

Mikro-Stereolithographie als Fertigungsverfahren für die Mikrofluidik

Mark Vehse, Jörn Hennig, Hermann Seitz

Die Motivation

In der heutigen Zeit prägen neuartige und stark differenzierte Kundenanforderungen mehr und mehr den globalen Markt. Diese Entwicklung geht einher mit immer kürzeren Produktlebenszyklen. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, sind zunehmend Additive Fertigungsverfahren gefragt. Diese ermöglichen die Herstellung von Komponenten und Produkten direkt aus CAD-Daten ohne Einsatz eines Werkzeugs. Im Gegensatz zu klassischen Massenfertigungsverfahren, wie z.B. dem Spritzgussverfahren, ist damit eine wirtschaftliche Fertigung von Kleinserien bis hin zu individualisierten Komponenten und Produkten möglich. Zur additiven Fertigung von Mikrobauteilen eignet sich das sogenannte Mikro-Stereolithographie-Verfahren. Aufgrund der bisher sehr aufwändigen und teuren Anlagentechnik ist dieses Verfahren meist unwirtschaftlich und wird kaum eingesetzt.

Um diese innovative Fertigungstechnik im industriellen Umfeld etablieren zu können, wurde eine neuartige Mikro-STL-Anlage entwickelt. Durch den Einsatz eines Diodenlasers konnte der Aufbau im Vergleich zu herkömmlichen MSTL-Anlagen deutlich vereinfacht werden. Dadurch konnte insbesondere auf teure Baugruppen wie Festkörperlaser oder Strahlformungsoptiken verzichtet werden. Die neue MSTL-Anlage ermöglicht die wirtschaftliche Herstellung von Mikrobauteilen bei gleicher bzw. höherer Bauteilqualität und Fertigungsgeschwindigkeit wie bei herkömmlichen Anlagen.

Das neue Anlagenkonzept

Die Weiterentwicklung der Lasertechnik ermöglichte eine innovative Lösung der definierten Aufgabenstellung.

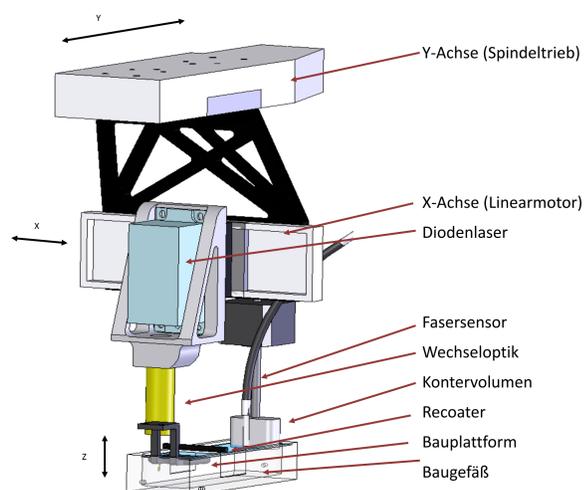


Abb.1: Auszug aus der Anlagenkonstruktion (CAD)

Die neu entwickelte Anlage nutzt einen kostengünstigen und sehr leichten UV-Diodenlaser mit der Laserwellenlänge 375 nm und einer maximalen Ausgangsleistung von 20 mW. Dieser Laser ist direkt an eine Linearmotorachse montiert, die wiederum mit einer Schrittmotorachse zu einer gekreuzten Anordnung verbunden ist. Mit dieser Achskombination kann jeder Punkt über dem Baufeld mit dem Laserspot erreicht werden (siehe Abb. 1). Durch die hohen Geschwindigkeiten der Linearmotorachse (bis 500 mm/s) in X-Richtung und die Schrittmotorachse in Y-Richtung wird der Diodenlaser zeilenweise über das Baufeld geführt. Die Fokussieroptik ist auswechselbar und direkt an den Laser montiert. Wie in den etablierten Anlagen wird auch im entwickelten System die Bauplattform in Z-Richtung bewegt und die Schichtbreitstellung erfolgt über einen Recoater (hier Wischer).

Um die dünnen Schichten zu gewährleisten misst ein optischer Fasersensor ständig den Flüssigkeitsstand des Harzes und nivelliert diesen mit Hilfe des Kontervolumens entsprechend nach. Dieses Konzept ermöglicht nun folgende Einsparungen gegenüber den klassischen Anlagen:



- der Diodenlaser kostet weniger als 8000 €
- auf den Laserscanner kann verzichtet werden, die eingesparten Kosten decken sich mit den Kosten der Achsen
- auf Strahlformungsoptiken (z.B. f-Theta) kann, bis auf die Fokussierlinse, verzichtet werden
- ein optischer Schalter wird nicht benötigt, der Diodenlaser besitzt einen dig. modulierbaren Eingang
- Wartungsaufwand und -kosten sind aufgrund der einfachen Technologie gering

Einsparungen > 35.000 €

Abb.2: Prototyp am Lehrstuhl für Fluidtechnik und Mikrofluidik

Der Funktionsnachweis

Zur Überprüfung der Funktion wurden Applikationsmuster aus einem modifizierten, kommerziell verfügbaren Stereolithographieharz gefertigt. Die folgenden Abbildungen geben einen kleinen Überblick über die erreichbaren Bauteilabmessungen.

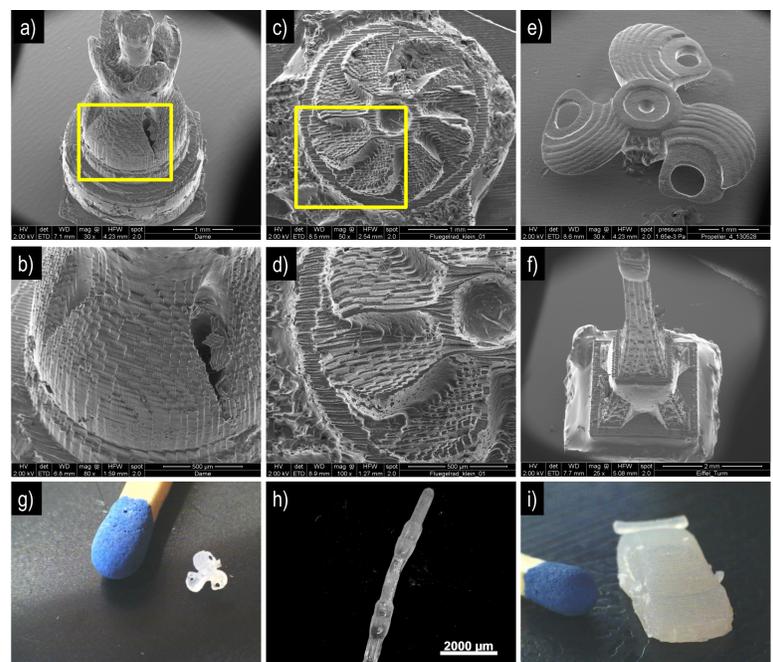


Abb.3: Rasterelektronische Mikroskopie-Aufnahmen von Applikationsteilen a) Dame Schachspiel, b) Ausschnitt aus a), c) Schaufelrad, d) Ausschnitt aus c), e) gelochter Propeller, f) Eiffelturm, Foto: g) Propeller, h) Mikrosten, i) KFZ

gefördert durch:

