

## Projekt

### **Selektive Laserausheilung von hochdotiertem Silizium zur Erzeugung plasmonischer und photonischer Mikro- und Nanostrukturen (LAHDoS)**

Koordinator:	Prof. Dr. Carsten Ronning Friedrich-Schiller-Universität Jena Max-Wien-Platz 1 07743 Jena Tel.: +49 3641 9-47300 E-Mail: carsten.ronning@uni-jena.de
Projektvolumen:	ca. 226.000 € (Förderquote 100%)
Projektlaufzeit:	01.11.2018 – 30.06.2020
Projektpartner:	➔ Friedrich-Schiller-Universität Jena, Jena

### **Wissenschaftliche Vorprojekte – Erkenne die Anfänge: Wer frühzeitig innovative Ideen testet, ist später ganz vorn dabei!**

Grundlage technologischer Innovationen sind der Entdecker- und Erfindergeist des Menschen. Die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung erschließt der menschlichen Erkenntnis permanent vormals unbekannte und unverstandene Wirkungsweisen der Natur. Viele dieser naturwissenschaftlichen Erkenntnisse lassen sich für technische Zwecke nutzen. Mit der Förderinitiative „Wissenschaftliche Vorprojekte (WiVoPro)“ innerhalb des Förderprogramms Optische Technologien verfolgt das Bundesministerium für Bildung und Forschung das Ziel, diejenigen neuen Erkenntnisse aufzugreifen, die mittelfristig eine Verwertbarkeit für neue Technologien versprechen. Beispiele hierfür sind die Quantenoptik oder photonische Metamaterialien, die gerade beginnen, der reinen Grundlagenforschung zu entwachsen und Potenziale für konkrete Anwendungen aufzuzeigen.

Neue Ergebnisse der Grundlagenforschung sind hinsichtlich ihres späteren Marktpotenzials oft kaum zu beurteilen. Es besteht somit die Notwendigkeit, durch wissenschaftlich-technische Vorarbeiten eine Grundlage zu schaffen, die eine Bewertung ermöglicht, welches Potenzial in der neuen Erfindung bzw. der neuen wissenschaftlichen Erkenntnis tatsächlich steckt. Oft muss dabei schnell reagiert werden, denn je früher den interessierten Unternehmen die Bedeutung des neuen Themas plausibel gemacht werden kann, desto eher werden diese in das neue Thema investieren und versuchen ihre Marktchancen zu nutzen.

Wissenschaftliche Vorprojekte leisten somit einen wichtigen Beitrag zu einem schnellen Transfer neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse in innovative Produkte.

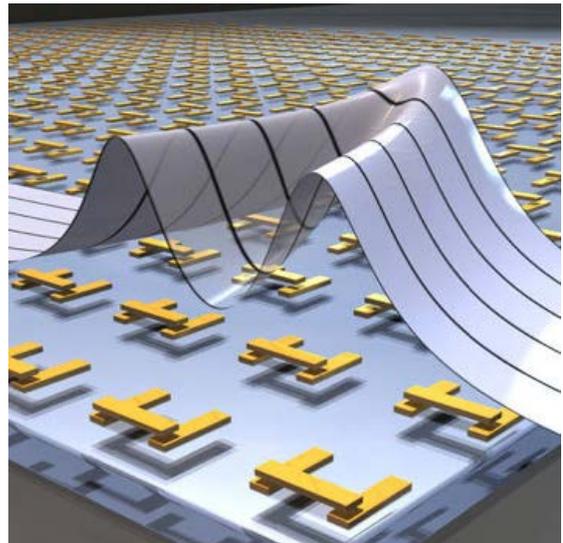


Bild 1: Photonische Metamaterialien (Quelle: Uni Stuttgart)

## Silizium-basierte Plasmonik

In Zukunft wird es notwendig sein, immer größere Datenmengen in immer kürzerer Zeit zu senden und auch zu speichern. Für diese Herausforderungen werden Bauelemente benötigt, die ausreichend schnell, klein und energiesparend sind. Eine Möglichkeit dafür stellt die Kombination aus Licht und Elektronik dar – die integrierte Photonik.

