

Fertigungstechnik

Modul Produktionstechnik

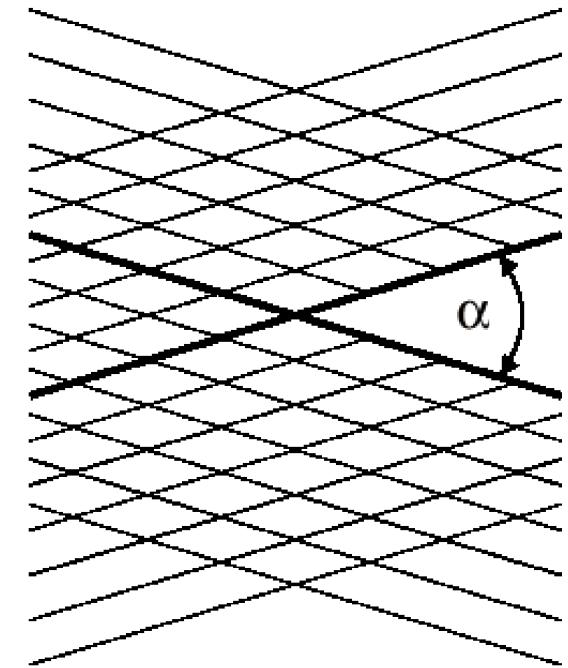
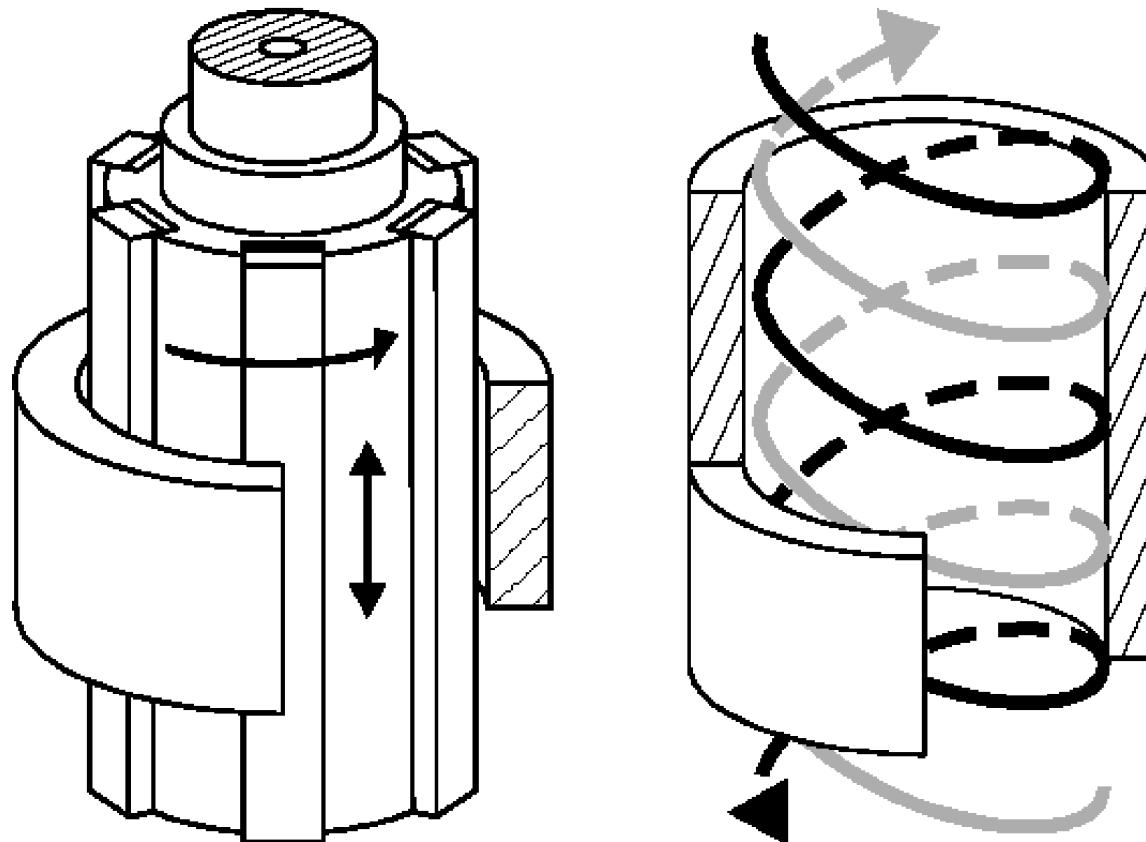
Kapitel 5.2: Trennen
mit geometrisch unbestimmter Schneide



Das Honen ist Spanen mit geometrisch unbestimmten Schneiden, wobei die vielschneidigen Werkzeuge eine aus zwei Komponenten bestehende Schnittbewegung ausführen, von denen mindestens eine Komponente hin- und hergehend ist, so dass die bearbeitete Oberfläche definiert überkreuzende Spuren aufweist.

