

# Glasapparatebau trifft auf 3D-Druck von Quarzglas



Ein Bericht von Frederik Kotz-Helmer

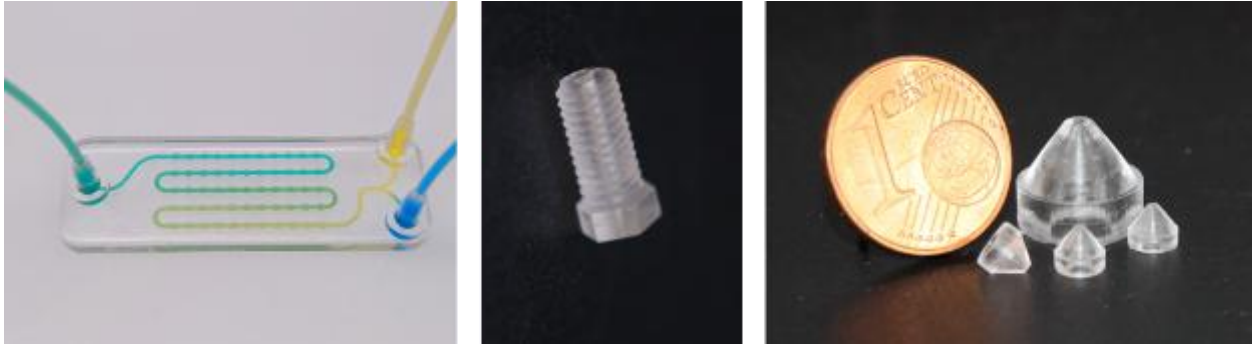
Seit Jahrhunderten steht der Glasapparatebau für handwerkliche Präzision, Erfahrung und Kunstfertigkeit im Umgang mit einem der faszinierendsten Werkstoffe überhaupt: Glas. Mit der Entwicklung des 3D Drucks von Quarzglas auf Basis der sogenannten Glassomer Technologie eröffnen sich dem Glasapparatebau nun völlig neue Perspektiven. Die Technologie ermöglicht es, komplexe Glasbauteile additiv herzustellen und anschließend mit traditionellen Verfahren weiterzuverarbeiten.

Die Glassomer Technologie basiert auf einem neuartigen Harz, das einen hohen Anteil an Glaspartikeln enthält. Zur Herstellung des Harzes wird ein hochreines Glaspulver in einen flüssigen Binder eingebracht. Die so entstehenden sogenannten Glassomer Materialien können anschließend in einem Kunststoff 3D Drucker verarbeitet werden, wo sie durch Bestrahlung mit Licht ausgehärtet werden. Der so entstandene Grünkörper wird anschließend im Ofen bei 1.300 °C mittels Entbinderung und Sintern in ein hochreines Quarzglas umgesetzt. Hierbei Schwinden die Bauteile üblicherweise um 24 %. Da der Schwund jedoch in alle Raumrichtungen gleich ist lässt er sich bei der Planung einfach und präzise kalkulieren und vorhalten, sodass formtreue Bauteile entstehen. Der Prozess vom flüssigen Material zum fertigen Glasbauteil ist exemplarisch in **Abbildung 1** dargestellt.



