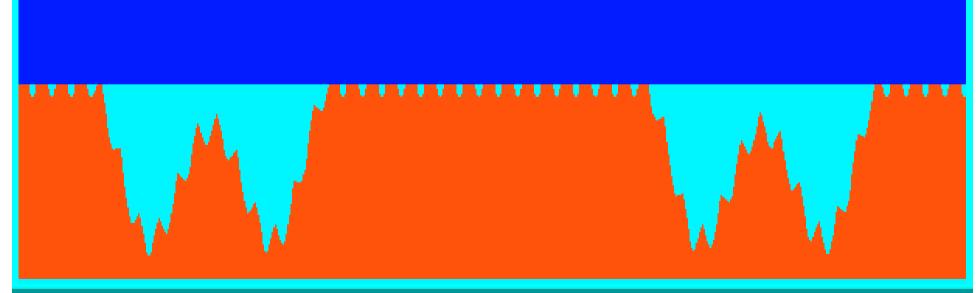






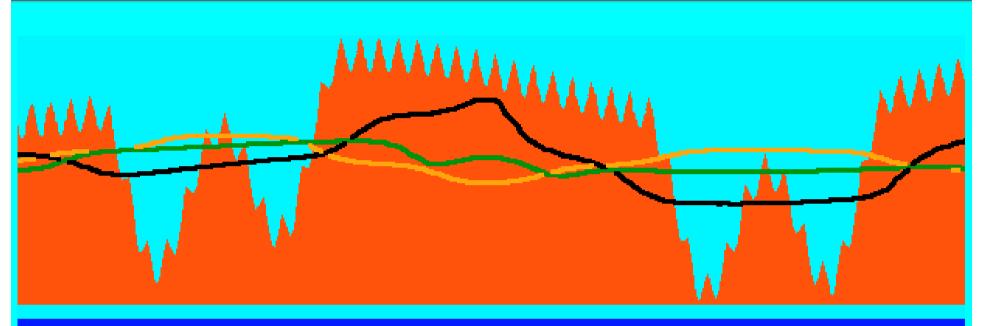


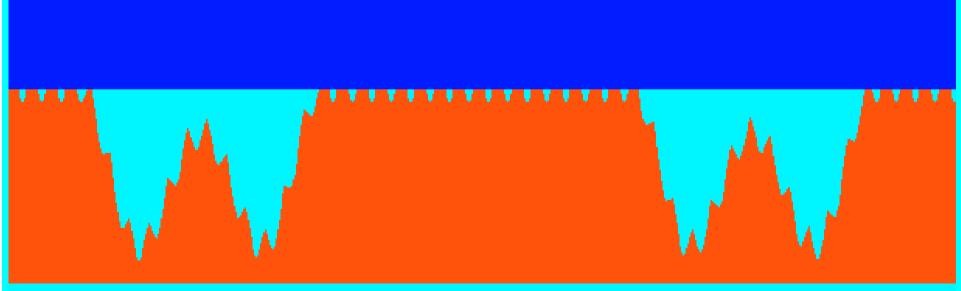






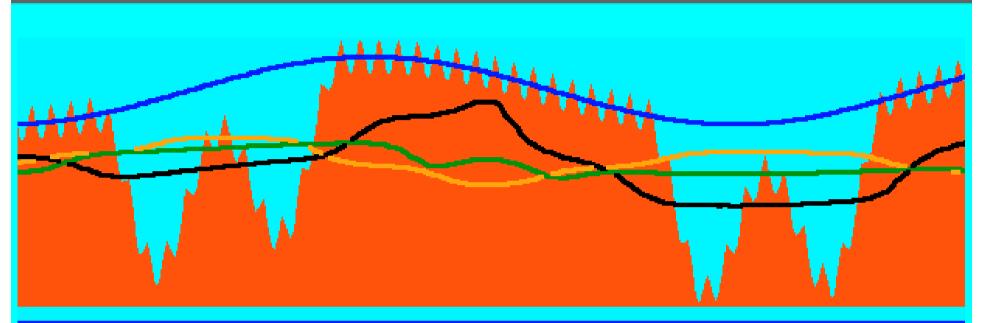


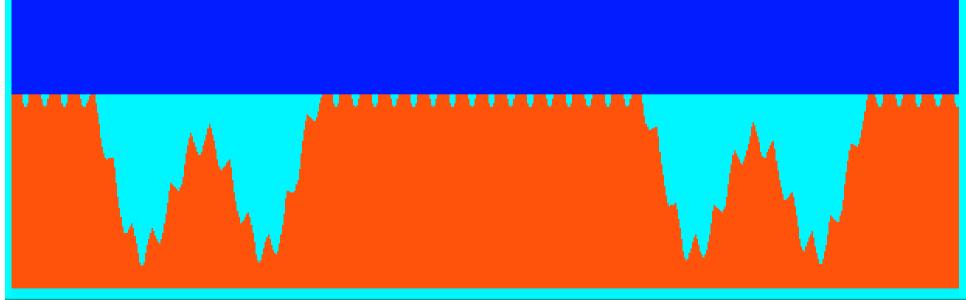






