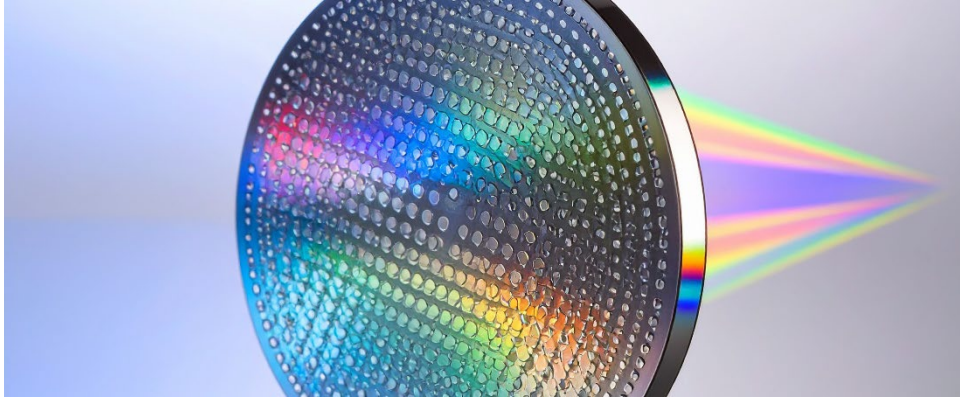




© KI generiertes Bild, erstellt mit Adobe Firefly

Metalinsen

Hoffnungsträger einer neuen Optikgeneration

1. Definition und Beschreibung

Metalinsen sind ultraflache optische Elemente auf Basis nanostrukturierter Metaoberflächen, die Licht gezielt hinsichtlich Phase, Amplitude und Polarisation manipulieren. Sie können klassische gekrümmte Linsen ersetzen und ermöglichen kompakte, hochfunktionale optische Systeme.

2. Entwicklungsziele

- Nutzung von Metaoberflächen zur vollständigen Kontrolle von Lichtwellen
- Ersatz komplexer Linsensysteme durch eine einzelne flache Struktur (Integration von Fokus, Bildkorrektur und erweiterten Funktionen in einem Element)
- Nanostrukturierungen ermöglichen neuartige optische Funktionalitäten wie Auflösungen jenseits der klassischen Beugungsgrenze

3. Nutzen, Anwendungen und Branchen

Hauptnutzen:

- Massive Miniaturisierung optischer Systeme (Reduktion von Gewicht, Volumen und Systemkomplexität)
- Neue Freiheitsgrade in der Wellenfrontgestaltung

Mögliche Beispielanwendungen:

- Drohnen, Satelliten, Flugzeugsensorik (Onboard-Optiken)
- Endoskopie, Mikroskopie und medizinische Bildgebung
- Smartphone-Kameras und Konsumelektronik
- AR/VR- und Displaytechnologien
- Infrarot- und Wärmebildsysteme
- Industrielle Bildverarbeitung und Qualitätskontrolle

4. Wesentliche Forschungsfortschritte

- Achromatische Metalinsen durch Mehrschicht- und Inversdesign
- Deep-Learning-gestützte Struktur- und Bildoptimierung
- Rekonfigurierbare Metalinsen für adaptive Optiksyste
- Multifunktionale Integration (Zoom, Fokus, Polarisation, Holografie)

5. Reifegrad

Technologiereife: Abhängig vom Ansatz liegt das Technology Readiness Level (TRL) derzeit zwischen 3 (Proof-of-Concept) und 6 (Prototyp in relevanter Umgebung).

Marktreife: Erste spezialisierte Anwendungen von Prototypen in Forschung und Nischenbereichen, keine breite Kommerzialisierung im Massenmarkt.

Zeithorizont für breitere Anwendung: 5–15 Jahre, abhängig von Fertigungsreife und Effizienzsteigerung

6. Fazit

Metalinsen stehen für einen potenziellen Paradigmenwechsel in der Optik. Sie ermöglichen extrem kompakte, funktionale und hochintegrierte optische Systeme, stoßen jedoch aktuell noch an Grenzen bei Effizienz, Breitbandfähigkeit und industrieller Fertigung. Gelingt der Übergang zur skalierbaren Produktion, könnten sie klassische Optiken in vielen Bereichen schrittweise transformieren und neue Produktarchitekturen in nahezu allen optikbasierten Industrien ermöglichen.

Corporate Technology Foresight

Die zentrale Forschungsfrage der Gruppe »Corporate Technology Foresight« lautet: Wie lassen sich technologische Entwicklungen frühzeitig identifizieren, fundiert bewerten und so aufbereiten, dass Unternehmen daraus belastbare strategische Handlungsoptionen ableiten können?

Methodisch stützt sich die Forschungsgruppe auf ein breites Portfolio aus der Zukunfts- und Innovationsforschung. Diese Methoden machen Technologieentwicklungen in Forschung und Markt systematisch sichtbar und binden explizit auch unternehmensrelevante Umfeldfaktoren ein

Technologie Factsheet

April 2026

Seite 3 | 3

Das Fraunhofer FKIE entwickelt Technologien und Prozesse mit dem Ziel, existenzbedrohende Risiken frühzeitig zu erkennen, zu minimieren und beherrschbar zu machen. Daran arbeiten insgesamt elf Forschungsabteilungen an Standorten in Wachtberg, Bonn, Euskirchen, Leipzig und Aachen, die über unterschiedliche, sich ergänzende Kernkompetenzen verfügen und so systemische Lösungen liefern können. Das Institut deckt dabei sämtliche Domänen der gesamtstaatlichen Verteidigung und Sicherheit ab – sei es zu Land, in der Luft, zur See, unter Wasser, im Cyberspace oder im Weltall.

Kontakt

Ansprechpersonen

Dr. Anna Schulte-Loosen

Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE

Forschungsgruppenleiterin

[E-Mail senden](#)

Dr. Diana Freudendahl

Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE

Forschungsgruppenleiterin

[E-Mail senden](#)

www.fkie.fraunhofer.de

