

Experimentelle Untersuchung der lateralen Überlappung und des Vermischungsgrades von additiv hergestellten Kalk-Natron- und Borosilikatglasstrukturen

F. Fröhlich¹, J. Hildebrand¹, J.P. Bergmann¹, M. Schilling², C. Schütze³

Motivation

Im Rahmen des Projektes ProGlas3D wurde ein neuartiges industrielles Produktionssystem für die additive Fertigung von individuellen 3D-Strukturen aus Quarz-, Borosilikat- und Kalknatronglas in Form einer Demonstratoranlage qualifiziert. In bereits durchgeführten Studien konnte die Umsetzung der additiven Fertigung durch die Interaktion zwischen Laserquelle und Stäben als Direct-Energy-Deposition (DED) Laser demonstriert werden. Ziel dieser Untersuchung ist den Einfluss der Prozessführung auf die laterale Überlappung und den Vermischungsgrad zu analysieren.

Vorgehensweise

Bereits bekannte Prozessparameter aus vorherigen Studien, welche ein optimales Druckergebnis bei einlagigen Wänden erzielen, wurden für die Durchführung der Versuche genutzt.

Laserleistung	P	79 W ± 4 W
Objektgeschwindigkeit	v_O	1 mm/s
Zuführgeschwindigkeit	v_Z	1 mm/s
Zuführwinkel	β_Z	30°
Ofentemperatur	T_A	774 K ± 15 K

Genannte Prozessparameter ermöglichen eine reproduzierbare Lagenhöhe von 1,2 mm, Lagenbreite von 5 mm und einem Anbindungswinkel von 130° in Bezug auf einen Borosilikatglasstab mit 2 mm Durchmesser (s. Abbildung 1).