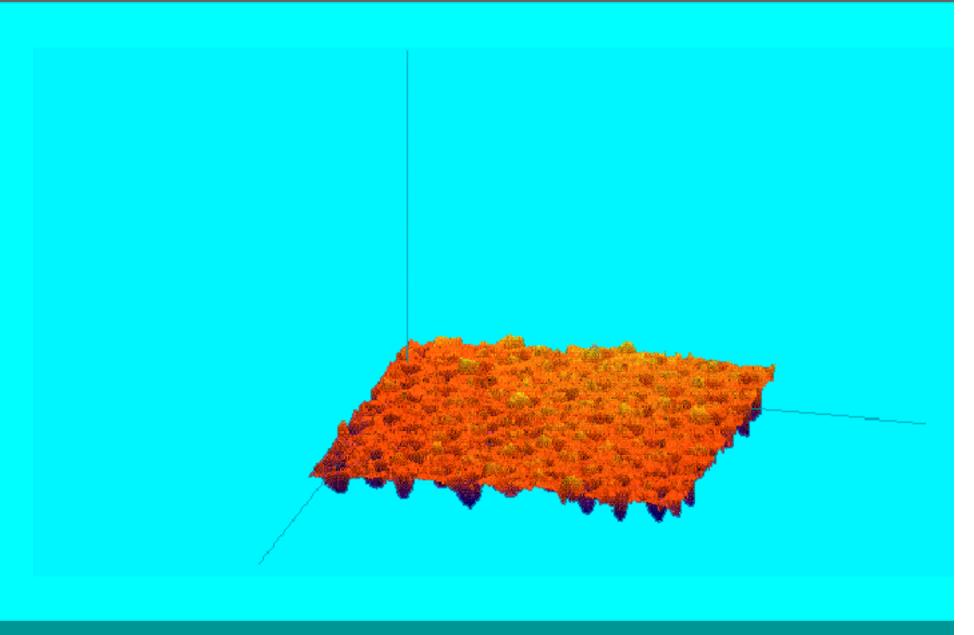






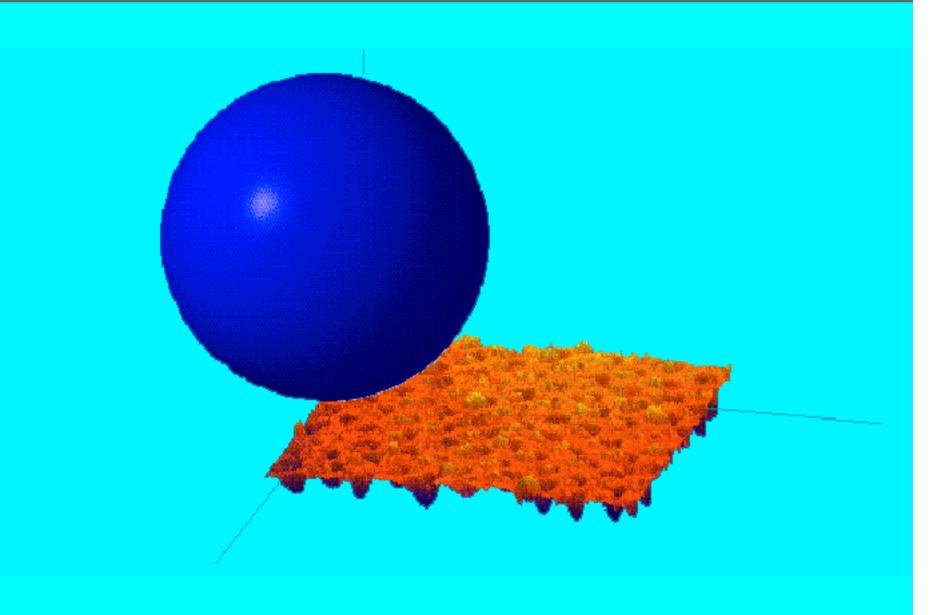






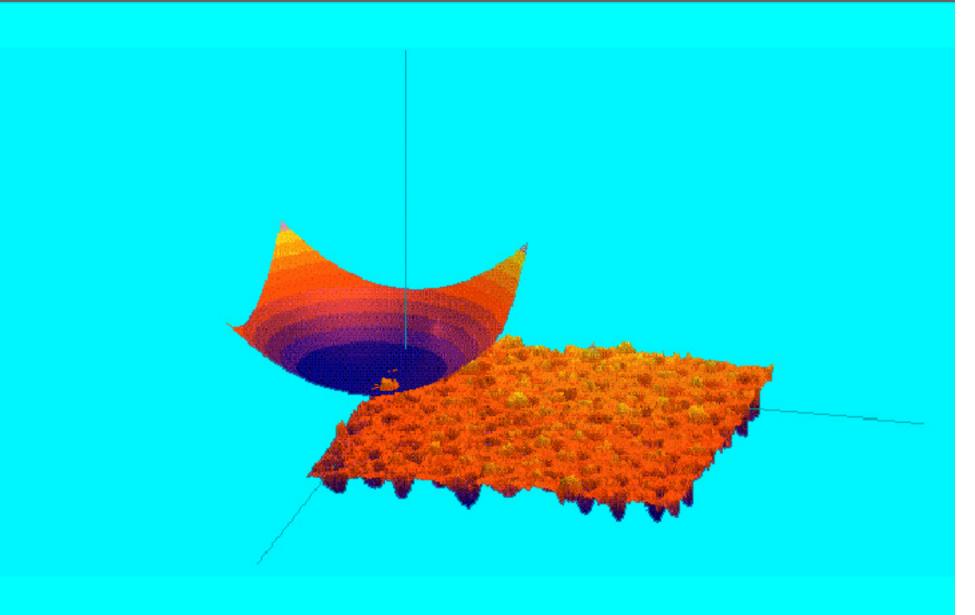






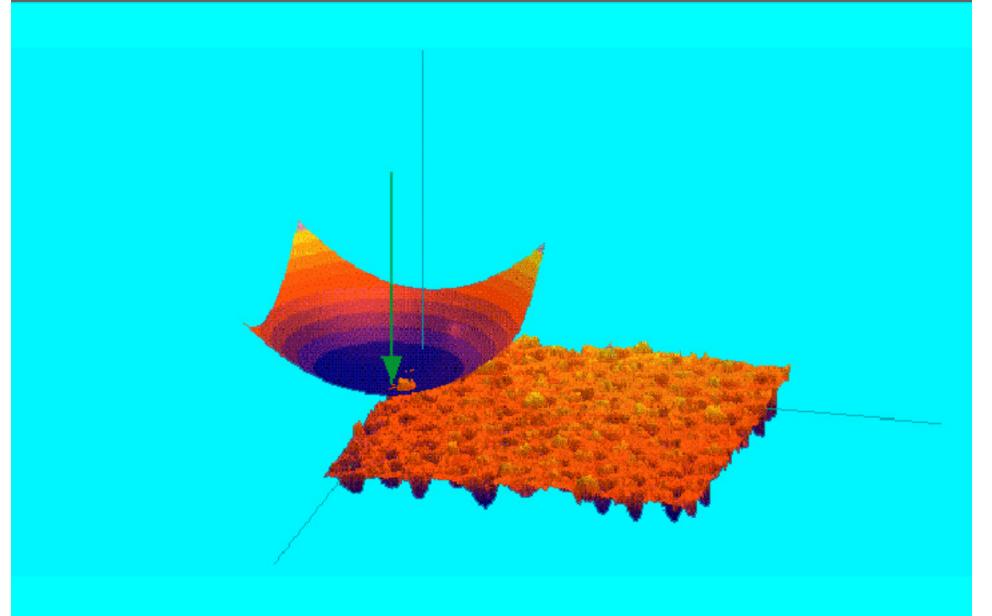






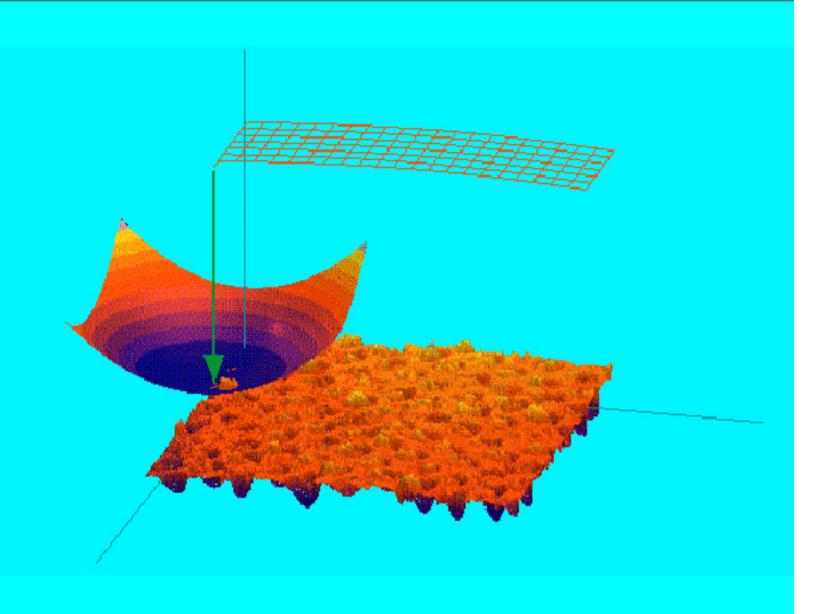






