



Zukunftssicherung durch 3D-gedruckte Schleifscheiben

Stand der Technik

INHALT

- Vorstellung Fa. Riegger
- Aktuelle Herstellung von Diamant- und CBN-Schleifscheiben bei der Fa. Riegger
- Unterschiedliche Verfahren des 3D-Drucks von Schleifscheiben
- Schleifversuche 3D gedruckte KH-Bindung
- Ausblick

Wer wir sind



- 1967 durch Wolfgang Riegger gegründet
 - Familienunternehmen in 3. Generation
 - ca. 60 Mitarbeiter
- 2 Standorte
 - Affalterbach (bei Stuttgart)
 - Barlat, Rumänien
- Diamant und CBN-Schleifwerkzeug
- Diamant Abrichtwerkzeuge
- Schwerpunkte:
 - Werkzeugherstellung (ca. 75%)
 - Sonstige Märkte
- Serviceleistungen:
 - Abrichten
 - Optimierung von Schleifprozessen beim Kunden / Kundenversuche
 - Schulungen und Workshops

Vom Pulver bis zum fertigen Werkzeug – Alles unter einem Dach

- Eigene Forschung und Entwicklung
 - Auf unsere Kunden zugeschnittene Produkte
 - Schnelle Reaktionszeit bei geänderten Anforderungen
- Hausinterne Voruntersuchungen neuer- oder angepasster Bindungssysteme
- Abrichtservice (Konventionelles- oder EDM-Abrichten)
- Anwendungstechnische Unterstützung beim Kunden
- Kundenworkshops zu unterschiedlichen Themenbereichen
- NEU – Workshop für Werkzeugschleifer

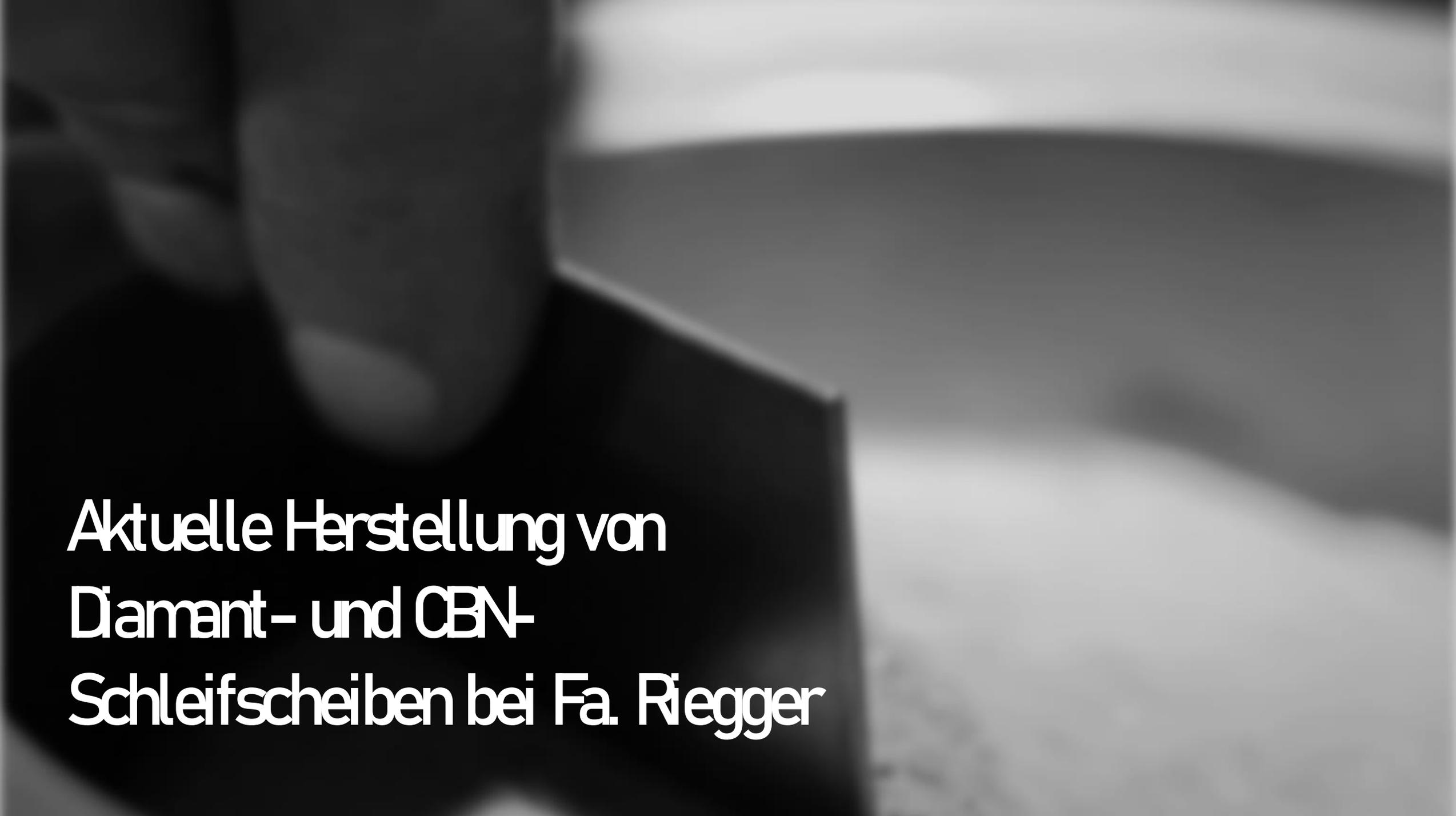


Markus Steinhilb

- Seit 2015 bei Riegger Diamantwerkzeuge GmbH
- Leiter der Anwendungstechnik
- 27 Jahre Schleiferfahrung

Spezialgebiete:

- Werkzeugschleifen
- Schältschleifen
- Wendschneidplatten
- Workshops- und Schulungen



Aktuelle Herstellung von
Diamant- und CBN-
Schleifscheiben bei Fa. Riegger

Typischer Aufbau von Diamant- und CBN-Schleifscheiben

- Grundkörper
- Schneidstoff
- Bindung

Eine Schleifscheibenbindung besteht in der Regel aus mehreren Pulverstoffen:

- Metalle/Halbmalle
- Keramik
- Kunstharz
- Porenbildner
- Stoffe zum Verschleißschutz
- Schneidstoffe



Aktuelle Herstellung von Diamant- und CBN-Schleifscheiben

- Jede Schleifscheibe wird von Hand hergestellt
- Jede Schleifscheibe ist ein Einzelstück (keine Verwendung von Großgebinden)
- Um eine gleichbleibende Qualität gewährleisten zu können muss der Arbeitsablauf strikt eingehalten werden.

Aktuelle Schleifscheibenherstellung

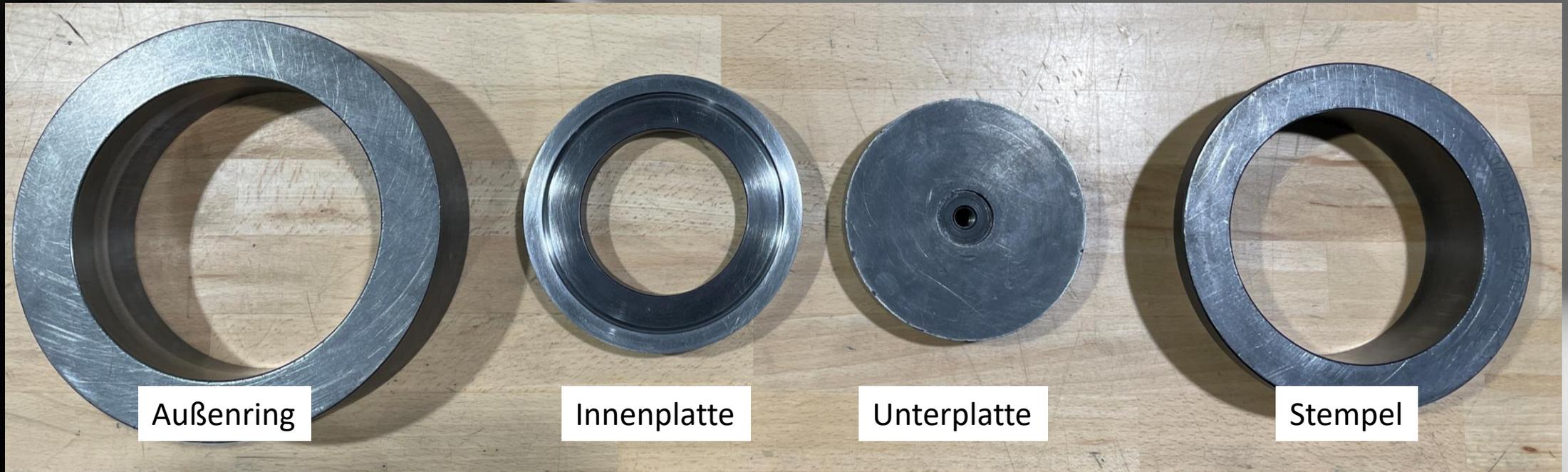
Für die „konventionelle“ Herstellung einer Schleifscheibe sind eine Vielzahl an Maschinen, Vorrichtungen und Arbeitsschritten notwendig.