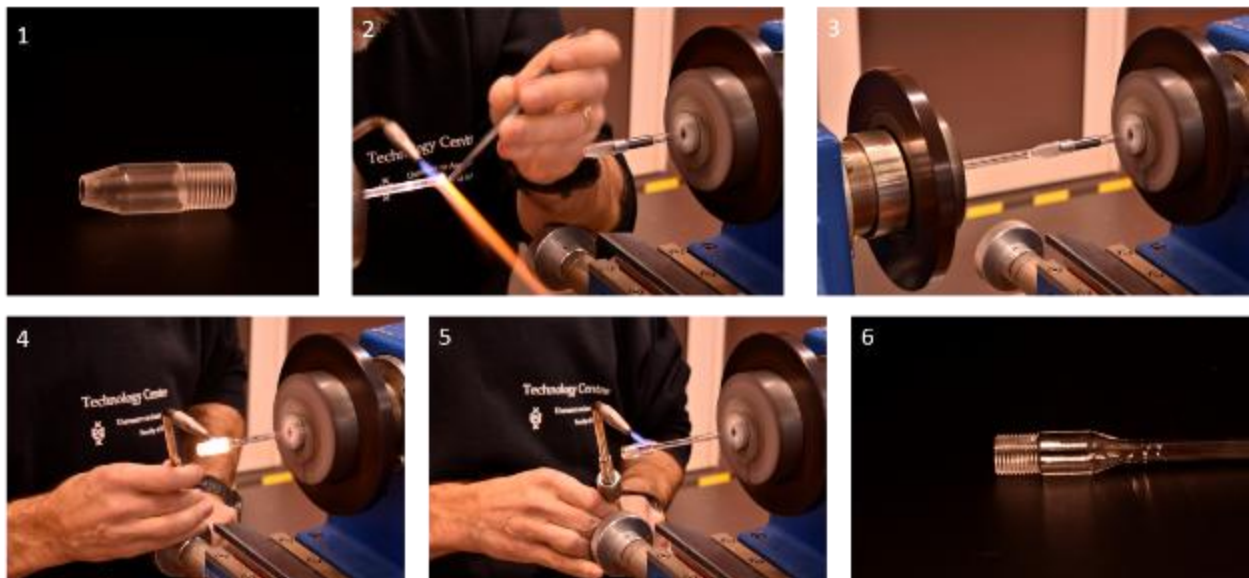
**Abbildung 1:** Prozessbild vom Druckharz zum Glasbauteil: Das Glassomer Harz kann in Standard 3D Druckern (SLA, DLP) verarbeitet werden. Durch die UV Härtung entsteht ein sog. Grünling. Dieser wird im Ofen mittels Entbinderung und Sintern zu reinem Quarzglas umgesetzt.

Besonders interessant ist diese Technologie überall dort, wo komplexe oder schwer zugängliche Geometrien gefragt sind, beispielsweise bei innenliegenden Kanälen, mikrofluidischen Strukturen oder präzisen Anschlüssen, die sich mit klassischen Methoden nur schwer herstellen lassen (siehe **Abbildung 2**).



**Abbildung 2:** Chemisch und thermisch stabile Präzisionsbauteile aus Quarzglas aus dem 3D Drucker. Glassomer stellt chemikalienresistente Reaktoren mit feinsten Kanalstrukturen und hochtemperaturstabile Düsen her.

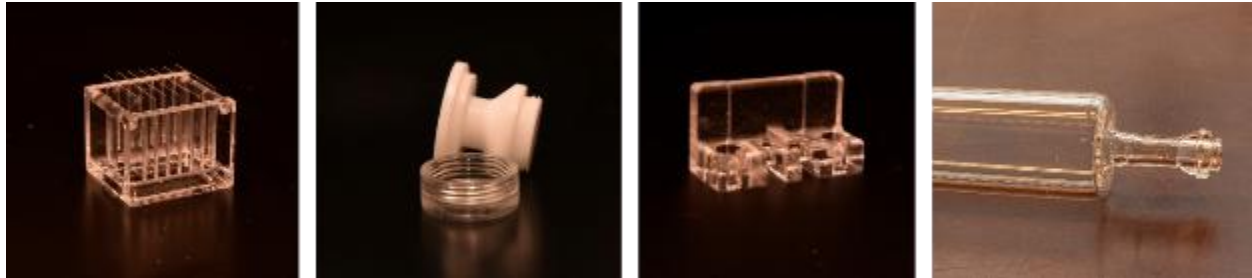
Der 3D Druck ermöglicht hier neue Formen, die im klassischen Glasapparatebau bislang kaum realisierbar waren. Nach dem Druck können die Glasbauteile wie gewohnt weiterverarbeitet werden. Sie lassen sich in der Flamme polieren, verschmelzen oder in größere Apparaturen integrieren. In der Praxis bedeutet dies, nur besonders komplexe und strukturierte Komponenten werden im 3D Druck gefertigt, während der übrige Aufbau des Apparates weiterhin auf bewährte Weise aus Rohren, Normteilen und Handarbeit entsteht. Der Glasapparatebau bleibt hierbei unverzichtbar. So entsteht eine sinnvolle Synergie aus digitaler Fertigung und traditioneller Handwerkskunst. Insbesondere bei transparenten Materialien wie Glas spielt die Oberflächenbeschaffenheit eine entscheidende Rolle. Die Oberflächenbeschaffenheit von 3D gedruckten Bauteilen weist für gewöhnlich immer eine gewisse Struktur vom schichtweisen Aufbau der Bauteile auf. Auch hier profitiert die Herstellung von Komponenten im 3D Druck von der Kombination mit klassischen Verfahren wie dem Flampolieren: durch die effektive Nachbehandlung lassen sich so sowohl glänzende als auch matte Bauteile herstellen (siehe **Abbildung 3**)



**Abbildung 3:** Additiver 3D-Druck von Quarzglas mit nahtloser Integration der Bauteile im Glasapparatebau und abschließender Flampolitur von Glasapparatebauer Gertjan Bon/Universität Amsterdam.