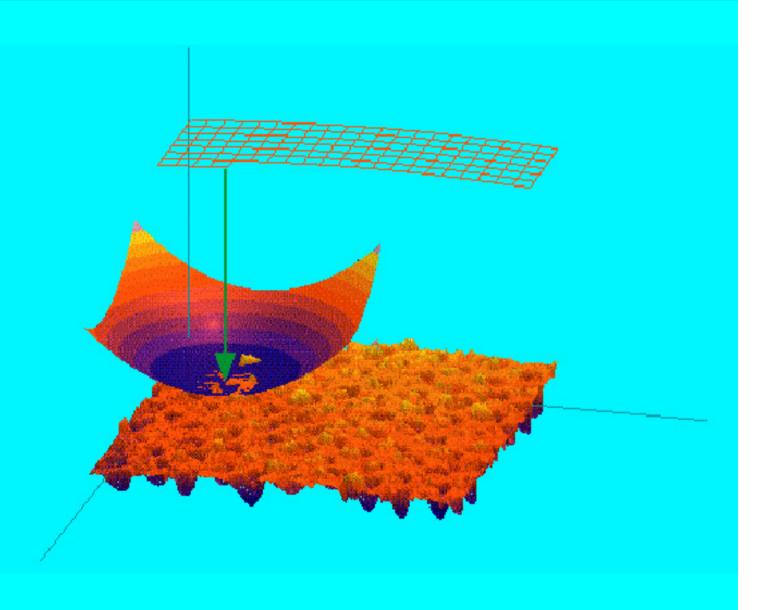






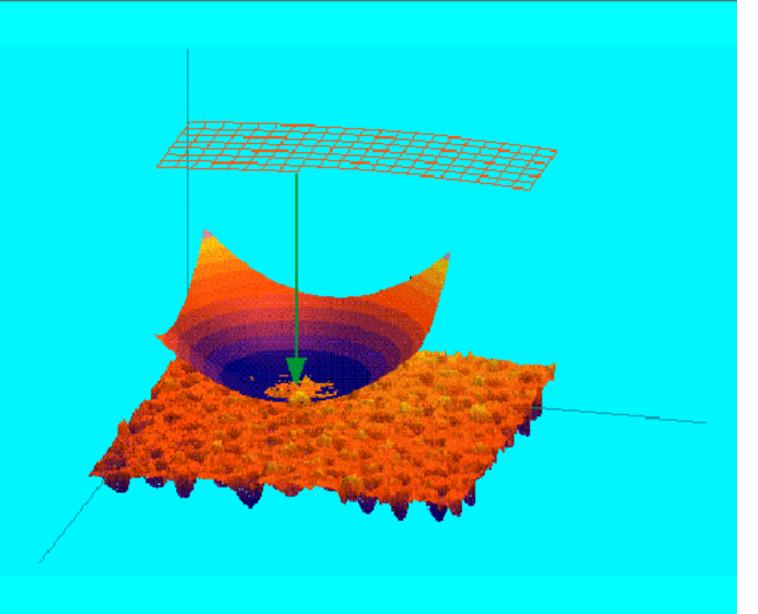






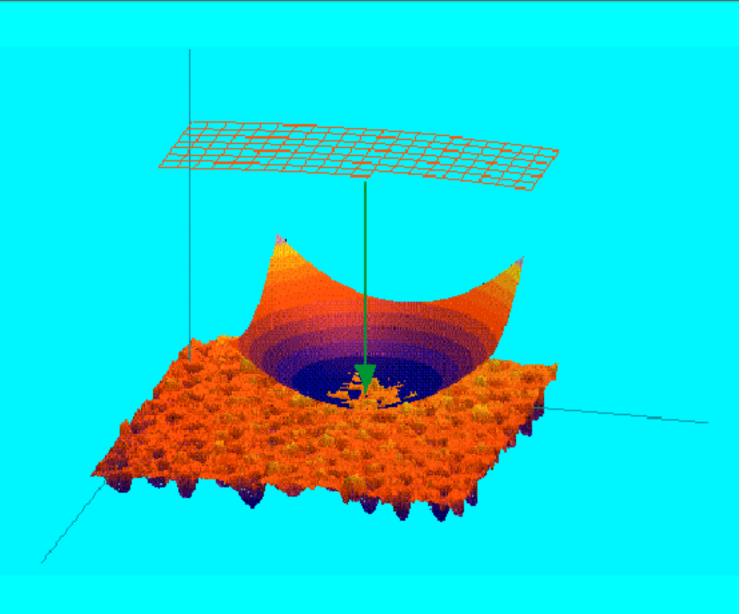






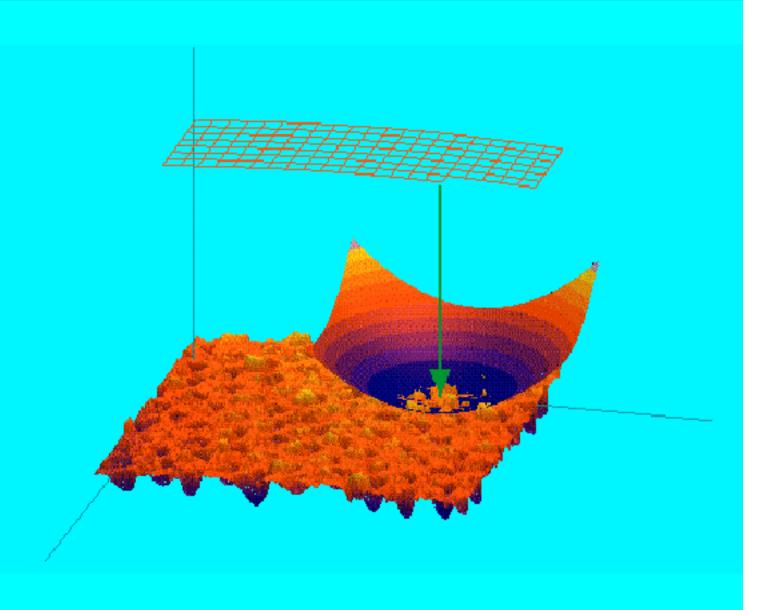






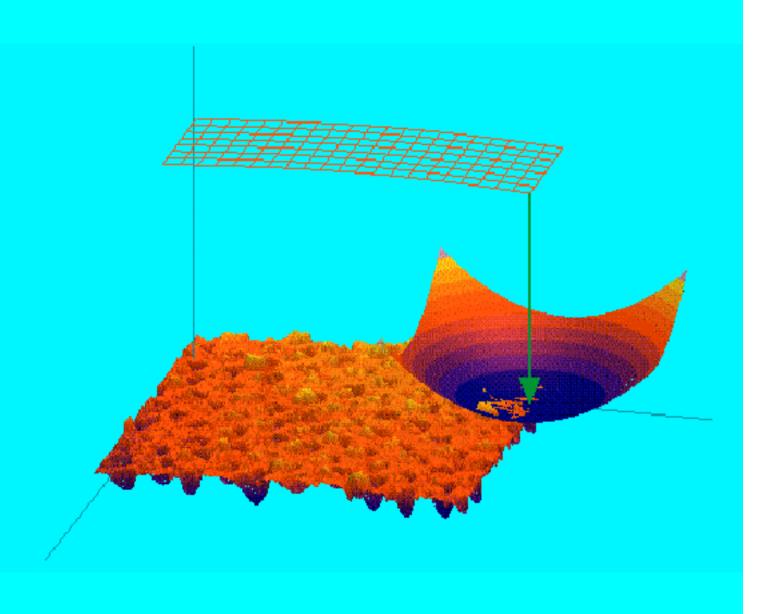






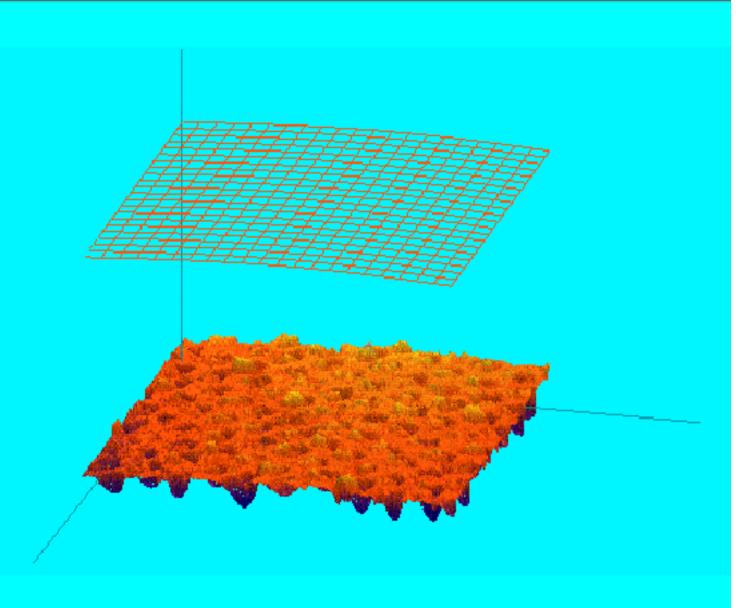