Br 1076

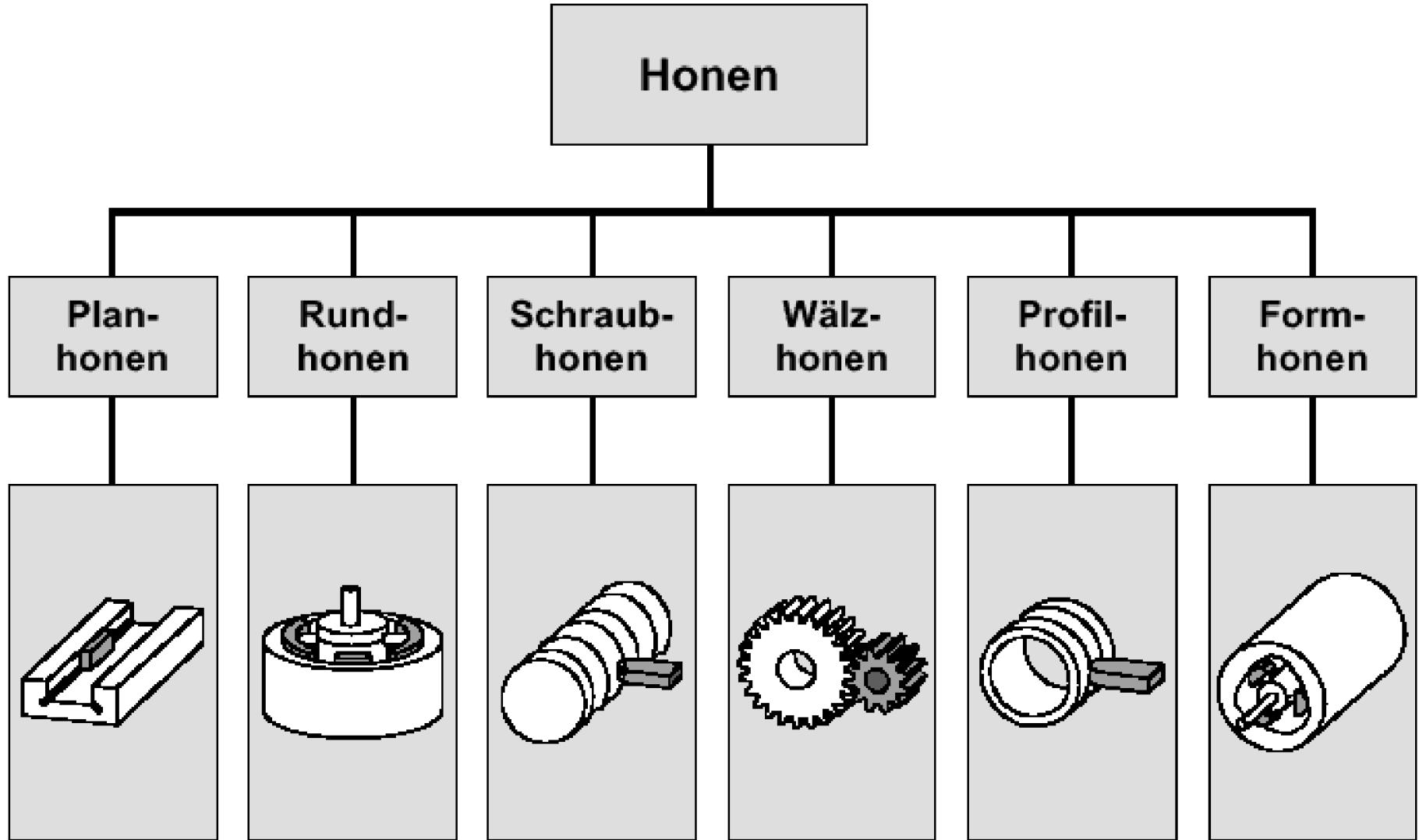




α = Überschneidungswinkel

Stö 0386





Quelle: DIN 8589, Teil 14



Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

Einteilung des Honens nach DIN 8589

Stö 0382



Verbrennungsmotoren

Getriebeteile

Einspritzpumpen

Pumpen

Fahrzeugteile

Maschinenteile

Meßwerkzeuge

Hydraulikteile

Elektromotoren

Kupplungen

Bremsen

Autoelektrik

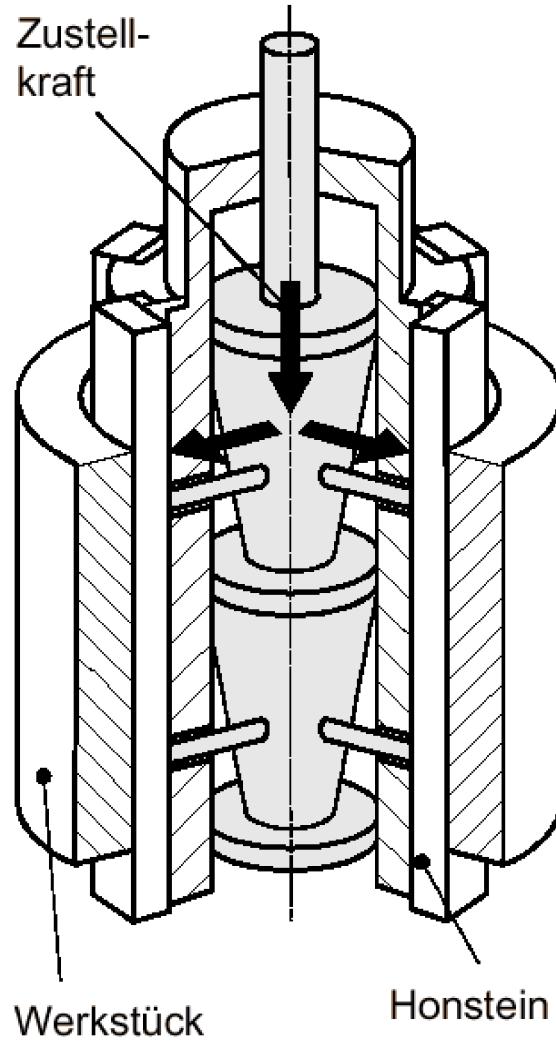
Quelle: Nagel



Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

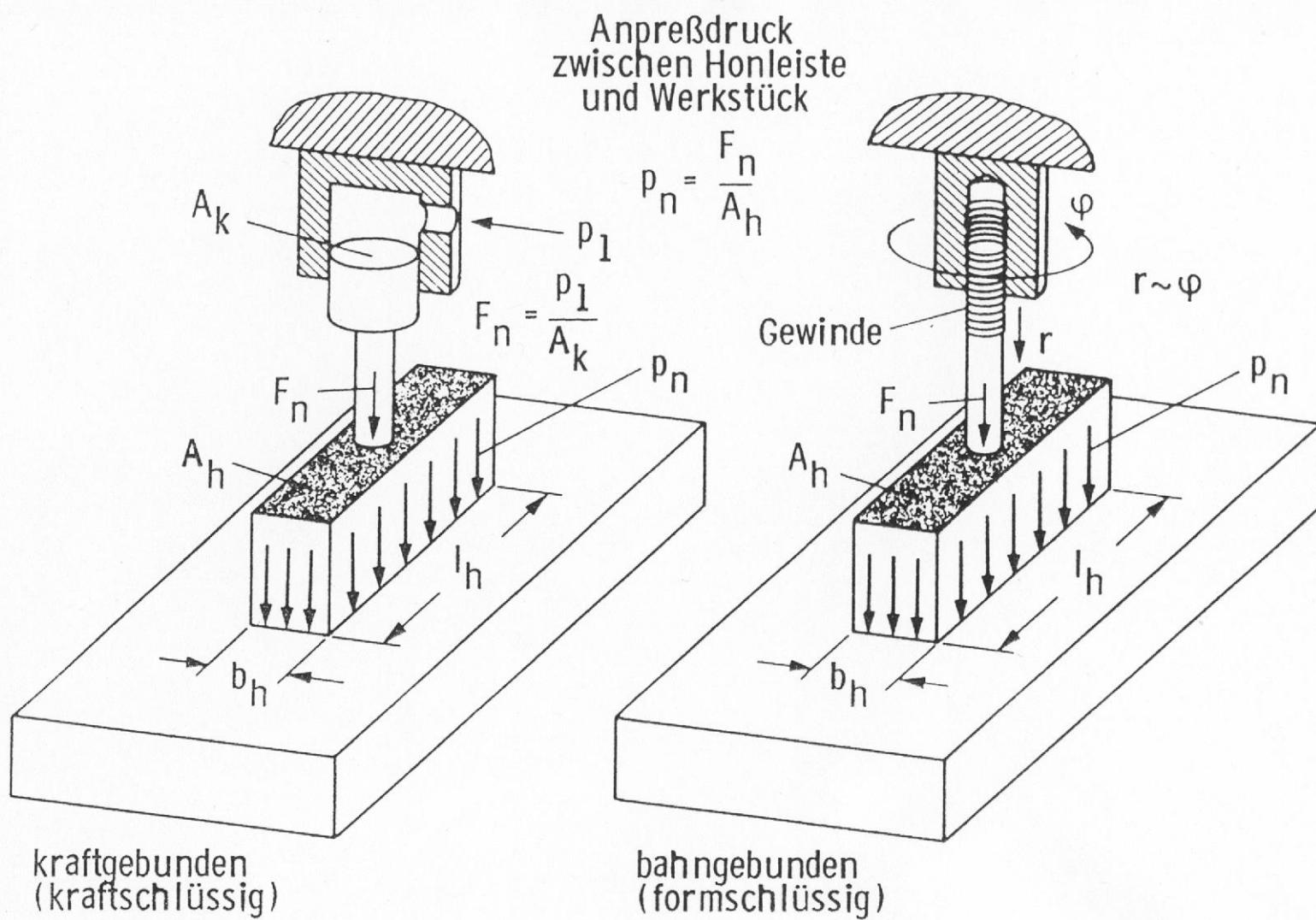
Stö 0383

Anwendungsbeispiele des Honens in der Serienfertigung



Stö 0384

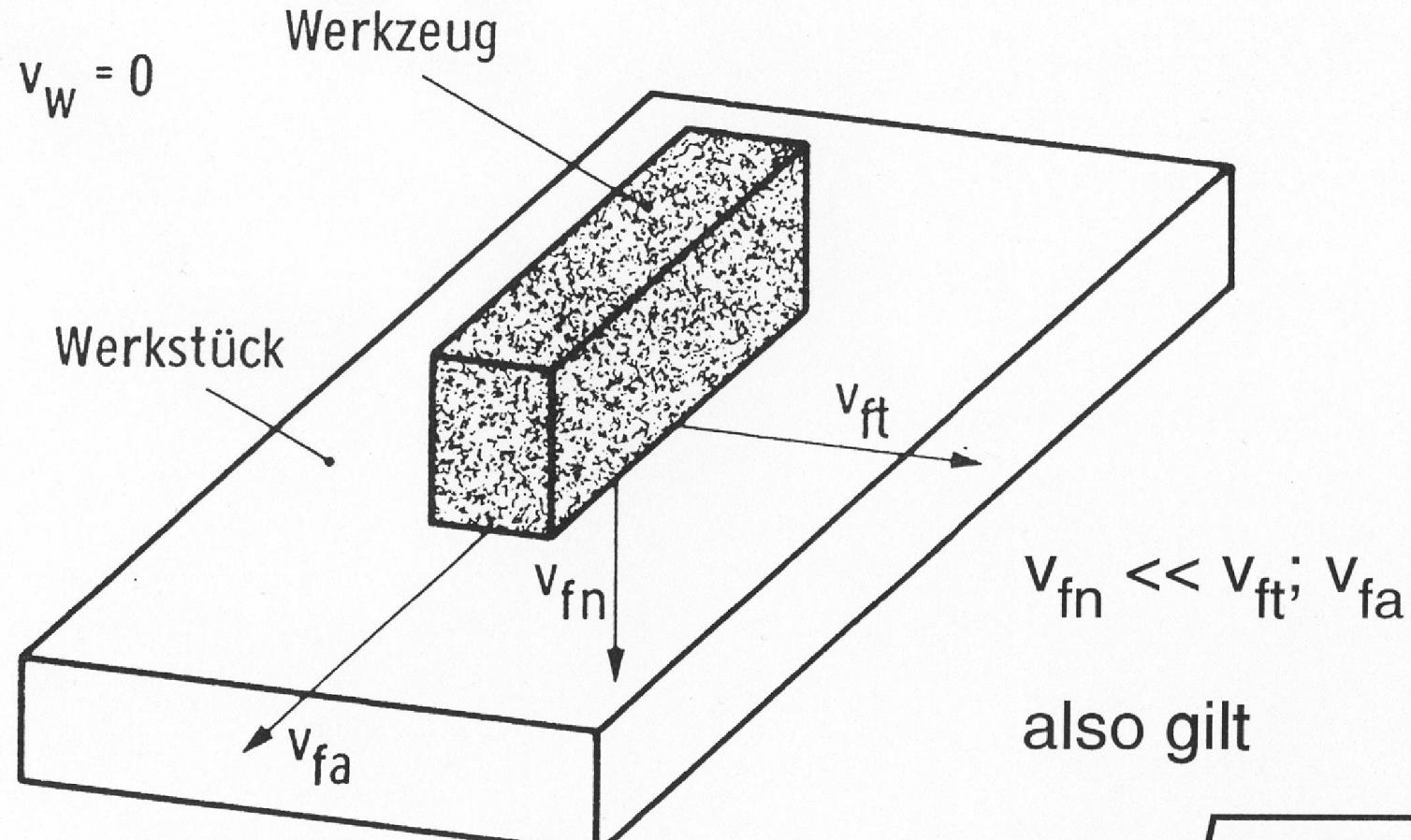




Quelle: König

Br 1081

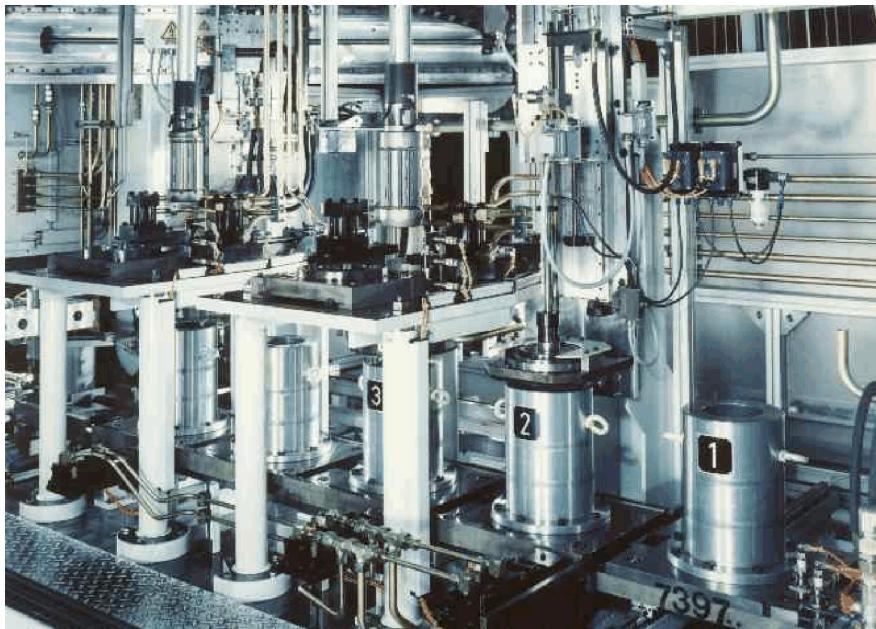




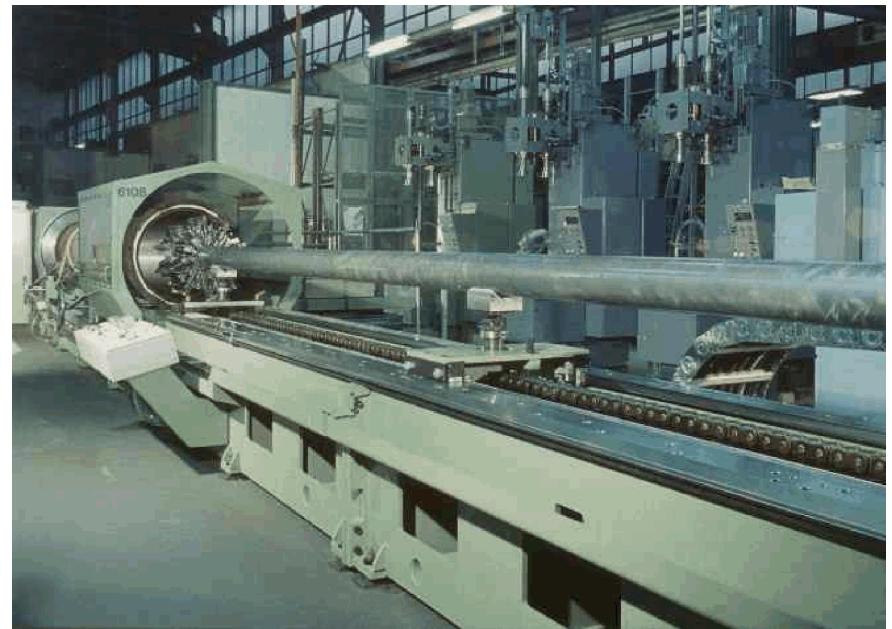
$$v_c = \sqrt{v_{fa}^2 + v_{ft}^2}$$

Quelle: König





Zylinderbuchsen
Durchmesser 30 - 300 mm
Länge bis 850 mm



lange Rohre
Durchmesser bis 1,1 m
Länge bis 12 m

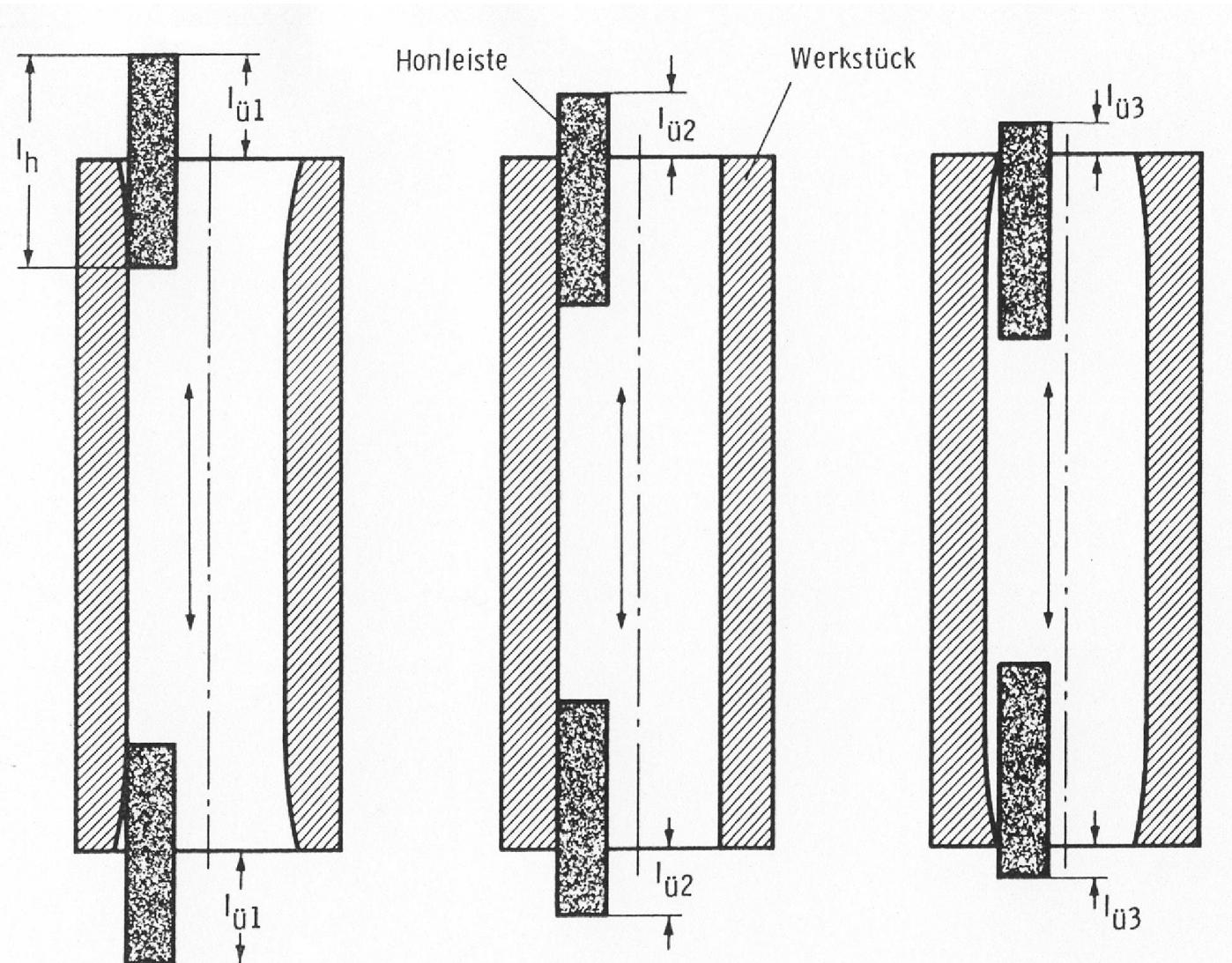
Quelle: Nagel



Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

Stö 0385

Beispiele für Honmaschinen

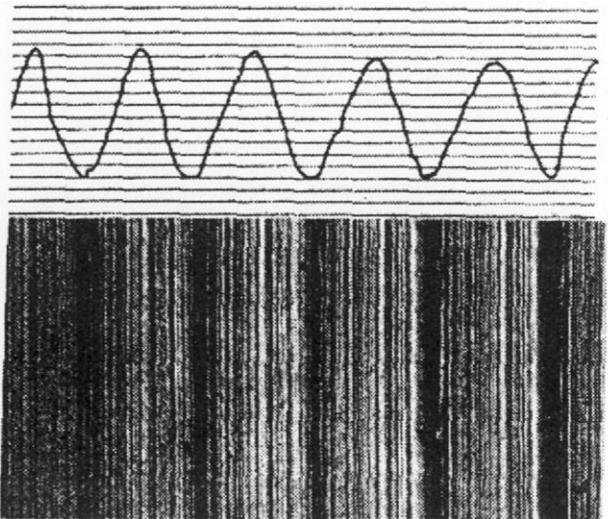


Quelle: König

$$l_{\text{ü1}} > l_{\text{ü2}} > l_{\text{ü3}}$$

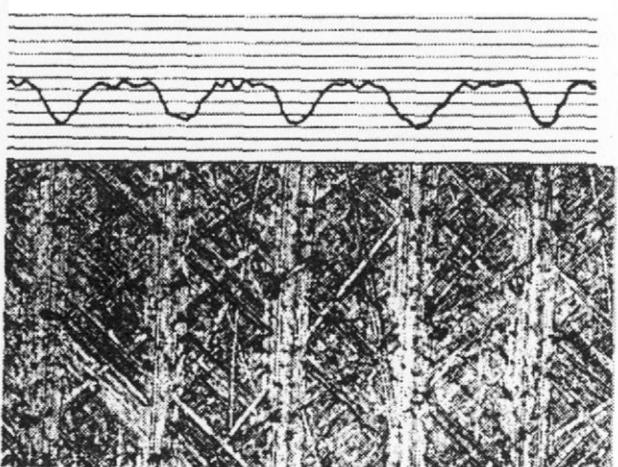
Br 1084





Ausgangsrauheit

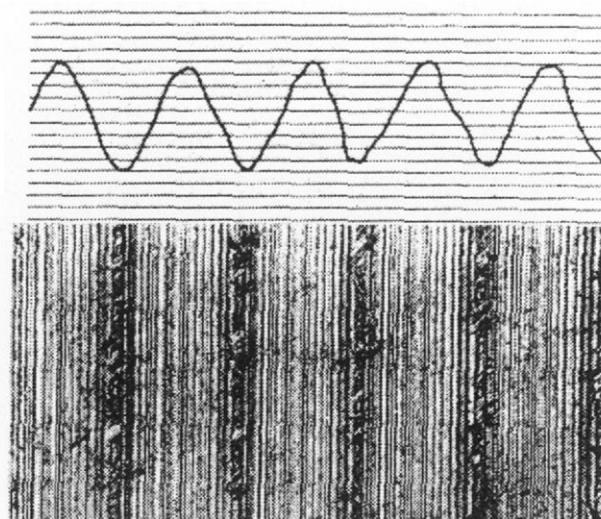
Oberflächen-
schrieb
(Tastschnitt)



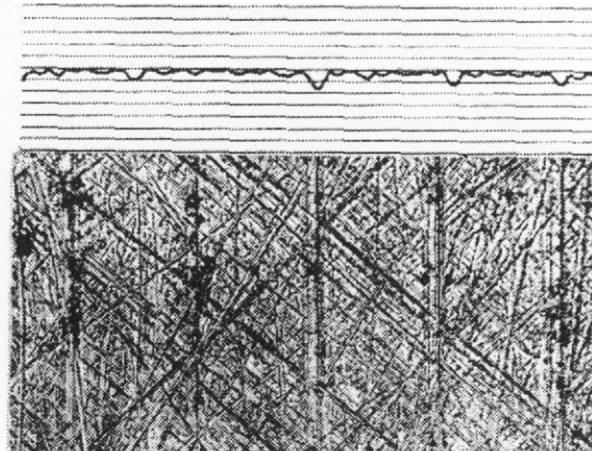
nach 31 Werkstückumdrehungen

50 µm
2,5 µm

50 µm



nach 1 Werkstückumdrehung



nach 70 Werkstückumdrehungen



Quelle: König

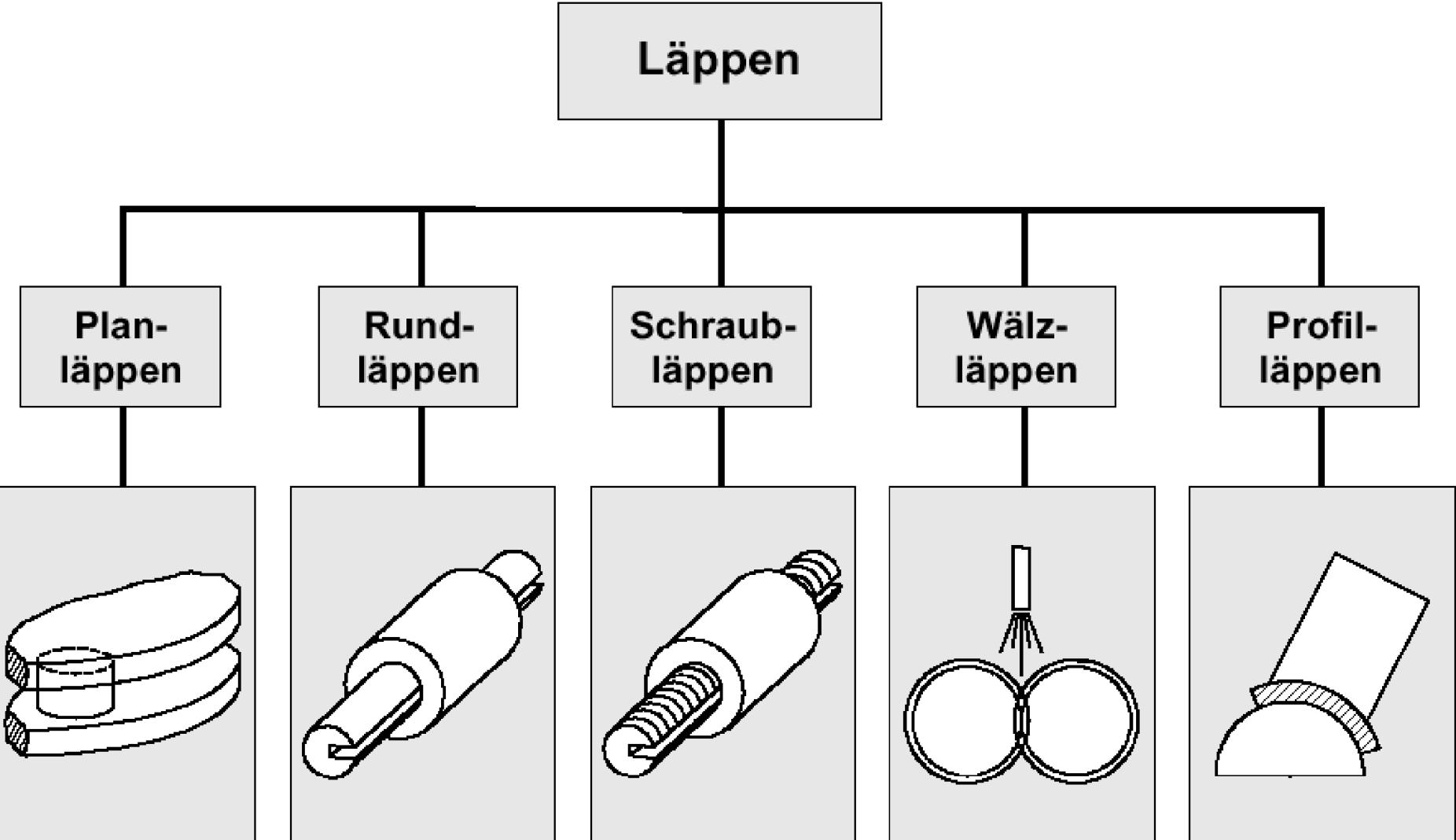
Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

Darstellung des Werkstoffabtrages

Br 1085

DIN 8589 definiert Läppen als Spanen mit losem, in einer Flüssigkeit oder Paste verteilem Korn (Läppgemisch), das auf einem meist formübertragenden Gegenstück (Läppwerkzeug) bei möglichst ungerichteten Schneidbahnen der einzelnen Körner geführt wird.





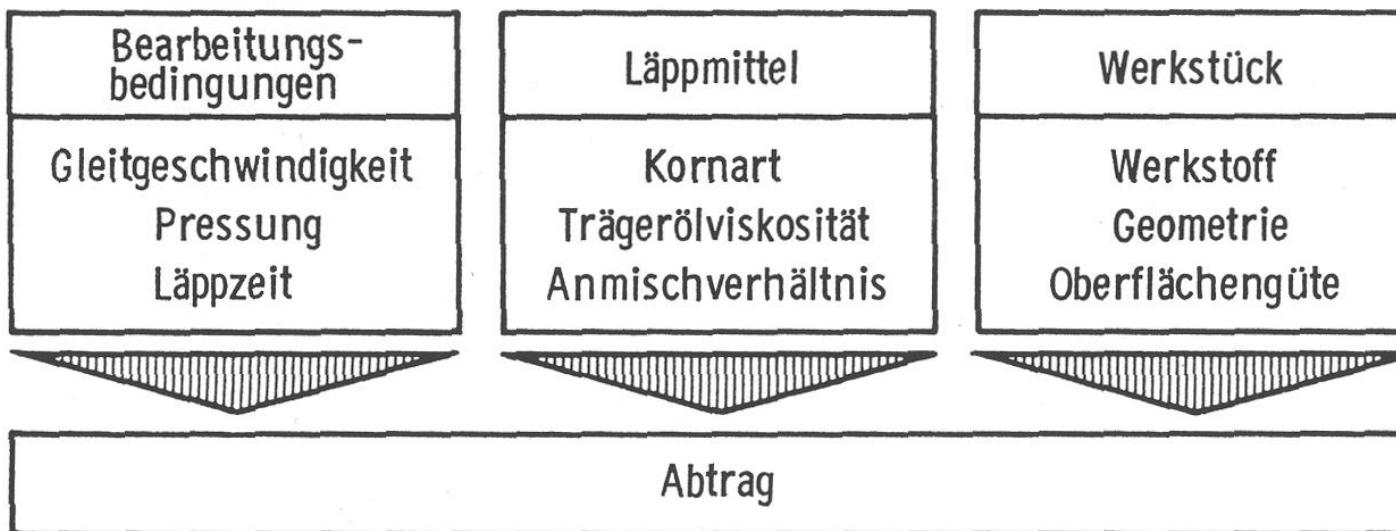
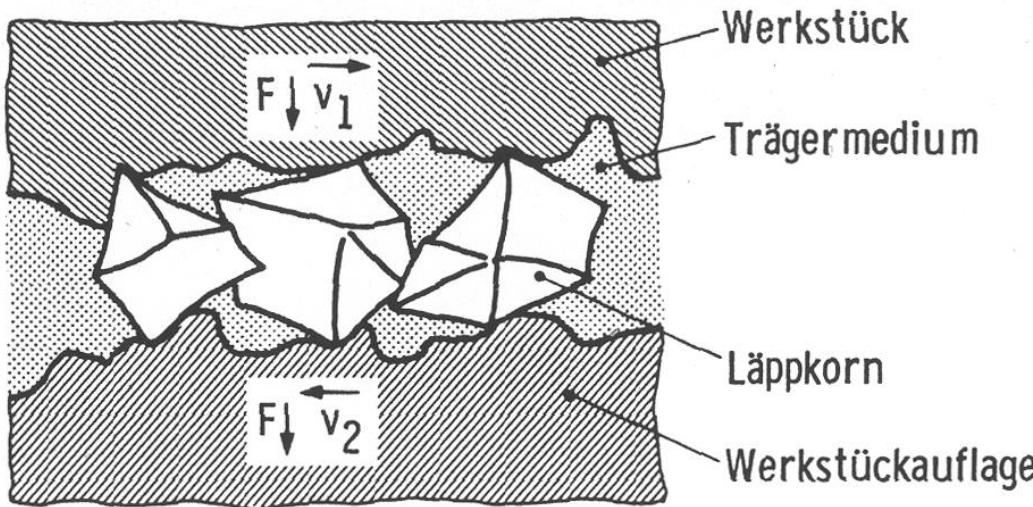
Quelle: DIN 8589, Teil 15



Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

Stö 0387

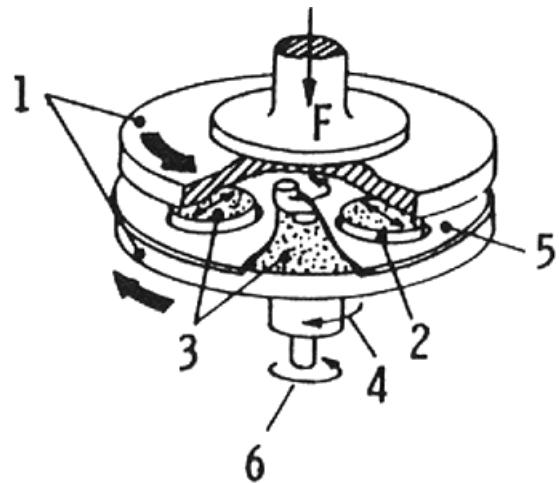
Einteilung des Läppens nach DIN 8589



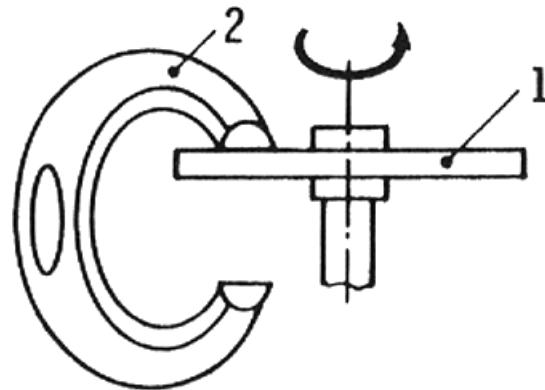
Quelle: König



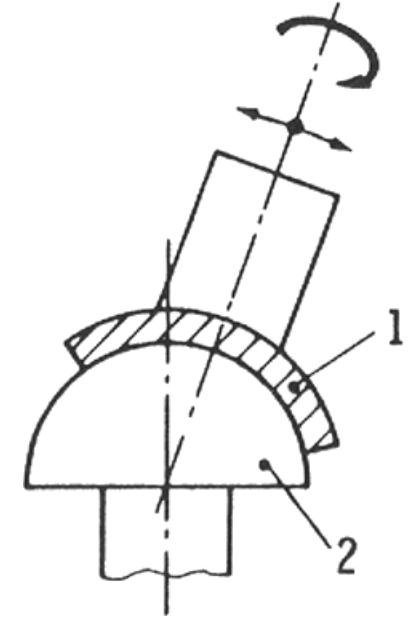
a) Planparallel läppen



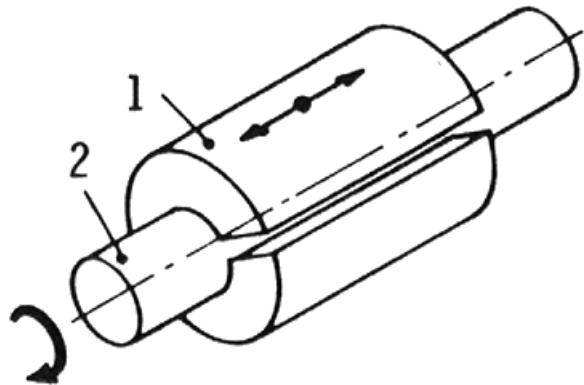
b) Planläppen von Innenflächen



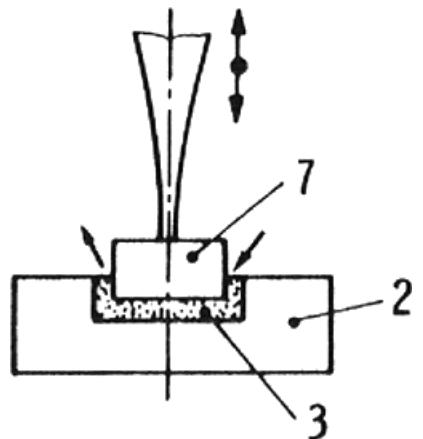
c) Formläppen



d) Läppen von Außenzylin dern



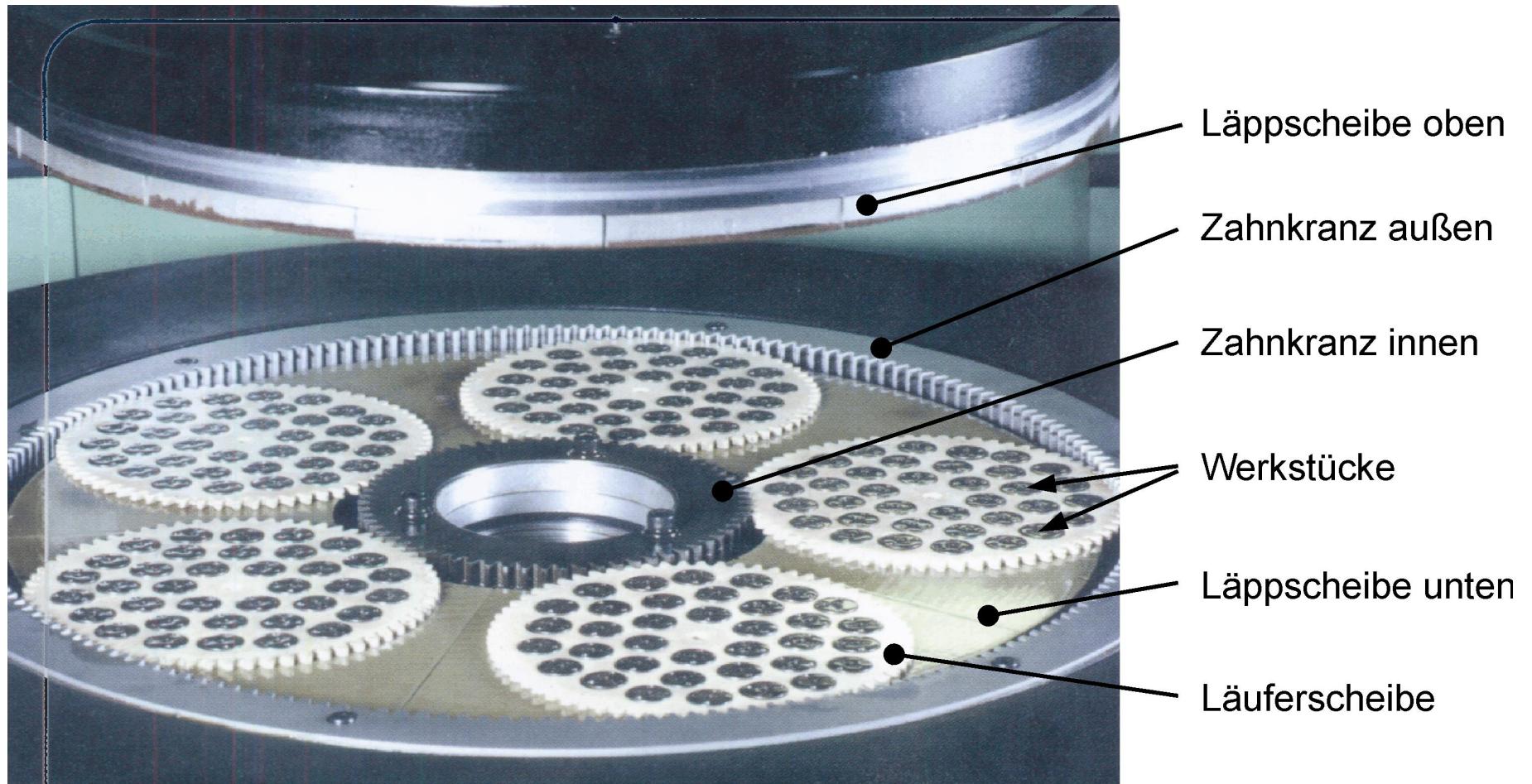
e) Schwingläppen



- 1) Läppmittelträger
- 2) Werkstück
- 3) Läppmittel
- 4) Läppscheibenantrieb
- 5) Läppkäfig, exzentrisch gelagert
- 6) Käfigantrieb
- 7) Schwingrüssel

