

Glas_SLM

Transparente Glasbauteile

PBF-LB mit CO₂-Laser

C. Doering, T. Schmidt, S. Kasch

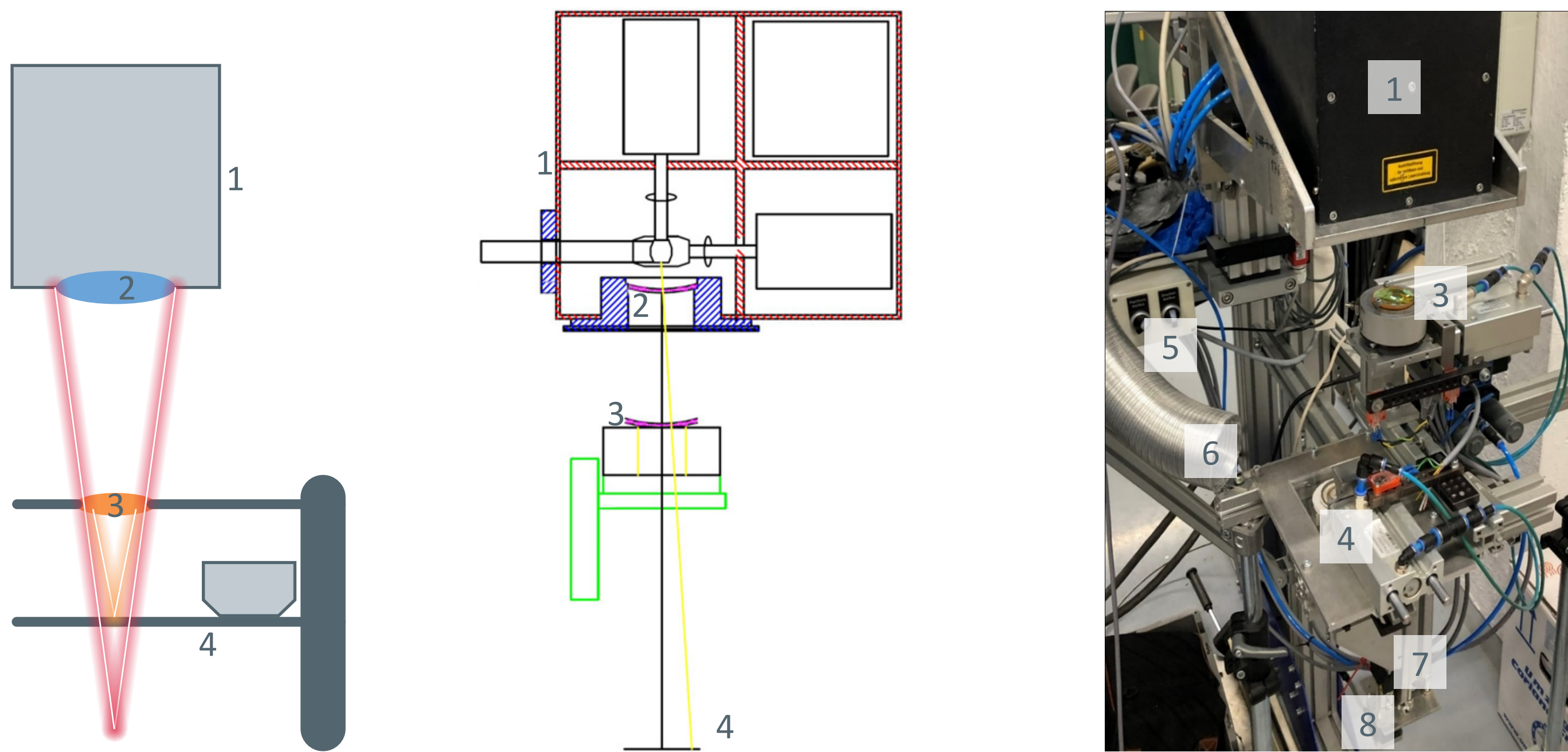
Zielstellung

Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer teilautomatisierten Systemtechnik für das **selektive Laserschmelzen (PBF-LB-Verfahren) von Quarz-Glaspulver** sowie die Erarbeitung der Verfahrensparameter und Prozessstrategie, um **optisch transparente, kompakte Glasbauteile** aus dem Pulverbett zu generieren.

