

## Projekt

## „AlN und AlGaN als defektfreie 3D-Plattform für UV-LEDs“

Koordinator:

Prof. Dr. Andreas Waag  
Institut für Halbleitertechnik, TU Braunschweig  
Hans-Sommer-Straße 66  
38106 Braunschweig  
Tel.: +49 531 391-3774  
E-Mail: a.waag@tu-braunschweig.de

Projektvolumen:

354.000 € (Förderquote 100%)

Projektlaufzeit:

01.07.2018 – 31.10.2020

Projektpartner:

entfällt, da Einzelvorhaben

### 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.

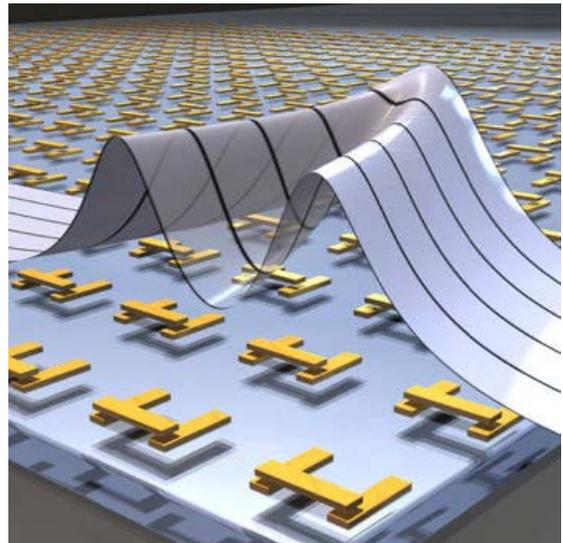


Bild 1: Photonische Metamaterialien (Quelle: Uni Stuttgart)

## Effiziente und kompakte Ultraviolett-LEDs als Enabling Technology

In einer Welt des globalen Wandels mit wachsender Bevölkerung, immer höherem Lebensstandard und gleichzeitig begrenzter Ressourcen stellen neue Technologien für kompakte und hocheffiziente Lichtemitter eine wichtige Basis-Technologie mit enormer technischer und gesellschaftlicher Wirkung dar. So könnten beispielsweise Ultraviolett-Leuchtdioden (UV-LEDs) durch ihre kompakte Bauform und sehr geringen Energiebedarf zur portablen Wasserdesinfektion in Entwicklungsländern, Unterstützung des Pflanzenwachstums in der vertikalen Landwirtschaft in städtischer Umgebung oder Aushärtung von Faserverbundmaterialien für ressourcenschonende Mobilität eingesetzt werden. Bisher ist der Austausch von herkömmlichen UV-Gasentladungslampen, die umweltschädliches Quecksilber verwenden, aufgrund der noch zu geringen Effizienz der UV-LEDs jedoch in den meisten Fällen noch nicht wirtschaftlich. Im Gegensatz zu Weißlicht-LEDs, die mittlerweile über 80 % externe Quanteneffizienz erreichen und herkömmliche Leuchtmittel fast vollständig ablösen, gibt es bei UV-LEDs fundamentale physikalische Herausforderungen. Konventionelle Ansätze beruhen allerdings bisher meist auf planaren Schichtstapeln, bestehend aus dünnen Halbleiter-Schichten. Im WiVo-Pro „3D-UV-LED“ sollen dreidimensionale Strukturen für die Herstellung von UV-LEDs erforscht werden, die aufgrund ihrer Geometrie deutliche Vorteile gegenüber konventionellen planaren LED-Architekturen erwarten lassen.



Bild 2: Rasterelektronenmikroskopieaufnahme einer geordneten Reihe von III-V-Nanodrähten auf einem Siliziumsubstrat. (Quelle: PDI)

## Vordringen in die dritte Dimension: 3D-Architekturen für UV-LEDs

Zwei der grundlegenden Probleme von konventionellen UV-LEDs sind die ineffiziente Erzeugung ultravioletter Strahlung durch den negativen Einfluss von Defekten im Halbleiterkristall und die erschwerte Auskopplung des erzeugten Lichts aus dem Bauelement. Eine mögliche Lösung stellt die Abkehr planaren von herkömmlichen, Konzepten hin zu einer dreidimensionalen LED-Architektur dar. Durch das freistehende Wachstum von streifenförmigen Mikrostrukturen, sogenannten Finnen, aus dem Halbleiterkristall Galliumnitrid werden Spannungen im Material vermieden, die normalerweise zur Ausbildung von Defekten führen würden. Somit steht ein defektarmes Substrat zur weiteren Herstellung der UV-LEDs zur Verfügung. Die Schichten der LED bedecken in dieser Architektur als Mantelschichten die gesamten Seitenwände der Finnen. Diese neuartige Geometrie ermöglicht die Auskopplung der UV-Strahlung über die Seitenwände der Finnen.

Ziel des WiVoPro „3D-UV-LED“ ist es, die zur Herstellung von dreidimensionalen UV-LEDs benötigten Prozesse zu entwickeln und abschließend erste auf der neuartigen Architektur basierende UV-Emitter zu demonstrieren. Schlüsseltechnologien dafür stellen die metallorganische Gasphasenepitaxie (MOVPE), hybride Ätzverfahren für den Halbleiter Aluminium-Galliumnitrid und die Strukturierung mit Ultrakurzpuls-Lasern dar.