

## Photoemission Tomography: Applications and Future Developments

### 734. WE-Heraeus-Seminar

Die Photoemissions-Orbital-Tomographie (POT) ist ein Verfahren, bei dem man die Impulsverteilung von Elektronen nutzt, die durch den Photoeffekt mittels UV-Licht aus orientierten Molekülschichten oder zweidimensionalen Materialien herausgelöst werden, um die räumliche Verteilung von Elektronen in Molekülorbitalen abzubilden. Die Interpretation der gemessenen Impulsverteilung als Fourier-Transformierte des Orbitals, aus dem die Elektronen emittiert wurden, erlaubt weitreichende Rückschlüsse auf die strukturellen und elektronischen Eigenschaften der Moleküle an den Grenzflächen zu anorganischen Substraten.

Ziel dieses Seminars war es, der wachsenden Community der Photoemissions-Orbital-Tomographie ein Forum für den Austausch über die neuesten Ergebnisse und Entwicklungen zu geben. Das Seminar fand vom 24. bis 27. Oktober 2021 als hybride Veranstaltung statt, mit 36 Teilnehmern vor Ort im Physikzentrum und 21 online-Teilnehmern. 12 Vorträge und 18 Poster wurden vor Ort präsentiert und 7 bzw. 6 remote.

Im Seminar wurden bedeutende Weiterentwicklungen der POT sowohl auf experimenteller als auch auf theoretischer Seite vorgestellt. Zu erwähnen sind hier etwa jüngste Erfolge basierend auf ultrakurzen Zweifarben-Lasersystemen, die es erlauben, elektronische Anregungszustände in Molekülen und zweidimensionalen Materialien auf atomaren Längenskalen und auf einer Femtosekunden-Zeitskala abzubilden. Auch bei der Weiterentwicklung von Impulsmikroskopen, etwa bei der spinaufgelösten Detektion, wurden entscheidende Fortschritte präsentiert. Mit dem Bestreben, die POT auf noch sicherere Beine zu stellen, beschäftigten sich viele theoretische Beiträge mit Ansätzen zu einer verbesserten Beschreibung des Endzustands der Photoemission.

Die exzellenten Rahmenbedingungen im Physikzentrum, insbesondere bei der Umsetzung des hybriden Veranstaltungskonzepts, haben das Seminar für die Präsenz- und die Online-Teilnehmenden zu etwas ganz Besonderem gemacht. Die technische und administrative Unterstützung durch die WE-Heraeus-Stiftung und die Mitarbeitenden des Physikzentrums Bad Honnef waren herausragend. Herzlichen Dank dafür!

**Assoz.-Prof. Peter Puschnig**,  
Universität Graz, **Prof. Stefan Tautz**,  
Forschungszentrum Jülich,  
**Prof. Mathias Richter**,  
Physikalisch-Technische Bundesanstalt

## Sensing with Quantum Light

### 754. WE-Heraeus-Seminar

Die Fähigkeit, Quantenzustände des Lichts zu präparieren, zu manipulieren und zu messen, hat in den letzten Jahrzehnten sowohl in grundlegender als auch in technologischer Hinsicht dramatische Fortschritte gemacht. Optische Experimente waren führend bei der Demonstration und Nutzung von Phänomenen wie Quantenverschränkung und Quantensuperposition. Bei deren Nutzung spielt die Sensorik mit photonischen Quantenzuständen („Sensing with Quantum Light“) eine besondere Rolle, da sie der Sensorik mit klassischem Licht in Form von Bildgebung, Mikroskopie, Spektroskopie oder interferometrischen Methoden sehr nahesteht und sich technologisch überschneidet.

Ziel dieses Seminars war es, diesem Feld ein Forum für den Austausch über die neuesten Ergebnisse zu geben. Das Seminar fand vom 26. bis 29. September 2021 als hybride Veranstaltung statt, mit annähernd gleichen Teilnehmerzahlen vor Ort und online. 23 Vorträge und 31 Online-Poster behandelten vielfältige theoretische und experimentelle Aspekte der Sensorik mit Quantenlicht.