Quelle: König





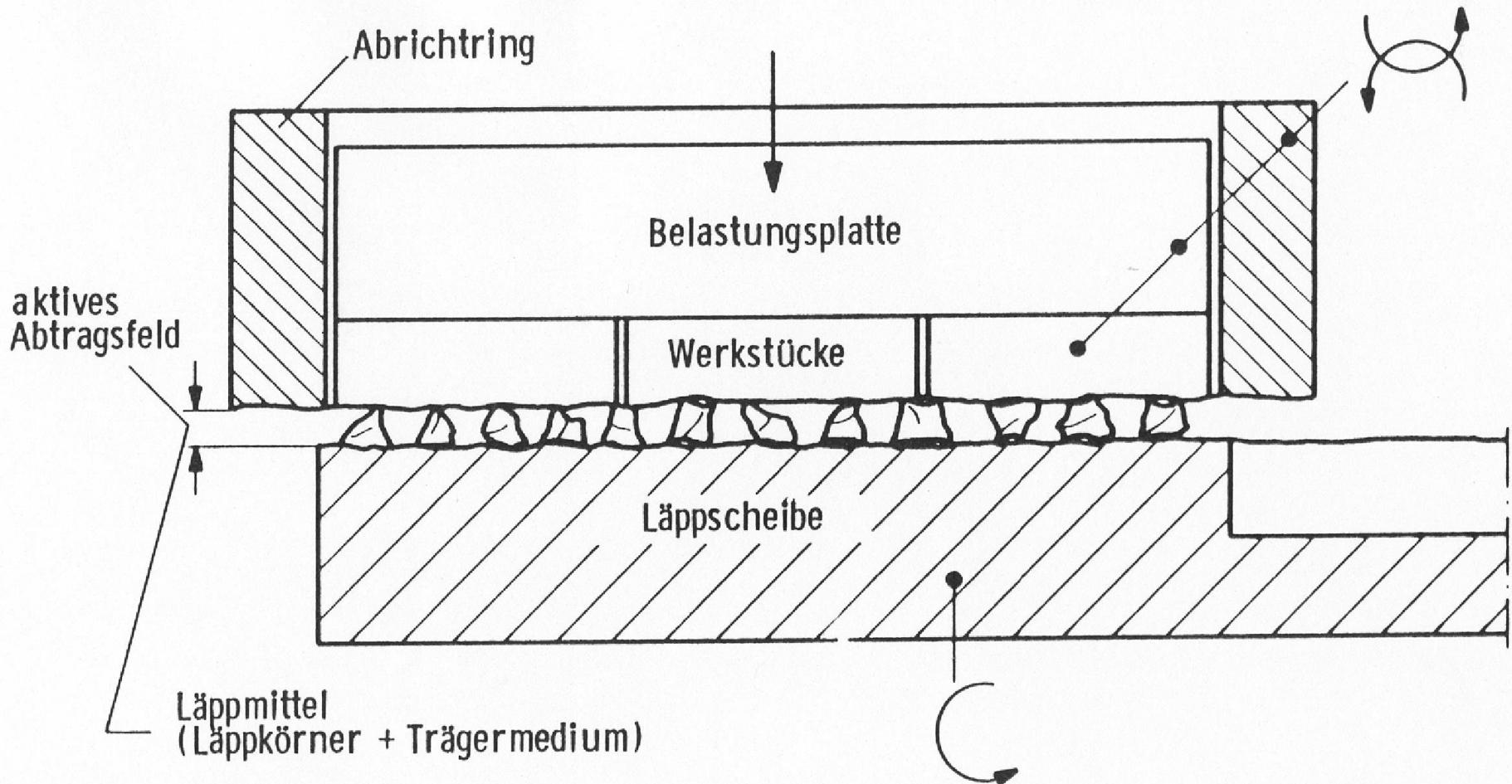
Quelle: Melchiorre



Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

Stö 0388

Planparallel läppen



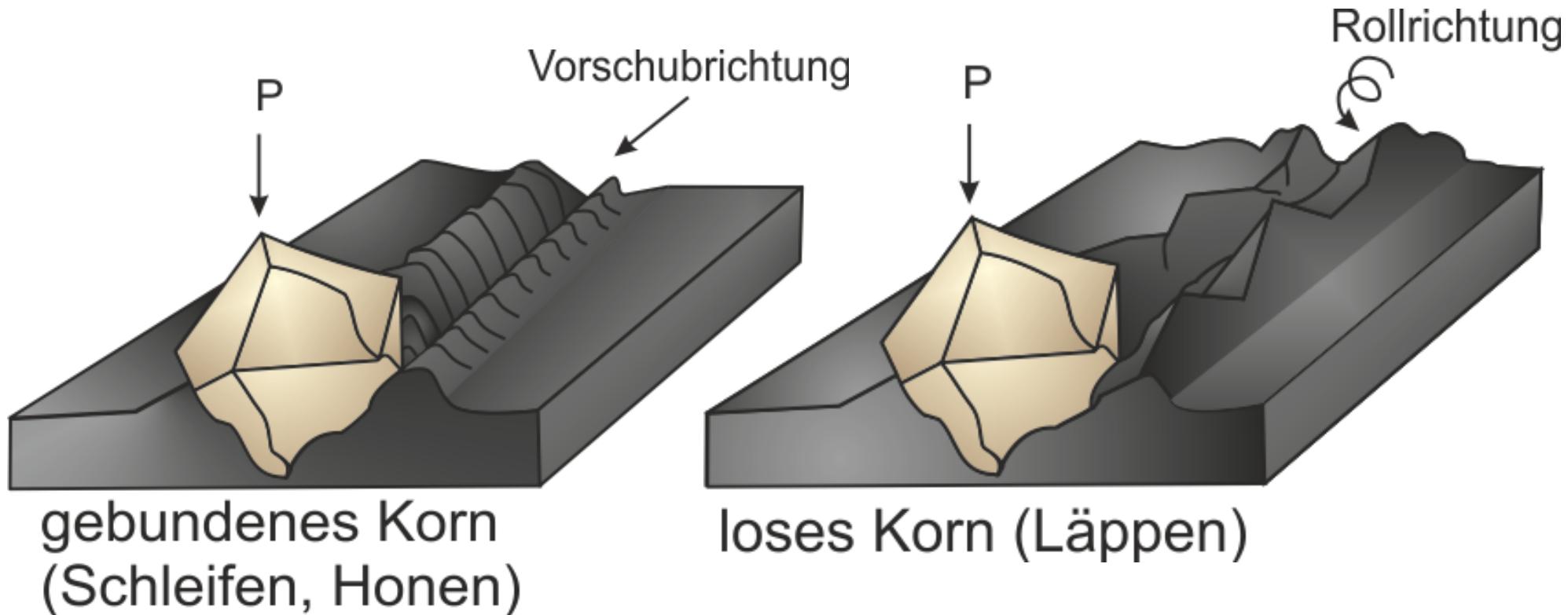
Quelle: König

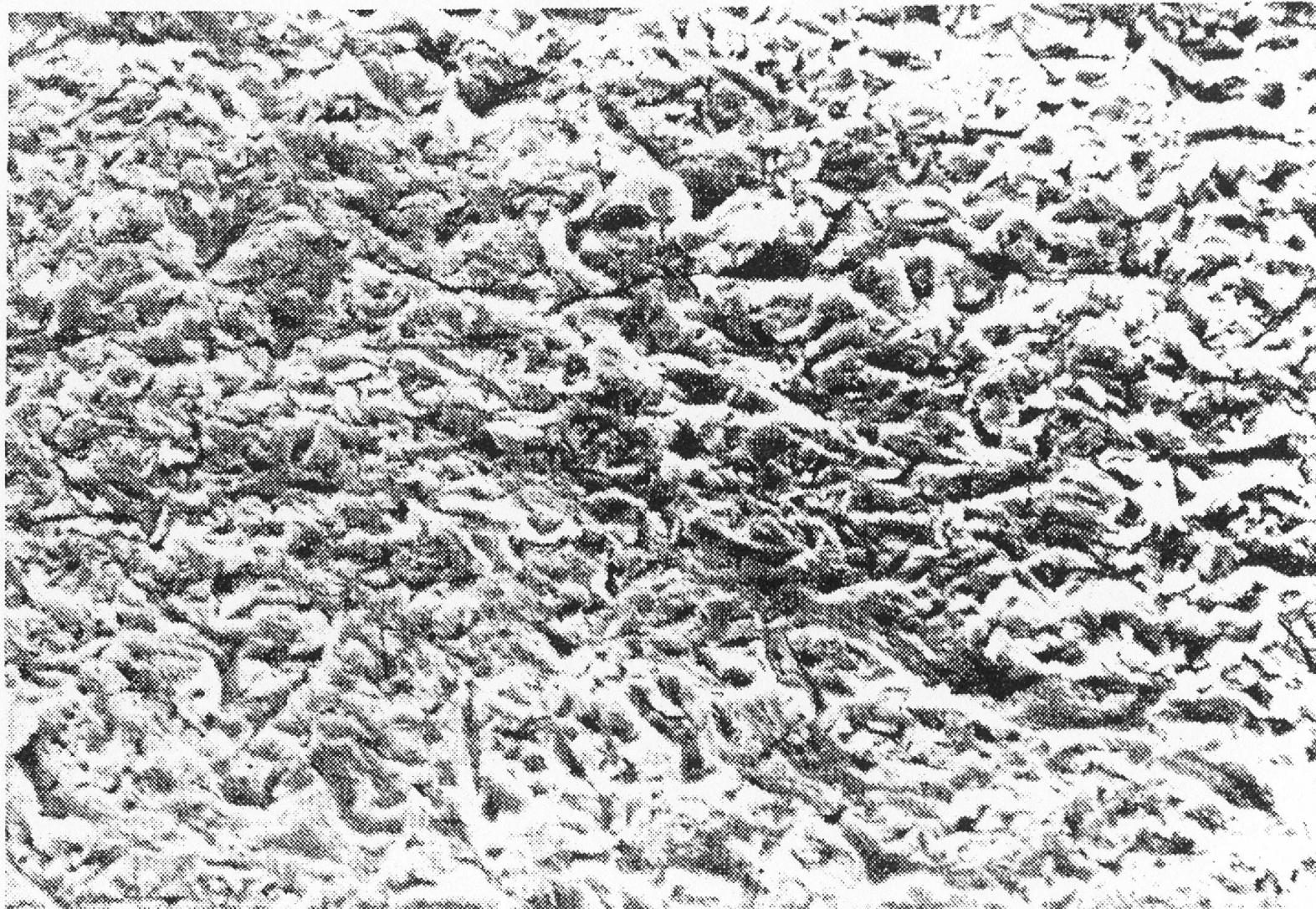


Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

Schematische Darstellung des
Planläppens (nach A.W. Stähli)

Br 1111





10 µm

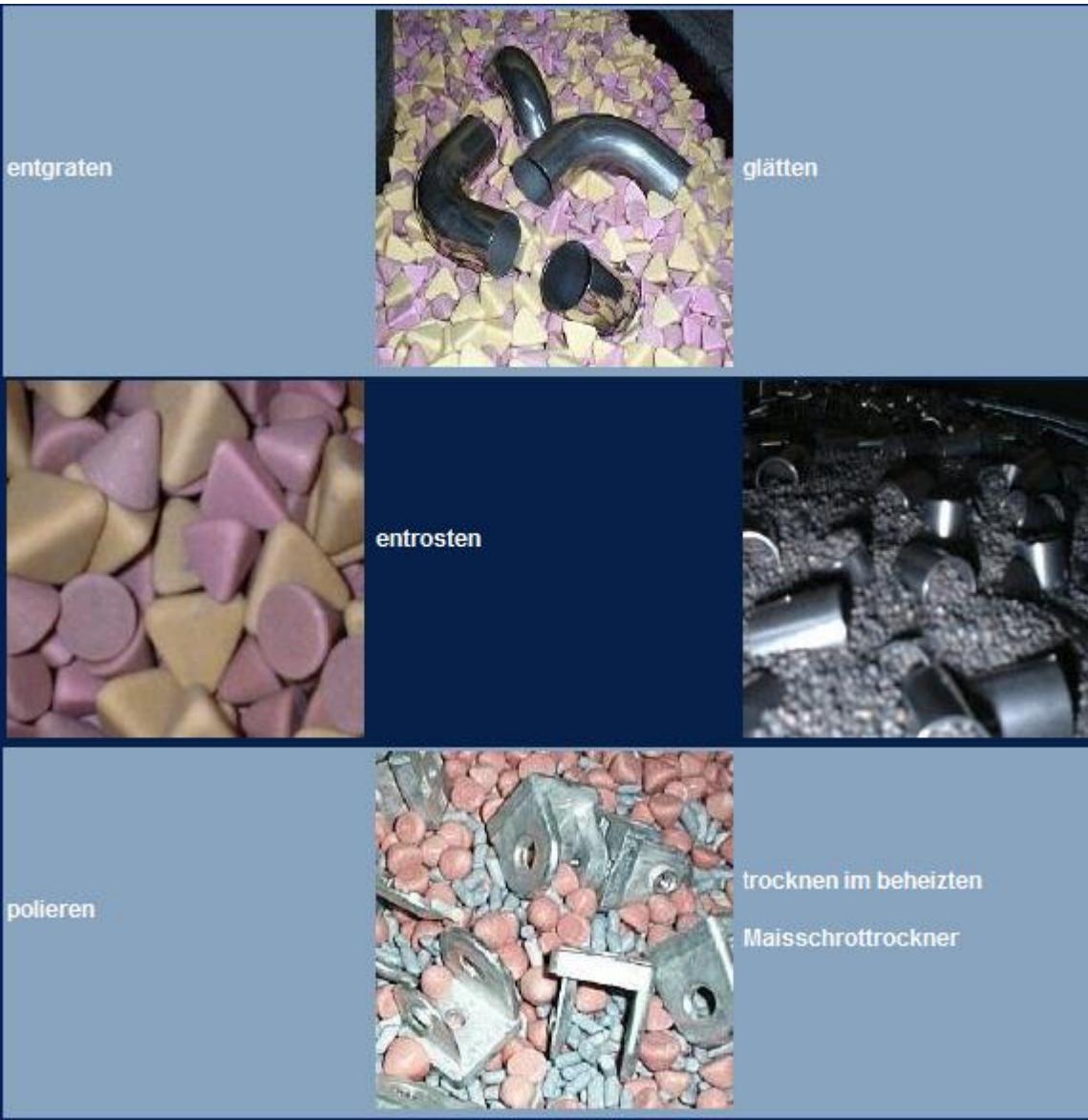
Br 1090

Quelle: König



Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

Geläppete Werkstückoberfläche



Quelle: Hoffmann und Voß GmbH

BI 0638



Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

Gleitschleifen / Trowalisieren

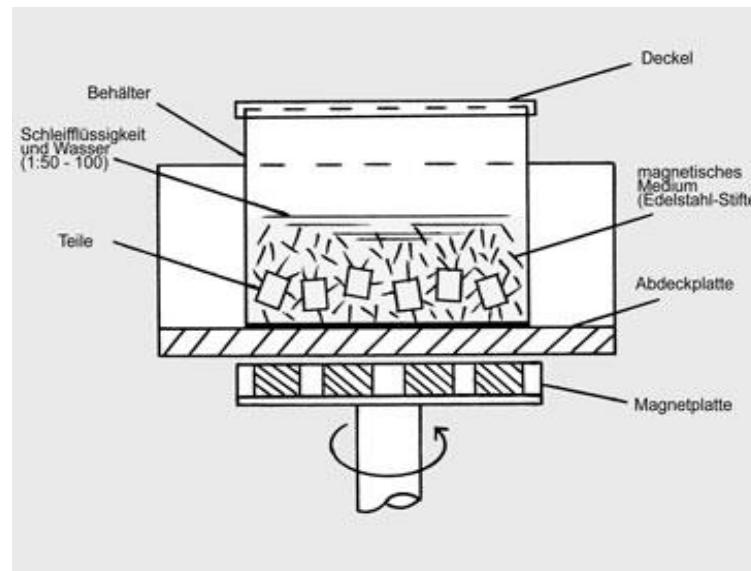
Definition:

Das Gleitschleifen (auch Trowalisieren) ist ein spanendes auf chemisch-mechanischer Grundlage arbeitendes Verfahren zur Oberflächenbearbeitung. Es wird vorrangig zur Oberflächenglättung metallischer Werkstoffe, aber auch für Kunststoffe, Holz, Keramiken oder Glas, eingesetzt.