Abwiegen und Mischen des Schleifscheibenbelags:



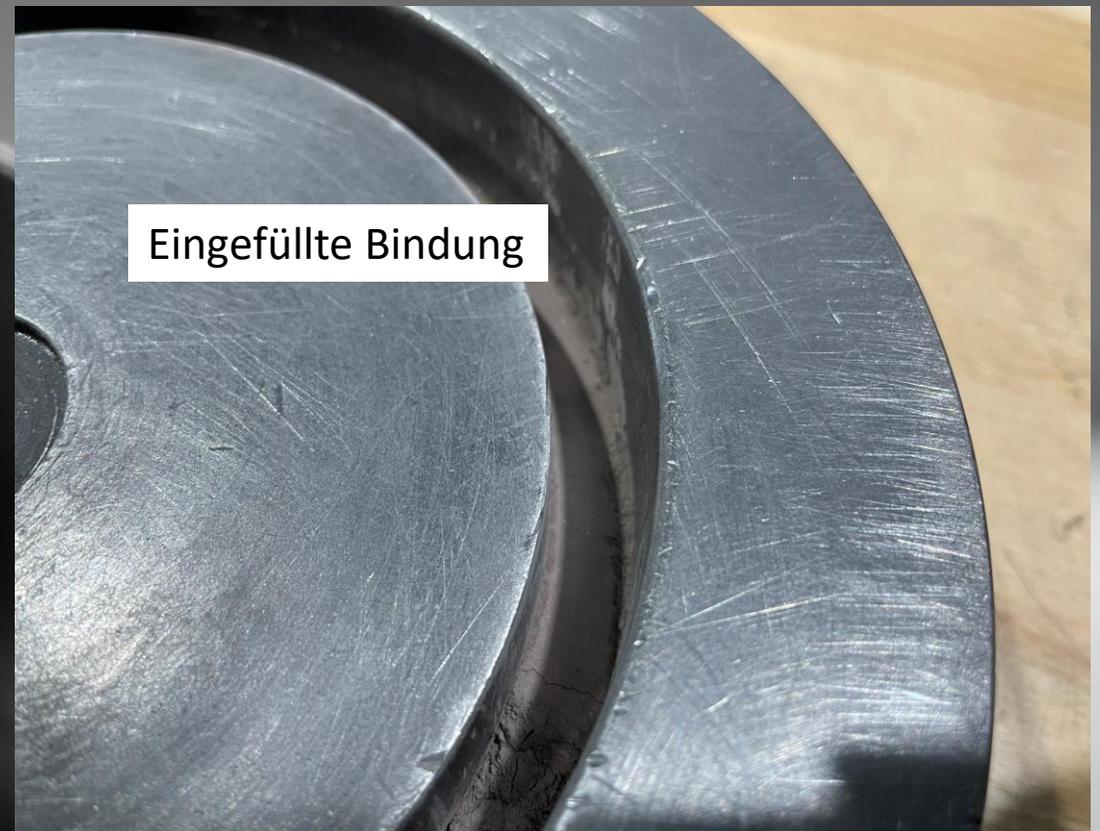
Aktuelle Schleifscheibenherstellung

Formteile:



Aktuelle Schleifscheibenherstellung

Zusammenbau:

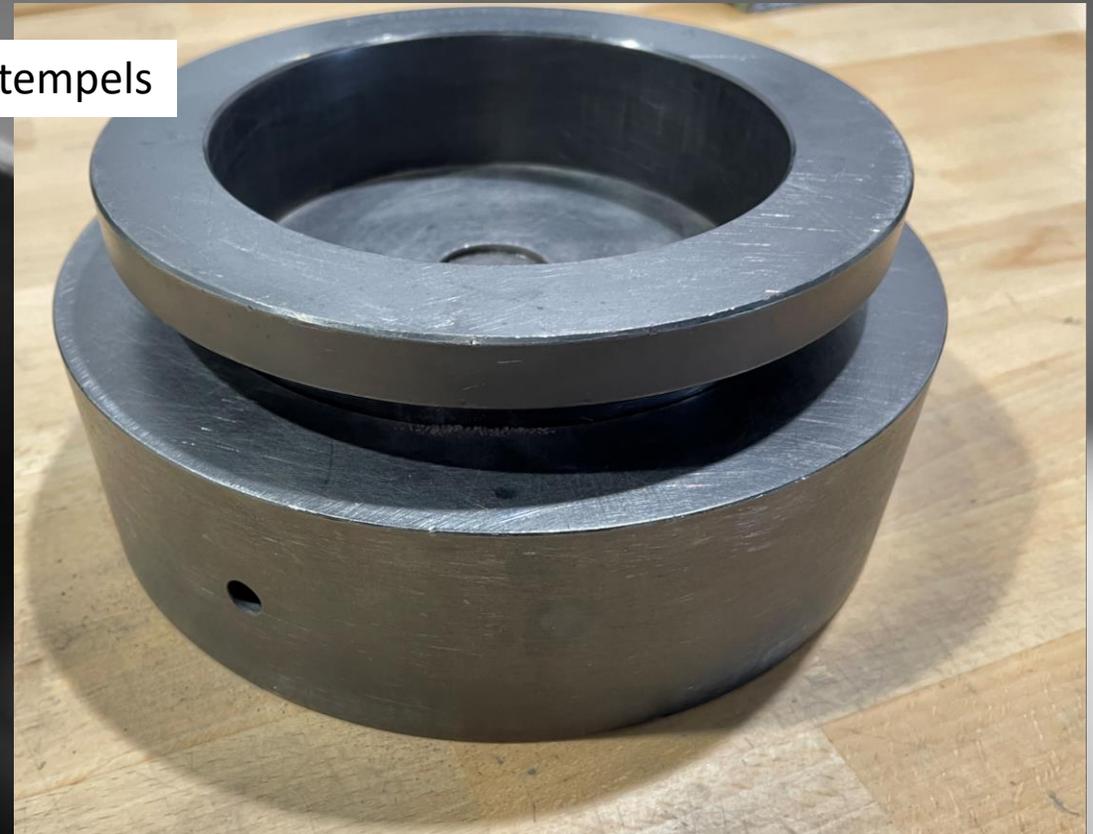


Aktuelle Schleifscheibenherstellung

Vorbereitet zum Sintern:

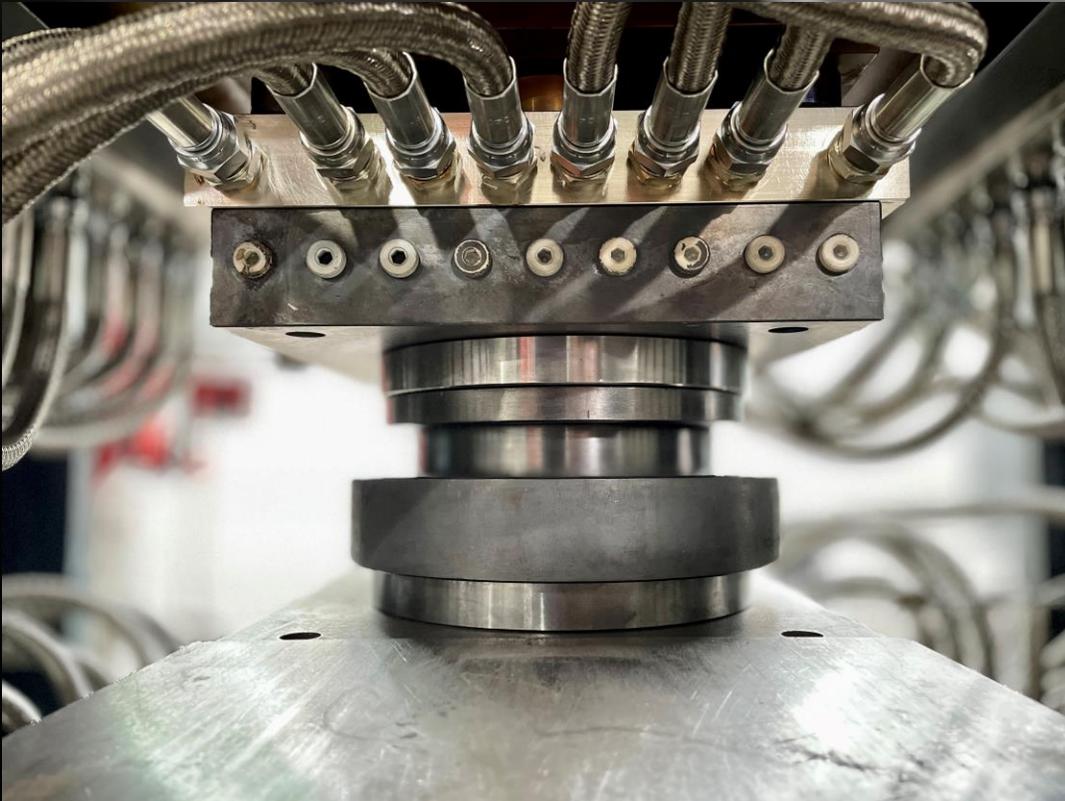


Einsetzen des Stempels



Aktuelle Schleifscheibenherstellung

Sintern:



Der Sinterprozess ist abhängig von Bindungsart, Durchmesser und Belagshöhe.