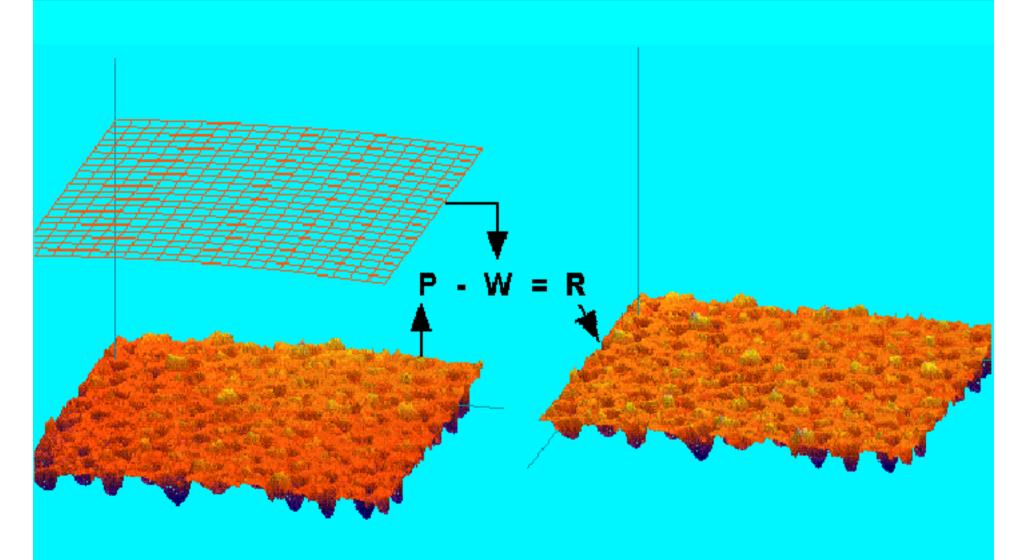












Inhalt

- 1. Einleitung
 - Topografien in der Blechumformung
 - 2D-Oberflächenkenngrößen
- 2. Entwicklung neuer Oberflächenkenngrößen
 - Tribologisch relevante Eigenschaften
 - 3D-Oberflächenkenngrößen
 - Filter
- 3. Vergleich von Oberflächenkenngrößen und tribologischem Verhalten
- 4. Zusammenfassung



Fragen



Lassen sich die Annahmen über die Wirkungsweise der Topografie experimentell bestätigen?