Die Verbindung beider Technologien eröffnet neue Möglichkeiten in der Forschung, Analytik und Laborentwicklung. Besonders für Prototypen, Kleinserien oder Spezialbauteile bietet der 3D Druck von Quarzglas einen großen Vorteil: Designs können schnell umgesetzt, getestet und anschließend durch den Glasapparatebau in funktionsfähige Gesamtsysteme integriert werden. So ergänzen sich digitale Konstruktion und Handwerk auf ideale Weise. Der 3D Druck von Quarzglas ist damit keine Konkurrenz zum Glasapparatebau, sondern eine Erweiterung seiner Möglichkeiten. Die Gruppe von Glasapparatebauer Gertjan Bon an der

Universität Amsterdam zählt zu den Pionieren im Glasapparatebau welcher den 3D Druck von Glassomer bereits früh zu Herstellung von Verbindungselementen, Durchflusszellen und Analysezubehör und -halter eingesetzt hat (siehe **Abbildung 4**).



**Abbildung 4:** Glasapparatebauer Gertjan Bon/Universität Amsterdam stellt im 3D Druck Quarzglas-Komponenten, wie Halter, Verbindungselemente oder komplexe Bauteile her, die auf klassische Weise nur schwer hergestellt werden können.

*„Der 3D Druck mit Glassomer ermöglicht es uns, komplexe Formen aus Quarzglas herzustellen, die mit der traditionellen Glasbearbeitung sehr schwer oder sogar unmöglich zu realisieren wären. Und das Tolle daran ist, dass die Glassomer Teile perfekt zum Verschmelzen mit Quarzrohren oder Quarzglas geeignet sind“, sagt Bon.*

Ein weiteres Beispiel für die erfolgreiche Kombination aus 3D Druck und traditionellem Glasapparatebau ist die Zusammenarbeit zwischen Glassomer und Jürgen Klein (Glasapparatebauer bei BASF). Zusammen wurde eine Destillationskolone mithilfe der Glassomer-3D-Drucktechnologie hergestellt. Das komplexe Bauteile (siehe **Abbildung 5**) wurde anschließend von Klein und seinem Team erfolgreich in eine größere Glasapparatur integriert. Durch die Einbindung solcher additiv gefertigten Komponenten lassen sich innovative Produktionsmethoden realisieren, die sowohl die Effizienz als auch die Qualität im Apparatebau weiter steigern.



**Abbildung 5:** 3D Druck eine Destillationskolone aus Quarzglas und deren Integration in der Flamme (Jürgen Klein/BASF).

*„Die Zusammenarbeit zwischen der BASF-Glastechnik und Glassomer zeigt, wie Innovation den klassischen Apparatebau neu definiert. Durch 3D-gedruckte Quarzglas-teile entstehen Formen, die bisher unmöglich waren und dies kombiniert mit traditionellem Glasapparatebau. Das erweitert die Möglichkeiten des Glasapparatebaus und eröffnet Forschern völlig neue Perspektiven für komplexe Anwendungen.“ Jürgen Klein, BASF SE.*

Glassomer bietet die Technologie dabei in zwei Formen an: Zum einen vertreibt das Unternehmen die speziell entwickelten Druckharze, mit denen Labore, Forschungseinrichtungen und Universitäten eigene Bauteile herstellen können. Diese Einrichtungen verfügen meist bereits über geeignete 3D Drucker und benötigen zusätzlich nur die Öfen zum Entbindern und Sintern. Zum anderen betreibt Glassomer eine eigene Fertigung, in der Bauteile direkt nach Kundenvorgabe hergestellt werden können. So haben die Anwender die Wahl, entweder selbst drucken oder fertige Quarzglas-Komponenten beziehen. Standardmäßig werden in den Produktionshallen in Freiburg Bauteile im Bereich von 160 mm \* 90 mm \* 150 mm und Wandstärken im Bereich von bis zu 8 mm gefertigt. Größere Bauteile und Stärken sind auf Anfrage möglich.