Die Verarbeitung findet zwischen:

150°C – 800°C

30min. – 180min.

statt.

Anschließend Entformung.

Aktuelle Schleifscheibenherstellung

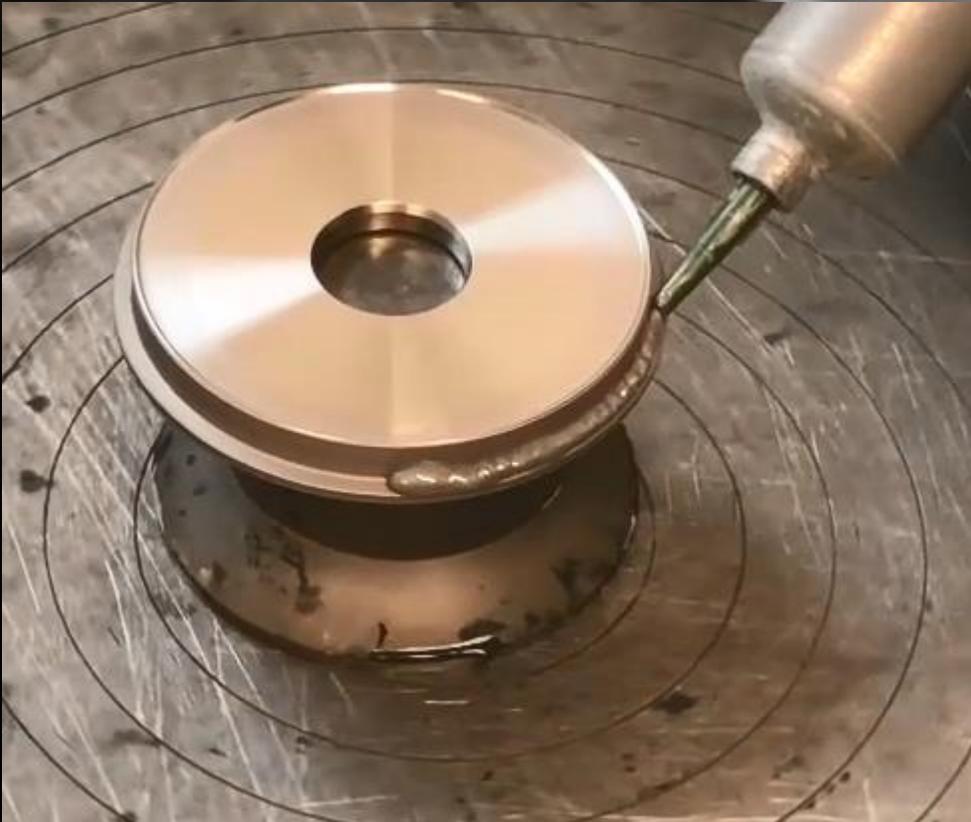
Grundkörperfertigung:



Bei den meisten Schleifscheiben sind mehrere Arbeitsgänge an den Drehmaschinen notwendig.

Aktuelle Schleifscheibenherstellung

Kleben:

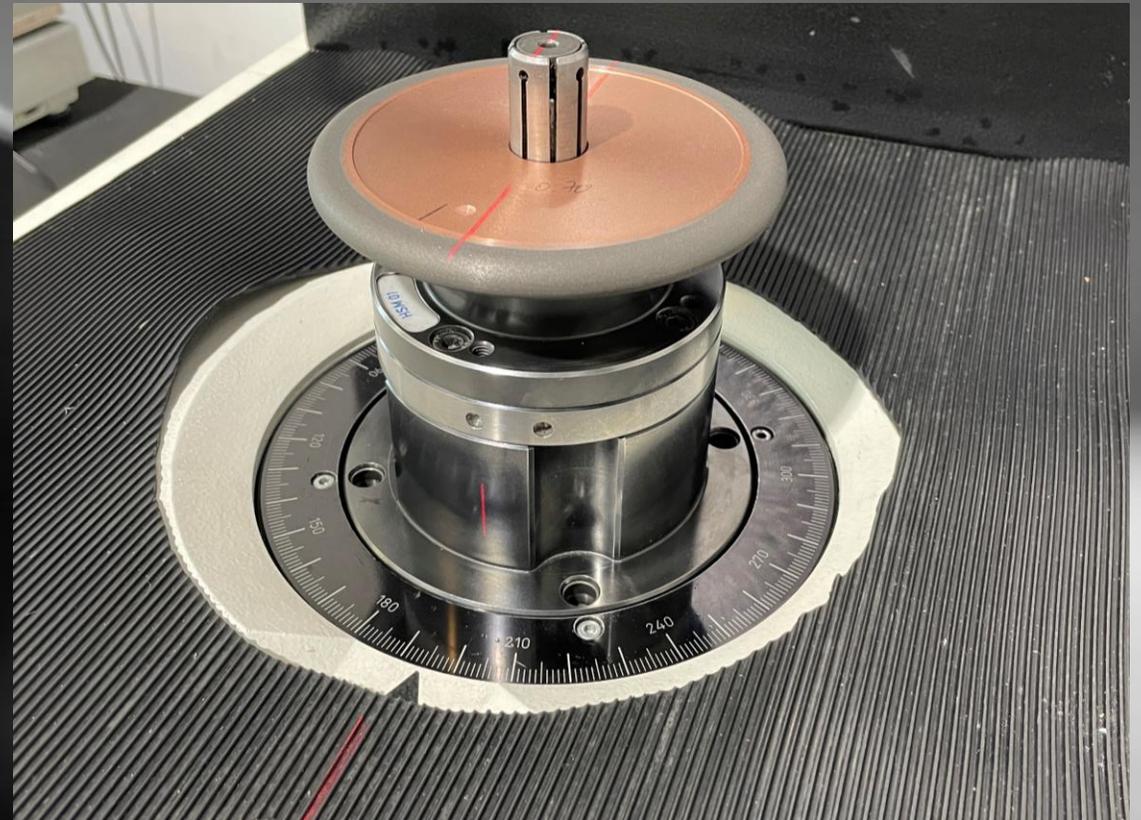
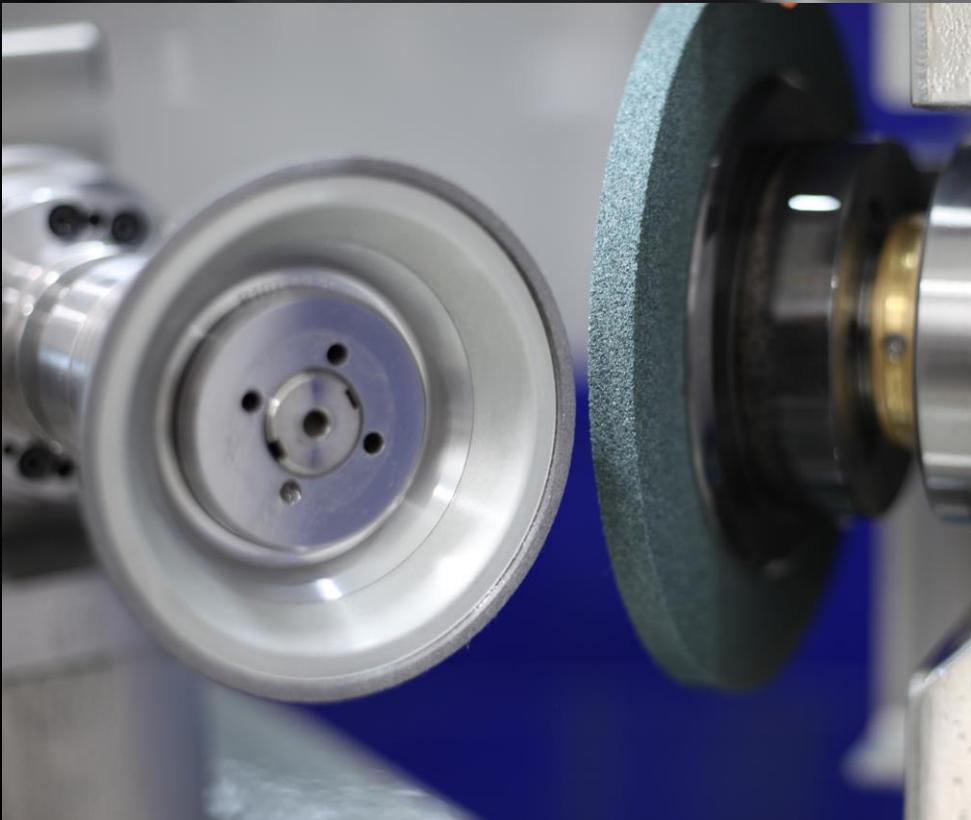


Trocknungszeiten sind Kleberabhängig:

4h – 120h

Aktuelle Schleifscheibenherstellung

Abrichten und Auswuchten:



Unsere Herausforderungen

- Formteilvielfalt
 - Pro Durchmesser und X-Maß ist ein separates Formteil notwendig
 - Hohe Lagerkosten der Formteile
- Hohe Formteilkosten
 - Hoher Verschleiß an den Formteilen
 - Teilweise: Ein Formteil = Eine Schleifscheibe (Metallgebunden)
 - Steigende Material- und Herstellkosten
- Hoher Personalbedarf durch ausschließlich Manuelle Fertigung beim Sintern
- Schleifscheibenformen müssen zwingend durch einen Abrichtprozess in „Form“ gebracht werden
- Verfahrensabhängige Dauer der Schleifscheibenherstellung bis zu einer Woche



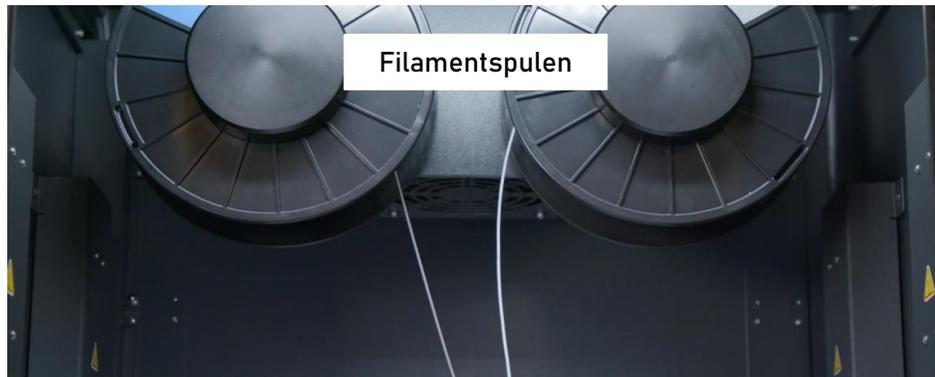
**Sind Schleifscheiben aus dem 3D-Drucker die
Lösung?**

Unterschiedliche Verfahren des 3D-Drucks von Schleifscheiben

- Metallbindungen & Keramikbindungen per Fused Filament Fabrication (FFF)
- Kunstharzbindungen per Stereolithographie (SLA) oder Digital Light Processing (DLP)

Metall- und Keramikbindungen FFF-Verfahren

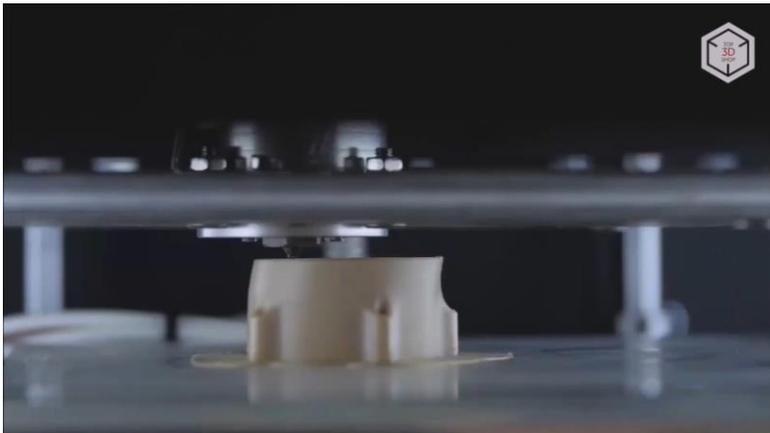
- Abmessungen, Kontur und Struktur werden durch 3D-Modelle vorgegeben
- Unterschiedliche Kombination von Filamenten - Metall-/Kunststoff- oder Keramikfilament
- Vermischung findet im Extruder statt
- Schneidstoffabhängige Schichtdicken ab 20μ



Fused Filament Fabrication

(Düsenmelzverfahren)

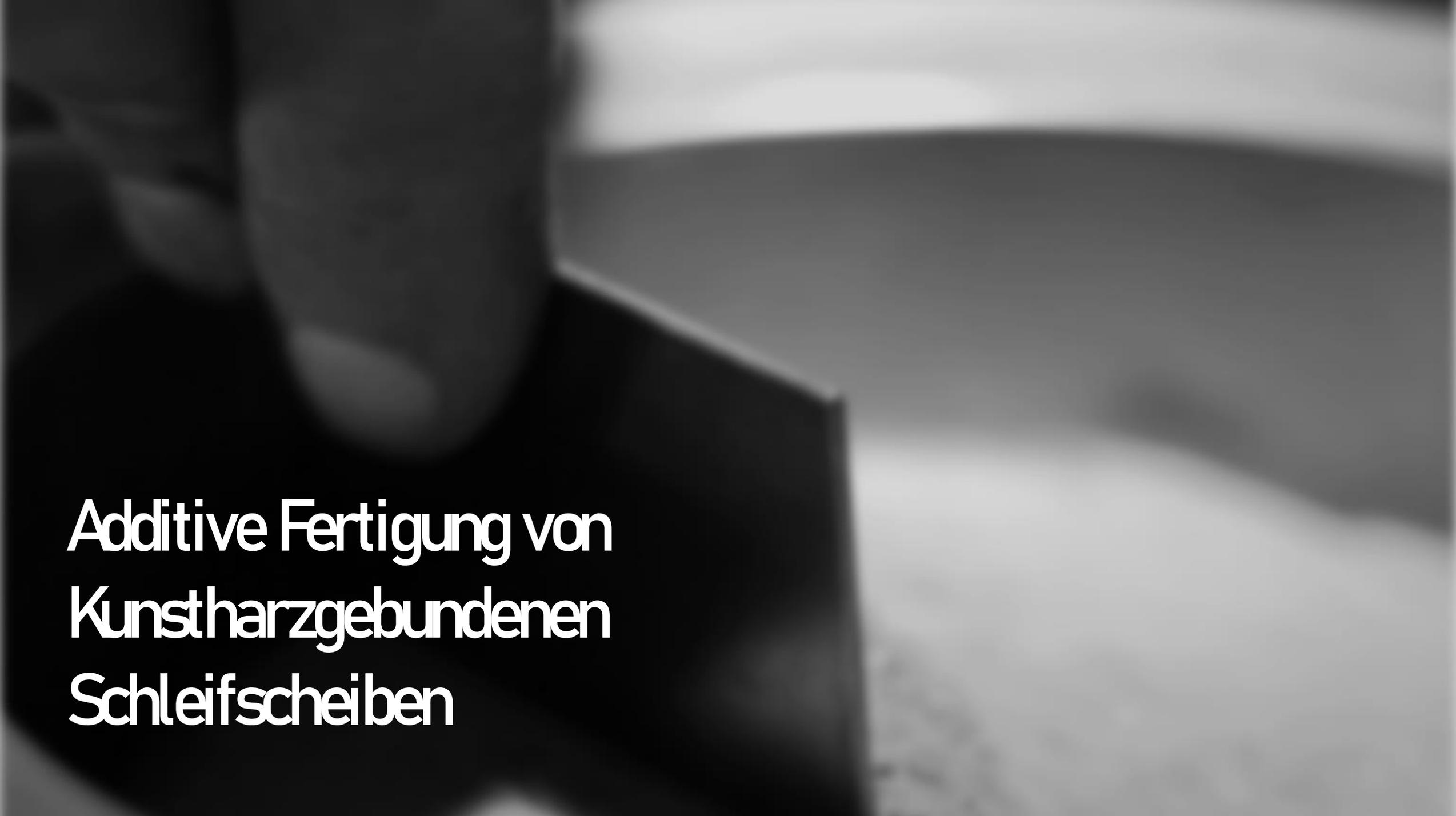
- Temperaturen je nach Material zwischen 150°C – 200°C
- Schichtweiser Aufbau (von unten nach oben)
- Waschvorgang in Lösungsmittel
Entfernen - des überschüssigen nicht ausgehärteten Binders
- Sintern (Materialabhängig bis 48h) -
Ausbrennen des Binders und aushärten des Bauteils



Quelle: Apium / Top3D

Fused Filament Fabrication

(Düsenmelzverfahren)

The background of the slide is a blurred, grayscale image of a grinding wheel. The wheel is positioned on the right side of the frame, with its curved surface and various segments visible, though out of focus. The left side of the image is dominated by dark, indistinct shapes, possibly parts of a machine or the grinding process.