Es werden Quarz-Glaspulver verwendet, die bei der Glasherstellung bzw. -schmelze üblich sind. Beim lagenweisen Schmelzen und einer anschließenden Kantennachbearbeitung kommt aufgrund der guten Absorption der Wellenlänge von 10,6 µm im Glas ein CO₂-Laser zum Einsatz.

Im Ergebnis sollen **dreidimensionale Glasbauteile bis 50 mm Bauteildurchmesser/-höhe und verbesserter Oberflächengüte** entstehen.

Versuchsaufbau



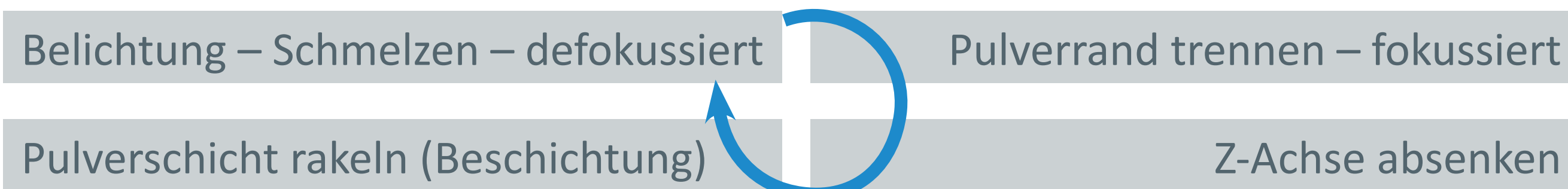
1. Scanner | 2. f-Theta-Optik | 3. Einschublinse | 4. Bauplattform mit Pulvertrichtersystem | 5. Schaltautomatik für z-Achse und Laserstrahlausgabe | 6. Absaugung | 7. Bewegliche z-Achse | 8. Schrittmotor

Die **Einschublinse (3) verkürzt die Brennweite um 30 mm** und gewährleistet, dass der defokussierte Laserstrahl **fokussiert** arbeitet. Mit Hilfe des fokussierten Laserstrahls findet kein Schmelzen der Partikel am Glasbauteil statt. Durch Verwendung gepulster Laserstrahlung mit höherer Pulsspitzenleistung werden anhaftende Pulverpartikel im Randbereich des geschmolzenen Bauteiles abgetragen. Dadurch wird ein leichtes Entfernen von überschüssigen, zum Teil angeschmolzener Pulverpartikeln möglich.

Zur Erzeugung der gepulsten Laserstrahlung wird ein Frequenzgenerator verwendet. Es können nahezu beliebige Frequenzen und Tastverhältnisse eingestellt werden.

Umsetzung

- Material: SiO₂, Korngröße MW 200 µm, Bruchkorn
- Prozessablauf folgt herkömmlichem PBF-LB-Verfahren
- Zusätzlich erfolgt nach jedem Schmelzen das Trennen der Pulveranhaftung mit fokussiertem Laserstrahl