Von Beginn an hat der Glasapparatebau die Entwicklung des 3D-Drucks von Quarzglas begleitet und entscheidend geprägt. Ohne das Wissen und die Erfahrung erfahrener Glasapparatebauer wäre die praktische Umsetzung vieler Konzepte kaum möglich gewesen. Erst durch das Zusammenspiel von digitaler Konstruktion und traditioneller Glasbearbeitung konnten aus ersten Versuchsobjekten funktionale Apparaturen entstehen, die heute bereits im Laboralltag genutzt werden. Wie Klaus Paris, einer der ersten Glasapparatebauer, der mit der Glassomer-Technologie gearbeitet hat, es beschreibt:

*„Aus anfänglicher Skepsis wurde große Begeisterung als klar wurde, dass die Materialqualität unser Standard Quarzglas übertrifft und die Möglichkeiten der Formgebung schier unendlich sind.“*

Neben Kleinserien im 3D Druck bietet die Glassomer auch Spritzguss von Quarzglas an. Durch einen angepassten Herstellungsprozess lassen sich feste Granulate herstellen, welche mittels Spritzgussmaschinen verarbeitet werden können. Dies ermöglicht die Herstellung komplexer Bauteile mit kurzen Zykluszeiten im Hochdurchsatz.



#### **Kontakt**

Glassomer GmbH

In den Kirchenmatten 54

79110 Freiburg

Deutschland

E-Mail: [info@glassomer.com](mailto:info@glassomer.com)

# Glass instrument making meets 3D printing of fused silica glass



A report by Frederik Kotz-Helmer

For centuries glass instrument manufacturing has stood for craftsmanship, precision, experience and artistry in handling one of the most fascinating materials of all: glass. With the development of 3D printing of fused silica glass based on the so-called Glassomer technology, completely new perspectives are now opening up for glass instrument manufacturing. The technology makes it possible to additively manufacture complex glass components and then further process them using traditional methods.

The Glassomer technology is based on a novel resin that contains a high proportion of glass particles. To produce the resin, a high-purity glass powder is introduced into a liquid binder. The resulting so-called Glassomer materials can then be processed in a standard 3D printer, where they are cured by irradiation with light. The resulting green body is then converted into a high-purity fused silica glass in an oven at 1300 °C by means of debinding and sintering. During this process, the components typically shrink by 24%. However, since the shrinkage is uniform in all spatial directions, it can be easily and precisely calculated and accounted for during the planning phase, resulting in dimensionally accurate components. The process from the liquid material to the finished glass component is shown schematically in **Figure 1**.

This technology is particularly interesting wherever complex or difficult-to-access geometries are required, for example, as in internal channels, microfluidic structures, or precise connections that are difficult to manufacture using classic methods (see **Figure 2**). 3D printing enables new shapes that were previously hardly feasible in classic glass instrument manufacturing. After printing, the glass components can be further processed as usually done with glass. They can be polished in a flame, fused, or integrated into larger apparatuses. In practice, this means that only particularly complex and structured components are manufactured using 3D printing, while the rest of the apparatus is still constructed in the proven manner from tubes, standard parts, and manual labor. Glass apparatus manufacturing remains indispensable in this process. This creates a meaningful synergy between digital manufacturing and traditional craftsmanship. Especially with transparent materials like glass, surface quality plays a crucial role. The surface quality of 3D printed components usually always shows a certain structure from the layer-by-layer construction of the components. Here, too, the production of components using 3D printing benefits from the combination with classic methods such as flame polishing: effective post-processing allows the production of both glossy and matte components (see **Figure 3**).

The combination of both technologies opens up new possibilities in research, analytics, and laboratory development. 3D printing of fused silica glass offers a major advantage, especially for prototypes, small series, or special components: designs can be quickly implemented, tested, and then integrated into functional overall systems through glass instrument manufacturing. In this way, digital design and craftsmanship complement each other ideally. 3D printing of fused silica glass is therefore not a competitor to glass instrument manufacturing, but rather an expansion of its capabilities. Gertjan Bon's group at University of Amsterdam is among the pioneers in glass instrument manufacturing who have used 3D printing of Glassomer early on for the production of connecting elements, flow cells, and analytical accessories and holders (see **Figure 4**).

