

# Spaltüberbrückung mittels UKP-Glasschweißen

## Gapbridging by USP glass welding

Projektträger / Fördermittelgeber: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen, Programm: ZIM – Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie  
Executing Organisation: Federation of Industrial Research Associations, Program: ZIM – Central Innovation Program SME of the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy

### Aufgabenstellung

Ziel der Entwicklung ist die Integration der Technologie des Glasschweißens mittels ultrakurzer Laserpulse in einen 3D Printer der Fa. LightFab GmbH. Dabei handelt es sich um Anlagen, die bislang mittels selektivem laserinduzierten Ätzen (SLE) subtraktiv dreidimensionale Bauteile aus Glas herstellen. Da der SLE-Prozess genau wie das Glasschweißen mittels ultrakurzer Laserpulse auf der Bestrahlung von Glas mit ultrakurzen Pulsen basiert, wird eine Integration der Glasschweißtechnologie in die Anlage deren Anwendungsbereich stark erweitern. Um eine robuste, industrietaugliche Integration der Glasschweißtechnologie zu erreichen, müssen jedoch zusätzliche Anforderungen erfüllt werden, die unter anderem eine rissfreie Spaltüberbrückung zwischen den Glasbauteilen ermöglichen.

### Vorgehensweise

Ausgehend von bekannten Prozessparametern für das Fügen von Gläsern im optischen Kontakt werden Prozessparameter ermittelt, die an der Oberfläche von einem der Fügepartner eine Zone mit niedriger Viskosität, aber hinreichend großer Oberflächenspannung erzeugt, so dass die Schmelze nicht in den Spalt austritt. Es müssen Prozessparameter ermittelt werden, welche zumindest eine Anbindung dieser niedrigviskosen Zone über Van-der-Waals-Kräfte am anderen Fügepartner ermöglichen.

### Ergebnisse

Es wurden Prozessparameter identifiziert, die eine Spaltüberbrückung und Verbindung von Gläsern wie z.B. Quarzglas, Borosilikat- und Fensterglas, auch untereinander, ermöglichen. Das Schließen des Spaltes bis zum Erreichen eines flächigen optischen Kontaktes zwischen den Platten erfolgt innerhalb weniger Millimeter, wie in den dargestellten Bildern zu sehen.

### Task

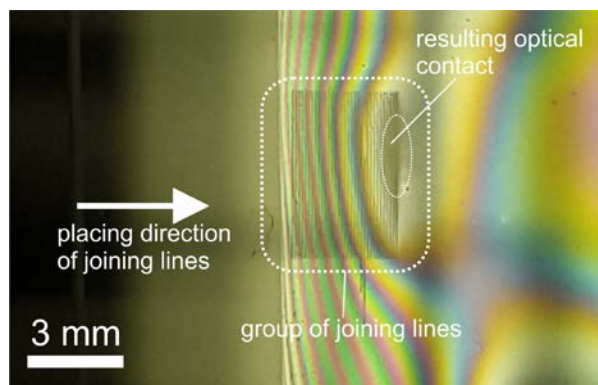
The objective is the integration of the glass joining technology which uses ultrashort laser pulses to join glasses into a 3D printer of the company LightFab GmbH. These printers manufacture three-dimensional glass parts by selective laser etching (SLE). Since the SLE-process is based on processing of glass with ultrashort laser pulses – the same as glass welding by ultrashort pulsed lasers – the application range of the hitherto available 3D printers can be greatly extended. In order to achieve robust and industry-suitable integration of the glass welding technology additional requirements must be met by the glass joining technology that e.g. allows a crack-free bridging of an eventual gap between the glass parts.

### Approach

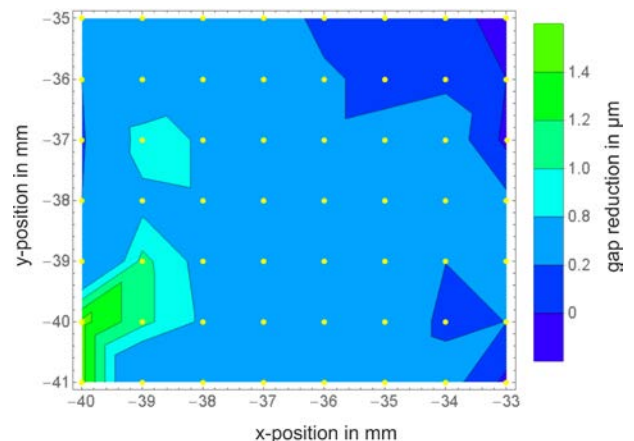
Starting with the known processing conditions for glass joining for parts in an optical contact suitable process parameters need to be determined to provide a zone on the surface of one of the joining glass parts with a lower viscosity but high enough surface tension to prevent the melt from seeping into the gap. Process parameters that allow this low-viscosity zone to join the other joining partner by at least Van-der-Waals forces need to be determined.

### Results

Process parameters were determined that allow gap bridging by bulging one of the joining partners at its low-viscosity zone formed near its surface above the actual molten zone, as you can see in the pictures below. These parameters were found for different glass types such as fused silica, borosilicate and soda-lime glass. The process is able to close the gap between the joining partners within few millimeters thereby establishing an optical contact across the surface area of the glass plates.



Eine mittels viskoser Spaltüberbrückung gefügte Fläche zweier Quarzglassubstrate  
Photograph of the joining area processed by viscous gap bridging by ultrashort pulsed lasers.



Gemessene Spaltreduktion für den Verbindungsprozess im linken Bild  
Measured gap reduction by the joining process shown in the left image