

Multimodale Vermessung technischer Strukturen mittels moderner Holographie- und Mikroskopieverfahren

Lena Schnitzler

Kurzfassung

Zunehmende Komplexität und Anforderungen an die zerstörungsfreie Bildgebung erfordern eine stetige Weiterentwicklung optischer Systeme. Dabei können multimodale Messsysteme, die eine gemeinsame Auswertung mehrerer Messvorgänge zusammenführen, eine große Rolle spielen. Durch die Kombination unterschiedlicher Systeme können verschiedene Objekteigenschaften untersucht werden.

In dieser Arbeit werden unterschiedliche Mikroskopie- und Holographiesysteme vorgestellt. Diese leisten mit ihren jeweiligen Eigenschaften Beiträge zur multimodalen Bildgebung oder stellen bereits ein multimodales System dar. Abhängig von der Anwendung müssen die multimodalen Messsysteme möglichst einfach und kostengünstig oder sehr genau und hochauflösend sein.

Ein Beispiel für ein einfaches Messsystem, welches einen Beitrag zur multimodalen Bildgebung leisten kann, ist das linsenlose holographische Mikroskop. Es ist eine schnelle und kostengünstige Methode, um Amplituden- und Phaseninformationen einer Probe zu erhalten. Dies wird am Beispiel des enzymatischen Plastikabbaus demonstriert. Aufgrund der steigenden Umweltbelastung durch Plastik gewinnen Recyclingmethoden, unter anderem auch der biologische enzymatische Plastikabbau, an Bedeutung. Der genaue Ablauf, die Geschwindigkeit und die Wirkung unterschiedlicher Enzyme des enzymatischen Plastikabbaus ist noch nicht bis ins Detail erforscht worden. Linsenlose Mikroskopie kann diesen Plastikabbau detektieren und bietet deutliche Vorteile gegenüber bisher eingesetzten Methoden. Ein Nachteil des linsenlosen Mikroskops ist die vergleichbar geringe Auflösung, die zum Beispiel bei der Bildgebung sehr kleiner Strukturen nicht immer ausreichend ist.

Die konfokale Mikroskopie hingegen ermöglicht eine sehr hohe Auflösung und gehört zu den häufig eingesetzten optischen Bildgebungsverfahren. Um Strukturen mit geringen Höhen und kleinem Brechungsindexunterschied deutlicher darzustellen, wird eine Kontrastverbesserungsmethode zur konfokalen Mikroskopie vorgestellt. Die Stärke des Systems, Proben selektiv zu untersuchen, wird am Beispiel der Bildgebung komplexer aktiver vergrabener Strukturen demonstriert.

Auf Basis des konfokalen Mikroskops können gut multimodale Systeme entwickelt werden. In Kombination mit der Photoströmspektroskopie ergibt sich ein verlässliches multimodales System zur Vermessung vergrabener Strukturen. Um zusätzliche Informationen über vergrabene Strukturen zu erlangen, wird das System erstmals um die Messtechnik der digitalen Holographie erweitert und vorgestellt. Dabei vereint es die Vorteile einer hohen lateralen und axialen Auflösung, hoher Selektivität und Amplituden- und Phaseninformationen.