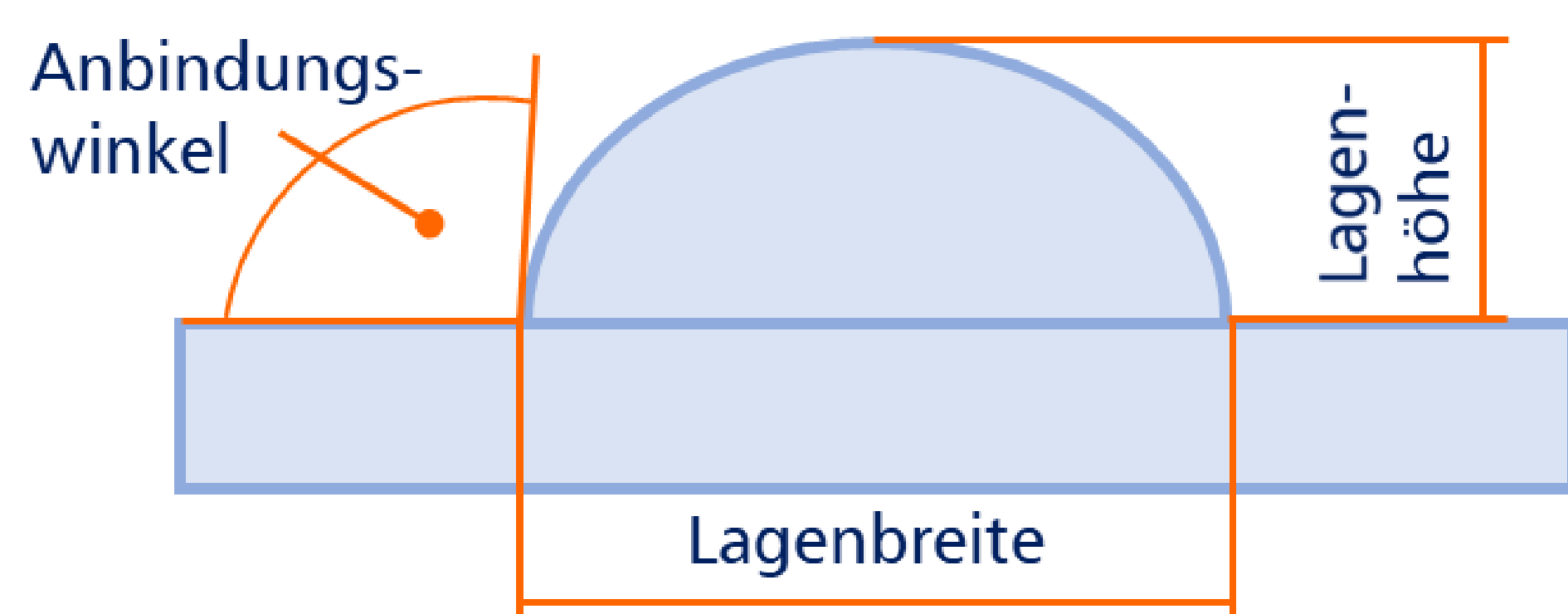


Abb. 1: Skizze eines Lagenquerschnittes

Für die Versuchsdurchführung bei einem flächigen Auftrag ist eine gleiche und eine alternierende Prozessrichtung gewählt worden (Abbildung 1). Die Bahnplanung erfolgt direkt im G-Code. Hierbei wurde der Abstand a zwischen den Lagen von 5 mm auf 2 mm in 0,5 mm Schritten verkleinert (s. Abbildung 2). Die Proben wurden anschließend getempert und mittels Streifenlichtprojektion vermessen. Das verwendete System für die zerstörungsfreie, dreidimensionale Prüfung ist ein GOM Atos Core.

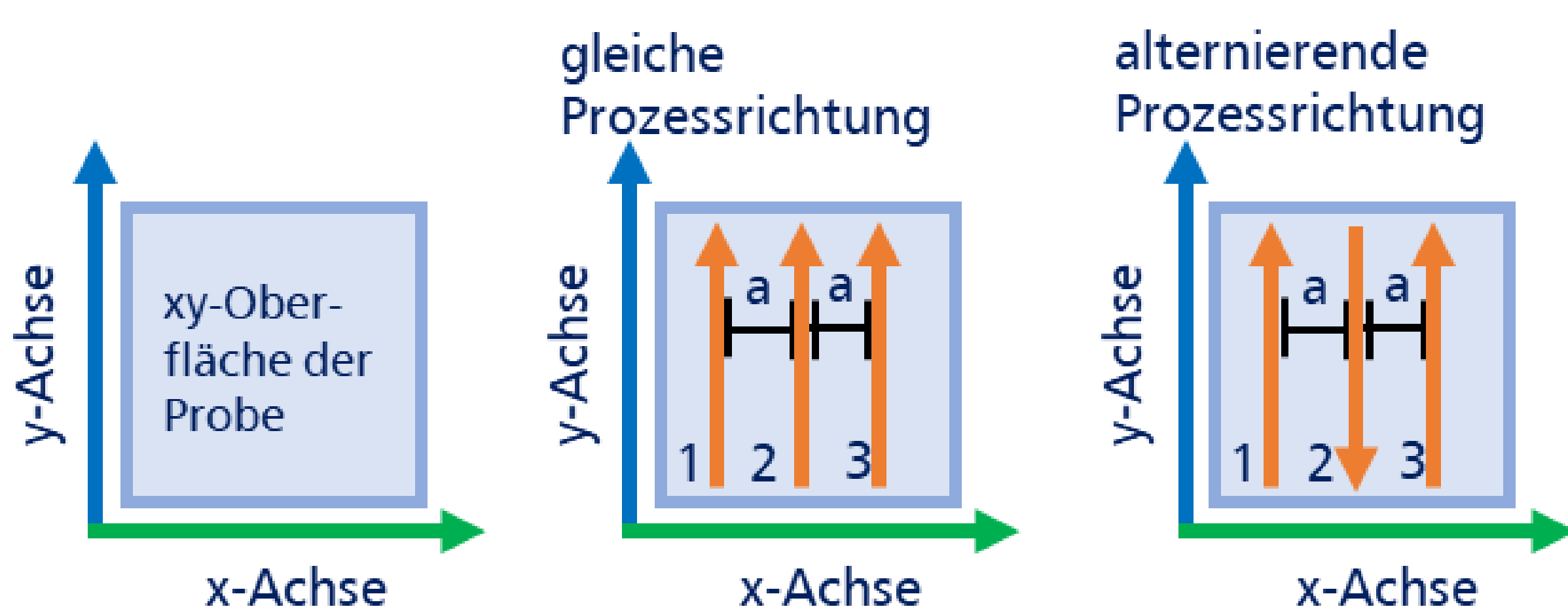


Abb. 2: Skizze der Versuchsdurchführung zur Variation der Prozessrichtung und des Abstandes a der aufgetragenen Lagen

Ergebnisse

Ausgehend von der Oberfläche der Probe konnten aus den Streifenlichtprojektionen Falschfarbenbilder ermittelt werden, welche das Höhenprofil des flächigen Auftrages darstellen. Abbildung 3 zeigt eine Borosilikatglasprobe mit einem Abstand a der aufgetragenen Lage von 2,5 mm und gleicher Prozessrichtung mit dazugehöriger Auswertung über den Abstand a .

