

Projekt

Koordinator:

Feldassistierte Laserablation (AssistAb)

PD Dr. Johannes L'huillier
Photonik-Zentrum Kaiserslautern e. V.
Kohlenhofstr. 10
67663 Kaiserslautern
Tel.: +49 631 415575-12
E-Mail: Johannes.lhuillier@pzkl.de

Projektvolumen:

ca. 318.000 € (Förderquote 100%)

Projektlaufzeit:

01.08.2018 – 31.10.2020

Projektpartner:

- ➔ Photonik-Zentrum Kaiserslautern e. V., Kaiserslautern
- ➔ Technische Universität Kaiserslautern – Fachbereich Physik –
Lehrgebiet Ultrakurzzeitdynamik von Festkörpern, Kaiserslautern

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 aufzeigen.

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.

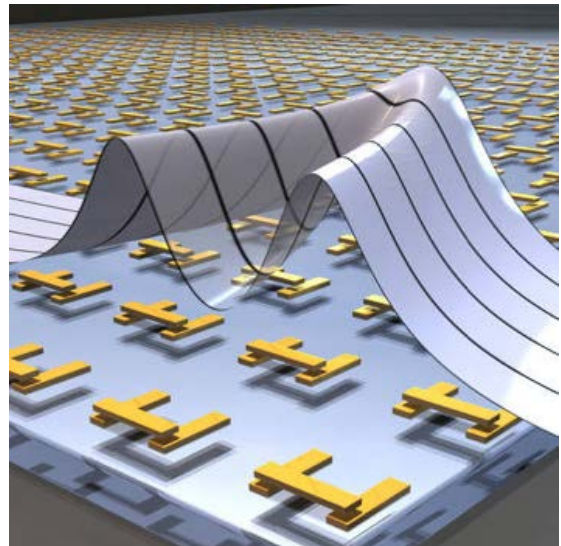


Bild 1: Photonische Metamaterialien (Quelle: Uni Stuttgart)

Innovativer Ansatz für die Materialbearbeitung mit ultrakurzen Laserimpulsen

Ziel des Vorhabens ist, die Bearbeitungsqualität bei der Materialablation mit modernen Lasersystemen signifikant zu verbessern und so einen Weg für neuartige Bearbeitungsstrategien zu ebnen. Indem Elektronen im Material durch einen Laser aufgeheizt und mit elektrischen und magnetischen Feldern bewegt werden, soll sich die Energieverteilung im Werkstück gezielt steuern lassen, die Abtrageffizienz deutlich steigern und die parasitären Wärmeverluste vermindern.

Die Materialbearbeitung mit kurzen und ultrakurzen Laserimpulsen (UKP) bietet zahlreiche Vorteile. Sie ermöglicht die Herstellung von feinsten Strukturen mit höchster Präzision und mit höchster Qualität der Schnitt- und Oberflächen. Sie gestattet beispielsweise die Herstellung von hochpräzisen Bohrlöchern mit Durchmessern von weniger als 100 μm oder den großflächigen Abtrag dünner Schichten von Oberflächen. Das Spektrum der Materialien, die mit ultrakurzen Laserimpulsen bearbeitet werden können, erstreckt sich von nichtleitenden Materialien (wie z.B. Glas oder Kunststoffe) über Halbleiter (wie z.B. Silizium) bis hin zu elektrisch leitenden metallischen Werkstoffen. Betrachtet man den mikroskopischen Prozess der Bearbeitung genauer, wird klar, dass im abzutragenden Volumen sehr hohe Temperaturen auftreten können. Die Energie eines Laserimpulses wird im Medium entlang des eindringenden Strahls sowie – wegen seines flächigen Profils – auch senkrecht dazu absorbiert. Der Strahl trägt die anvisierten Materialbereiche ab, in denen die absorbierte Energiemenge zur Sublimation bzw. zum Schmelzen ausreicht. In anderen, angrenzenden Bereichen heizt die eingebrachte Energie das Material ebenfalls auf, sodass diese ungewollt abgetragen werden können. Bei optimaler Intensität des Laserlichts und ausreichend großen Zeitabständen zwischen den Impulsen können die angrenzenden Bereiche vollständig abkühlen und so im zeitlichen Mittel „kalt“ bleiben – während gleichzeitig die gewünschten Bereiche eine hohe Energiedeposition erfahren und abgetragen werden.

Lokale Manipulation der räumlichen Energieverteilung

Zusammenfassend wird im innovativen Ansatz dieses Vorhabens also die räumliche Verteilung der Energie im Werkstück lokal manipuliert, indem die Elektronen im Material durch externe elektrische und/oder magnetische Felder beeinflusst werden.

Elektrische Felder sollen die Eindringtiefe der Energie steuern, indem sie Elektronen in Richtung des Laserstrahls beschleunigen oder bremsen. Magnetfelder sollen die Elektronen senkrecht zur Richtung des Laserstrahls einschließen und/oder gleichmäßig verteilen.

Der Ansatz geht damit weit über die bekannte Beeinflussung des Abtragsplasmas durch magnetische Felder bei der Makrobearbeitung oder eine potenzielle Veränderung der UV-Absorption in Silizium durch magnetische Felder hinaus.

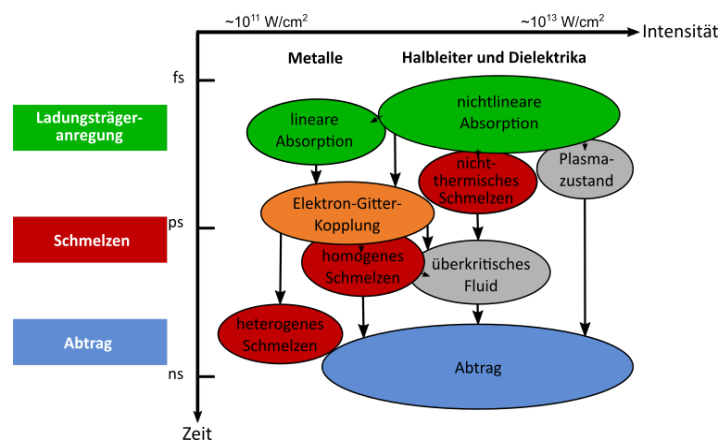


Bild 2: Symbolische Darstellung der physikalischen Effekte den unterschiedlichen Zeitskalen zugeordnet (Quelle: TU Kaiserslautern)

Der Ansatz geht damit weit über die bekannte Beeinflussung des Abtragsplasmas durch magnetische Felder bei der Makrobearbeitung oder eine potenzielle Veränderung der UV-Absorption in Silizium durch magnetische Felder hinaus.