Sind andere Kenngrößen ebenfalls (besser) geeignet?

Welche Filter und Filterparameter sind zu wählen?

Zu welchen tribologischen Kenngrößen bestehen Zusammenhänge?

78 Oberflächenkenngrößen

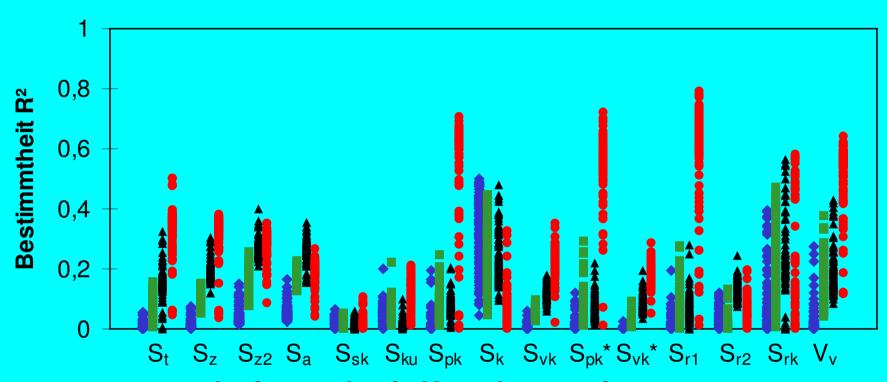
104 Filter

21 tribologische Kenngrößen

⇒ 170.352 Diagramme





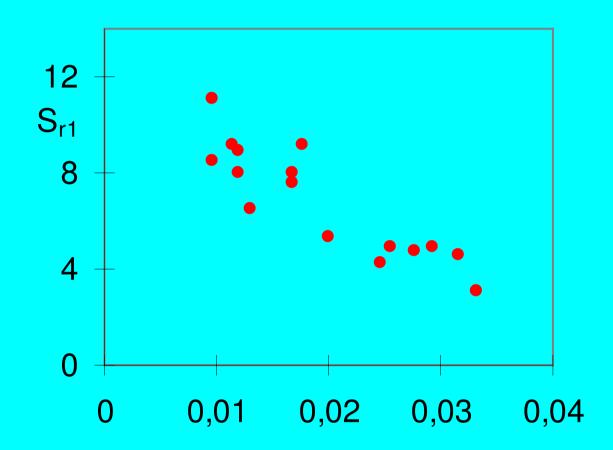


- gemittelte maximale Kontaktnormalspannung
- Standardabweichung der max. Kontaktnormalspannung
- gemittelte Reibungszahl
- Standardabweichung der Reibungszahl





Materialanteil an der Basis der Spitzen [%]

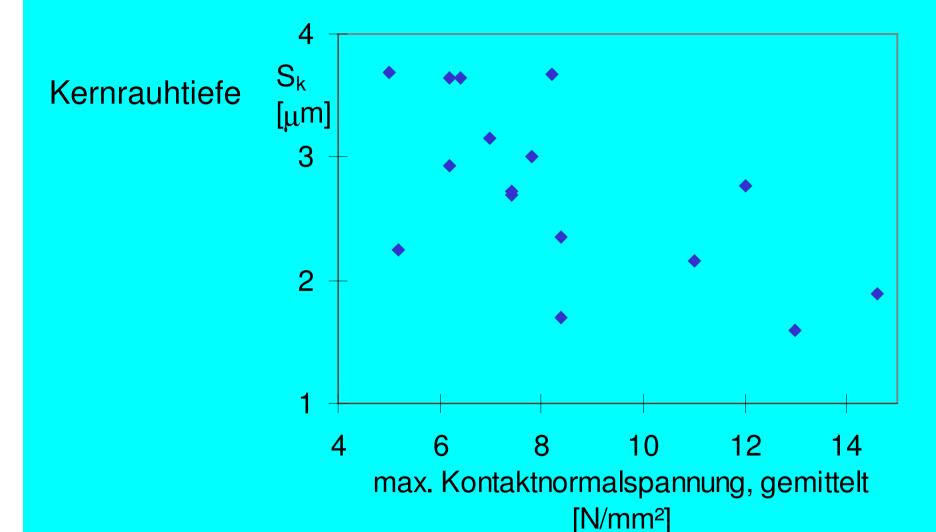


Standardabweichung der Reibungszahl

(Maß für die Abnahme der Reibungszahl mit zunehmender Gleitgeschwindigkeit)