VARIATION DER WESENTLICHEN LASER- UND PROZESSPARAMETER

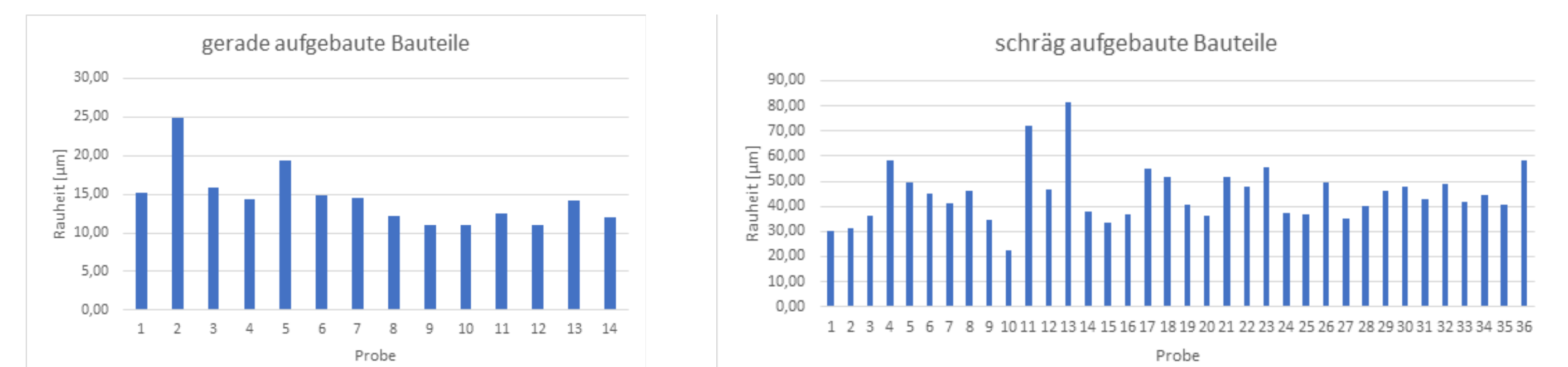
| | SCHMELZEN | TRENNEN |
|--|------------|---------------------|
| Laserleistung P [W] | 100–200 | 100–500 |
| Scangeschwindigkeit v _{scan} [mm/s] | 30–50 | 5–60 |
| Betriebsart f [Hz] | CW-Betrieb | Pulsbetrieb, 50–200 |
| Tastverhältnis [%] | | 3–15 |

WERKSTOFFTECHNISCHE CHARAKTERISIERUNG

- Transparenz – visuell
- Rauheit – Laserscanning-Mikroskopie (Keyence)
- Dichtheit – Analysewaage nach archimedischem Prinzip (Kern)
- Porosität – digitale Durchstrahlungsprüfung (VisiConsult)