Additive Fertigung von Kunstharzgebundenen Schleifscheiben

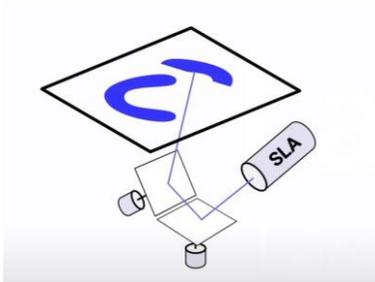
Allgemeines

- Abmessungen, Kontur und Struktur werden durch 3D-Modelle vorgegeben
- Abmaße einer Schleifscheibe sind limitiert durch die Baugröße des 3D-Druckers
- Flüssiges Kunstharz wird per UV-Licht ausgehärtet
- Nachbearbeitung durch Spülen, trocknen und weiterer UV-Nachhärtung notwendig (Abhängig von Harz und Zusatzstoffen)

Unterschiedliche Verfahren

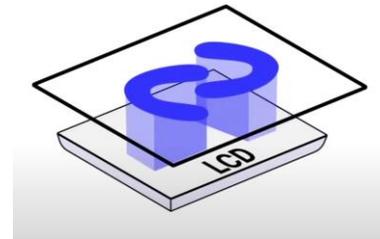
Stereolithographie (SLA)

- UV-Laser als Lichtquelle
- Einzelne Linien werden selektiv gehärtet – Schicht für Schicht
- Höchste Genauigkeit



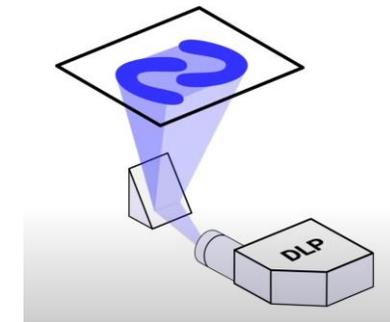
Digital Light Processing per LCD

- LCD Screen als Lichtquelle
- Gesamte Schicht wird auf einmal ausgehärtet
- Genauigkeit durch Pixel bis 8K-Auflösung



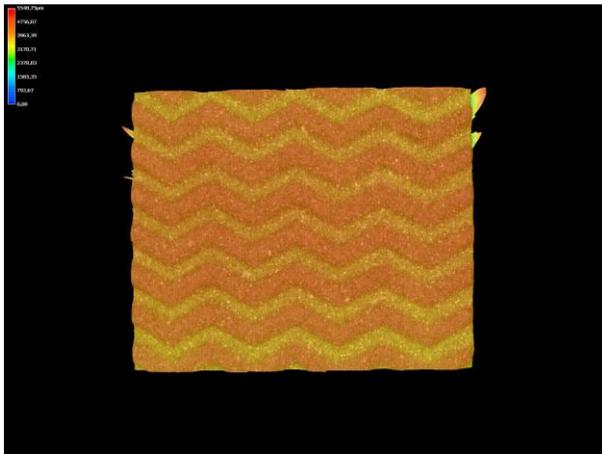
Digital Light Processing (DLP)

- UV-Licht als Lichtquelle
- Gesamte Schicht wird auf einmal ausgehärtet
- Genauigkeit durch Pixel bis 4K-Auflösung (Standard FullHD)

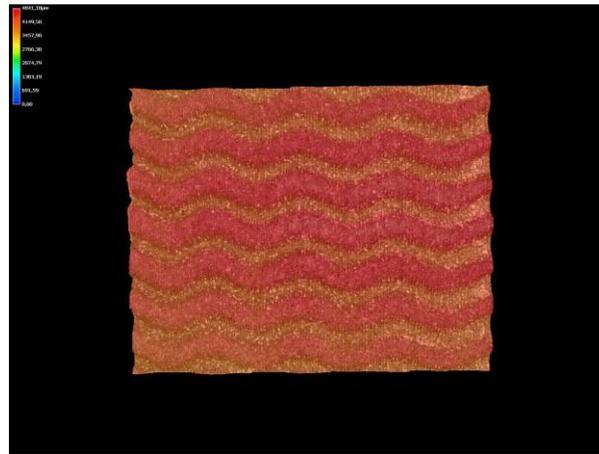


Gemeinsamkeiten

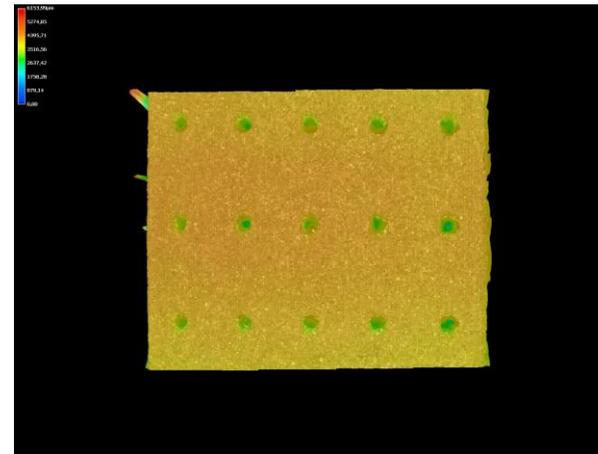
- Alle Verfahren nutzen UV-Licht zum Aushärten des Kunstharzes
- Toleranzen/Genauigkeiten der einzelnen Slices sind identisch (Z-Achse) bzw. abhängig vom Druckerhersteller
- Schichtweiser Aufbau von oben nach unten
- Identische Profilerstellungen möglich
- Nachbearbeitung durch Spülen, trocknen und aushärten notwendig