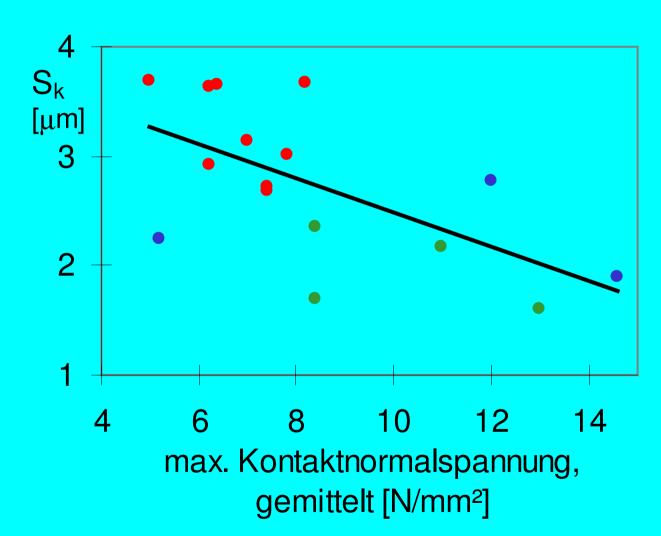








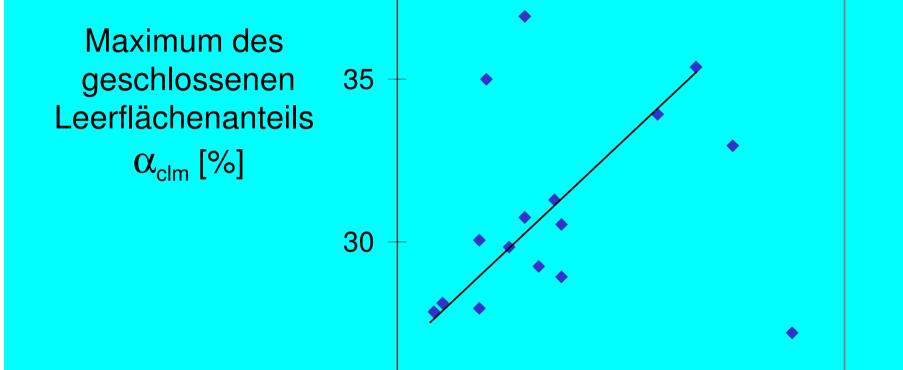








16



25

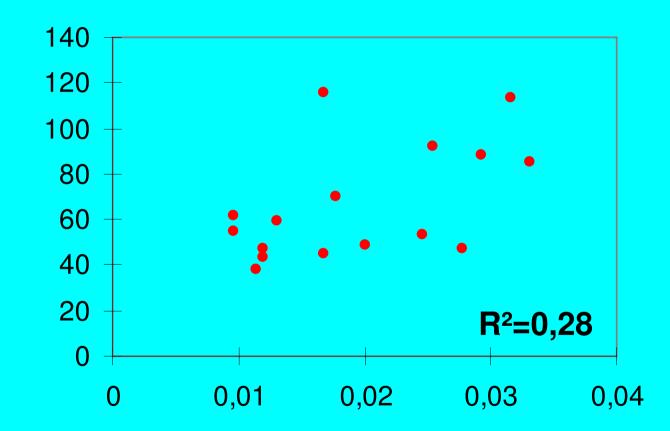
gemittelte maximale Kontaktnormalspannung [N/mm²]