Die zu bearbeitenden Werkstücke werden zusammen mit Schleifkörpern (Chips) und meist einem Zusatzmittel in wässriger Lösung (Compound) als Schüttgut in einen Behälter gegeben. Durch eine oszillierende oder rotierende Bewegung des Arbeitsbehälters entsteht eine Relativbewegung zwischen Werkstück und Schleifkörper die einen Materialabtrag am Werkstück, insbesondere an dessen Kanten, hervorruft.

Anwendungen:

- Entzündern
- Schleifen
- Entgraten
- Kantenverrunden
- Reinigen
- Glanzgrad erhöhen
- Polieren
- Aufhellen



Quelle: OTEC GmbH, Rösler GmbH

MKra 201



Vibrationsverfahren (Vibrationsbehälter)

- Schleifkörper werden durch Vibration in Schwingung versetzt.
- für unterschiedliche Werkstückformen und -größen; besonders für beschädigungs-empfindliche Bauteile, separate Bearbeitung in Kammern möglich



Tauchverfahren (Rotationsbehälter)

- Schleifkörper befinden sich zusammen mit einer flüssigen Chemikalienmischung in einer Trommel. Die Werkstücke werden über einen rotierenden Halter in die Schleifkörperfüllung geführt
- für hochwertige Werkstücke, die entgratet, geschliffen oder poliert werden sollen (Turbinenschaufeln, Umformwerkzeuge)



Quelle: OTEC GmbH, Rösler GmbH

MKra 202



Trommelverfahren (Rotationsbehälter)

- Werkstück und Schleifkörper werden gemeinsam an der Wand einer Trommel hochgetragen, bis sie, durch die Schwerkraft bedingt, gemeinsam wieder nach unten gleiten.



Fliehkraftverfahren (Rotationsbehälter)

- Schleifkörper und Werkstück werden durch Fliehkraft in eine Umwälzbewegung gebracht.
 - für dünnwandige Federelemente bis zu massiven Getriebeteilen, die entgratet, verrundet oder poliert werden



Quelle: Fachwissen-Technik, Rösler GmbH



Je nach Arbeitsaufgabe werden Schleifkörper mit unterschiedlichen Polier- und Schleifwirkungen benötigt.

Anforderungen:

- geringe Maßtoleranz
- hohe Formbeständigkeit und gleichbleibende Schleifwirkung bei fortlaufender Abnutzung
- hohe Splitterfestigkeit



Eingesetzt werden meist keramische oder kunststoffgebundene Formkörper. Sie unterscheiden sich in ihrem spezifischen Gewicht, Härte und Gefügeaufbau. Außerdem werden Chips in unterschiedlichsten Größen und Geometrien verwendet.



Körnung		
20 – 35 mm	10 - 20 mm	3 – 10 mm
Entzundern, Entrostung	Entgraten, Feinschleifen, Glätten	Glanz- und Polierarbeiten



MKra 204

Quelle: OTEC GmbH, Fachwissen-Technik



Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

Schleifkörper (Chips)

Schleifen:



Pleuel



Turbinenschaufelsegmente



Schlüssel



PKW-Schwinge

Entgraten/ Kanten verrunden:



Getriebegehäuse



Handyschalen



Verbindungsstifte



Zahnräder

Entzundern/ Reinigen:



Schraubenfeder



Gasarmatur

Polieren/ Glänzen/ Glätten:



Münzplättchen



Werkzeugschlüssel

Quelle: Rösler GmbH



Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

MKra 205

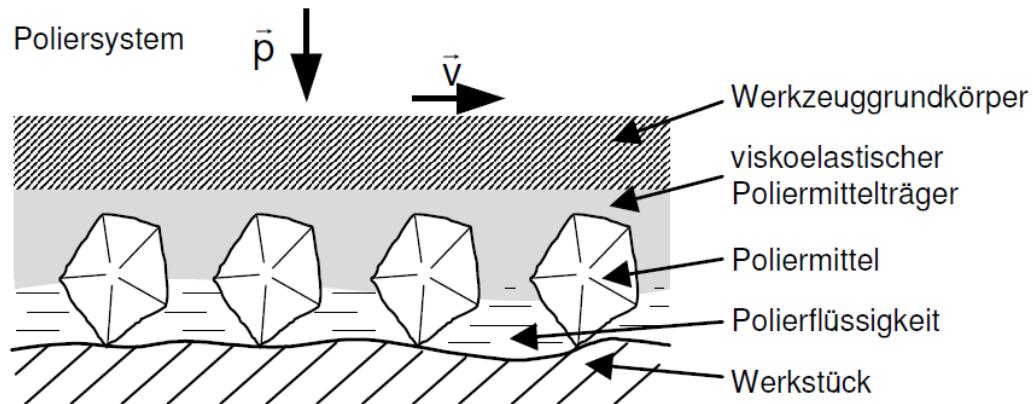
Beispiele für gleitgeschliffene Bauteile

Beschreibung:

Ähnlich wie beim Läppen gleiten auch beim Polieren die zu bearbeitende Werkstückoberfläche und die Werkzeugoberfläche aufeinander ab. Dazwischen wird eine Poliersuspension eingebracht, bestehend aus einem Abrasivmedium und einer in aller Regel wasserbasierten Flüssigkeit. Im Gegensatz zum Läppen werden jedoch bei der Politur sehr viel kleinere Abrasivpartikel und härtere Trägerwerkstoffe verwendet.

Anwendung und Eigenschaften:

- Fein- und Feinstbearbeitungsverfahren im Werkzeug- und Formenbau sowie in der Optiktechnologie
- sehr hohe Oberflächengüten erzielbar
- Materialabtrag nicht von vorrangiger Bedeutung, sondern die Einebnung der Oberfläche.



Quelle: Klocke/König



Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

MKra 206

Polieren

Poliermittel:

Das Poliermittel ist so zu wählen, dass sowohl die Formgenauigkeit des Werkstückes, als auch die optimale Oberflächengüte möglichst effektiv und zeitgerecht erreicht werden.

Metallische Werkstoffe	- Tonerde (γ - und α -Al ₂ O ₃) - Magnesia (MgO) - Chromoxid (Cr ₂ O ₃) - Diamant (C) - kolloidales Siliziumdioxid (SiO ₂)
Sprödharte Werkstoffe	- Diamant (C) - kolloidales Siliziumdioxid (SiO ₂)
Glas	- Eisenoxid (α - und γ -Fe ₂ O ₃) - Cerioxide (CeO ₂) - Thoriumoxid (ThO ₂ – radioaktiv)

Poliermittelträger:

Poliermittelträger haben die Aufgabe, das Poliermittel in Form von Suspensionen oder Pasten in gleichmäßiger Verteilung auf ihren Oberflächen aufzunehmen und locker zu binden.

Zum Einsatz kommen Polierfilze, Polyurethanfolien, Poliertücher oder Polierpeche.



Polyurethanfolien



Quelle: Bliedtner

Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

Betriebs- und Hilfsstoffe für das Polieren

MKra 213

Prozessparameter

- Druck
- Druckverteilung
- Relativgeschwindigkeit
- Oszillation

Werkstück

- Gefügestruktur
- chemische und physikal. Eigenschaften
- Radius, Durchmesser

Poliersuspension

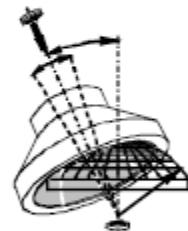
- Konzentration
- Temperatur
- chem. Eigenschaften
- Viskosität

Maschine

- Maschinentyp
- kinematisches Prinzip
- Steifigkeit

Störgrößen

- Vibrationen
- Inhomogenitäten
- Umwelteinflüsse



Werkzeug

- Form
- Dimensionierung
- Steifigkeit

Polierkörper

- chemische und physikal. Eigenschaften
- Korngröße
- Kornform

Poliermittelträger

- | | |
|------------|----------------|
| • Material | • Flexibilität |
| • Form | • Dicke |

