

Themen reichten von Ferroelektrika bis zu Gläsern und von Reverse-Monte-Carlo-Modellierung bis zu massiven Ab-initio-Simulationen komplexer Systeme. Ein besonderer Höhepunkt war der Vortrag von B. Nohe-da, der ferroelastische Domänenwände als memristive Netzwerke einführte.

Die Teilnehmenden hatten vielfältige Hintergründe in Chemie, Materialwissenschaften und Physik, wobei ein großer Teil eine Verbindung zum japanischen Projekt „Hyper-ordered structure science project“ und/oder zur europäischen Gruppe „GRK 2495, Energy Conversion Systems: From Materials to Devices“ hatte.

Wir danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung herzlich für ihre außergewöhnliche Unterstützung in allen Phasen des Seminars. Ihre großzügige Hilfe spielte eine entscheidende Rolle für den Erfolg der Veranstaltung.

**Prof. Dr. Jens R. Stelhorn,**

**Prof. Dr. Hiroki Taniguchi,** U Nagoya, Japan,

**Prof. Dr. Kyle Webber,** U Erlangen-Nürnberg

## Sensing with Quantum Light

### 790. WE-Heraeus-Seminar

In den letzten zwei Jahrzehnten hat die Fähigkeit, Quantenzustände auf individueller Ebene herzustellen und zu manipulieren, zu einer Vielzahl wissenschaftlicher Aktivitäten geführt. Die Quantensensorik gilt vielen als derjenige Bereich, der zuerst reale Anwendungen und Produkte hervorbringen wird. Die Sensorik mit Licht in Form von Bildgebung, Mikroskopie, Spektroskopie oder interferometrischen Messmethoden hat schon immer eine große Rolle gespielt. Hier zielt z. B. Quantenbildgebung darauf ab, mittels optischer Quantenzustände die Grenzen der klassischen Bildgebung zu überwinden.

Das Seminar gab den Forschenden auf dem Gebiet der Messtechnik mit photonischen Quantenzuständen (Sensing with Quantum Light, SQL) ein dediziertes Forum. Als erstes SQL-Treffen nach der Pandemie fand es als reine Präsenz-Veranstaltung statt. Vom 5. bis 7. Juni trafen sich 80 Teilnehmende aus 20 Ländern, eine sehr erfreuliche Steigerung gegenüber dem Seminar 2021. Das Programm aus 22 eingeladenen Vorträgen und 55 Postern bildete die Grundlage für den intensiven Austausch zwischen etablierten und Nachwuchswissenschaftler:innen. Die Postersitzungen (bei strahlendem Sonnenschein im Hof des Physikzentrums) und der Posterpreis-Wettbewerb dokumentierten den fachlichen Anspruch und das persönliche Engagement insbesondere der Studierenden und des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Bemerkenswert war die zunehmende Zahl an Beiträgen zu Grundlagen und Anwendungen der Sensorik mit undetektierten Photonen mit nichtlinearen Interferometern, insbesondere für die Sensorik im mittleren Infrarot. Einen wichtigen Platz nah-

men auch theoretische und experimentelle Arbeiten zur Sensorik mit gequetschtem Licht sowie zur Zwei-Photonen-Absorption mit Quantenlicht ein – letzteres kontrovers diskutiert, aber wissenschaftlich äußerst interessant. Weitere Themen waren die Erzeugung von hochgradig nicht-entarteten Photonenpaaren oder hochdimensional verschränktem Licht und deren Anwendungsmöglichkeiten für Sensorikaufgaben. Auch die Rolle von Quantenlicht in der interferometrischen Astronomie wurde vorgestellt. Die Liste der Teilnehmenden bildete einen mehr als repräsentativen Querschnitt der weltweiten Community in den betreffenden Themengebieten.

Nicht zuletzt dank der finanziellen und organisatorischen Unterstützung durch die WE-Heraeus-Stiftung ist es gelungen, das Seminar zum Forum für die Community im Feld zu machen, so auch das einhellige Feedback der Teilnehmenden. Die exzellenten Rahmenbedingungen und das Engagement der Mitarbeitenden des Physikzentrums leisteten ebenso einen Beitrag zur Attraktivität des Treffens, wofür wir herzlich danken.