Zu den Themen gehörten Messverfahren mit gequetschtem Licht (heutzutage z. B. angewendet in jedem Gravitationswellendetektor), Sensorik mit undetektieren Photonen mit nichtlinearen Interferometern (z. B. für die Sensorik im mittleren Infrarot), Spektroskopie mit verschränktem Licht, die Erzeugung von hochgradig nicht-entarteten Photonenpaaren oder hochdimensional verschränktes Licht und deren Anwendungsmöglichkeiten für Sensorikaufgaben. Auch die Rolle von Quantenlicht in der interferometrischen Astronomie sowie das kontroverse und daher wissenschaftlich äußerst interessante Thema der Zwei-Photonen-Absorption mit Quantenlicht wurden vorgestellt und diskutiert.

Die exzellenten Rahmenbedingungen im Physikzentrum, insbesondere bei der Umsetzung des hybriden Veranstaltungsprinzips, haben das Seminar für die Präsenz- und die Online-Teilnehmenden zu etwas Besonderem gemacht. Die technische und administrative Unterstützung durch die WE-Heraeus-Stiftung und die Mitarbeitenden des Physikzentrums Bad Honnef waren herausragend. Herzlichen Dank dafür!

**Dr. Frank Kühnemann**, Fraunhofer IPM,  
Freiburg, **Dr. Sven Ramelow**, Humboldt-  
Universität Berlin

## Science Facts & Science Fiction

### DPG-Lehrerfortbildung

Stellare und interstellare Reisen, extraterrestrisches Leben, Zeitreisen, Wurmlöcher und künstliche Intelligenz sind einige der Themen, die bei dieser Lehrerfortbildung unter Leitung von Rüdiger Heinze (Amerikanistische Literatur- und Kulturwissenschaften) und Rainer Müller (Physikdidaktik) der TU Braunschweig behandelt wurden. Die Veranstaltung fand vom 29. Oktober bis 1. November im Physikzentrum Bad Honnef statt.

Die Teambildung der Organisatoren aus zwei gänzlich unterschiedlichen Fachbereichen übertrug sich auf die Ausgestaltung der Workshops. So gab es nicht nur spannende Inputs von Expert:innen aus Literaturwissenschaft und Physik, sondern der interdisziplinäre Zugang zu der Thematik eröffnete auch ein weites Feld für Diskussionen: Ist das, was fiktional beschrieben wird, physikalisch möglich? Gibt es physikalische Fehler in der fiktionalen Darstellung? Welche Auswirkungen haben fiktionalen Technologien in Literatur und Film des Science-Fiction-Genres und wie sind diese zu bewerten? Dieses Zusammenspiel von Literatur- und Naturwissenschaft lieferte spannende Diskussionsgrundlagen.

Drei Themenfelder standen im Fokus: Die Allgemeine Relativitätstheorie wurde als wichtige Grundlage für Reisen in Raum und Zeit behandelt, die Frage nach extraterrestrischem Leben wurde gestellt und problematisiert und schließlich bot die künstliche Intelligenz viele aktuelle Angriffspunkte, angesichts derer nicht die wertvolle und zukunftsweisende Anwendung in Medizin und Technik aus dem Blickfeld geraten sollte. Immer wieder gab es Überlegungen, wie in Bezug auf aktuelle Bücher und Filme des Science-Fiction-Genres diese Themen gewinnbringend in den Unterricht zu integrieren sind. Innerhalb des Rahmenprogramms ergaben sich weitere interessante Anknüpfungspunkte: Während des Science-Fiction-Spieleabends wurden so Möglichkeiten des Einsatzes von Brettspielen im Unterricht diskutiert.

Die Fortbildung war außerordentlich bereichernd und wir freuen uns schon jetzt auf weitere Lernmöglichkeiten wie diese. Wir möchten allen danken, die diese Fortbildung möglich gemacht haben. Ein besonderer Dank gilt Victor Gomer für die Organisation der Veranstaltung sowie der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die finanzielle Unterstützung.

**Sina Marie Jacob**, Goethe-Universität  
Frankfurt/Main und **Achim Preuß**,  
Berufliche Schule Rottenburg