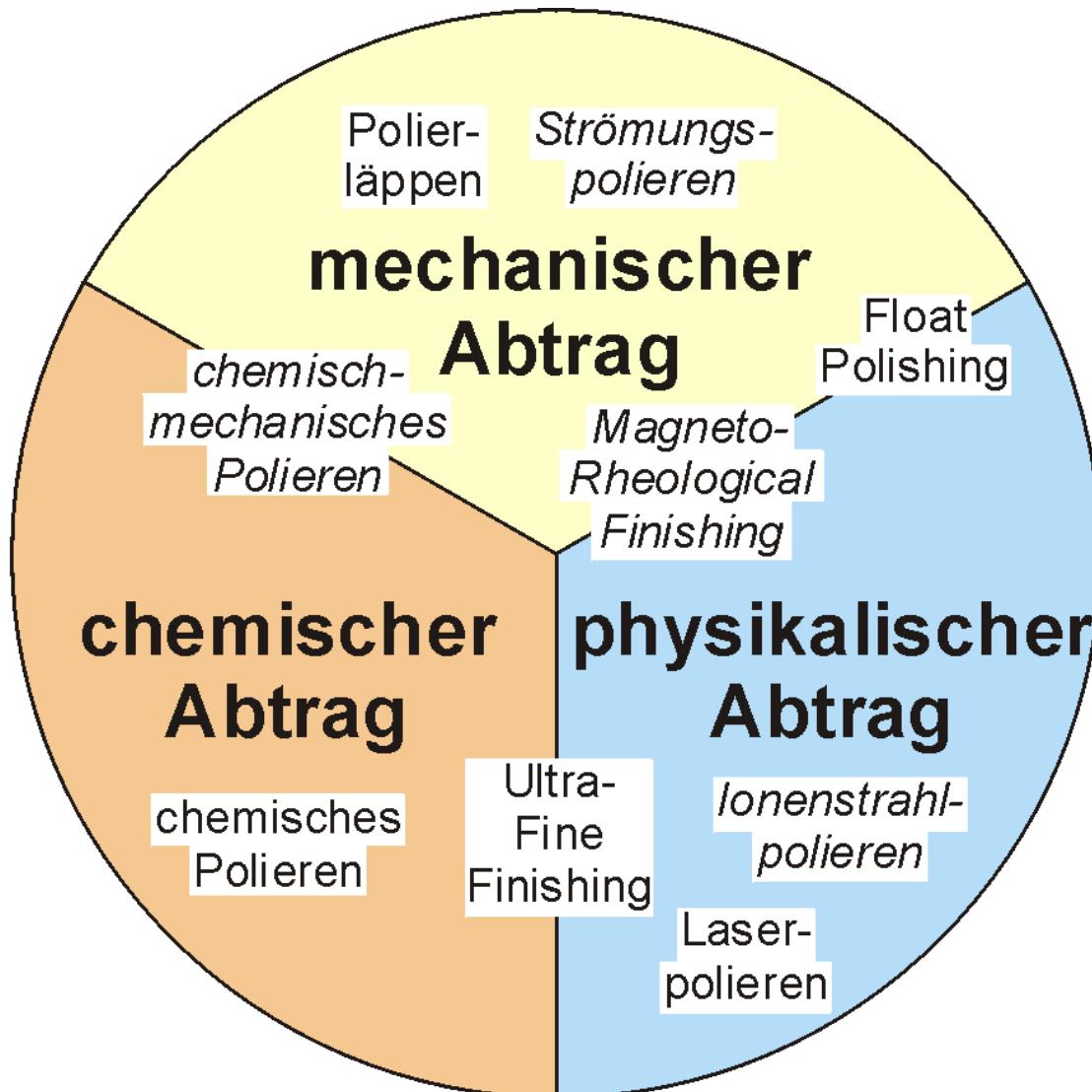
Quelle: Klocke



Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

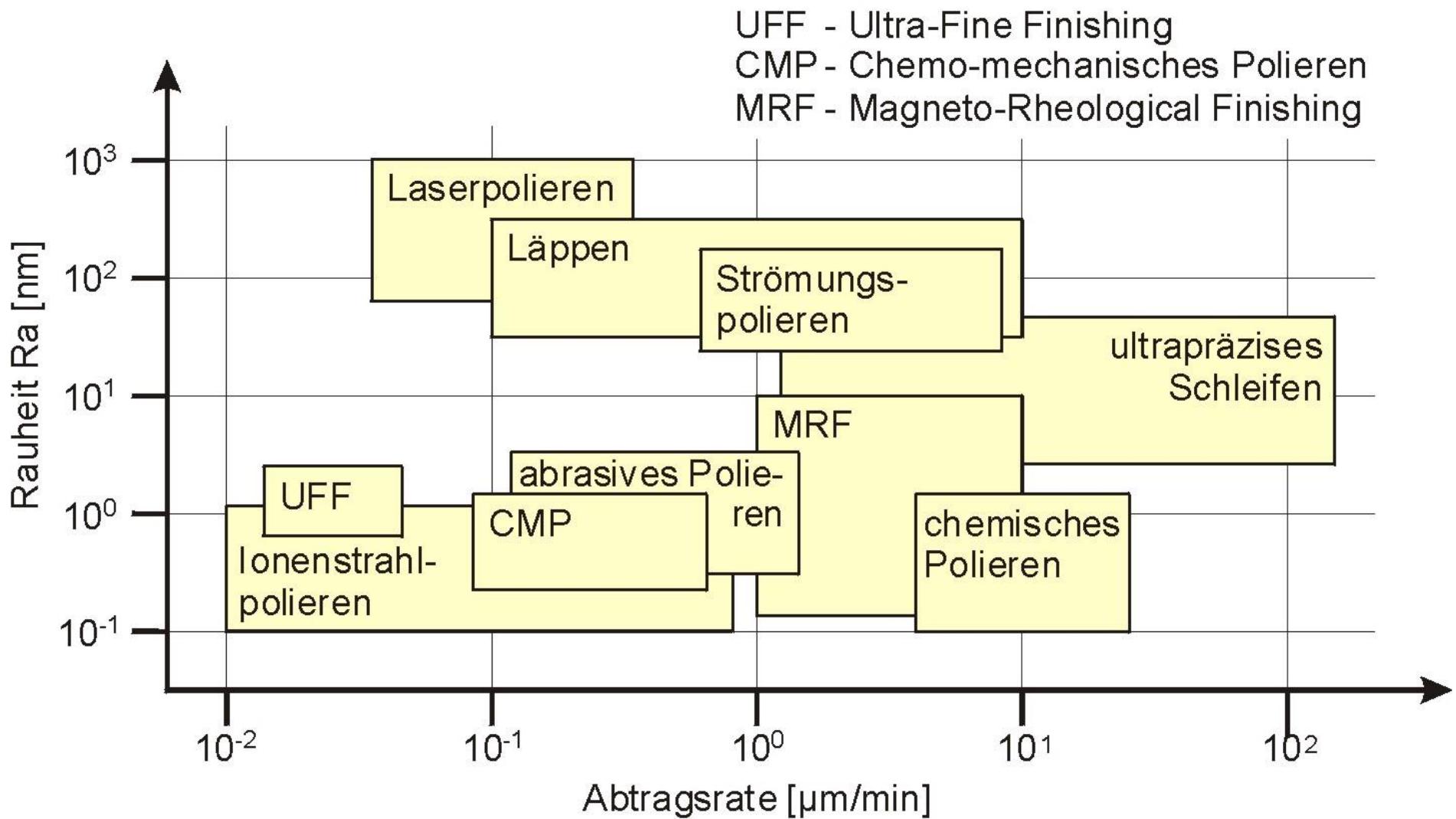
MKra 207

Einflussgrößen beim Polieren



Ges 0207





In Anlehnung an Stowers et al. (1988)

Ges 0491



Das Abtragsverhalten nach Preston:

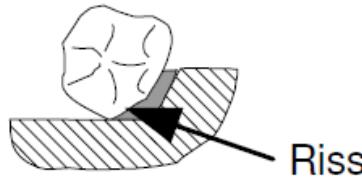
$$\frac{dz}{dt} = K_p \cdot p \cdot v_r$$

dz/dt :	Materialabtrag pro Zeiteinheit
p :	Flächenpressung
v_r :	Relativgeschwindigkeit
K_p :	Preston Koeffizient, fasst alle chem. und mech. Eigenschaften des Wirksystems zusammen

→ Der Polierprozess setzt sich aus komplexen Wechselwirkungsvorgängen zusammen und ist daher schwer zu Beschreiben.

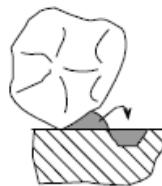


Abtraghypothese



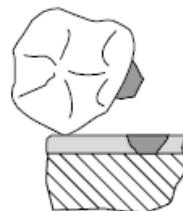
Bildung feinster
Rissysteme bzw.
Mikrospäne

Fließhypothese



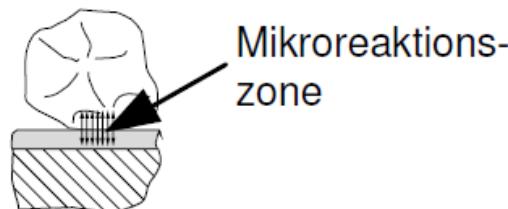
Einebnen durch
plastische
Verformung

Chemische Hypothese



Abtrag einer
chemisch ver-
änderten Randzone

Reib-Verschleiß- Hypothese



Reibhaftung
zwischen Korn und
Oberfläche

Quelle: Klocke

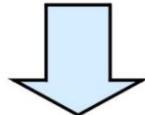
MKra 210



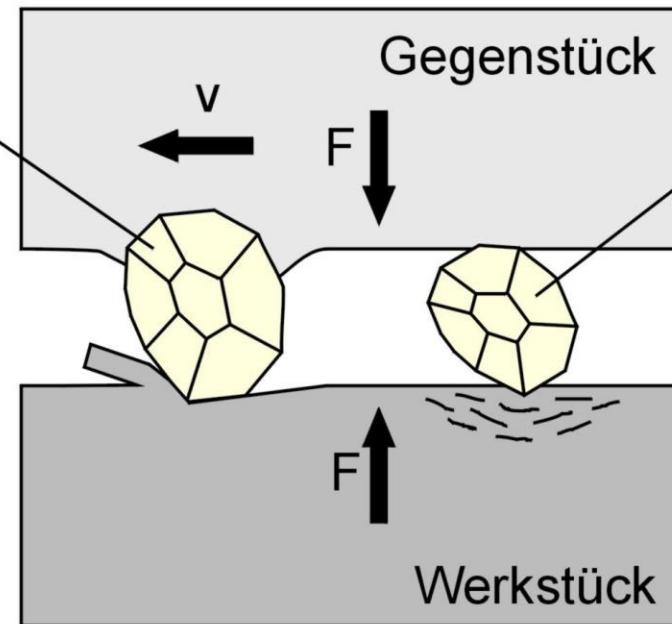
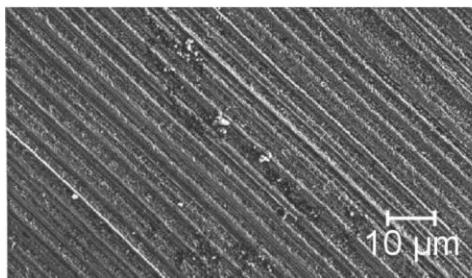
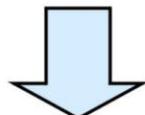
Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

Abtragmechanismen - Abtraghypothese

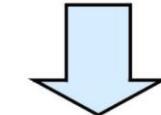
temporär
verankertes
Korn



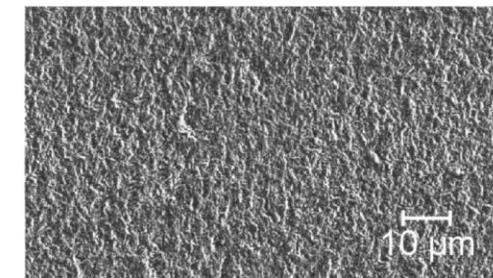
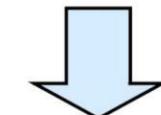
- Mikrospanen
- Mikropflügen



rollendes/
wälzendes
Korn

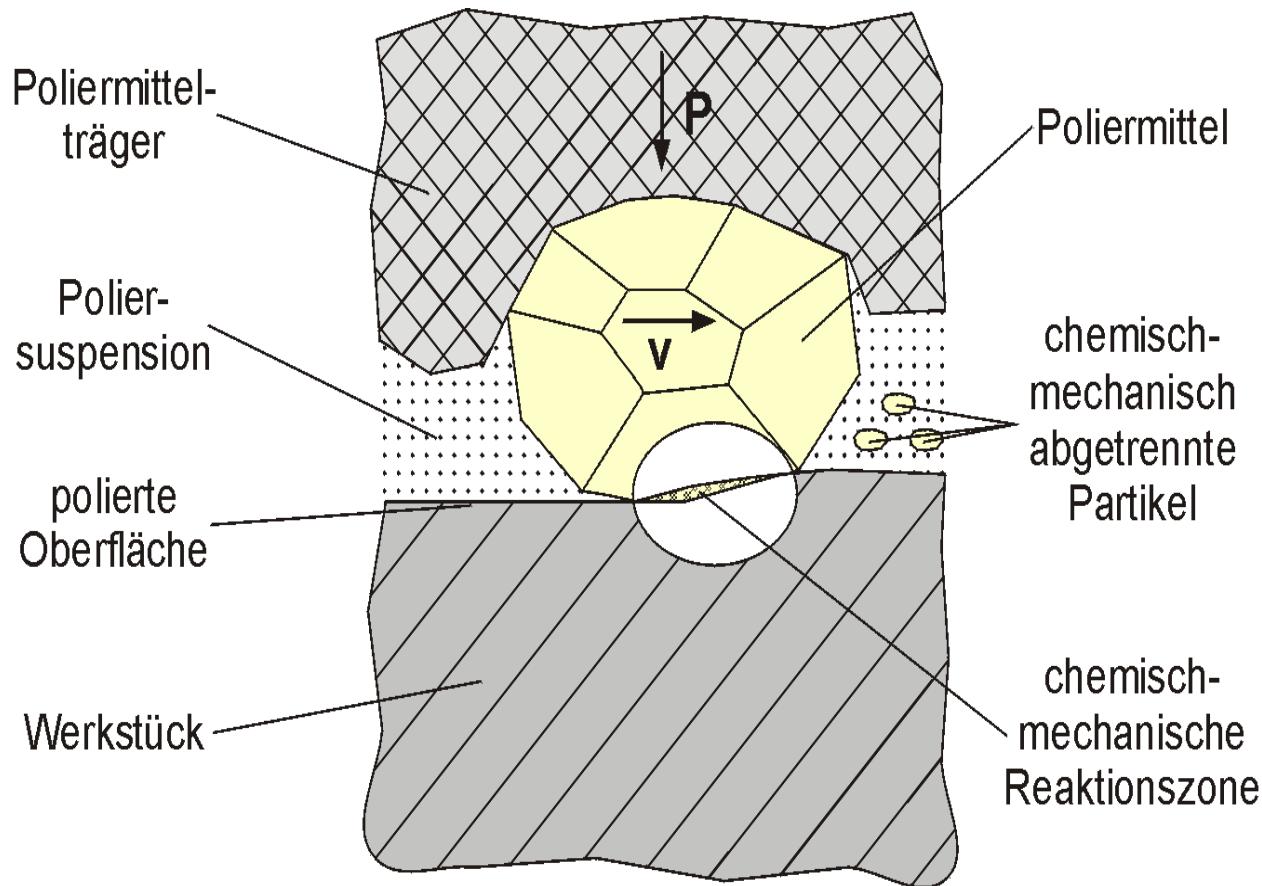


- induzierte Mikrorisse
- Partikelausbruch



Ges 0339





Ges 0236a



	Flächige Politur	Zonale Politur
Zu bearbeitende Geometrien:	Planflächen, konvexe und konkave Flächen, torische Flächen	Freiformflächen, Asphärische Flächen
Einsatzgebiete:	Präzisionsoptik, Brillenoptik	Asphärenoptik, Hochleistungsoptik, Objektivoptik
Abtrag:	hoch	gering
Genauigkeit:	Abhängig von der Genauigkeit des Werkzeugs und dessen Abrichtung	Abhängig von der CNC-Bahnbewegung und der Genauigkeit der Achsenbewegung, von der Anzahl und Berechnung der Stützpunkte



