

# PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION

3. Juni 2025 || Seite 1 | 5

**Fraunhofer IAF präsentiert innovative Infrarotlaserquellen bei Laser World of Photonics 2025**

## Teilautomatisiertes Fertigungsverfahren für kosteneffiziente Quantenkaskadenlasermodule

Das Fraunhofer IAF hat ein teilautomatisiertes Fertigungsverfahren für resonant durchstimmbare Quantenkaskadenlasermodule (MOEMS-EC-QCLs) entwickelt. Diese Lasertechnologie zeichnet sich durch eine sehr breite und extrem schnelle spektrale Durchstimbarkeit aus, was Echtzeitspektroskopie und Inline-Messsysteme in verschiedenen Branchen ermöglicht. Das Verfahren beschleunigt und vergünstigt die Herstellung der Module wesentlich. Vom 24. bis 27. Juni 2025 stellt das Fraunhofer IAF das Verfahren anhand eines Mehrkernsystems bei der Laser World of Photonics in München vor (Halle A3, Stand 431). Das System kombiniert vier Module via Multiplexing und erreicht effektive spektrale Messgeschwindigkeiten von über 1 Mio. Wellenzahlen pro Sekunde.

Resonant durchstimmbare Quantenkaskadenlaser (QCL) sind hochperformante Laserlichtquellen für verschiedenste Spektroskopie-Anwendungen im mittleren Infrarot (MIR). Sie ermöglichen durch hohe Brillanz minimale Messzeiten für präzisere und effizientere Charakterisierungsverfahren und können beispielsweise in der Chemie- und Pharmaindustrie, der Medizin oder der Sicherheitstechnik zum Einsatz kommen. Bislang ist die Herstellung von QCL-Modulen aber vergleichsweise aufwändig und teuer.

Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF hat daher ein teilautomatisiertes Verfahren entwickelt, das die Fertigung von QCL-Modulen mit einem MOEMS-Gitterscanner (mikro-opto-elektro-mechanisches System) in einem externen optischen Resonator (external cavity, EC) deutlich vereinfacht und damit kosteneffizienter und für die Industrie attraktiver macht. Die MOEMS-EC-QCL-Technologie hat das Fraunhofer IAF gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS entwickelt.

### Inline-Messungen in industriellen Prozessen

»Das Marktpotenzial von MOEMS-EC-QCLs ist enorm. Die hohe Brillanz in Kombination mit der spektralen Durchstimbarkeit aufgrund des Einsatzes von MOEMS-Beugungsgittern ermöglicht die Weiterentwicklung von Messverfahren basierend auf

---

#### Redaktion

**Dr. Armin Müller** | Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF

Telefon +49 761 5159-670 | Tullastraße 72 | 79108 Freiburg | [www.iaf.fraunhofer.de](http://www.iaf.fraunhofer.de) | [armin.mueller@iaf.fraunhofer.de](mailto:armin.mueller@iaf.fraunhofer.de)

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE FESTKÖRPERPHYSIK IAF**

FTIR-Spektroskopie und ihren Einsatz für Inline-Messtechnik«, erklärt Dr. Marko Härtelt, Leiter der Gruppe Lasermesstechnik am Fraunhofer IAF.

-----  
**PRESSEINFORMATION**

3. Juni 2025 || Seite 2 | 5  
-----

»Nun konnten wir die Technologie auch hinsichtlich Kosten und Verfügbarkeit auf ein industrietaugliches Niveau heben: zum einen indem wir die Herstellung von MOEMS-EC-QCL-Modulen auf eine teilautomatisierte Fertigungsbasis gestellt haben; zum anderen durch einen skalierbaren Ansatz zur Kopplung von Modulen mit komplementären Spektralbereichen. Letzteres reduziert die Variantenvielfalt an Modulen zum Abdecken des kompletten MIR-Bereichs von 4 bis 11  $\mu\text{m}$  deutlich, wodurch die notwendigen Skaleneffekte erreicht werden«, betont Härtelt.