**PD Dr. Frank Kühnemann,**

Fraunhofer IPM, Freiburg,

**Dr. Sven Ramelow,** HU Berlin

## The Physical, Chemical and Technological Aspects of the Fundamental Transition in Energy Supply from Fossil to Renewable Sources – Key Aspect: Energy Storage

### 791. WE-Heraeus-Seminar

Der Schwerpunkt dieses Seminars, das vom 18. bis 22. Juni im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, lag auf der Energiespeicherung. So behandelten die meisten der 30 Expert:innen in ihren Vorträgen technologische Aspekte der Speicherung von regenerativ erzeugter elektrischer Energie sowohl aus physikalischer, chemischer und industrieller Forschung als auch aus der Praxis. Nach einführenden Vorträgen zur Klimaforschung und Erzeugung von regenerativer Energie durch Photovoltaik und Windkraftsysteme folgten ausführliche Berichte zur gegenwärtigen Forschung und industriellen Fertigung von chemischen Speichern (etwa Li-Ionenbatterie). Daran schlossen sich Vorträge über die Technologien zur Erzeugung von „Grünem Wasserstoff“ (GRÜWA) durch verschiedene Elektrolyseverfahren an. Diese Vorträge belegten die Bedeutung seltener Metalle und neuartiger Katalyseverfahren für eine dauerhafte ausreichende Erzeugung von GRÜWA. Industrieforscher stellten dazu interessante Entwicklungen vor. Ein dritter Vortragsblock widmete sich Pumpspeicherkraftwerken (PSKW). Die Technologie, seit über 100 Jahren entwickelt, ließe sich in

großem Umfang sofort einsetzen. Traditionelle PSKW benötigen zwei sehr große Wasserbecken in unterschiedlicher Höhe. Die topografischen Voraussetzungen für neue sehr große Anlagen sind in Mitteleuropa aber kaum vorhanden. Als Alternative dazu diskutierten mehrere Vortragende neuartige PSKW, die sich auf dem Meeresboden oder auf der Sohle von bestehenden oder zukünftig angelegten tiefen Seen errichten lassen und den hohen Wasserdruck in der Tiefe nutzen. Das zweite Wasserbecken ist somit im ersten Becken integriert und unsichtbar. Für diese Art von „Integriertem PSKW“ gibt es weltweit und auch in Deutschland in den zu flutenden Braunkohleabbaustätten (z. B. Hambach, Garzweiler oder Lausitz etc.) fast unbegrenzt Möglichkeiten. Vorträge über die Vernetzung europäischer Energiesysteme mit Integration des Mittelmeerraumes (vgl. Desertec) rundeten das Programm ab. Dabei zeigte sich, dass eine Energiestrategie für Gesamteuropa für alle Verbraucher von großem Nutzen ist.

Neben viel Detailwissen haben die Vortragenden eine klare Botschaft vermittelt: Die Energiewende ist absolut notwendig und sie wird gelingen – aber nur auf der Basis von wohldurchdachten Technologiekonzepten. Die notwendigen technologischen Bausteine sind zum großen Teil vorhanden oder in der Forschung auf einem vielversprechenden Weg. Daran ist die Industrie an führender Stelle beteiligt. Dies betrifft vor allem chemische Batterien und die Elektrolyse. Die Energiewende kann nur gelingen, wenn alle Speicherarten – chemische Batterien, GRÜWA, PSKW, Biomasse etc. – am jeweils richtigen Ort eingesetzt werden. Die Mobilität auf regenerative Energiequellen umzustellen oder das eigene Haus mit eigenem Solarstrom zu versorgen, geht nicht ohne chemische Batterien; die Chemie- und die Stahlindustrie werden ohne preiswerten GRÜWA nicht konkurrenzfähig sein; nur sehr große Kurzzeitspeicher (wie PSKW) werden Stromsicherheit zu geringen Kosten gewährleisten können.

Energie ist neben sauberer Luft und Trinkwasser die wichtigste Grundlage des menschlichen Lebens. Daher gilt: Absolute Energiesicherheit in der Stromversorgung muss zu jeder Sekunde gewährleistet sein, und Strom muss sowohl für die Industrie als auch den einfachen Verbraucher bezahlbar sein. Die Teilnehmenden aus Hochschule und Industrie zeigten sich überzeugt davon, dass die dazu notwendige Technologie bereitgestellt werden kann. Wir danken der WE-Heraeus-Stiftung für die sehr großzügige Förderung dieses Seminars.<sup>1)</sup>

**Prof. Dr. Horst Schmidt-Böcking,**

U Frankfurt / M., **Dr. Ing. Dipl.-Phys. Karl-**

**Friedrich Ziegahn,** KIT Karlsruhe und Vorsit-

zender des AKE, **Prof. Dr. Kurt Wagemann,**

DECHEMA e. V., Frankfurt / M.

<sup>1)</sup> Die Vorträge des Seminars sind auf der Website des AKE-Archivs zu finden unter <https://bit.ly/3OCxyUu>.