12





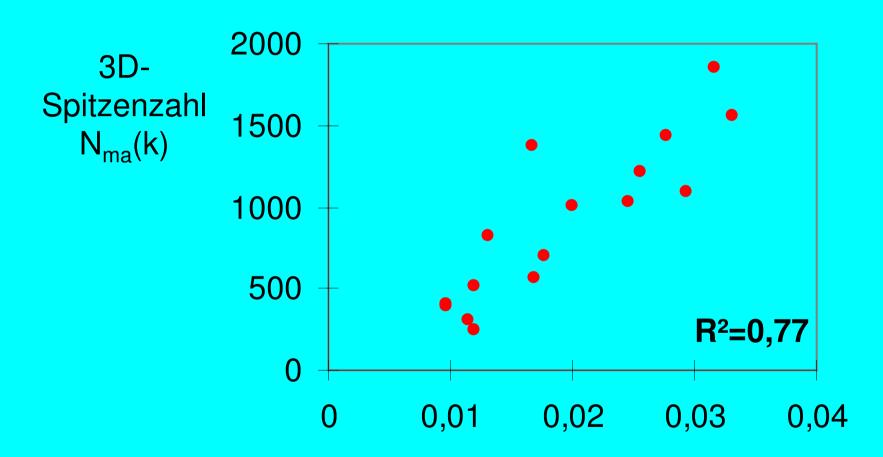




Standardabweichung der Reibungszahl





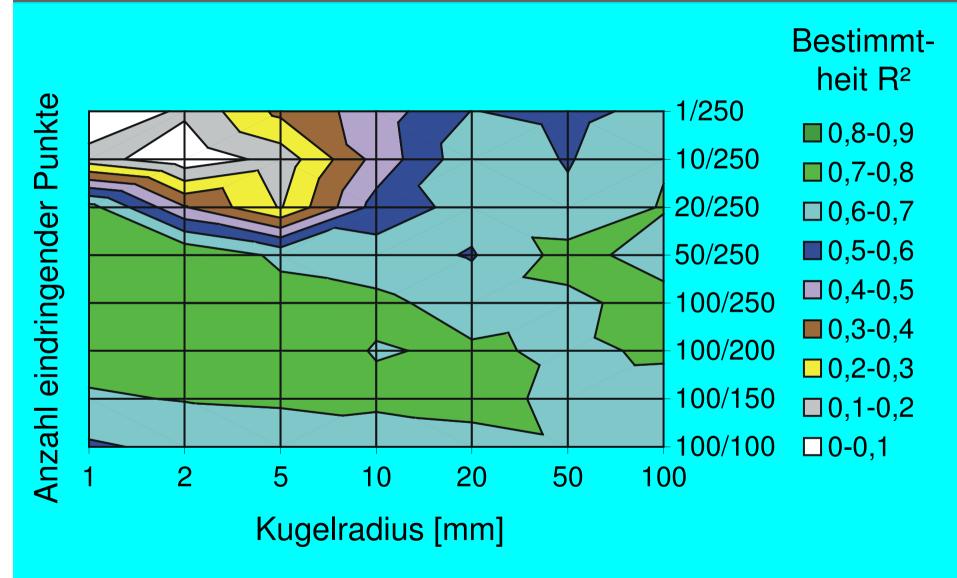


Standardabweichung der Reibungszahl



Auswahl der Filterparameter

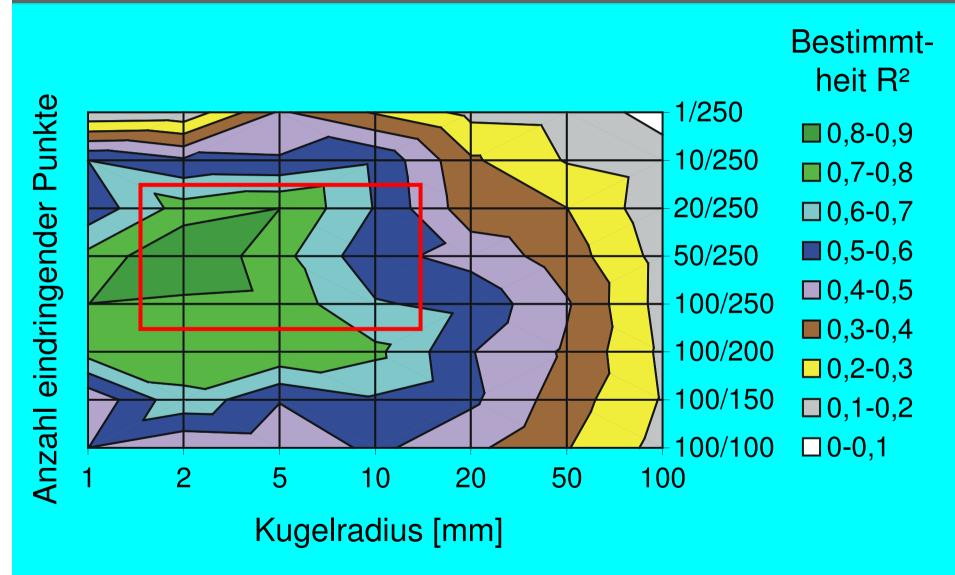






Auswahl der Filterparameter

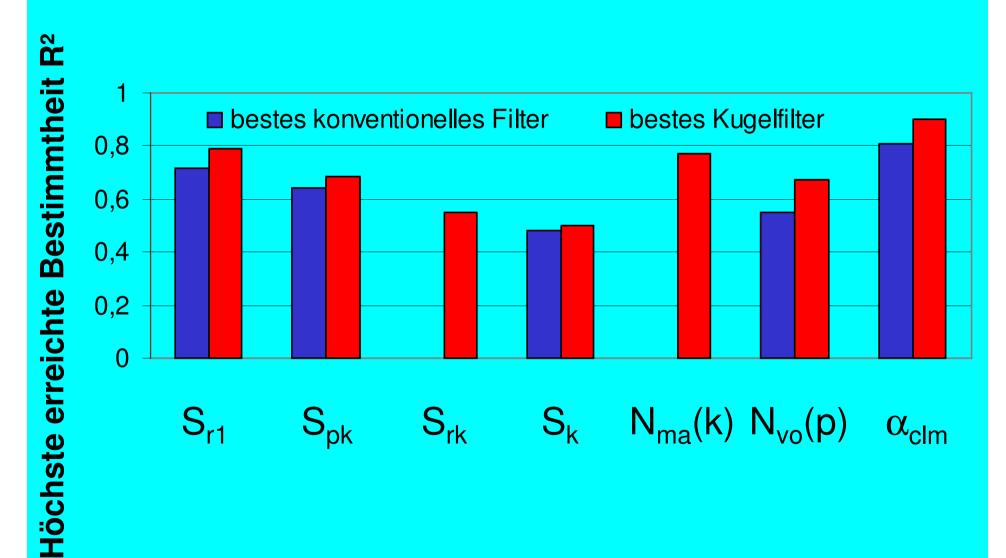






Auswahl der Filter





Inhalt

- 1. Einleitung
 - Topografien in der Blechumformung
 - 2D-Oberflächenkenngrößen
- 2. Entwicklung neuer Oberflächenkenngrößen
 - Tribologisch relevante Eigenschaften
 - 3D-Oberflächenkenngrößen
 - Filter
- 3. Vergleich von Oberflächenkenngrößen und tribologischem Verhalten
- 4. Zusammenfassung



Zusammenfassung



1. Untersuchung der Wirkmechanismen der Topografie

- Definition eindeutiger Begriffe als Diskussionsgrundlage
- Verbessertes Verständnis über die Wirkungsweise

2. Entwicklung neuer Berechnungsmethoden

- "Echte" 3D-Oberflächenkenngrößen
- Funktionsorientierte Filterung





Anwendung von Oberflächenkenngrößen in der Blechumformung