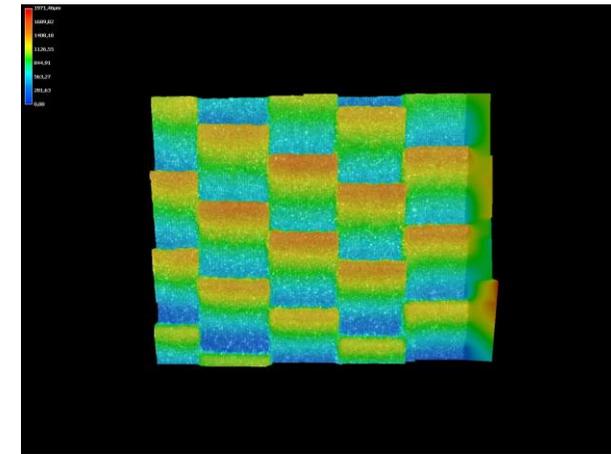
Zick-Zack Profil



Wellenprofil



Kühlkanäle



Schuppen Profil

ZIM Projekt



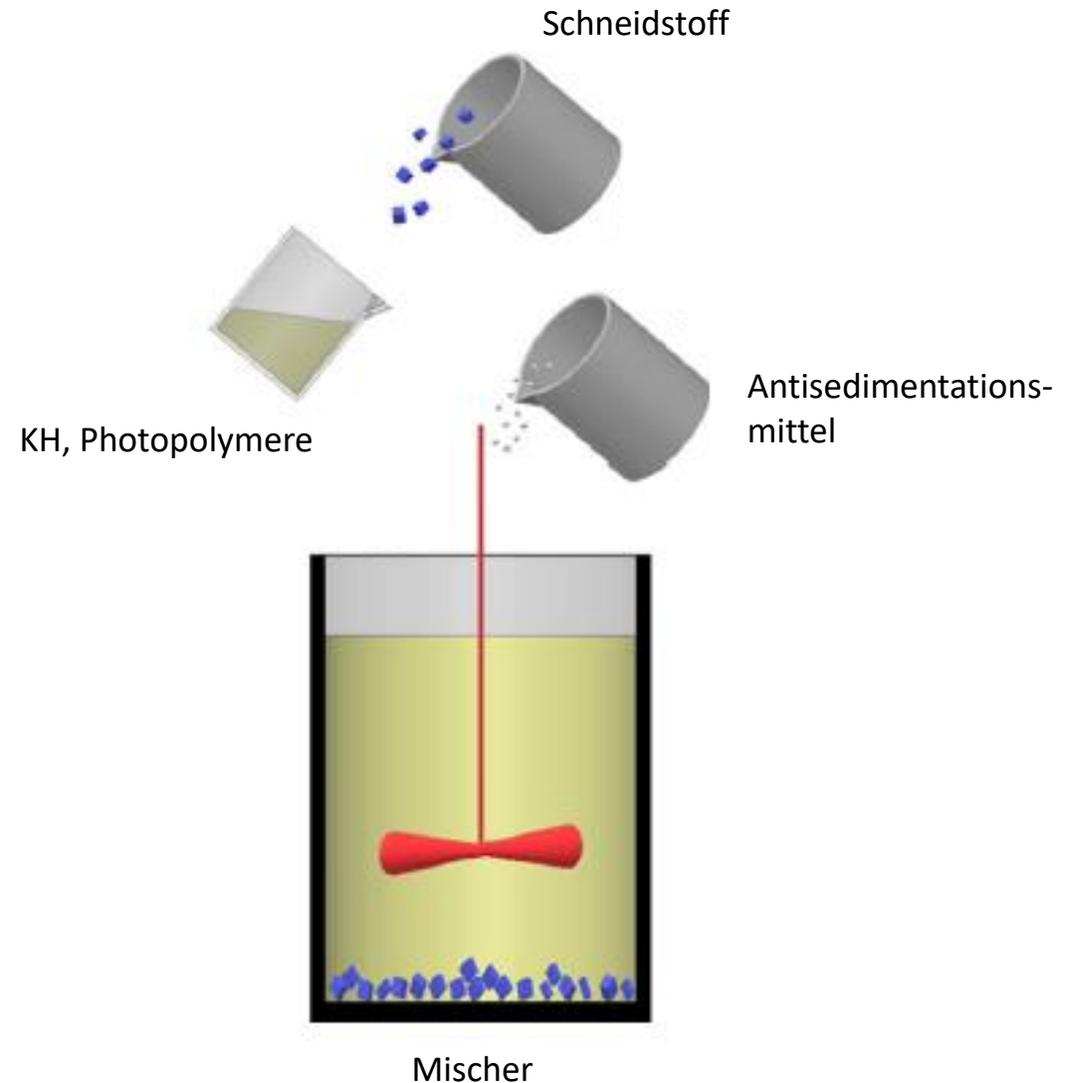
Herausforderungen

- Mischen des Kunstharzes, der Photopolymere und des Schneidstoffes

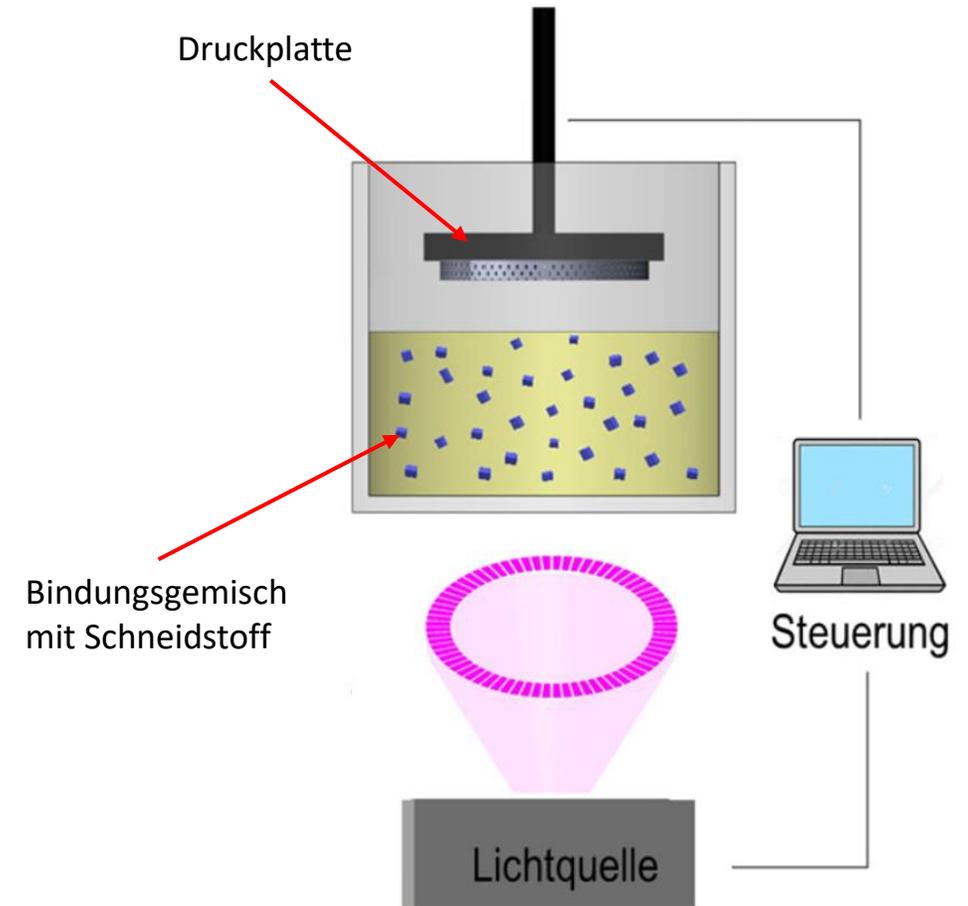
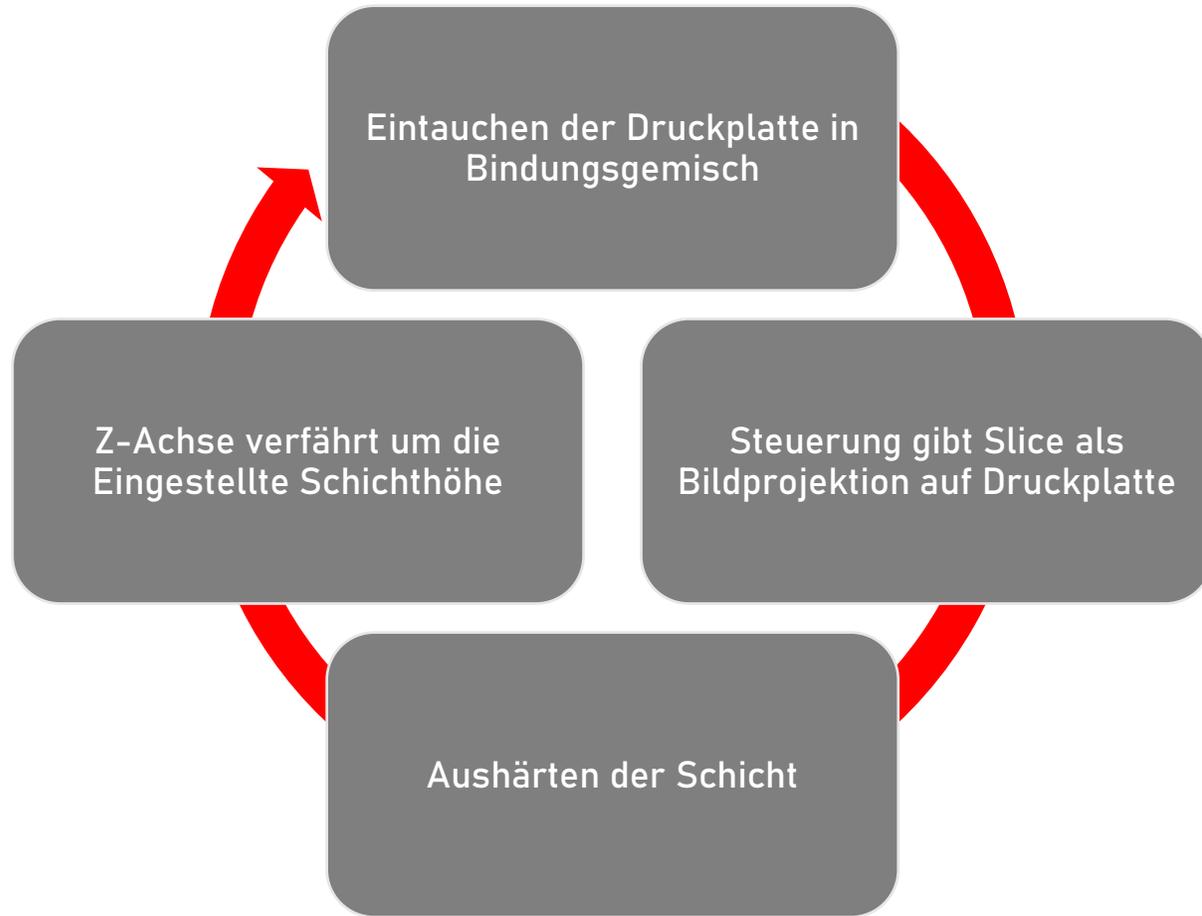
PROBLEM – Sedimentation und ungleichmäßige Verteilung des Schneidstoffes

