

## Projekt

### Auslegung und hochgenaue Fertigung fresnelisierter Kunststoff-Freiformoptiken (FRESNELOPT)

Koordinator:

Dipl.-Ing. Rainer Klar  
InnoLite GmbH  
Campus-Boulevard 79  
52074 Aachen  
Tel.: +49 241 475708-0  
E-Mail: rainer.klar@innolite.de

Projektvolumen:

ca. 2,5 Mio. € (Förderquote 54%)

Projektlaufzeit:

01.08.2018 – 31.07.2022

Projektpartner:

- InnoLite GmbH, Aachen
- Continental Automotive GmbH, Babenhausen
- HELLA GmbH & Co. KGaA, Lippstadt
- Fionec GmbH, Aachen
- Fraunhofer-Institut für Lasertechnik (ILT), Aachen

## Photonik nach Maß – Materialien und Komponenten passend zur Anwendung

Optische Komponenten bestimmen wesentlich die Funktion einer Vielzahl von technischen Systemen des Alltags. Vom Automobil über das Notebook bis hin zu Industrieanlagen und Unterhaltungselektronik sind optische Bauteile – sowohl in großen Stückzahlen hergestellte als auch aufwändige, ultrapräzise Spezialkomponenten – ein unverzichtbarer Bestandteil unserer modernen Welt. Für Wachstumsmärkte wie die Medizintechnik, die Umweltanalytik oder das autonome Fahren liefern sie wesentliche technische Grundlagen.

Die Befähigung, optische Komponenten auf Grundlage elementarer physikalischer Prinzipien der Wechselwirkung zwischen Licht und Materie zu verstehen und zu simulieren, eröffnet aktuell die Möglichkeit, völlig neue optische Funktionselemente zu konzipieren.

Die langfristige Zielsetzung liegt darin, das Licht maßgeschneidert auf nahezu jede erdenkliche Art formen und lenken zu können. Gleichzeitig sollten die Optikkomponenten einen minimalen Bauraum einnehmen und zu möglichst geringen Kosten produzierbar sein. Letztlich gilt es, Komponenten und Bauelemente in einem ganzheitlichen Design zusammenzuführen. Die Bekanntmachung „Photonik nach Maß – Funktionalisierte Materialien und Komponenten für optische Systeme der nächsten Generation“ verfolgt das Ziel, diese Entwicklung zu unterstützen und Unternehmen in Deutschland dazu zubefähigen, die vorhandenen hervorragenden Kompetenzen zu einer anhaltenden, weltweiten Marktführerschaft auszubauen.



Bild 1: Licht für die verschiedensten Anwendungen maßschneidern – darum geht es in der Fördermaßnahme „Photonik nach Maß“.  
(Quelle: © Fotolia/aquatarkus)

## Minimierung der Baugröße von optischen Bauteilen

In optischen Systemen werden zunehmend Freiformflächen mit einigen zehntausend Freiheitsgraden eingesetzt, wodurch innerhalb des letzten Jahrzehnts die Leistungsfähigkeit und die Kompaktheit optischer Systeme deutlich gesteigert werden konnte. Freiformoptiken finden sich heute in Consumer-Produkten wie Kameras von Mobiltelefonen, oder Scheinwerfern und Head-Up-Displays in Fahrzeugen.

Durch die Minimierung der Bauteilgröße von Freiformoptiken kann zusätzlich der Funktionsumfang erhöht, das Gewicht und der Materialverbrauch sowie die Produktionszeit und damit die Kosten reduziert werden. Um die Dicke von rotationssymmetrischen Linsen und Spiegeln zu verringern, ist „Fresnelisierung“ eine gängige Technik. Dabei wird die Optik entlang konzentrischer Ringe segmentiert. Allgemeine Methoden zur effizienten Fresnelisierung von nicht-rotationssymmetrischen optischen Oberflächen (d. h. Freiformflächen) existieren bisher jedoch nicht. Die Ziele des Vorhabens sind die Erarbeitung von Grundlagenwissen und die Erforschung von Methoden zur Minimierung der Baugröße von hocheffizienten fresnelisierten Freiformoptiken aus Kunststoff.