*"3D printing with Glassomer allows us to produce complex shapes from fused silica glass that would be very difficult or even impossible to realize with traditional glass processing. And the great thing is that the Glassomer parts are perfectly suited for fusing with fused silica tubes or fused silica glass," says Bon.*

Another example of the successful combination of 3D printing and traditional glass instrument manufacturing is the collaboration between Glassomer and Jürgen Klein (glass apparatus manufacturer at BASF). Together, a distillation column was manufactured using Glassomer 3D printing technology. The complex component (see **Figure 5**) was then successfully integrated into a larger glass apparatus by Klein and his team. By integrating such additively manufactured components, innovative production methods can be implemented that further increase both efficiency and quality in apparatus construction.

*"The collaboration between BASF Glass Technology and Glassomer demonstrates how innovation is redefining classic apparatus construction. 3D-printed fused silica glass parts create shapes that were previously impossible, and this is combined with traditional glass apparatus manufacturing. This expands the possibilities of glass apparatus construction and opens up completely new perspectives for researchers for complex applications."*  
*Jürgen Klein, BASF SE.*

Glassomer offers this technology in two forms: Firstly, the company sells the specially developed printing resins, which allow laboratories, research institutions, and universities to manufacture their own components. These institutions usually already have suitable 3D printers and only need the ovens for debinding and sintering. Secondly, Glassomer operates its own manufacturing facility where components can be produced directly according to customer specifications. Users thus have the choice of either printing themselves or purchasing finished quartz glass components. Components with dimensions of 160 mm \* 90 mm \* 150 mm and wall thicknesses of up to 8 mm are regularly manufactured in the production halls in Freiburg. Larger components and thicknesses are possible upon request.

From the very beginning, glass apparatus construction has accompanied and significantly shaped the development of 3D printing of fused silica glass. Without the knowledge and experience of skilled glass instrument manufacturers, the practical implementation of many concepts would hardly have been possible. Only through the interplay of digital design and traditional glass processing could functional apparatuses emerge from initial prototypes, which are already being used in everyday laboratory work today. As Klaus Paris, one of the first glass apparatus manufacturers to work with the Glassomer technology, describes it:

*"Initial skepticism turned into great enthusiasm when it became clear that the material quality surpasses our standard quartz glass and the possibilities for shaping are virtually endless."*

In addition to small series 3D printing, Glassomer also offers injection molding of quartz glass. An adapted manufacturing process makes it possible to produce solid granules that can be processed using injection molding machines. This enables the production of complex components with short cycle times and high throughput.

