



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Photonik Forschung Deutschland

Förderinitiative „KMU-innovativ: Photonik/Optische Technologien“

Projekt:	Entwicklung eines Systems zur hochauflösenden, dreidimensionalen, zeitlich steuerbaren, holographischen Mikroskopie-Beleuchtung (HOLO4D)
Koordinator:	Oliver Wendt Rapp OptoElectronic GmbH Kronskamp 110 22880 Wedel Tel.: +49 (0)4103 / 701 89 - 23 E-Mail: wendt@Rapp-Opto.com
Projektvolumen:	1.742.608 EUR (ca. 57,9 % Förderanteil durch das BMBF)
Projektlaufzeit:	01.05.2014 bis 30.04.2017
Projektpartner:	➔ Bioimaging Center der Universität Konstanz

KMU-innovativ: Photonik/Optische Technologien

Die Optischen Technologien zählen mit über 100.000 Beschäftigten und einem Jahresumsatz von 16 Mrd. Euro zu den wesentlichen Zukunftsfeldern, die die Hightech-Strategie der Bundesregierung adressiert. Forschung, Entwicklung und Qualifizierung nehmen dabei eine Schlüsselrolle ein, denn Investitionen in Forschung, Entwicklung und Qualifizierung von heute, sichern Arbeitsplätze und Lebensstandard in der Zukunft.

Besondere Bedeutung nehmen hier KMU ein, die nicht nur wesentlicher Innovationsmotor sind, sondern auch eine wichtige Nahtstelle für den Transfer von Forschungsergebnissen aus der Wissenschaft in die Wirtschaft darstellen. Sowohl in etablierten Bereichen der Optischen Technologien als auch bei der Umsetzung neuer Schlüsseltechnologien in die betriebliche Praxis hat sich in den letzten Jahren eine neue Szene innovativer Unternehmen herausgebildet, die es zu stärken gilt.

Industrielle Forschungs- und vorwettbewerbliche Entwicklungsvorhaben tragen dazu bei, die Innovationsfähigkeit der kleinen und mittleren

Unternehmen in Deutschland zu stärken. Die KMU sollen insbesondere zu mehr Anstrengungen in der Forschung und Entwicklung angeregt und besser in die Lage versetzt werden, auf Veränderungen rasch zu reagieren und den erforderlichen Wandel aktiv mit zu gestalten.

Die Ergebnisse der Forschungsvorhaben finden breite Anwendung im Maschinen- und Anlagenbau, in der Materialbearbeitung sowie in den Bereichen Automotive, Sicherheitstechnik, Beleuchtung und Medizintechnik.

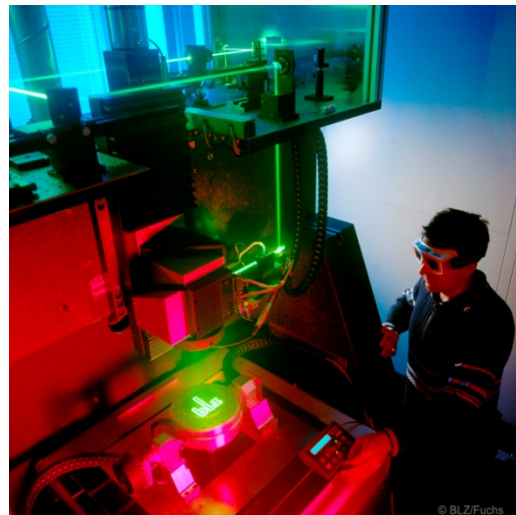


Bild 1: Laserbasierte Erzeugung von Mikrostrukturen mit Hilfe einer 5-Achs-Handhabungseinrichtung (Quelle: Bayerisches Laserzentrum Erlangen)

Steuerung biologischer Prozesse mit Licht

In der Biologie, der Medizin und in den Neurowissenschaften sind optische Mikroskope grundlegende und an Bedeutung gewinnende Werkzeuge. Dabei werden die bildgebenden Verfahren zunehmend um die Möglichkeit erweitert, biologische Prozesse durch Licht gezielt über optische Photomanipulation zu kontrollieren. Ein prominentes Beispiel hierfür ist die Optogenetik, die in den Neurowissenschaften von zentraler Bedeutung ist. Nervenzellen etwa können durch Licht bestimmter Wellenlänge angeregt werden und geben dann ein elektrisches Signal an benachbarte Nervenzellen ab. Verwendet man Licht einer anderen Wellenlänge, so kann man die Signalantwort an Nachbarzellen auch unterdrücken. Damit ermöglicht dieses Verfahren das ‚Steuern‘ biologischer, neuronaler Netzwerke.