Der Großteil aller Halbleiterbauelemente wird auf Silizium-Basis gefertigt. Integrierte photonische Bauelemente auf dieser Grundlage versprechen wesentlich höhere Geschwindigkeiten für die Datenübertragung als herkömmliche elektronische Bauelemente. Durch ihren sehr großen Platzbedarf ist ihr Einsatzbereich aber eingeschränkt. Eine Lösungsmöglichkeit für dieses Platzproblem bieten sogenannte Oberflächenplasmonen: Dichteschwankungen von freien Elektronen in einem Material, die sich wellenartig auf dessen Oberfläche ausbreiten. Oberflächenplasmonen können durch einen Lichtpuls angeregt werden – vergleichbar mit den Wellen auf der Oberfläche eines Sees, nachdem man einen Stein hineingeworfen hat.

Wo genau eine Plasmonenwelle angeregt wird, kann kontrolliert werden und zwar, indem man steuert, auf welche Struktur der Lichtpuls trifft. Diese Strukturen können wesentlich kleiner sein als die Wellenlänge des verwendeten Lichts – kaum größer als die Dicke eines Haares. Bauelemente, die Oberflächenplasmonen nutzen, um Licht und Elektronik zu verbinden, können daher deutlich kleiner sein als herkömmliche photonische Bauelemente.

Silizium-basierte Plasmonik hat das Potenzial, nicht nur die Größe photonischer Bauelemente deutlich zu verringern, sondern auch das Aussenden, Empfangen und gezielte Verändern optischer Signale in Silizium zu verbessern. Breite Anwendungen ergeben sich für die integrierte Datenübertragung, optische Filter, sogenannte Modulatoren und Detektoren.

## Hochdotiertes Silizium für plasmonische und photonische Bauelemente

Das Ziel des Projektes LAHDoS ist es, die wissenschaftlichen Grundlagen für plasmonische Mikro- und Nanostrukturen auf Silizium-Basis zu legen. Den Ausgangspunkt dafür bildet sehr hoch dotiertes Silizium. Beim Dotieren setzt man fremde Atome in ein Kristall-Material ein, um dessen Eigenschaften als Halbleiter zu verbessern. Dafür werden im Projekt LAHDoS mittels der sogenannten Ionenimplantation punktgenau geladene Atome eingebracht. Der Einbau an der richtigen Stelle im Silizium-Kristall erfolgt ebenfalls punktgenau – ein dünner Laserstrahl liefert die erforderliche Wärme für diese „Aktivierung“. Dabei wird die Oberfläche des Siliziums mit dem Laser abgetastet und in sehr kurzer Zeit in einem kleinen Gebiet auf über tausend Grad erhitzt. Dank der hohen Temperaturen und äußerst kurzer Einwirkzeiten verspricht dieses Verfahren hervorragende Kristallstrukturen und einen sehr guten Einfluss auf die Halbleiter-Eigenschaften des Siliziums. Das Ziel ist es, sehr hohe Dotierungen zu erreichen, die plasmonische Anwendungen von Silizium bis in den nahen Infrarot-Bereich des Lichts ermöglichen. Solche Dotierungen sind mit klassischen Verfahren nicht erreichbar. Das so erzeugte hochdotierte Silizium kann als Ausgangsmaterial für neuartige plasmonische Bauelemente genutzt werden.

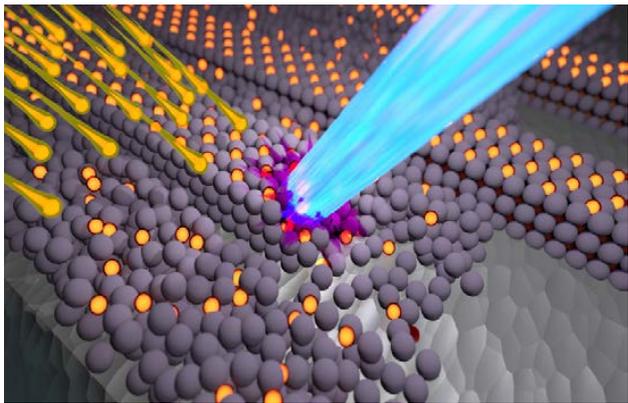


Bild 2: LAHDoS verbindet die Ionenimplantation und das punktgenaue Aktivieren zur Herstellung von Mikro- und Nanostrukturen in hochdotiertem Silizium. (Quelle: Jura Rensberg, FSU Jena)