

# Crystalline Mirror Solutions

## Ziele der Aktivität/des Projekts

Ausgangspunkt dieser Transferaktivität war eine Technologie (kristalline Hochleistungs-Spiegel), die 2008 im Zuge quantenphysikalischer Experimente im Bereich der Grundlagenforschung an der Universität Wien entwickelt wurde. Mit der Gründung des Spin-offs Crystalline Mirror Solutions (CMS) im Jahr 2012 wurde es möglich, diese Technologie erfolgreich von der Universität in die Industrie zu transferieren. CMS ist ein High-Tech Start-up, das Hochleistungs-Optiken für laserbasierte Präzisionsmessungen und Fertigungssysteme entwickelt und vermarktet; der Herstellungsprozess sowie der Endanwendungsbereich der kristallinen Spiegel sind durch internationale Patente geschützt.

## Projektverantwortliche

Univ.-Prof. Dr. Markus Aspelmeyer (Universität Wien, Fakultät für Physik, Quantenoptik, Quantennanophysik und Quanteninformation)

Dr. Garrett Cole (Universität Wien, Fakultät für Physik, Quantenoptik, Quantennanophysik und Quanteninformation)

## Kooperationspartner

[Jun Ye Group](#), JILA, University of Colorado Boulder

Leibniz Universität Hannover & Albert-Einstein Institut für Gravitationsphysik

Verschiedene wissenschaftliche und Industriepartner der Firma Crystalline Mirror Solutions (CMS)

## Projektbeschreibung

Die Grundlagenforschung im Bereich der experimentellen Quantenphysik stößt immer wieder an die Grenzen bestehender Technologien. Um Experimente weiterführen zu können, müssen auch die Technologien weiter- oder sogar neuentwickelt werden. Dabei ergeben sich auch neue Anwendungsmöglichkeiten der Technologien außerhalb der Quantenphysik.

Ein Beispiel dafür, wie aus der Grundlagenforschung technologische Innovationen entstehen können, sind kristalline Hochleistungs-Spiegel, die im Jahr 2008 im Zuge von Experimenten im Bereich grundlegender Fragen der Quanten-Optomechanik an der Universität Wien entwickelt wurden.

Ursprünglich war es das Ziel, mithilfe dieser Spiegel das Zusammenspiel von schweren, massiven Objekten und der Quantenphysik besser untersuchen zu können. Hierfür werden mithilfe von Licht mikromechanische Festkörpersysteme manipuliert. Um Quantenphänomene in derart makroskopischen Objekten isolieren zu können, muss das Material Licht gut reflektieren und gleichzeitig sehr gute mechanische Eigenschaften haben. Durch die Fusion zweier, scheinbar getrennter Forschungsfelder, nämlich der Expertise im Bereich fundamentaler Quantenoptik (Markus Aspelmeyer) und der Expertise im Bereich der Materialwissenschaft und Halbleiter-Mikrostrukturierungsverfahren (Garrett Cole, der über ein Marie Curie International Incoming Fellowship 2008 aus den USA an die Universität Wien kam), wurde ein neuer Lösungsansatz gefunden: mit einem im Bereich der Quantenoptik bisher selten verwendeten, einkristallinen Halbleiter-Materialsystem konnte das technologische Problem gelöst und die Quantenexperimente weitergeführt werden.

Im Zuge der Publikation der Ergebnisse stellte sich heraus, dass die neue Technologie weitere Anwendungsmöglichkeiten in Bereichen der Präzisionsmessung (z.B. bei der Atomuhr oder der Messung von Gravitationswellen) hat. Dort ist die Empfindlichkeit der weltweit besten Messungen fundamental durch die Materialeigenschaften der bislang verwendeten Spiegel limitiert. Vom Prinzip her hatte die neue Technologie das Potential, dieses Problem zu lösen, wofür allerdings weitere Entwicklungen notwendig waren. Im Zuge von Diskussionen über dieses Potential und Präsentationen auf internationalen Konferenzen bildete sich ein Netzwerk mit WissenschaftlerInnen aus verschiedenen Disziplinen.

Über einen Zeitraum von vier Jahren entwickelten Garrett Cole und Markus Aspelmeyer einen Spiegel, der den Einsatz im Bereich der laserbasierten Präzisionsmessungen erlaubt. Über eine Kollaboration mit der Arbeitsgruppe von Professor Jun Ye an der University of Colorado Boulder (einer der weltweit führenden Forscher im Bereich der Präzisionsmessung) konnte der Nachweis erbracht werden, dass die neuen Spiegel die Empfindlichkeit der Präzisionsmessung im Vergleich zu bisherigen Technologien um mehr als einen Faktor 10 verbessern kann.

Aufgrund der starken Nachfrage anderer Forschergruppen aus dem Gebiet der Präzisionsmessung wurde im Jahr 2012 die Crystalline Mirror Solutions (CMS) OG als Spin-off der Universität Wien und des Vienna Center for Quantum Science and Technology (VCQ) gegründet. Die erste Phase des Spin-offs, der Prototypenbau und die Patentierung der Technologie, wurde durch die Pre-Seed Förderung des Austria Wirtschaftsservice (AWS) und einen Proof of Concept Grant des ERC unterstützt. 2013 wurde die CMS GmbH gegründet, die seitdem bereits zwei weitere Standorte in Santa Barbara (Kalifornien) und Zürich (Schweiz) aufgebaut hat.

---

### Ergebnisse/Wirkung

Die Anwendungsmöglichkeiten von kristallinen Superspiegeln reichen mittlerweile von Präzisionsmessungen bis zu Lösungen für das Wärmemanagement von Hochleistungslasern und Anlagen für die Laserbearbeitung. Die Technologie wurde vielfach national und international ausgezeichnet (s. <http://www.crystallinemirrors.com/about-cms/>).

Das internationale wissenschaftliche Netzwerk, das sich im Prozess der (Weiter)Entwicklung der Technologie bildete, konnte aufrechterhalten und ausgebaut werden, woraus sich auch neue Forschungsfragen für die Quantenforschung an der Universität Wien, unabhängig von CMS, ergeben haben (z.B. im Bereich der Gravitationswellendetektorforschung).

Ein Rückfluss aus den Entwicklungen der Firma CMS, sowohl finanziell als auch forschungstechnisch, findet nun über ein Christian Doppler Labor (CDL) statt, das 2017 an der Fakultät für Physik startet und von CMS ko-finanziert wird. Der Laborleiter, Dr. Oliver Heckl von der University of Colorado Boulder, ist seit Januar 2017 in Wien. Das CDL fokussiert auf völlig neue Anwendungen der Halbleiter-Laseroptik im mittleren Infrarotbereich (z.B. für Spurengasanalysen).

---

### Qualitätssicherung/Überprüfung der Zielerreichung

Im Bereich der experimentellen Quantenphysik findet eine Qualitätssicherung über klassische Indikatoren statt, wie High-Level Publikationen (inkl. Anzahl der Zitationen) und erfolgreiche Drittmittelanträge.

Bei Projekten an der Schnittstelle zur Wirtschaft, wie dem CDL, gibt es klar festgelegte, quantifizierbare Ziele. Diese müssen erreicht werden, um zu sichern, dass das Ergebnis sinnvoll weiterverwertet werden kann.

---

### Homepage/Publikationen

Homepage CMS: <http://www.crystallinemirrors.com/>

Cole, G. D., Zhang, W., Martin, M. J., Ye, J., & Aspelmeyer, M. (2013). Tenfold reduction of Brownian noise in high-reflectivity optical coatings. *Nature Photonics*, 7(8), 644-650.