

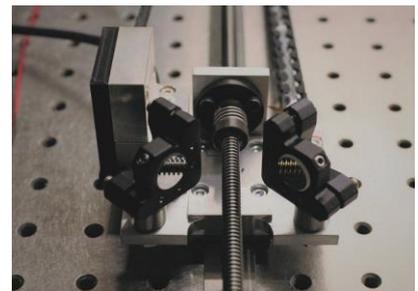
Long high-precision opto-mechanical delay line for spectroscopy applications

Die Terahertz time-domain-Spektroskopie (THz-TDS) ist ein aktuelles Forschungsgebiet in den Bereichen der Materialwissenschaft, Chemie sowie Medizin. Ein zentraler Bestandteil jeder THz-TDS Messanlage ist die Delay-Line, welche einen zeitlichen Versatz im Pikosekunden Bereich zweier Laserstrahlen ermöglicht. Im Rahmen dieser Arbeit soll eine besonders lange, hochpräzise Delay Line zur Untersuchung organischer Halbleiter entwickelt werden. Hierzu wird eine Linearführung verwendet, auf der ein Wagen mit Spiegeln einen Laserstrahl umlenkt. Die Positionierung wird durch einen Schrittmotor, Gewindetrieb und Encoder realisiert und über LabVIEW gesteuert. Um die geeignete Konstruktion zu finden, werden drei unterschiedliche Prototypen gebaut. Diese bestehen aus einer Variante mit rotierender Gewindespindel und festem Motor sowie zwei Varianten mit fester Spindel, bei der sich der Motor auf dem Wagen mitbewegt. Alle Versionen übertreffen kommerzielle Systeme mit einer Verfahrdistanz von 900 mm. Um die Eigenschaften der Prototypen zu untersuchen werden Vibrationen und die Änderung der Laserposition experimentell ermittelt. Dazu ist die Delay Line mit Beschleunigungssensoren ausgestattet. Für die optische Messung wird eine Nah-infrarot-Kamera verwendet. Die Versuche beinhalten Messungen mit unterschiedlicher Rotationsgeschwindigkeit, Fahrtrichtung und Position auf der Schiene. Die Messresultate der Beschleunigungssensoren zeigen den starken Einfluss der Drehzahl und Verfahrgeschwindigkeit auf die Vibrationen. Die Analyse des Frequenzspektrums ergibt eine Übereinstimmung mit dem Stepping-Verhalten des Schrittmotors. Die Messung der Laserablenkung macht eine Verformung der Schiene sichtbar, wobei diese durch das Anziehdrehmoment sowie der Unebenheit der Auflagefläche beeinflusst wird. Ohne diesen Fehler beträgt die Abweichung des Lasermittelpunktes weniger als $\pm 11 \mu\text{m}$, was für einen Strahldurchmesser von 1 mm vernachlässigt werden kann. Basierend auf den Ergebnissen hat sich die Delay Line mit rotierender Spindel als geeignetste herausgestellt. Sie erreicht eine absolute Positioniergenauigkeit unter $\pm 10 \mu\text{m}$, eine Wiederholgenauigkeit von $\pm 1 \mu\text{m}$ und weist bei einer Geschwindigkeit von 1.24 mm/s geringe Vibrationen auf. Mit einer Grundplatte könnte die Schienenbefestigung korrigiert werden, was die Laserabweichung verringern würde. Zudem können mit einer elastischen Kupplung Vibrationen gedämpft werden.

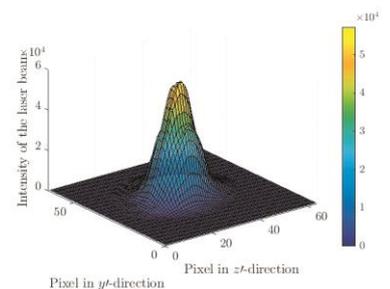


Diplomierende
Bruno Bender
Yvan Meier

Dozierende
Uros Puc
Mojca Jazbinsek



Laufwagen der Delay Line, angetrieben von einer Spindel, mit justierbaren Spiegeln und Beschleunigungssensoren



Intensitätsprofil des Laserstrahls nach der Delay Line, gemessen mit einer Nahinfrarot-Kamera um die Positionsstabilität zu bestimmen