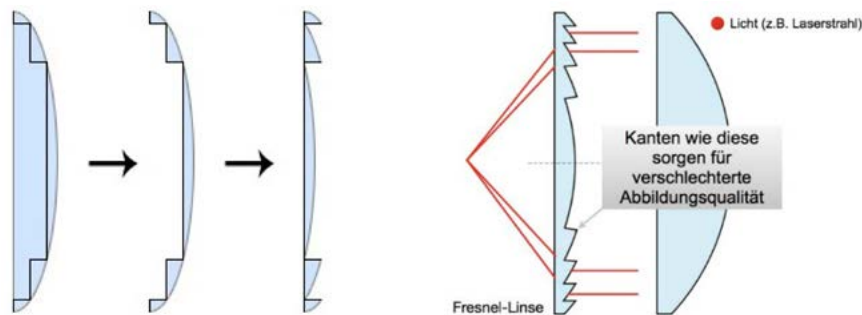


Bild 2: Prinzip der Fresnelisierung einer herkömmlichen Linse mit glatter Oberflächenkontur (links) und Hinweis auf die streuenden Schattenflächen einer Fresnel-Linse (rechts) (Quelle: Innolite GmbH)

## Erhaltung der optischen Performance und Berücksichtigung von Fertigungsrandbedingungen

Die Kombination von Fresnelisierung und Freiformflächen stellt neue Anforderungen an die Auslegung und Herstellungsprozesse solcher Optiken. Dabei kommt der Entwicklung eines Algorithmus zur Auslegung der Optiken eine Schlüsselrolle zu, die bei der Fresnelisierung die geforderten optischen Leistungsmerkmale sowie einzuhaltende Randbedingungen des Herstellungsprozesses berücksichtigt.

Durch die Fresnelisierung der Freiformflächen wird ein Teil des Lichtes an den Segmentübergängen abgelenkt und führt zu störender Streuung, die zur Erhaltung der optischen Performance gegenüber der ursprünglichen, nicht-fresnelisierten Oberfläche minimiert werden soll. Gleichzeitig wird eine Werkzeugmaschine mit mehr als einer schnellen Achse sowie die dynamische Anstellung des Diamantwerkzeugs untersucht. Deren Grenzen und die resultierenden Abweichungen von der Idealform fließen in die Auslegung dünnwandiger Freiformoptiken ein.

Im Rahmen des Projektes wird ein weiter Bereich fresnelisierter Optiken durch zwei Demonstratoren aus der automobilen Beleuchtungstechnik (Head-Up-Display und LED-Scheinwerfer) abgedeckt, die sich durch unterschiedliche Grundgeometrien (Fresnelisierung der planen Rückseite bzw. der nicht-rotationssymmetrischen gekrümmten Vorderseite) und den daraus resultierenden Anforderungen an Design und Herstellungsprozess erheblich unterscheiden.

Zur Qualitätssicherung wird zusätzlich ein Verfahren zur präzisen geometrischen Vermessung der Formeinsätze entwickelt. Der Wertschöpfungsprozess wird durch Replikationsprozesse mit reduzierten Zykluszeiten beim Spritzgießen und -prägen bzw. bei variothermer Prozessführung vervollständigt.

Durch eine durchgehende Daten- und Softwarekette wird eine Übertragung der Ergebnisse auf verwandte Bereiche ermöglicht, welche von einem hochwertigen, kostengünstigen und kompakten optischen System profitieren. Dazu zählen die allgemeine Beleuchtung, die Solartechnik, die Prozessüberwachung sowie der Werkzeug- und Formenbau. Insbesondere werden Anwendungen der optischen Systeme für Außen- und Innenbeleuchtung sowie Anzeigesysteme und Sensoren im Automobilbau verfolgt.