Rauheit

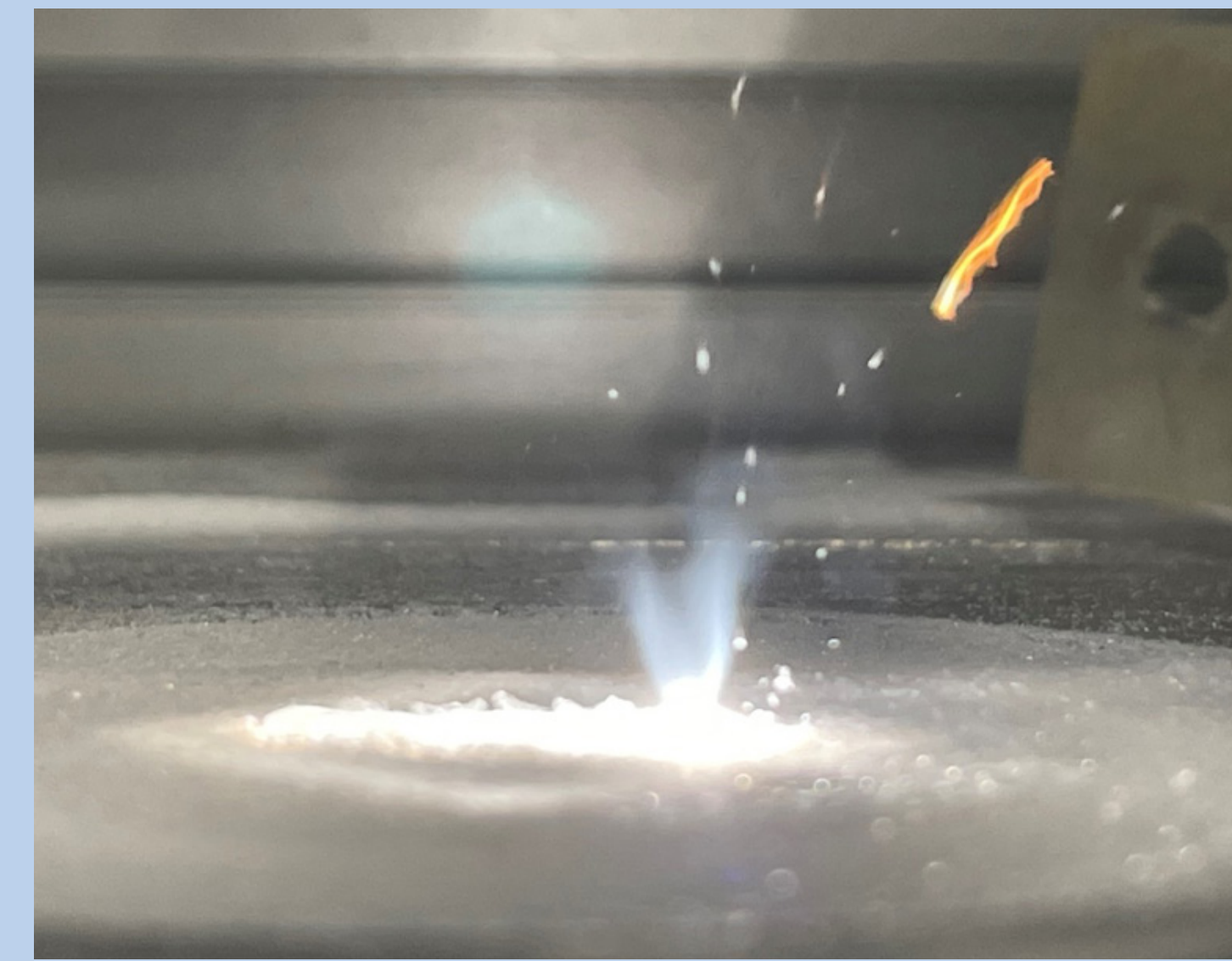


Rauheitsmessung von gerade gefertigten Proben

Rauheitsmessung von schräg gefertigten Proben

- Aus den Diagrammen wird deutlich, dass die Rauheitswerte bei gerade aufgebauten Bauteilen deutlich niedriger sind, als bei schräg aufgebauten Bauteilen
- Gerade Bauteile:**
 - Höchster Rauheitswert: 24,90 µm
 - Geringster Rauheitswert: 10,94 µm
- Schräge Bauteile:**
 - Höchster Rauheitswert: 81,21 µm
 - Geringster Rauheitswert: 22,59 µm
- Da beim Fertigen schräger Bauteile Stufen auf den Seitenflächen entstehen, ergibt sich ein höherer Rauheitswert