Quelle: Bliedtner

Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

MKra 211

Einteilung des Polierens nach Art des Werkzeugeingriffs

Flächige Politur

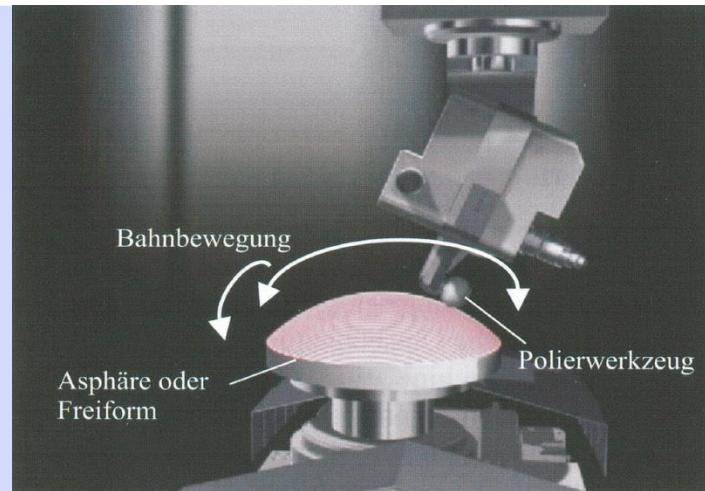


Polieren auf
einer
Hebelmaschine

Polieren von
Radien-Flächen



Zonale Politur



Randpolieren
von
asphärischen
Linsen



Roboterpolieren
von Freiformen

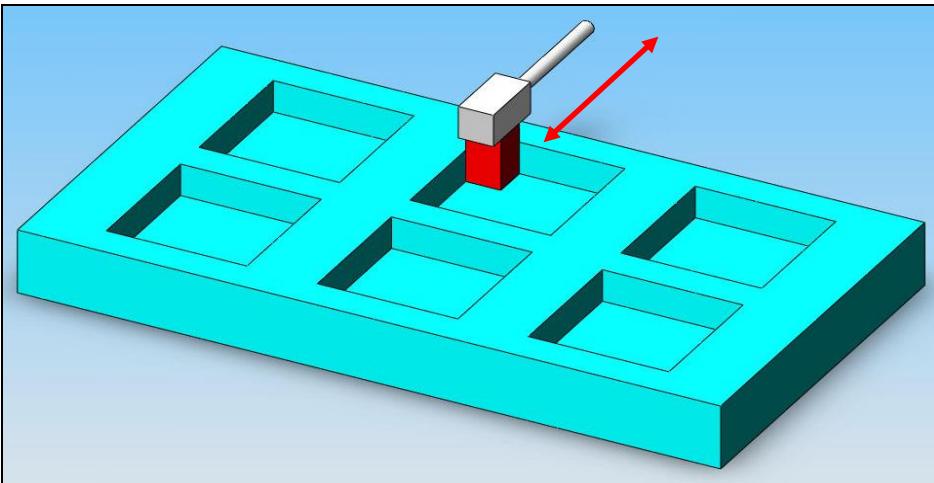
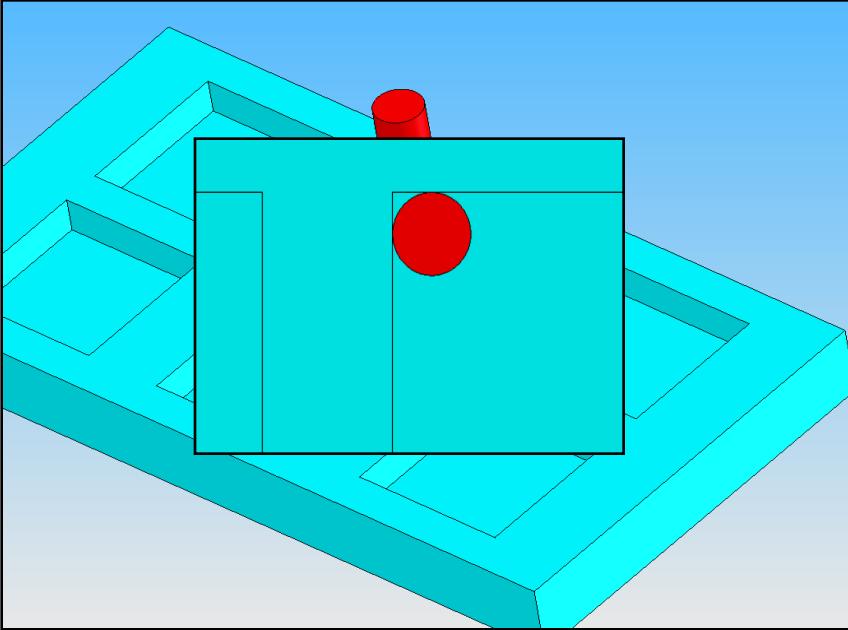
Quelle: Bliedtner



Universität Bremen
Fertigungsverfahren
Prof. E. Brinksmeier

MKra 212

Beispiele für flächige und zonale Politur



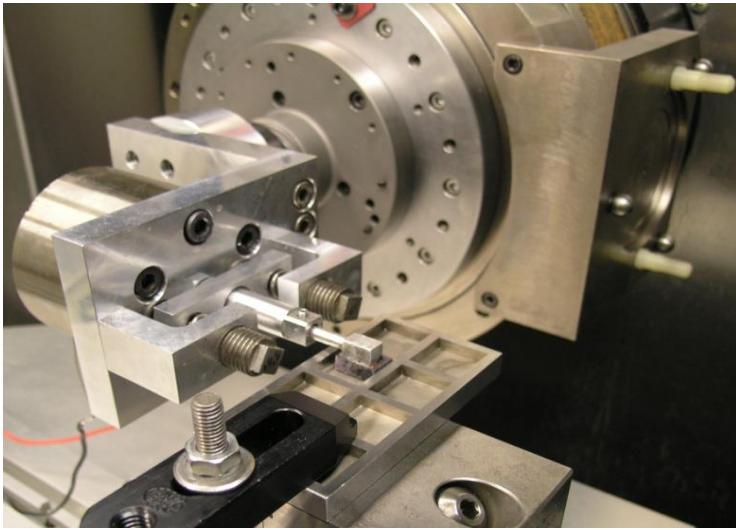
- räumlich begrenzte Funktionsflächen führen zu einer eingeschränkten Anwendbarkeit von rotierenden Polierwerkzeugen

- kein Kontakt zwischen Werkzeug und Werkstück z.B. in Ecken
- bisher kommen Handpolierverfahren zum Einsatz

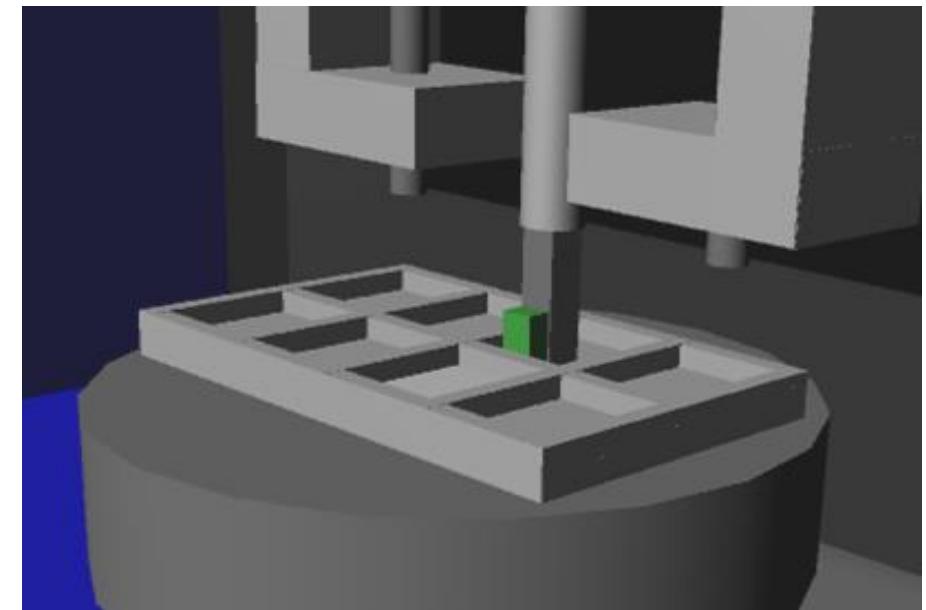
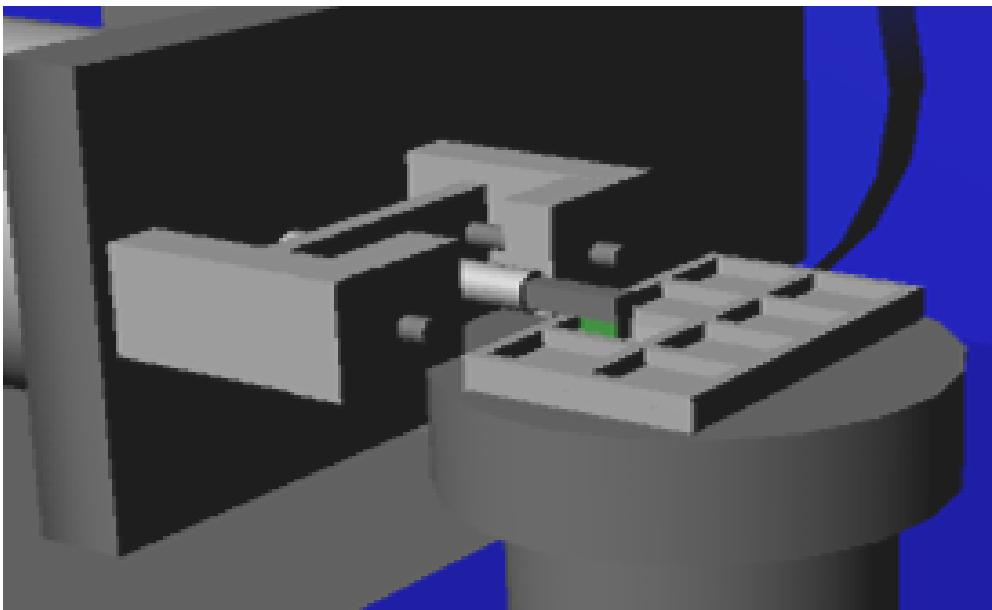
Neues maschinelles Verfahren: **Abrasives Schwingungspolieren**

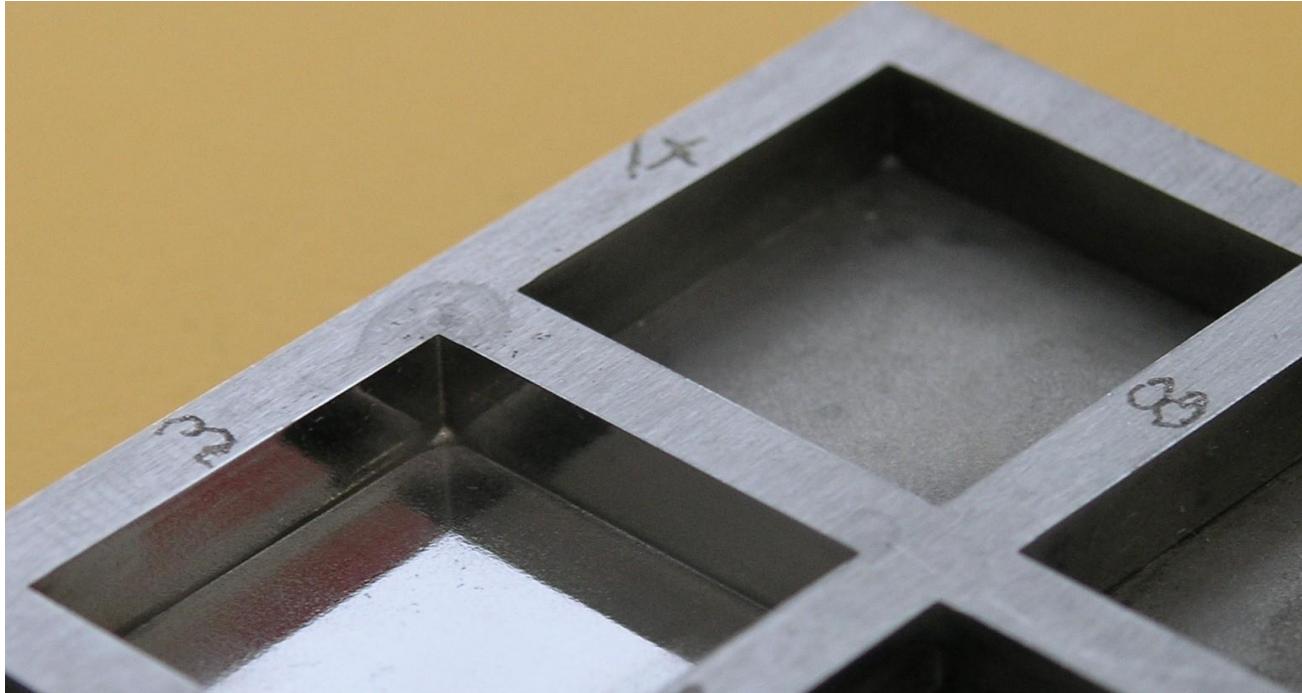
- Relativgeschwindigkeit ausschließlich durch Schwingungsbewegung erzeugt (nicht nur schwingungsunterstützt)
- komplexe Geometrien sind so polierbar





- Schwingungsbewegung mit überlageter Vorschubbewegung
- Seiten- und Grundflächen sind durch verkippten Schwingungspolierkopf bearbeitbar
- Frequenz $f = 50 \dots 150$ Hz
Amplitude $A < \pm 0,5$ mm





- Schwingungspolierprozess wurde entwickelt und charakterisiert
- schwingende Polierwerkzeuge können eine optische Oberflächenqualität erzeugen
- Flexibilität der Polierwerkzeuggeometrie macht komplexe Werkstückgeometrien bearbeitbar