Ein großes Problem bei der Untersuchung dieser neuronalen Netze ist die Tatsache, dass die Zellen selten nur in einer Ebene wachsen, sondern auch eine Ausdehnung in der 3. Dimension haben. Es ist daher eine große Herausforderung, die Zellen gleichzeitig in unterschiedlichen Tiefen zu beleuchten. Gerade diese Gleichzeitigkeit ermöglicht aber ganz neue Ansätze zur Untersuchung dieser neuronalen Netze und trägt entschieden zum Verständnis der Funktionsweise des Gehirns bei.

3-dimensionale holographische Beleuchtung

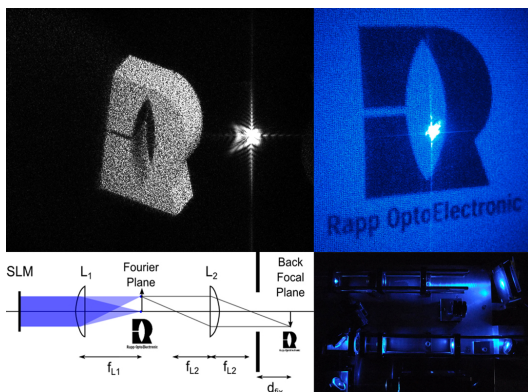


Bild 2: holographische Beleuchtungssysteme ermöglichen erstmals die gleichzeitige Anregung von Reaktionen in verschiedenen Tiefen biologischer Proben und bieten neue Einblicke in die Funktionsweise neuronaler Netze. (Quelle: Rapp OptoElectronic GmbH)

Als technische Realisierung eines Beleuchtungssystems, welches die o.g. Anforderungen erfüllt, bietet sich ein holographisches Verfahren an. In diesen Systemen werden Spatial-Light-Modulatoren (SLM) eingesetzt. Diese sind Flüssigkristalldisplays, die in der Lage sind, die Phase des eingestrahnten Laserlichtes an jedem Pixel frei wählbar zu verändern. Es lassen sich dann die Phasenmasken für ein gewünschtes Hologramm vorausberechnen, auf dem SLM ausgeben und die Hologramme in das Mikroskop projizieren. Zum Erreichen der 3D-Fähigkeit und der gewünschten Ortsauflösung in z-Richtung (in die Tiefe des Gewebes) muss ein gepulster Infrarot-Laser hoher Leistung in das optische System eingebunden werden. Dieser ermöglicht dann die Anregung von Multi-Photonenprozessen und damit eine hohe räumliche Auflösung in z-Richtung.

Im Rahmen des HOLO4D-Projektes haben sich mit den beiden Partnern Rapp OptoElectronic aus Wedel und dem Bioimaging Center der Universität Konstanz, ein kleines mittelständisches Technologie-Unternehmen und ein führendes Forschungsinstitut zusammengetan, um ein solches holographisches System für die Mikroskopie zu entwickeln, welches die dreidimensionale, zeitlich steuerbare Stimulation von Zellen im komplexen dreidimensionalen Verbund, wie z.B. Nervenzellen im Hirngewebe oder Krebszellen in einem dreidimensionalen Zellkulturmodell, ermöglicht.

Die Projektpartner in Konstanz erhalten somit die Möglichkeit ihre Studien über DNA-Beschädigungen an Zellkernen auf die 3. Dimension zu erweitern. Zudem eröffnet sich durch die in diesem Projekt gewonnenen Forschungsergebnisse, neben dem Gebiet der Neurowissenschaften, ein breites Feld an medizinisch relevanten Einsatzmöglichkeiten für das holographische Beleuchtungssystem z.B. in der Tumorbehandlung oder der dermatologischen Phototherapie.