

**Projekt**

**Nanooptischer monolithisch integrierter Polarisations-  
encoder für neuartige Motorfeedback Systeme (NencoS)**

**Koordinator:**

SICK STEGMANN GmbH  
Reinhold Mutschler  
Dürrheimer Str. 36  
78166 Donaueschingen  
Tel.: +49 (0) 771 807-231  
e-Mail: reinhold.mutschler@sick.de

**Projektvolumen:**

4,0 Mio € (ca. 55 % Förderanteil durch das BMBF)

**Projektlaufzeit:**

01.01.2013 bis 31.07.2016

**Projektpartner:**

- SICK STEGMANN GmbH, Donaueschingen
- iX-factory GmbH, Dortmund
- CODIXX AG, Barleben
- JENOPTIK Polymer Systems GmbH, Triptis
- Fraunhofer IIS, Erlangen
- Fraunhofer IOF, Jena

**Photonik fit für die Zukunft: integrierte Mikrophotonic**

Seit der Erfindung der Elektrizität hat kaum eine Technologie so umfangreich Einzug in den menschlichen Alltag gehalten wie der integrierte elektronische Schaltkreis. Diesen Erfolg verdankt die Siliziumelektronik einer beispiellosen Miniaturisierung und Automatisierung. Der Photonik stand eine entsprechende Plattformtechnologie bislang nicht zur Verfügung. Zahlreiche unterschiedliche Materialien zur Erzeugung, Manipulation und Detektion von Licht sowie hohe Anforderungen an die Justierung erschwerten sowohl eine zur Siliziumelektronik analoge Miniaturisierung als auch eine vergleichbare Automatisierung der Herstellung. Dennoch werden seit geraumer Zeit auch in der Photonik erhebliche Anstrengungen unternommen, die systemischen Vorteile der Mikrointegration so weit wie möglich zu übernehmen. Die Anwendungen sind vielfältig: Von der Telekommunikation über die Konsumelektronik bis zur Anlagensteuerung stellt die Möglichkeit, ein optisches System zu miniaturisieren, die notwendige Bedingung für die Realisierung innovativer Produkte dar. Deutsche Unternehmen partizipieren auf vielfältige Weise und überaus erfolgreich am Weltmarkt für mikrooptische Systeme. Für den sich abzeichnenden Wandel hin zur mikrooptischen Integration befinden sie sich in einer sehr guten Ausgangsposition. Vom Design über Mikrostrukturierung und Materialintegration bis zur Aufbau- und Verbindungstechnik zielt die Fördermaßnahme „Integrierte Mikrophotonic“ darauf ab, das erforderliche Know-How für die optische Mikrointegration in Verbundprojekten zu erarbeiten und für eine breite Verwendung verfügbar zu machen. Das BMBF stellt für die Partner dieser Förderinitiative in zwölf Verbundprojekten etwa 40 Mio. Euro bereit.



Bild 1: 2D-Array aus 9100 Mikroprojektoren auf einem 4"-Wafer, Dicke 3 mm. (Quelle: Fraunhofer IOF)

## Hochintegrierte photonische Drehgeber für ressourcenschonende Antriebe

Drehgeber (Encoder) erfassen die Winkelstellung drehbarer Achsen und sind damit ein wichtiges Element in der Fabrikautomation. Spezielle Versionen sind für den direkten Einbau in Elektromotoren geeignet und werden als Motorfeedback Systeme (MFB) bezeichnet. Ziel des Verbundprojekts „Nanooptischer monolithisch integrierter Polarisationsencoder für neuartige Motorfeedback Systeme (NencoS)“ ist die Erforschung eines innovativen miniaturisierten und hochintegrierten MFB, dessen Funktion auf Polarisierungseffekten beruht, ein sog. Polarisationsencoder. Basierend auf den Ergebnissen sollen neuartige, kostengünstige und vor allem robuste MFB entwickelt werden, um so den Trend zur Nutzung drehzahl geregelter und somit energieeffizienter Antriebe weiter auszubauen. Damit leistet das Verbundprojekt einen wichtigen Beitrag zur Schonung knapper Ressourcen.

### Mit polarisiertem Licht zu robusten und hochintegrierten Sensoren

Bisher werden für MFB kapazitive, induktive oder optische Sensortechnologien eingesetzt. Letztere sind dabei am weitesten verbreitet. Die Herstellung solcher Sensoren bedarf jedoch hoher Präzision der mechanischen Komponenten sowie eines hohen Montage- und Justierungsaufwand. Weiter ergeben sich Einschränkungen beim Einsatz in Elektromotoren, da die maximal mögliche Betriebstemperatur des Motors durch die Komponenten und den Aufbau des MFB begrenzt wird.

Ziel des Verbundprojekts ist die Erforschung der Verwendung von Polarisierungseffekten als Grundlage eines innovativen miniaturisierten MFB. Ein Polarisationsencoder besteht aus einer Lichtquelle, die unpolarisiertes Licht aussendet, einem Polarisator, der dem Licht einen bestimmten Polarisationszustand aufprägt, und einem Polarisationsensor, der diese analysieren kann. Durch die Drehung des Polarisators mit dem Rotor des Motors ergibt sich so eine Modulation der aufgeprägten Polarisationsrichtung, welche mit dem Polarisationsensor erfasst und in ein elektrisches Signal umgewandelt werden kann. Grundelemente eines solchen MFB sind ein neuartiges Polarisationsmodul mit nanooptischen Strukturen und ein hybrid integriertes mikrooptisches Sensormodul, welches einen monolithisch integrierten Polarisationsensor, eine Lichtquelle und alle optischen und elektronischen Bauelemente auf einem Modul mittels anspruchsvoller Aufbau- und Verbindungstechnik integriert. Der Polarisationsencoder soll in reflektiver Anordnung aufgebaut werden und erlaubt so große mechanische Toleranzen. Weiterhin ermöglicht dieser Aufbau deutlich höhere mögliche Betriebstemperaturen als bei konventionellen MFB.

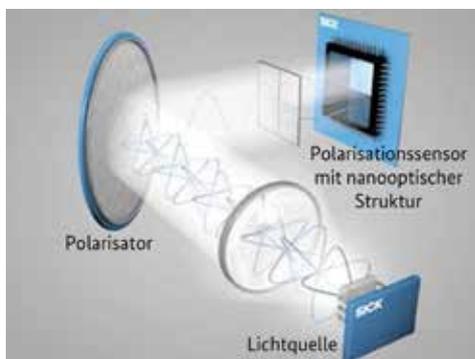


Bild 2: Funktionsprinzip des Polarisationsencoders  
(Quelle: SICK STEGMANN GmbH)

Die Realisierung solcher Polarisationsencoder erfordert jedoch neuartige Technologien wie nanooptische monolithisch integrierte CMOS-Sensoren, kostengünstige, temperaturverträgliche Polarisatoren und hochintegrierte mikrooptische Sensormodule. Die im Projekt vorgesehenen Komponenten und Systemdemonstratoren sind Vorstufen zur Entwicklung neuartiger Schlüsselkomponenten sowie innovativer Drehgeber. Neben der Anwendung für einen Polarisationsencoder lassen sich die Komponenten und Prozesse, die im Rahmen des Vorhabens erforscht werden, auch für andere Applikationen in der Sicherheits- und Automatisierungstechnik, im Automobilbau, der Prozessautomation u. v. m. anwenden. Die Wertschöpfungskette ist im Verbund vollständig abgebildet, so dass die teilnehmenden Partner im Erfolgsfall ihre führenden Positionen auf den entsprechenden Märkten weiter ausbauen und so den Wirtschaftsstandort Deutschland stärken werden.