**Teilautomatisierte Herstellung von Quantenkaskadenlasern**

Einen breiten Einsatz von MOEMS-EC-QCLs verhindern vor allem die hohen Herstellungskosten: Bislang war es nur möglich, die Module von Hand aufzubauen, da sie aktiv justiert werden mussten. Das entwickelte Verfahren automatisiert den Aufbauprozess von MOEMS-EC-QCLs in wesentlichen Teilen mithilfe eines Pick-and-Place-Systems, wodurch die Herstellungskosten signifikant sinken.

Zudem hat das Fraunhofer IAF eine flexible und skalierbare Methode für die effiziente Kombination mehrerer Laserquellen zu einem Multikernsystem entwickelt. Einzelne QCL-Module verfügen nur über eine begrenzte spektrale Breite. Kombiniert man Module mit supplementären Spektralbereichen, können anwendungsspezifische Mehrkernsysteme konfiguriert werden, die effektive spektrale Messgeschwindigkeiten von mehr als 1 Mio. Wellenzahlen pro Sekunde erreichen können.

Die Vorteile der QCL-Technologie sollen durch die effizienteren Aufbau- und Kombinationsverfahren insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) erstmals in der Breite zur Verfügung gestellt werden.

**Vorteile und Anwendungsgebiete von MOEMS-EC-QCLs**

MOEMS-EC-QCLs zeichnen sich durch eine breite spektrale Abstimmbarkeit im mittleren Infraroten Wellenlängenbereich zwischen 4 und 11  $\mu\text{m}$  sowie durch eine hohe spektrale Brillanz aus. Sie eignen sich für verschiedenste Spektroskopie-Methoden (Transmissions-, Rückstreu-, ATR-, Mikrofluidik-, Point-of-Interest-Spektroskopie) und erlauben die Aufnahme von kompletten Infrarotspektren in nur 1 ms.

Entsprechend vielseitig sind auch die potenziellen Anwendungsfelder von MOEMS-EC-QCLs: Zum Einsatz kommen können sie beispielsweise in der Halbleitermesstechnik zur Bestimmung von Epitaxie-Schichtdicken oder deren Zusammensetzung, in der Prozessanalytik zur Optimierung von chemischen Reaktionen, in der Prozesskontrolle zur Prüfung von Beschichtungen, in der Sicherheitstechnik zur Detektion von Gefahrstoffen oder Rauschmitteln und in der Pharmaindustrie zur Qualitätssicherung.

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE FESTKÖRPERPHYSIK IAF

### **Multikernsystem auf der Laser World of Photonics 2025**

Zur Demonstration der neu entwickelten Herstellungs- und Kombinationsverfahren von MOEMS-EC-QCL-Modulen stellt das Fraunhofer IAF auf der diesjährigen Laser World of Photonics vom 24. bis 27. Juni in München ein Multikernsystem vor, das insgesamt vier teilautomatisiert gefertigte MOEMS-EC-QCL-Module sowie dazugehörige Peripherie umfasst. Ausgestellt wird es zusammen mit weiteren Highlights aus dem Geschäftsfeld Optoelektronik am Fraunhofer-Gemeinschaftsstand in Halle A3, Stand 431.

---

#### **PRESSEINFORMATION**

3. Juni 2025 || Seite 3 | 5

---

### **BMFTR-Projekt AIRLAMet**

Die Ergebnisse entstanden im Rahmen des vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) geförderten Projekts AIRLAMet («Elektro-optisches Messsystem zur in-line Produktionskontrolle in der Chipfertigung»). Darin arbeiten die Verbundpartner Fraunhofer IAF, Fraunhofer IPMS und die Sacher Lasertechnik GmbH unter Koordination der sentronics metrology GmbH an einem Gerät für die Messung der Dicke und Zusammensetzung dünner funktionaler Schichten in der Halbleiterproduktion. Die Bereitstellung einer hochperformanten und zugleich kostengünstigen Laser-Lichtquelle für das Messsystem markiert einen ersten Meilenstein auf dem Weg zum Projektziel.