Dadurch keine Gewährleistung für homogenen Schleifbelag

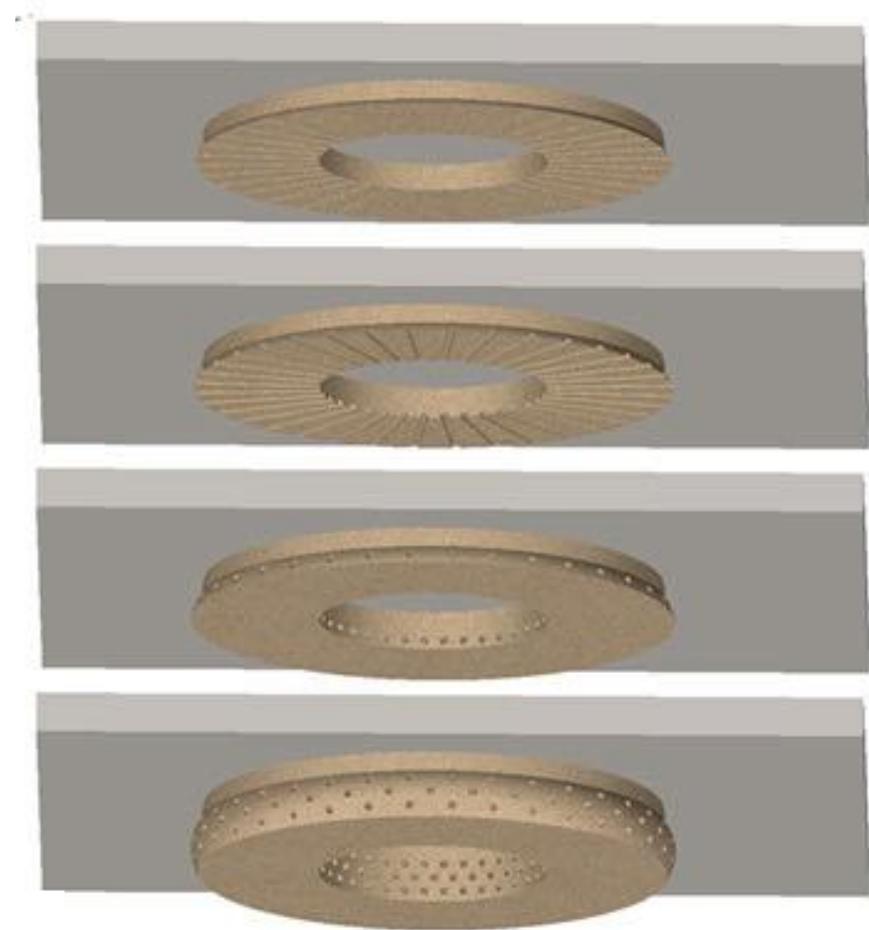
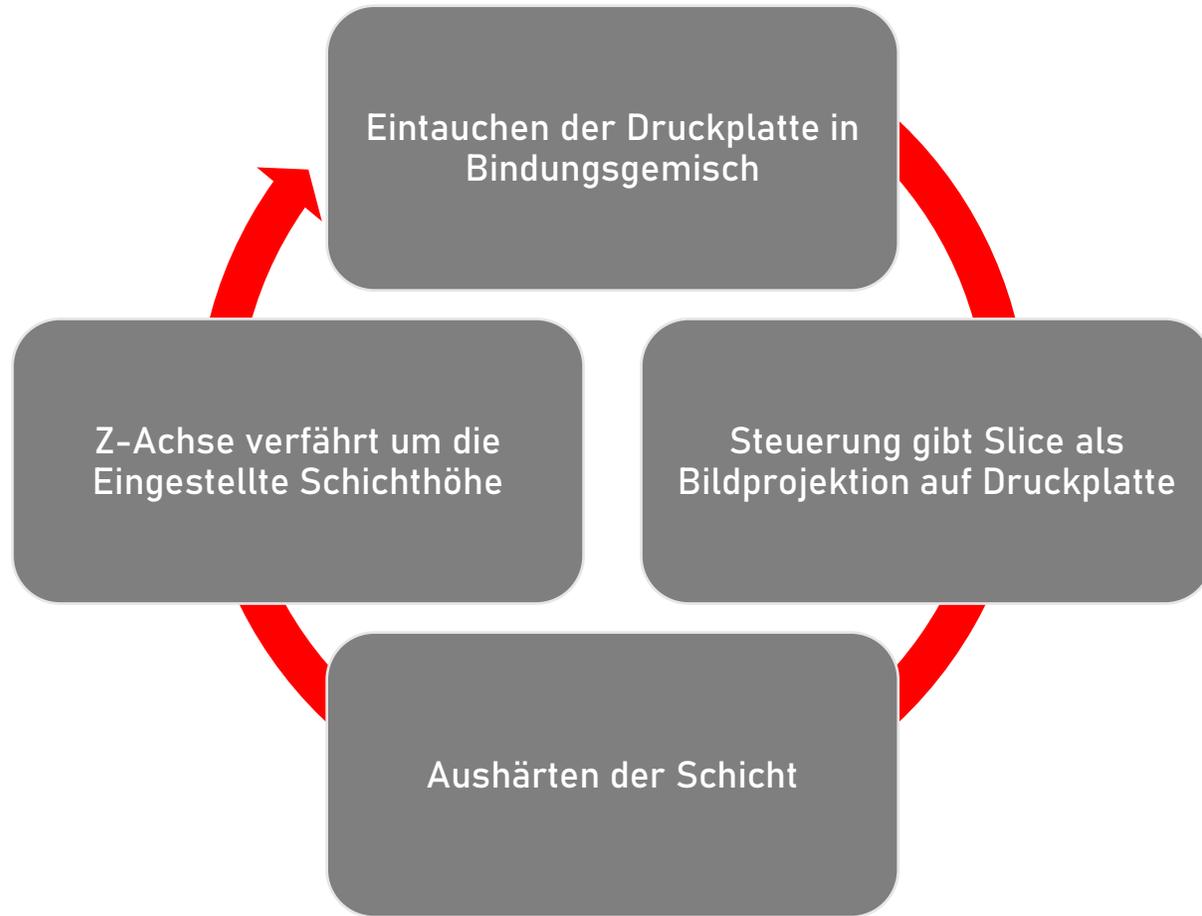
- Entwicklung eines Verfahrens zum homogenen Mischen des Kunstharzes, Schneidstoffes und Additive durch spezielle Rührer Geometrie
- Antisedimentationsmittel notwendig um das absinken des Schneidstoffes zu verhindern



3D-Druck



3D-Druck



Nachbehandlung

- Reinigung durch entfernen des restlichen nicht ausgehärteten Harzes mit anschließender Trocknung
- Aushärten in UV-Bestrahlungskammer bei 405nm, 60°C und 30W



Aushärten

Reinigung
und
Trocknung



Hergestellte Schleifscheibe

Spezifikationen

Gepresste Schleifscheibe

1A1 - Ø60 - T10 - X6 - H20

Kunstharzbindung

Korngröße D64

Konzentration C50

Geklebt auf ALU-Grundkörper

3D-Gedruckte Schleifscheibe

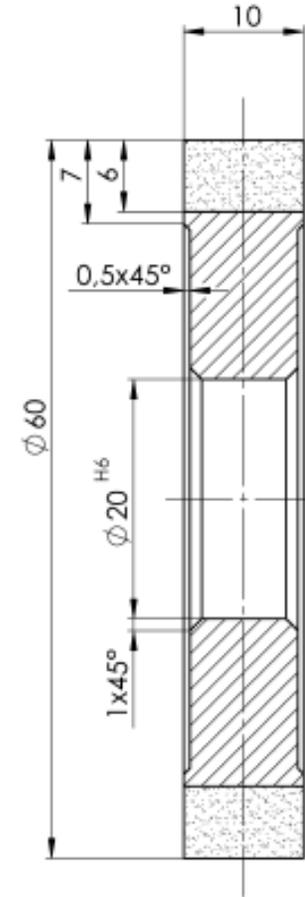
1A1 - Ø60 - T6 - X6 - H20

Kunstharzbindung

Korngröße D64

Konzentration C50

Geklebt auf ALU-Grundkörper

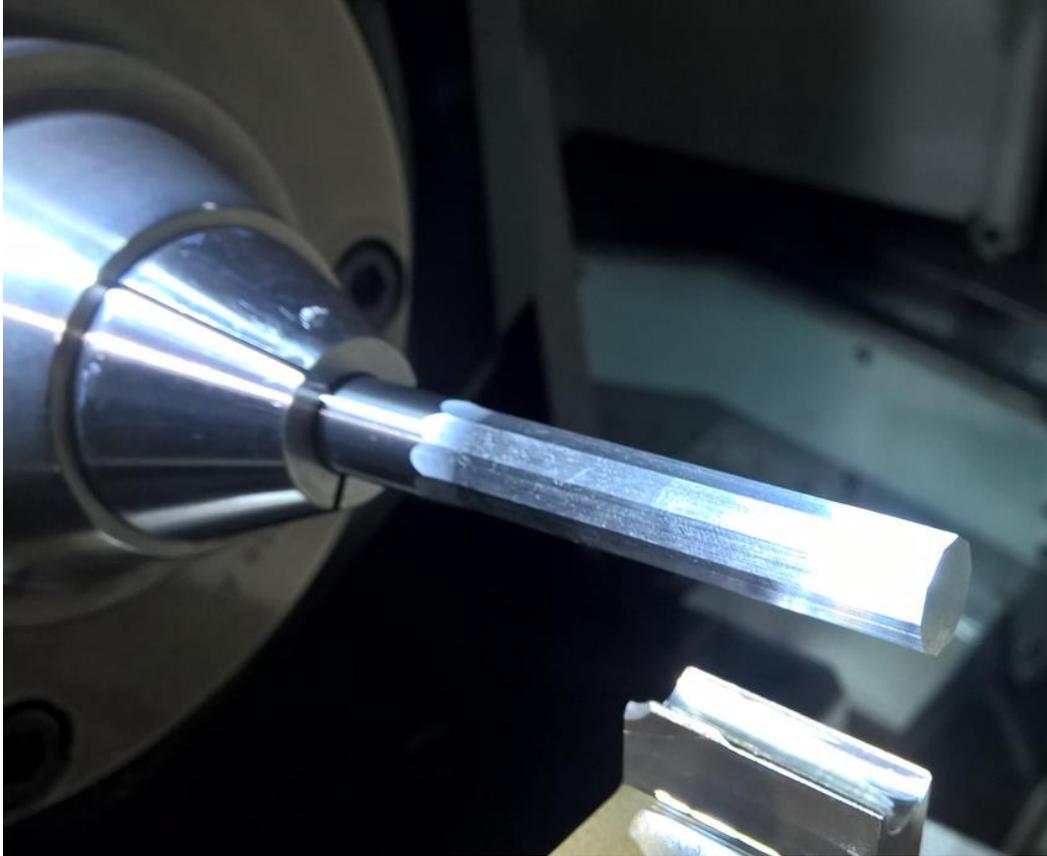


Analyse 3D-Druck



- Erste und letzte Druckschicht weisen eine homogene Verteilung des Schneidstoffes auf
- Einzelne Slices ca. 50µ
- Gute Verteilung des Schneidstoffes am Durchmesser

