

Projektplan

MiReG: Konzipierung und Validierung einer hochpräzisen 3D-Aufbautechnik für miniaturisierte optische Mikroresonator Gyroskope (19619 N)

Bei hochsensiblen optischen Gyroskopen, z. B. für Navigationsgeräte in Luft- und Raumfahrt, werden bisher verschiedene Materialien hybrid integriert, deren unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten häufig zur Dejustage führen.

Forschungsziel

MiReG soll die Grundlagen einer innovativen, vollständig auf der Verwendung von Dünnglas als Halbzeug beruhenden generischen Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) für mikrooptische Systeme schaffen. Hauptziel in MiReG ist die Demonstration eines kompakt zu realisierenden Gyroskop-Demonstrators für hoch genau zu bestimmende rotatorische Lageänderungen. Diese werden mittels in dünnglas-basierter Aufbautechnik modular eingebetteter Quarzglas-Mikroflaschenresonatoren (MFR) eines Durchmessers von lediglich 1 mm bestimmt. Das rotations-detektierende Sensor-Element ist damit wesentlich kleiner als in bisherigen Systemen mit typisch > 10 cm Durchmesser (Faserkreisel, Ringlaser).

Die größten Herausforderungen sind:

- Laserquellen + optische Elemente sind präzise zu montieren für Einmoden-Betrieb
- optische Pfadlängen müssen athermisch und absolut stabil/definiert regelbar sein
- Anwendung oft unter härtesten Bedingungen in Luft- und Raumfahrt

Die wesentlichen Vorteile der vorgeschlagenen AVT sind:

- hohe Dimensionsstabilität durch einheitliche Materialbasis Glas
- hohe Flexibilität durch designfreie 2D-Strukturierung und Aufbau der Halteelemente geringe Kosten durch quadratmeterweise einsetz- und bearbeitbares Ausgangsmaterial Flachglas (ermöglicht Nutzenfertigung)

Modularität des MiReG-Demonstrators

Der MiReG-Demonstrator-Gesamtaufbau enthält neben möglichst weit zu reduzierenden faseroptischen Anteilen weitere kompakt-freistrahloptische Anteile mit den für die Rotationsmessung benötigten Signalwegen, und dient so als Validierungsmittel für die hochgenaue Dünnglas-Aufbauplattform mit allen ihren Funktionsblöcken.

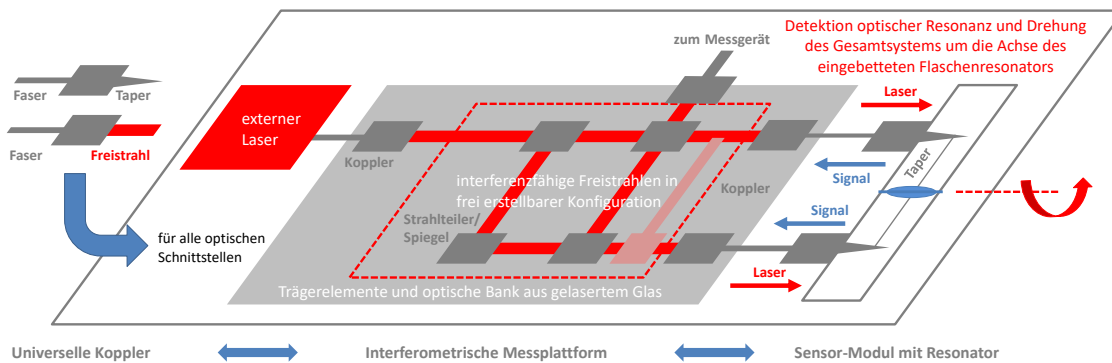


Abb. 1: Schematische Darstellung des Messplattform-Konzepts den drei modularen Funktionsblöcken: Erstens einer automatisiert aufbaubare Dünnglas-Justage-Plattform für universelle Koppler, zweitens einer interferometrischen Messplattform zum Erfassen von Resonanz- und Lageänderung eines Sensormoduls mit eingebettetem Mikroflaschenresonator (drittens)

Lösungsweg zur Erreichung des Forschungsziels

Zur Erreichung intern als auch extern abzurufender Meilensteine wird entsprechend der folgend aufgeführten Arbeitspakete vorgegangen. Diese definieren sinnvolle Teilaufgaben als auch -ziele beim Aufbau des komplexen MiReG-Demonstrators:

- AP 1: Spezifikation und Design von Grundelementen des Mikrosystems
- AP 2: Simulation evaneszenter Koppler und Systementwurf
- AP 3: Herstellung von Mikroflaschenresonatoren (MFR) und Fasertapern (zur Ankopplung)
- AP 4: Optische Charakterisierungen der Resonanzeigenschaften von MFR
- AP 5: Generische Entwicklung der Dünnglashalteelemente für die opt. Funktionselemente
- AP 6: Herstellung und Erprobung der Dünnglashalteelemente
- AP 7: Erarbeitung der AVT für glasbasierte photonische Mikrosysteme
- AP 8: Konfektionierung und Charakterisierung der optischen Funktionselemente mit Dünnglashalteelementen
- AP 9: Aufbau faseroptischer Kollimatoren
- AP 10: Optimierung des Fügeverfahrens von optischen Bauteilen auf eine optische Bank und Aufbau des Interferometers
- AP 11: Aufbau und Validierung der sensorischen Funktionalität des MiReG-Demonstrators
- AP 12: Abschließende Messung am Gesamtpackage und Bewertung der technologischen Randbedingungen und Dokumentation

Bei Durchführung bzw. inhaltlicher Ausgestaltung der Arbeitspakete wird ein guter Austausch mit den Firmen des repräsentativ zusammengesetzten projektbegleitendem Ausschuss PA gesucht (siehe Darstellung weiter unten). Die Arbeitspakete sind nicht isoliert zu sehen, sondern hängen in der folgend dargestellten Weise zusammen:

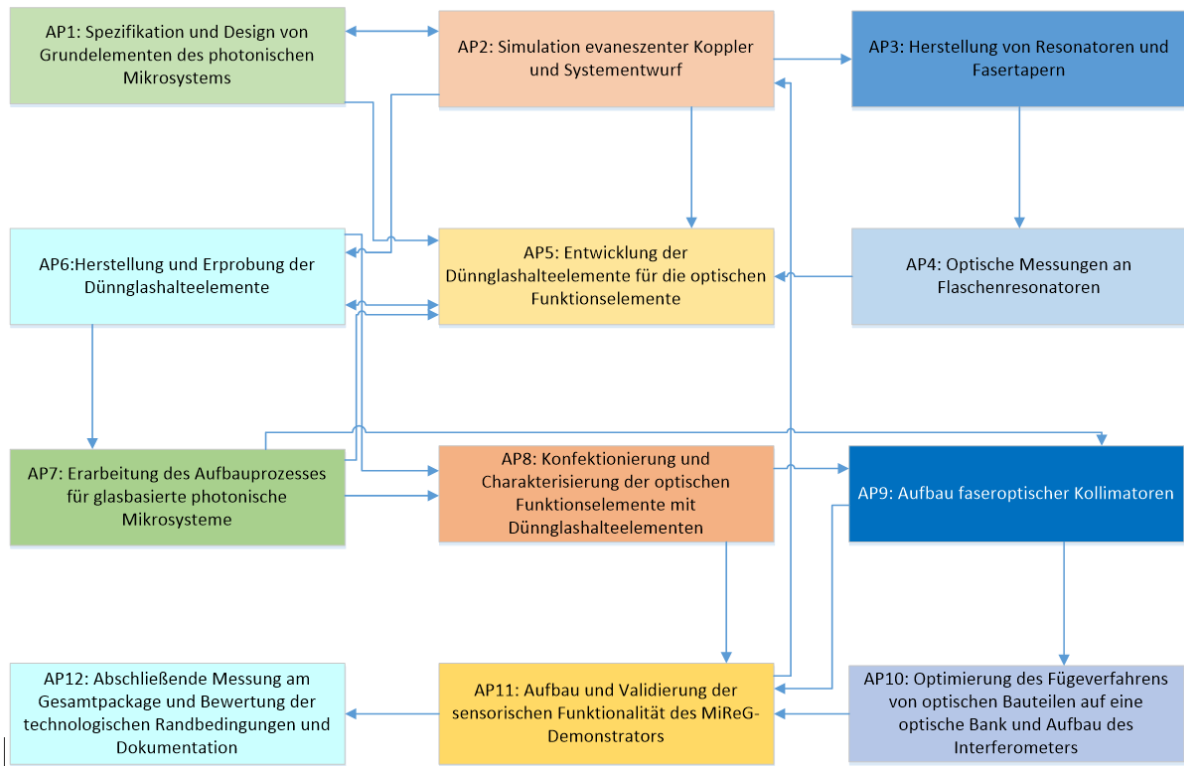


Abb. 2: Schematische Darstellung der Arbeitspakete mit inhaltlicher Kurzbeschreibung/Zielsetzung und ihrer internen Vernetzung

Bei der Projektbearbeitung angestrebte, extern abprüfbare Meilensteine bestehen:

- MS 1 (M8): Erster MFR wird bezüglich seiner optischen Eigenschaften charakterisiert und entspricht der Spezifikation. Die AVT in der Doppelplattform kann gezeigt werden.
- MS 2 (M17): Dünnglas-Haltelemente sind mit hoher mechanischer Genauigkeit reproduzierbar zu fertigen und deren Eignung für die automatisierte Präzisionsbestückung ist nachgewiesen, Kleinst- oder Nullspalt-Klebungen sind realisiert.
- MS 3 (M24): Erste Messwerte sind am MiReG Gesamtsystem aufgenommen und ausgewertet, die Ergebnisse entsprechend der Zielspezifikation einer Auflösung von $< 10^{\circ}/h$.

Nutzen und wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsthemas

Das IGF-Projekt MiReG soll die Machbarkeit des dünnglas-basierten MFR-Sensorkonzeptes demonstrieren und zukünftig die Entwicklung und automatisierte Herstellung neuartiger, stark miniaturisierter optischer Gyroskope für hochgenaue Navigationsanwendungen in Luft- und Raumfahrt ermöglichen. Der Zeithorizont für die marktreif wirtschaftlich-technische Umsetzung wird auf 2-4 Jahre geschätzt.

Schon vorher wird aufgrund der Modularität, einfachen Adaptierbarkeit und maschinellen Justierbarkeit der laser-bearbeiteten Dünnglas-Haltelemente und mikrooptischen Bänke erwartet,

dass wichtige funktionale Bestandteile wie Freistrahl-Kollimatoren, interferometrische Strahlkombinierer und -teiler verfügbar werden für einen Einbau in hochwertige und neuartige Produkte. Hierfür sind Diskussionen und Festlegungen mit den Mitgliedern des PAs geplant, um mindestens nötige als auch neu anzustrebende technische Eckdaten und Leistungswerte beim Aufbau auch mikrooptischer Teil-Systeme zu ermitteln und erreichen zu können.

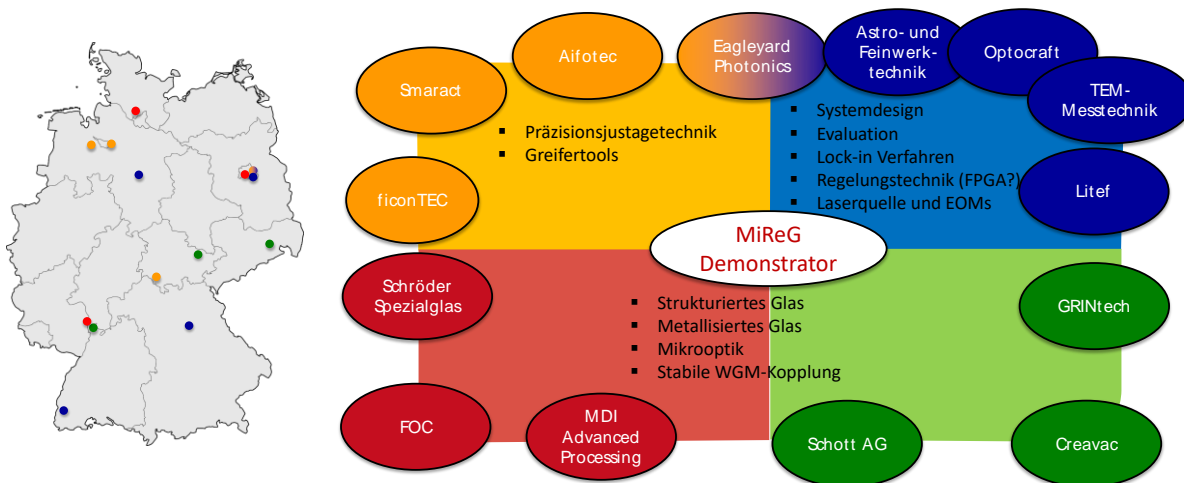


Abb. 3: Industrielle Mitglieder des projektbegleitenden Ausschusses PA mit ihren Kern-Kompetenzen.

Projektbegleitender Ausschuss

Unternehmen
Aifotec GmbH (KMU)
Astro- und Feinwerktechnik GmbH (KMU)
CREAVAC GmbH
Eagleyard Photonics GmbH (KMU)
ficonTEC Service GmbH (KMU)
FOC-fibre opt. Comp. GmbH (KMU)
GRINTECH GmbH (KMU)
MDI Adv. Processing GmbH (KMU)
Northrop Grumman LITEF GmbH
OPTOCRAFT GmbH (KMU)
Schott AG
Schröder Spezialglas GmbH (KMU)