## **Contact**

Glassomer GmbH

In den Kirchenmatten 54

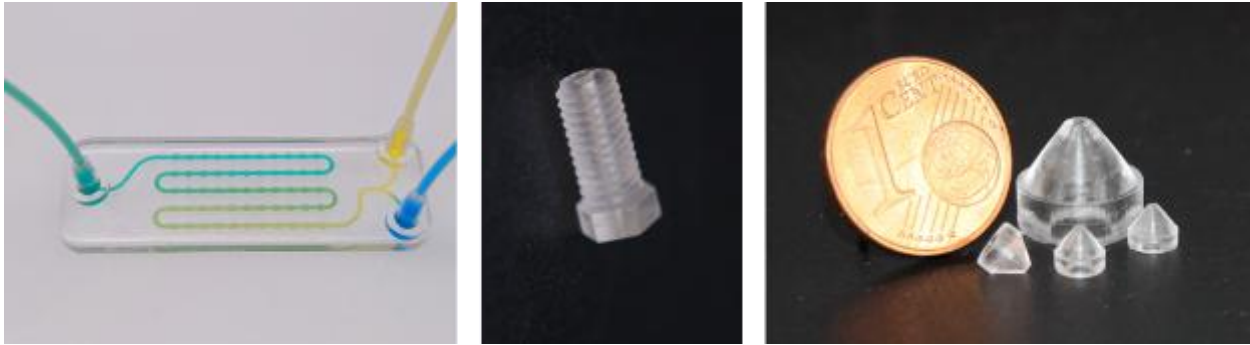
79110 Freiburg

Germany

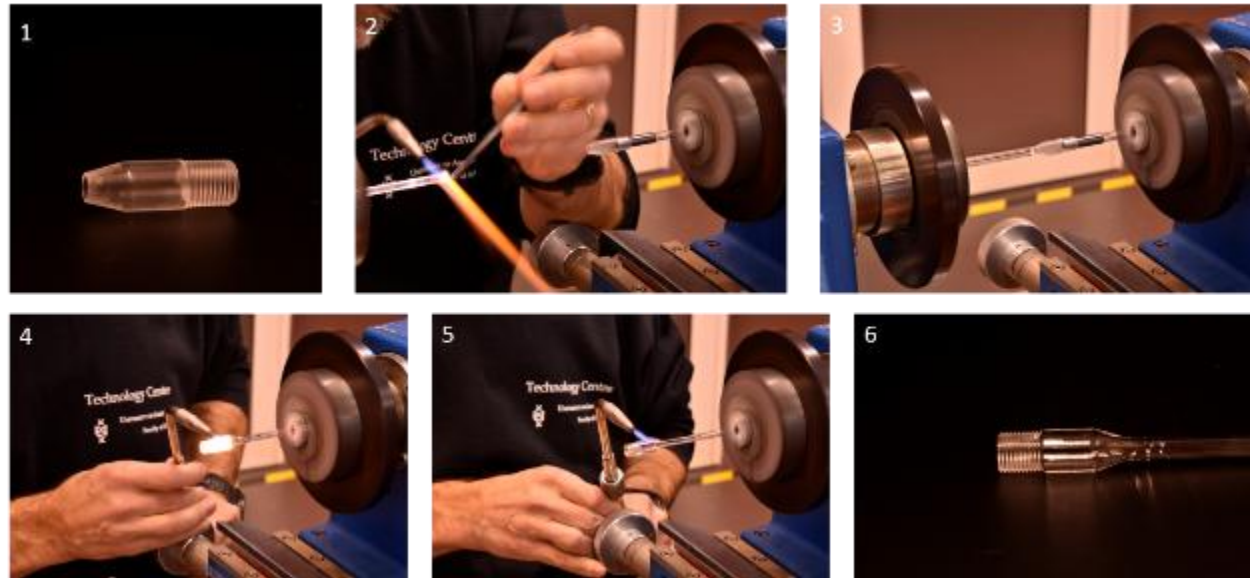
E-Mail: [info@glassomer.com](mailto:info@glassomer.com)



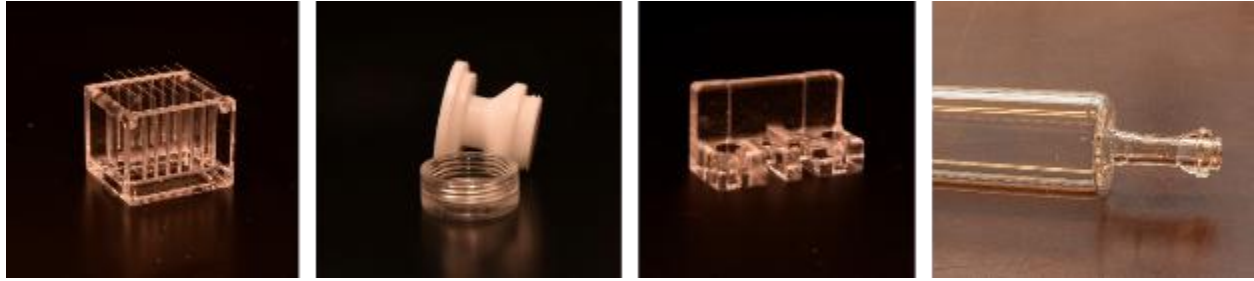
**Figure 1 Process overview – From printing resin to glass component:** Glassomer resin can be processed in standard 3D printers (SLA, DLP). UV curing produces a so-called “green body,” which is then converted into pure fused silica by debinding and sintering in a furnace.



**Figure 2 Chemically and thermally stable precision components made of fused silica from the 3D printer:** Glassomer produces chemically resistant reactors with ultra-fine channel structures as well as high-temperature-stable nozzles.



**Figure 3:** Additive 3D printing of fused silica with seamless integration of components in scientific glassblowing, followed by final flame polishing (Gertjan Bon / University of Amsterdam).



**Figure 4** Scientific glassblower Gertjan Bon (University of Amsterdam) manufactures fused-silica components via 3D printing—such as holders, connectors, or complex parts—that are difficult or impossible to produce using traditional methods.



**Figure 5** 3D printing of a fused-silica distillation column and its integration in the flame (Jürgen Klein / BASF).