Schleifversuch



Simulation eines Flachschliffs an
VHM-Rundstäben $\varnothing 12 \times 100 \text{ mm}$

ae: 5x0,1mm

ae: 1x0,5mm

Vc: 20m/s

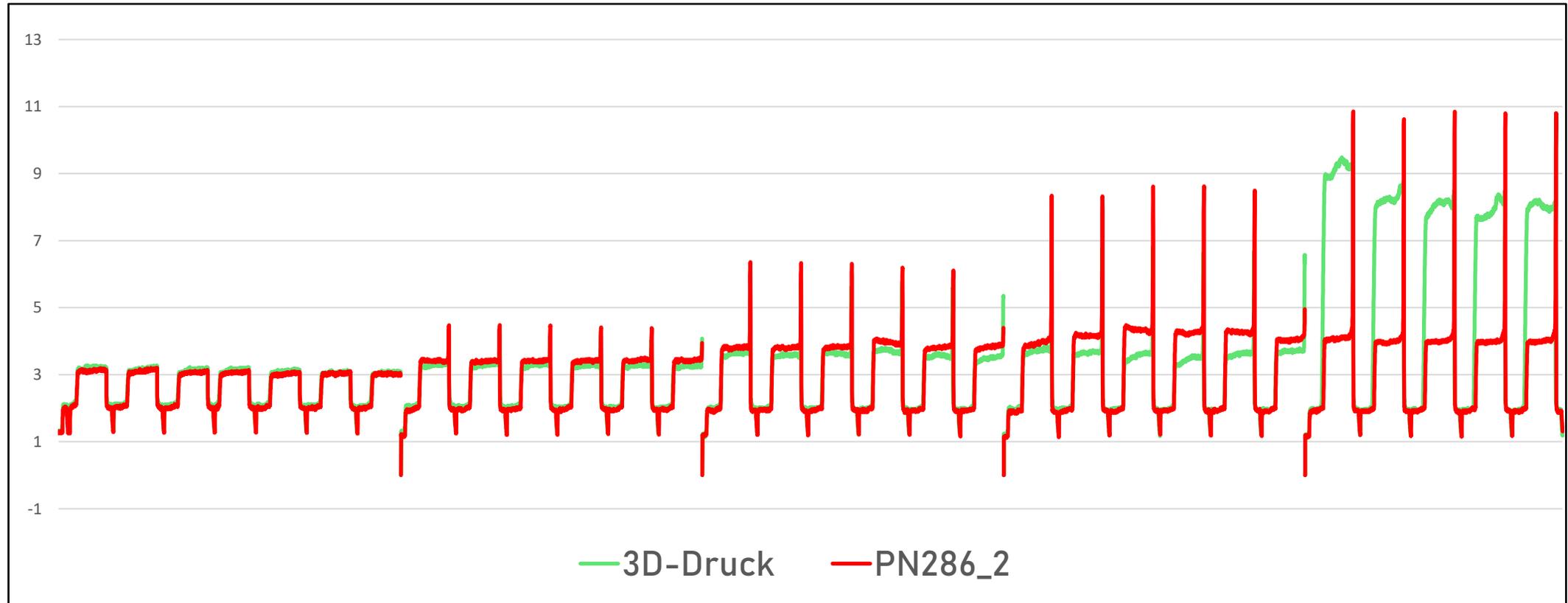
F: 100mm/min

Stck.: je 2 Werkstücke

Umlaufend wurden 10 Flächen
angeschliffen.

Schleifversuch

Prozentuale Spindellast:



Schleifversuch

Schleifscheibenverschleiß:

Gepresste Schleifscheibe



3D-Druck



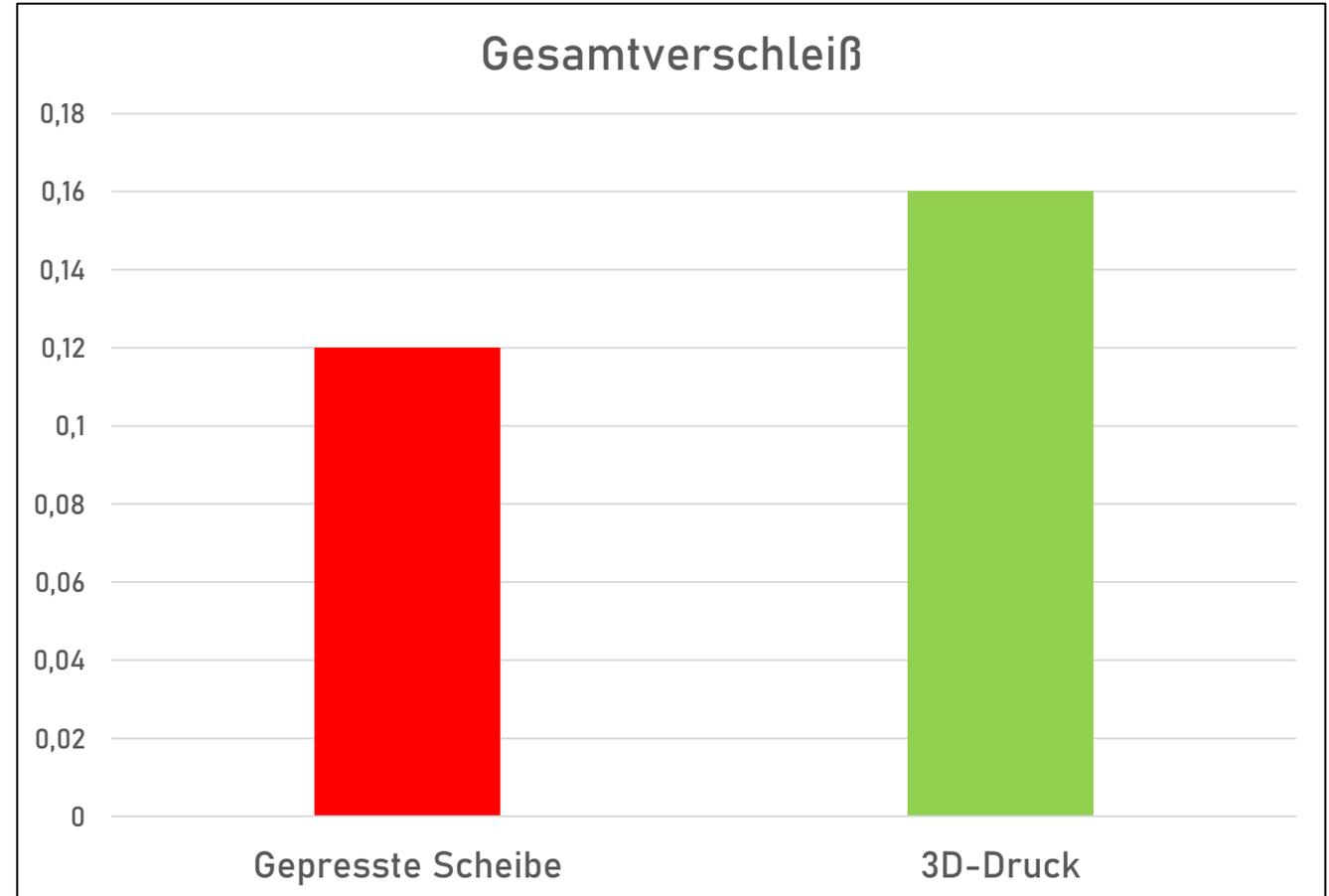
Schleifversuch

Schleifscheibenverschleiß:

Verschleiß Gepresst: 0,12mm

Verschleiß 3D Druck: 0,16mm

Leichter Konturverlust der
3D-Gedruckten Schleifscheibe am
Umfang



Schleifversuch

Zusammenfassung:

- 3D-Gedruckte Schleifscheibe konnte problemlos eingesetzt werden.
- Werkzeugverschleiß mit 0,04mm leicht schlechter.
- Ermittlung der Oberflächenwerte steht noch aus.
Bei subjektiver Betrachtung sind keine Unterschiede erkennbar.



Ausblick

- Aktuell werden Schleifscheiben mit einer Kornkonzentration C100 gedruckt um weitere Marktübliche Schleifoperationen abdecken zu können.
 - Durchführung weiterer Grundsatzversuche.
 - Identischer Vergleich von Gedruckten und Gepressten Schleifscheiben wird durchgeführt.
 - Nutentiefschliff – wenn möglich.
- Weitere Versuche mit CBN als Schneidstoff sind bereits geplant.
- Angepasste Bindungssysteme im Bereich des DLP-Verfahrens werden entwickelt.
 - Erste Schleifscheibe aus Polyamid bereits gedruckt.
 - Teilweiser entfall der Nachbearbeitung.
- Größtes Hindernis – Begrenzung durch die Menge an Füllstoffen und Konzentration.

Ausblick

Sind Schleifscheiben aus dem 3D-Drucker die Lösung?

- Deutlicher Flexibilitätsgewinn bei der Herstellung von Schleifscheiben.
 - Frei in Formgebung der Makro- und Mikrostruktur.
 - Kunde kann Makro- und Mikrostruktur selbst definieren.
- Entfall teurer und aufwendiger Herstellung von Formteilen.
- Herstellungskosten können durch Mehrfachdruck gesenkt werden.

Danksagung



WORKSHOP

oelhelt[®]
innovative fluid technology

RIEGGER

ZOLLER
Erfolg ist messbar

MPM


Gerhard Ihle[®]
HARTMETALLE · WERKZEUGE e.K. 
www.ihle.com

 **VOLLMER**