

Projekt

Perspektiven der oberflächenverstärkten Schwingungsspektroskopie: Plasmonische Verstärkung in optimierter dielektrischer Umgebung (PLASMODI)

Koordinator:	Dr. Jürgen Ihlemann Laser-Laboratorium Göttingen e.V. Hans-Adolf-Krebs-Weg 1 37077 Göttingen Tel.: +49 551-503544 E-Mail: juergen.ihlemann@llg-ev.de
Projektvolumen:	0,32 Mio € (100% Förderanteil durch das BMBF)
Projektlaufzeit:	01.07.2013 bis 30.06.2015
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 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.

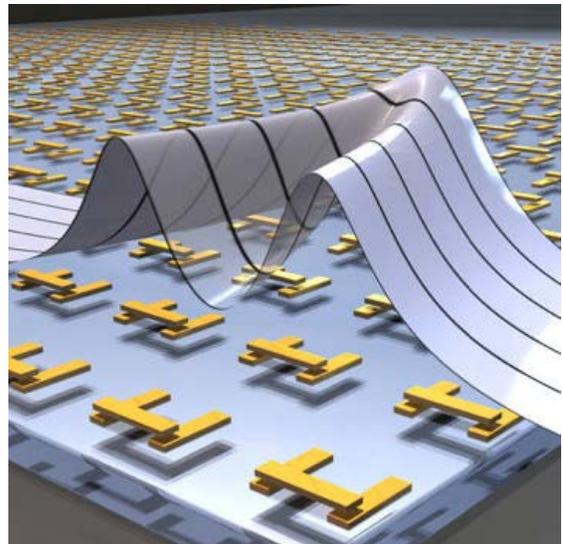


Bild 1: Photonische Metamaterialien (Quelle: Uni Stuttgart)

Mit Photonen besser riechen als eine Hundenase

Die Natur hat viele Lebewesen mit einem ausgezeichneten Geruchssinn ausgestattet, der die dazu dient Nahrung über größere Distanzen aufzuspüren oder Gefahren frühzeitig zu wittern. Der Geruchssinn ist nichts anderes als ein Moleküldetektor, mit dem sich charakteristische Moleküle in der Luft nachweisen und insbesondere unterscheiden lassen. Dabei vollbringt die Natur hier wirkliche Meisterleistungen und erlaubt es Hunden, Bären und Elefanten teilweise einige wenige Moleküle zu detektieren.

Seit langer Zeit stellen sich Wissenschaftler der Herausforderung, diese hochempfindlichen Moleküldetektoren nachzubilden. Besonders interessant ist dies für die medizinische Diagnostik, da viele Krankheiten wie etwa Krebs oder Infektionen sich schon im Frühstadium oder vor Ausbruch der eigentlichen Krankheit durch bestimmte Moleküle verraten, die z.B. im Atem eines Menschen gefunden werden können. Bisher konnte dies nur in wenigen Fällen für die Diagnose verwendet werden, da die vorhandenen Detektoren nicht empfindlich genug sind oder die einzelnen Molekülsorten nicht genau genug unterscheiden können.

Das Forscherteam um Dr. Jürgen Ihlemann vom Laser Laboratorium Göttingen hat nun eine Idee entwickelt, wie man mit einem photonischen Messverfahren hier Abhilfe schaffen könnte. Dabei verwenden die Forscher einen Effekt, der in der Physik nach seinem Entdecker als Ramaneffekt bezeichnet wird. Licht einer bestimmten Wellenlänge, das von einzelnen Molekülen gestreut wird, erfährt eine Verschiebung dieser ursprünglichen Wellenlänge, die charakteristisch für das streuende Molekül ist. Dieses „verrät“ dadurch seine Anwesenheit. Die charakteristische Verschiebung der Wellenlänge lässt sich messen, dies wird auch als Ramanspektroskopie bezeichnet und ist eine in der Physik gut bekannte Methode zur Untersuchung von Molekülen. Dabei erlaubt der spektroskopische Fingerabdruck die hochselektive Detektion unterschiedlicher Molekülsorten. Die Methode hat allerdings einen entscheidenden Nachteil: das Ramansignal ist sehr schwach und schwer nachzuweisen, weswegen diese Methode bisher hauptsächlich zu wissenschaftlichen Zwecken eingesetzt wird.

Inzwischen haben Forscher entdeckt, dass der Ramaneffekt um ein vielfaches (bis zu 1 Million Mal) stärker ist, wenn sich das streuende Molekül in der Nähe der Oberfläche bestimmter Materialien aufhält, die eine Struktur im Nanobereich aufweisen. Das erschließt der Ramanspektroskopie völlig neue Anwendungen. Noch ist der Effekt nicht vollständig verstanden, und Dr. Ihlemann und sein Team haben sich das Ziel gesetzt, den oberflächenverstärkten Ramaneffekt insbesondere bei Oberflächen nichtleitender Substanzen wie Titan- und Nioboxid zu erforschen. Hier gibt es erste Hinweise, dass die Verstärkung bei diesen Substanzen besonders hoch ist.

Wenn die Forschungsarbeiten erfolgreich verlaufen, werden sie die Grundlage für eine völlig neue Klasse von Moleküldetektoren bilden, mit denen sich evtl. einzelne Moleküle nachweisen lassen. Diese Detektoren benötigen dann kein Labor mehr, sondern lassen sich wahrscheinlich in kleine Handgeräte einbauen und eröffnen der medizinischen Diagnostik, der Seuchenprävention und der Umweltmesstechnik bisher ungeahnte Möglichkeiten. Eine photonische Nase, die besser ist als jede Hundenase.

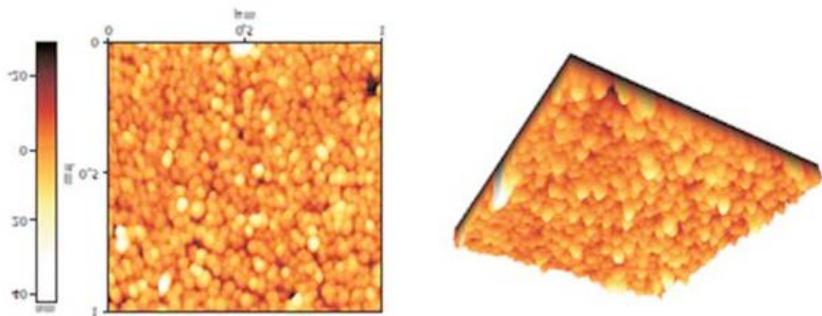


Bild 2: Aufnahme mit einem Rasterkraftmikroskop: Goldschicht mit einer Dicke von 20 Milliardstel Metern für die oberflächenverstärkte Ramanspektroskopie.