

Inbetriebnahme einer Linse mit schneller Fokusvariation

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Industrielle Technologien

Betreuer: Prof. Dr. Beat Neuenschwander

Experte: Prof. Dr. Heinz Huber (FH München)

Industriepartner: Spectra-Physics, Rankweil, AT

In der Lasermikrobearbeitung mit Ultrakurzpuls-Laser werden Strahlradianen von einigen μm zum Abtragen verwendet. Um trotzdem eine hohe Schärfentiefe zu erreichen, kann die Fokuslage während der Bearbeitung schnell variiert werden. Die Laserpulse werden dadurch in Strahlrichtung verteilt. Dazu wird eine neuartige Linse mit einer schnellen, periodischen Brennweitenänderung verwendet. In dieser Arbeit wird eine solche Linse in Betrieb genommen, charakterisiert und stabilisiert.

1

Die Arbeit ist vertraulich, weshalb nur ein kleiner Teil beschrieben wird.

In der Mikromaterialbearbeitung werden UKP-Laser mit Pulsdauern im Bereich von einigen hundert fs (10^{-15} s) bis zu wenigen ps (10^{-12} s) eingesetzt. Die Strahlradianen im Fokus liegen im Bereich von einigen μm bis einigen 10 μm . Dadurch ist die Schärfentiefe (Bereich um die Strahltaile, in welchem der Strahlradius annähernd konstant bleibt) limitiert. Dies wird bei der Bearbeitung von Werkstücken mit leichtem Höhenunterschied problematisch. Für solche Aufgaben kommen Fokus-Shifter zum Einsatz, mit welchen die Fokuslage variiert werden kann. Um diese zu ändern, muss die Divergenz des Laserstrahls vor der Fokussierlinse verändert werden. Dies kann mit einem verformbaren Spiegel oder durch das Verschieben einer Linse in einem Linsensystem realisiert werden. Weiter können Flüssiglinen eingesetzt werden, bei denen die Brennweite mit einem elektrischen Signal geändert werden kann. In dieser Arbeit wird die Fokusvariation mit einer TAG Linse (Tunable Acoustic GRIN Linse) realisiert. Bei einer GRIN Linse wird ein Lichtstrahl nicht durch Brechung an den gekrümmten

Linsenflächen, sondern durch den Verlauf des Brechungsindex in der Linse abgelenkt. Im Gegensatz zu einer herkömmlichen GRIN Linse, kann bei der TAG Linse das Brechungsindexprofil und somit die Brechkraft der Linse periodisch verändert werden. Die TAG Linse besteht aus einem flüssigen Medium, welches von einem ringförmigen Piezo umgeben ist. Durch diesen wird eine akustische Welle ins Linsenmaterial induziert. Dadurch entsteht im flüssigen Medium eine rotationssymmetrische Änderung der Dichte und somit des Brechungsindex. Die Frequenz des am Piezo angelegten AC-Signals, sollte der Resonanzfrequenz der Linse entsprechen. Während dem Betrieb der Linse ändert die Resonanzfrequenz, da sich die Linse erwärmt. Der Frequenzverlauf kann mit einem exponentiellen Abfall beschreiben werden. Um die TAG Linse industriell nutzbar zu machen, muss dieser Temperatureinfluss minimiert werden. Mit einem aktiv gekühlten Mantel, welcher die Linse umschliesst, kann der Abfall der Resonanzfrequenz schneller stabilisiert werden (Abbildung 1). Durch ändern der Temperatur um die Linse kann zusätzlich die Resonanzfrequenz beeinflusst werden (Abbildung 2), ohne dass sich die Brechkraft der Linse ändert.



Beat Jäggi

jaeggi.beat@gmx.net

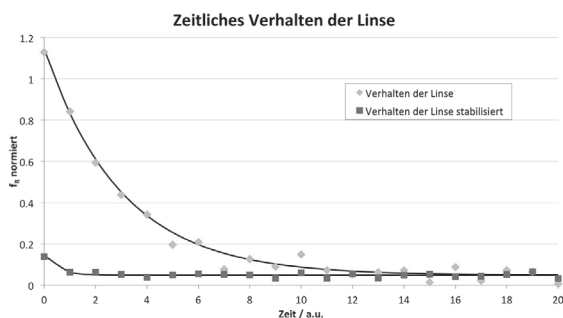


Abbildung 1: Stabilität der Linse mit und ohne Kühlmantel, schwarze Linien: Fit des exponentiellen Abfalls

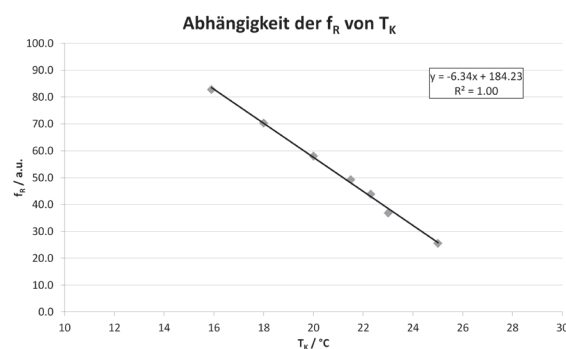


Abbildung 2: Lineare Abhängigkeit der Resonanzfrequenz von der Temperatur im Kühlmantel