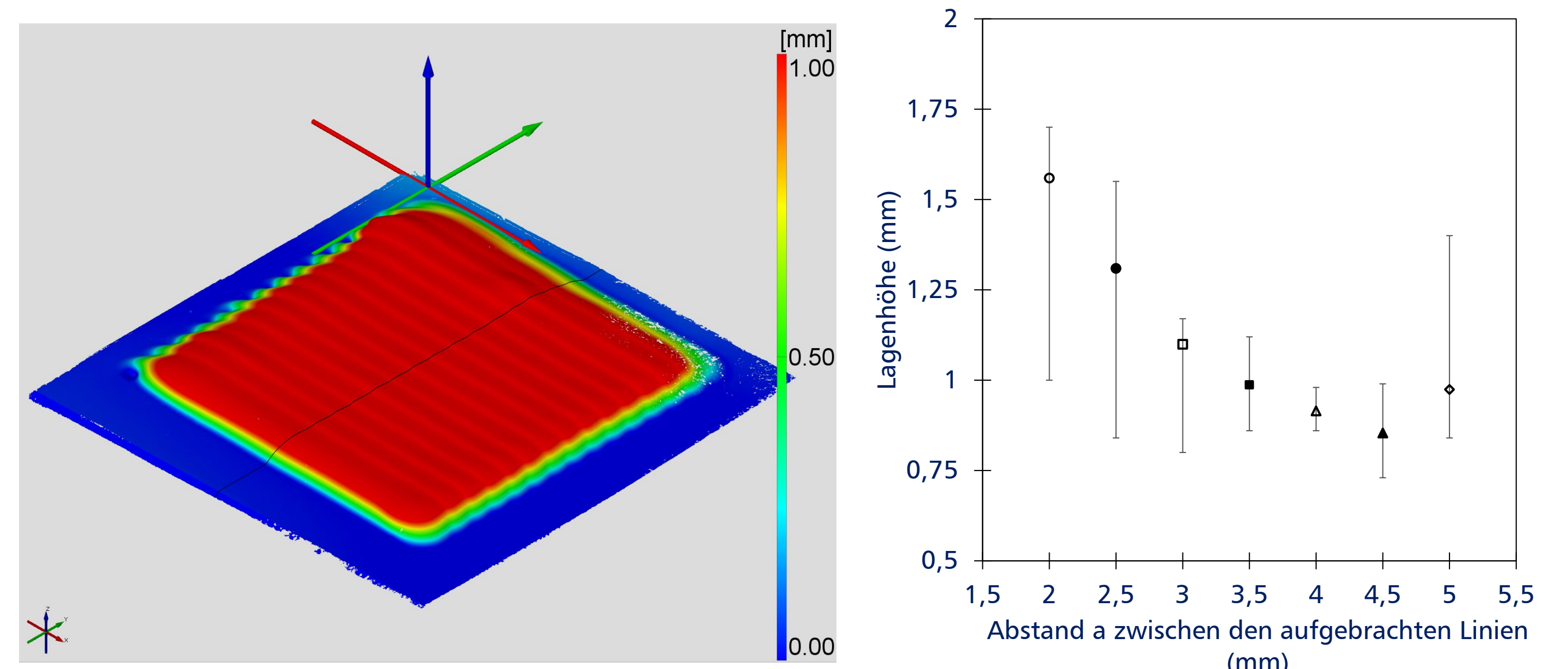


Abb. 3: Falschfarbenbild eines Höhenprofils einer Borosilikatglasprobe mit dazugehöriger Auswertung über den Abstand a der Lagen

Abbildung 4 bis 7 verdeutlicht den Vermischungsgrad der ersten Lage mit dem Substrat.

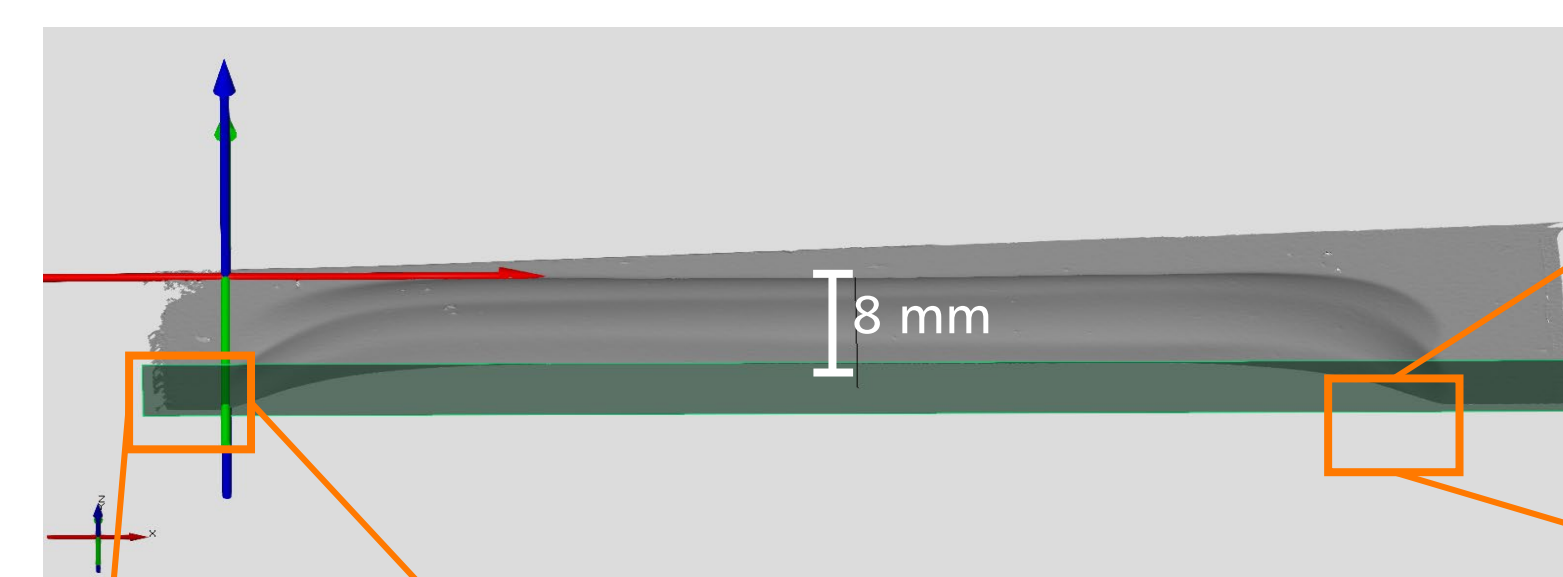


Abb. 4: Schnittansicht einer Kalk-Natron-Glas Probe

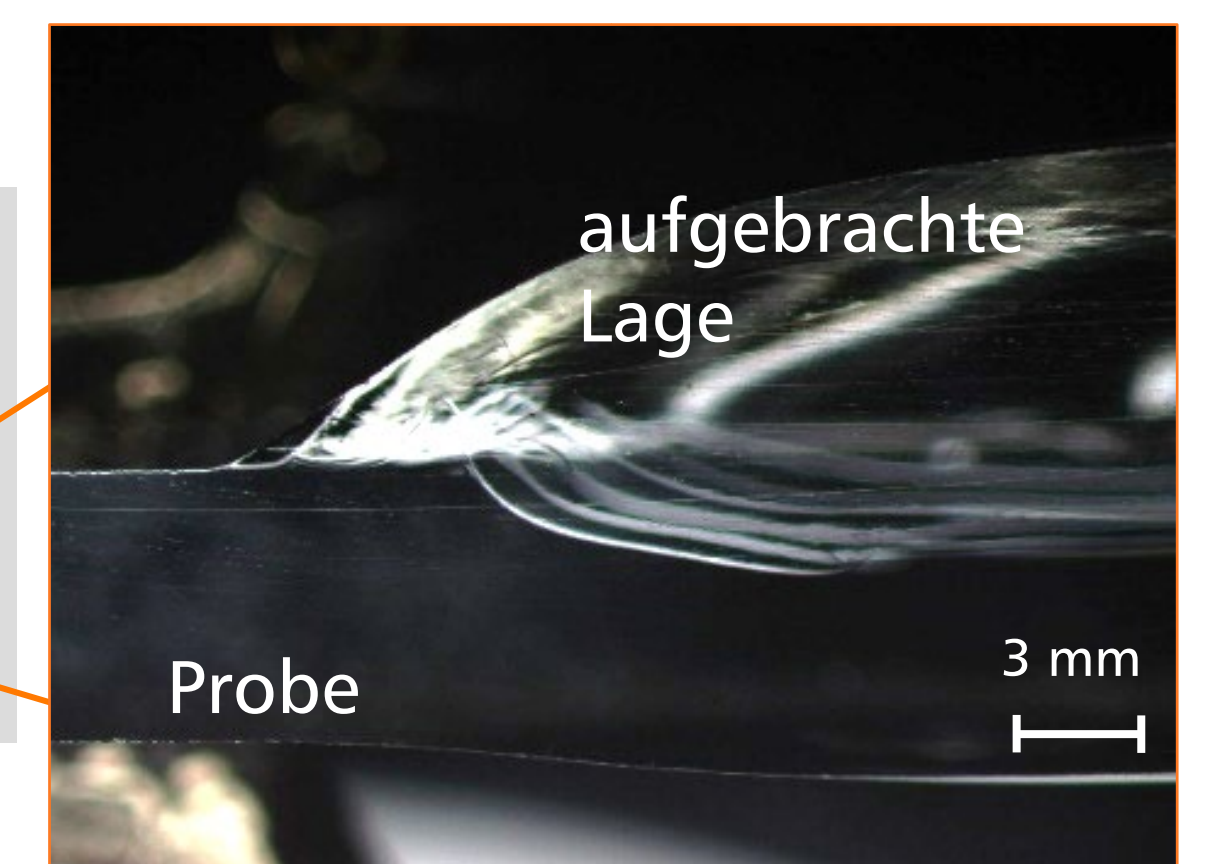


Abb. 5: Schnittansicht des Lagenendes

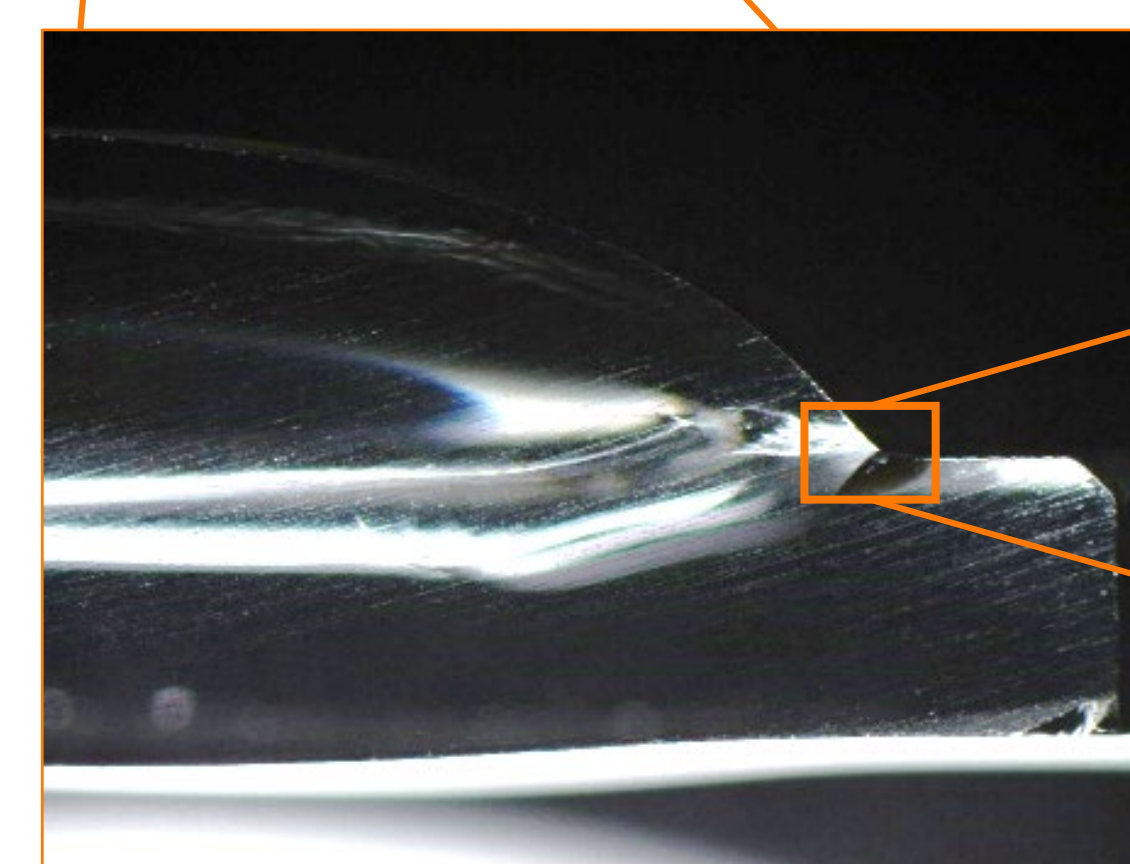


Abb. 6: Schnittansicht des Lagenanfangs

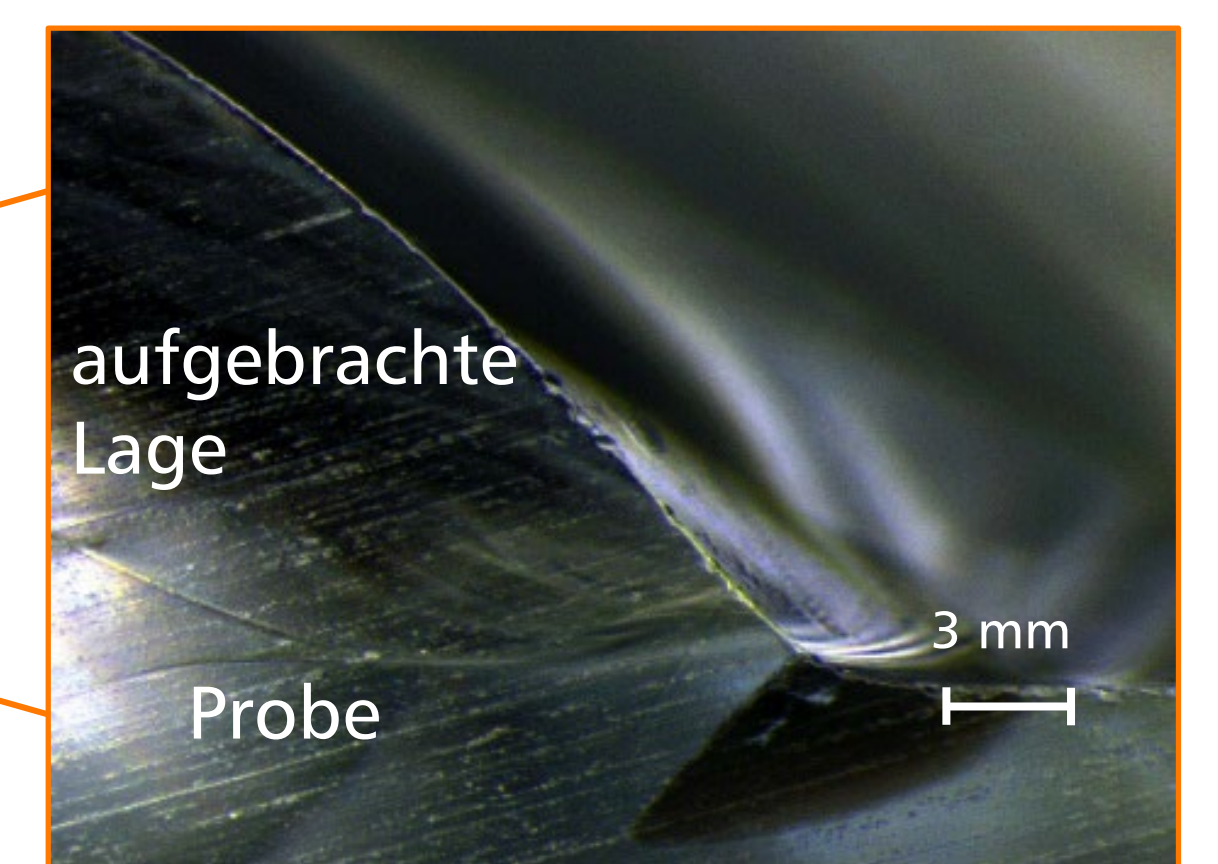


Abb. 7: Vergrößerung der Anbindung

Förderungshinweis

Das diesem FuE-Projekt zugrundeliegende Vorhaben wird vom Freistaat Thüringen unter der Nummer 2017 FE 9085 gefördert und durch Mittel der Europäischen Union im Rahmen des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) kofinanziert.

- 1 Technische Universität Ilmenau, Fakultät Maschinenbau Fachgebiet Fertigungstechnik, Gustav-Kirchhoff-Platz 2, D-98693 Ilmenau
- 2 3D-Schilling GmbH, Mühlenweg 4, D-99706 Sondershausen-Oberspier
- 3 IL Metronic Sensortechnik GmbH, Mittelstraße 33, D-98693 Ilmenau-Unterpörlitz