### **Weitere Informationen**

- <https://www.iaf.fraunhofer.de/de/kunden/optoelektronik.html> – Mehr zur Optoelektronik am Fraunhofer IAF
- <https://www.iaf.fraunhofer.de/de/kunden/messdienstleistungen/laser-applikationslabor.html> – Applikationslabor für Laser-Spektroskopie
- <https://www.iaf.fraunhofer.de/de/veranstaltungen/laser-messe.html> – Fraunhofer IAF auf der Laser World of Photonics

---

### **Über das Fraunhofer IAF**

Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF ist eine der weltweit führenden Forschungseinrichtungen auf den Gebieten der III/V-Halbleiter und des synthetischen Diamanten. Auf Basis dieser Materialien entwickelt das Fraunhofer IAF Bauelemente für zukunftsweisende Technologien, wie elektronische Schaltungen für innovative Kommunikations- und Mobilitätslösungen, Lasersysteme für die spektroskopische Echtzeit-Sensorik, neuartige Hardware-Komponenten für Quantencomputer sowie Quantensensoren für industrielle Anwendungen. Mit seinen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten deckt das Freiburger Forschungsinstitut die gesamte Wertschöpfungskette ab – angefangen bei der Materialforschung über Design und Prozessierung bis hin zur Realisierung von Modulen, Systemen und Demonstratoren. <https://www.iaf.fraunhofer.de/>

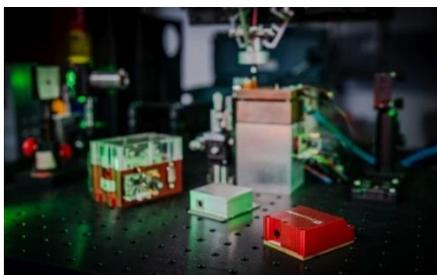
**Bildmaterial:**



Multikernsystem des Fraunhofer IAF mit vier teilautomatisiert gefertigten MOEMS-EC-QCL-Modulen | © Fraunhofer IAF



Das Fraunhofer IAF hat eine flexible Methode für die effiziente Kombination mehrerer MOEMS-EC-QCL-Module zu einem Multikernsystem entwickelt | © Fraunhofer IAF



Drei Generationen von MOEMS-EC-QCL-Modulen (v. l. n. r.). Im Rahmen des BMFTR-Projekts AIRLAMet heben Forschende des Fraunhofer IAF die MOEMS-EC-QCL-Technologie durch die Entwicklung eines neuen Fertigungsverfahrens auf die nächste Stufe. | © Fraunhofer IAF

---

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** mit Sitz in Deutschland ist eine der führenden Organisationen für anwendungsorientierte Forschung. Im Innovationsprozess spielt sie eine zentrale Rolle – mit Forschungsschwerpunkten in zukunftsrelevanten Schlüsseltechnologien und dem Transfer von Forschungsergebnissen in die Industrie zur Stärkung unseres Wirtschaftsstandorts und zum Wohle unserer Gesellschaft. Seit ihrer Gründung als gemeinnütziger Verein im Jahr 1949 nimmt sie eine einzigartige Position im Wissenschafts- und Innovationssystem ein. Knapp 32 000 Mitarbeitende an 75 Instituten und selbstständigen Forschungseinrichtungen in Deutschland erarbeiten das jährliche Finanzvolumen von 3,6 Mrd. €. Davon entfallen 3,1 Mrd. € auf das zentrale Geschäftsmodell von Fraunhofer, die Vertragsforschung. Im Vergleich zu anderen öffentlichen Forschungseinrichtungen bildet die Grundfinanzierung durch Bund und Länder lediglich das Fundament des jährlichen Forschungshaushalts. Sie ist die Basis für wegweisende Vorlaufforschung, die in den kommenden Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft bedeutend wird. Das entscheidende Alleinstellungsmerkmal ist der hohe Anteil an Wirtschaftserträgen, der Garant ist für die enge Zusammenarbeit mit Wirtschaft und Industrie und die stetige Marktorientierung der Fraunhofer-Forschung: 2024 beliefen sich die Wirtschaftserträge auf 867 Mio. € des laufenden Haushalts. Ergänzt wird das Forschungsportfolio durch im Wettbewerb eingeworbene öffentliche Projektmittel, wobei eine ausgewogene Balance zwischen öffentlichen und wirtschaftlichen Erträgen angestrebt wird.