Arbeitsergebnisse



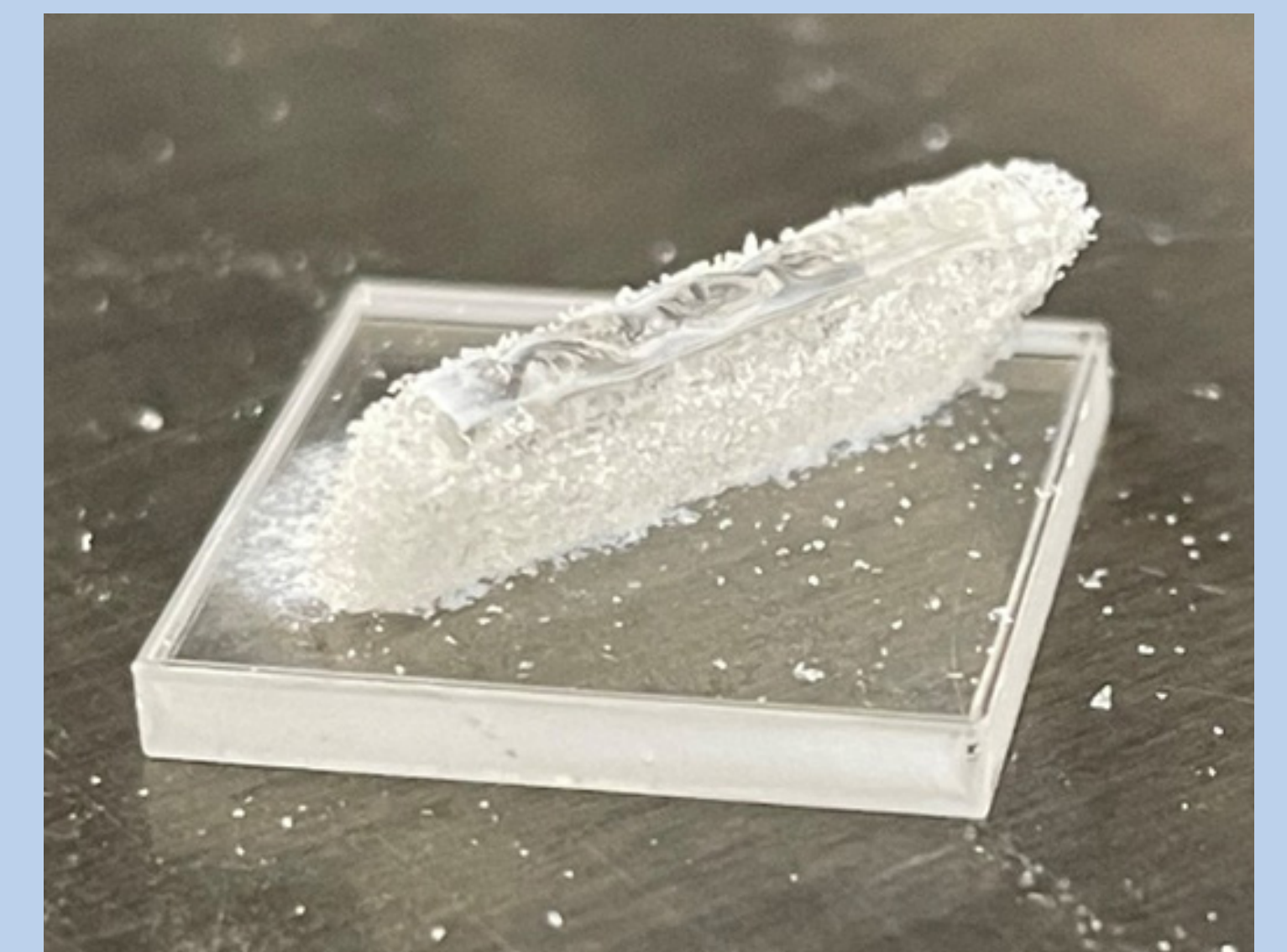
Pulverpartikelflug bei Randbearbeitung



Probe im Pulverbett nach dem Bauprozess



Gelöster Pulverpartikelrand einer gerade aufgebauten Probe



Pulverpartikelrand einer schräg aufgebauten Quarzglasprobe

- Es ist bei gerade aufgebauten Bauteilen möglich, ohne einen weiteren Nachbearbeitungsschritt den Pulverpartikelrand vom Glasbauteil zu trennen
- Beischrägem Schichtaufbau, lässt sich der Pulverpartikelrand nicht ohne mechanische Nachbearbeitung lösen; hier ist eine weitere Parameteroptimierung erforderlich
- Alle hergestellten Proben weisen, nach der Ablösung des Partikelrands, Transparenz auf
- Die Proben weisen Dichtewerte von ca. 2,201 g/cm³ auf

Förderkennzeichen:
49MF200150

Projektlaufzeit:
01.04.2021 bis 31.07.2023

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

INNO-KOM

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ifw Jena

Günter-Köhler-Institut für Füge- und Werkstoffprüfung GmbH

Ernst-Ruska-Ring 3, 07745 Jena

Tel: +49 3641 204-100 | Fax: +49 3641 204-210

info@ifw-jena.de | www.ifw-jena.de | in ifw-jena | f ifwJena

Kontakt:

Dipl.-Ing. Susanne Kasch

Tel: +49 3641 204-139 | Mail: skasch@ifw-jena.de