

Projekt

**Grundlegende Erforschung und Demonstration
eines Dünnschicht-Faraday-Rotators im optischen
Wellenlängenbereich (FARADAY)**

Koordinator:

Prof. Dr. Harald Giessen
4. Physikalisches Institut
Universität Stuttgart
Tel.: +49 (0)711 685 65111
e-Mail: giessen@physik.uni-stuttgart.de

Projektvolumen:

360 T€ (100% Förderanteil durch das BMBF)

Projektlaufzeit:

01.04.2013 bis 31.03.2015

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 „Wissenschaftlichen Vorprojekte (WiVorPro)“ innerhalb des Förderprogramms Photonik Forschung Deutschland 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.

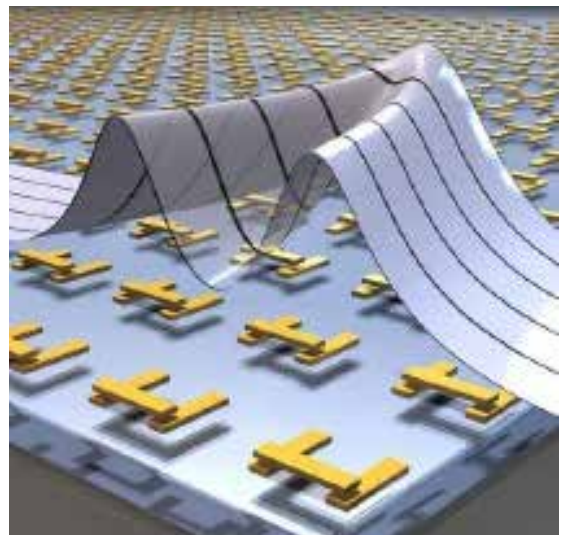


Bild 1: Photonische Metamaterialien (Quelle: Uni Stuttgart)

Dünnschichtige optische Isolatoren lassen Licht nur in einer Richtung passieren

Noch nie war der technische und medizinische Fortschritt so groß und so rasant wie in den letzten 30 Jahren. Hauptursache hierfür waren die immer weiter schrumpfenden Größen von technischen Geräten und deren Bauteilen. Die Leistung eines Computers oder Smartphones wird umso größer, je dichter deren Chips mit Schaltelementen bepackt sind.

Während die Innovationen der letzten Jahrzehnte hauptsächlich auf der Entwicklung elektronischer Technologien basierte, rücken nun die optischen Technologien immer mehr in den Vordergrund. Grund dafür sind bahnbrechende Entwicklungen in der Nanooptik, die es ermöglichen, Licht auf immer kleineren Bereichen zu manipulieren und nutzbar zu machen.

Durch die extreme Verkleinerung von optischen Strukturen in den Bereich von Lichtwellenlängen und darunter sind ganz neue Möglichkeiten in der Nanooptik geschaffen worden. Ein gutes Beispiel ist die Konzentration des Lichtes: Normalerweise lässt sich ein Lichtfleck im besten Falle auf etwa die halbe Wellenlänge fokussieren, also etwa auf 300 Nanometer; mit metallischen Nanoantennen sind jedoch intensive Lichtflecke von wenigen 10 Nanometern möglich.

Ein essentieller Bestandteil vieler optischer Geräte ist der sogenannte „optische Isolator“. Optische Isolatoren lassen sich vergleichen mit Dioden in der Elektronik oder mit Ventilen in der Hydraulik. Ihre Aufgabe ist es, Licht nur in eine Richtung durchzulassen. Sie werden beispielsweise dazu eingesetzt, um Laser stabil betreiben zu können und um Übertragungsfehler in optischen Netzwerken zu unterdrücken. Ohne optische Isolatoren wäre das Internet mit Glasfaserkabeln nicht realisierbar.

Das Prinzip der optischen Isolation ist zwar einfach, aber sehr schwer mit kompakten Geräten zu realisieren. Bisherige optische Isolatoren haben eine Größe von mehreren Zentimetern und sind sehr schwer und teuer. Diese Eigenschaft ist nicht vereinbar mit dem generellen Trend zur Miniaturisierung von optischen Geräten.

Dünne magneto-optische Filme werden mit lichtverstärkenden plasmonischen Nanostrukturen kombiniert

Zur Realisierung von optischen Isolatoren wird häufig der Faraday-Effekt ausgenutzt. Diesen Effekt zeigen viele Materialien in magnetisiertem Zustand. Er dreht die Polarisation, also die Schwingungsebene des Lichts. Normalerweise ist der Effekt bei dünnenschichtigen Materialien jedoch zu klein, um zur optischen Isolation genutzt zu werden.

Im Projekt FARADAY wird nun erstmals versucht, die Grundlagen zu erforschen, die notwendig sind, um einen miniaturisierten optischen Isolator aufzubauen. Dazu wird die sogenannte Dünnschicht-Technologie benutzt, bei der dünne magneto-optische Filme mit lichtverstärkenden plasmonischen Nanostrukturen kombiniert werden. Der Isolator könnte dann zum Beispiel direkt auf das Ende einer Glasfaser aufgebracht werden. Denkbar wären auch Linsen mit einer isolierenden Beschichtung. So könnten Störreflexe in hochkompakten optischen Geräten auf elegante Art unterdrückt werden.

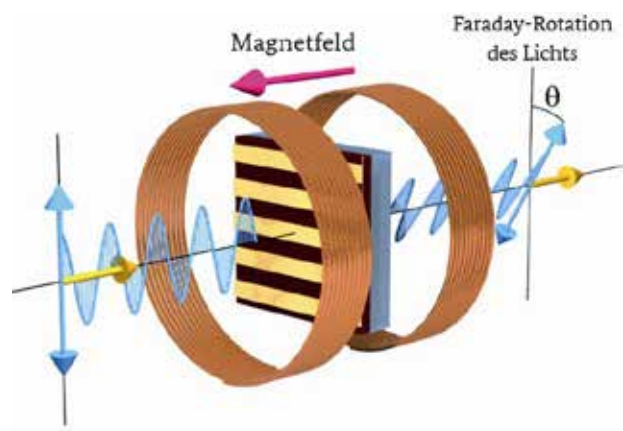


Bild 2: Verstärkung des Faraday-Effekts in nanostrukturierten dünnen Schichten (Quelle: 4. Physikalisches Institut, Universität Stuttgart).