



WILHELM UND ELSE HERAEUS-STIFTUNG JAHRESBERICHT 2023

GREMIEN UND MITARBEITER

Vorstand

Prof. Dr. Jürgen Mlynek, Berlin (Vorsitzender)

Ursula Heraeus, Freiburg

Prof. Dr. Rolf-Dieter Heuer, Genf

Prof. Dr. Dieter Röß, Hösbach (Ehrenvorsitzender)

Prof. Dr. Joachim Treusch, Bremen (Ehrenvorsitzender)

Wissenschaftlicher Beirat

Prof. Dr. Ursula Basser, IN2P3, Paris, Frankreich

Prof. Dr. Klaus Blaum, MPI für Kernphysik, Heidelberg

Prof. Dr. Tommaso Calarco, Forschungszentrum Jülich

Prof. Dr. Claudia Felser, MPI für Chemische Physik fester Stoffe, Dresden

Prof. Dr. Michael Kaschke, Oberkochen

Prof. Dr. Georg Krausch, Universität Mainz

Prof. Dr. Elke Scheer, Universität Konstanz

Dr. Lutz Schröter, Wolfsburg (ex officio für DPG)

Prof. Dr. Claudia Steinem, Universität Göttingen

Prof. Dr. Matthias Steinmetz, Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam

Prof. Dr. Roser Valentí, Universität Frankfurt

StD Michael Winkhaus, Carl-Fuhlrott-Gymnasium Wuppertal

Geschäftsführer

Dr. Stefan Jorda

Geschäftsstelle

Martina Albert

Elisabeth Nowotka

Mojca Peklaj

Marion Reisinger (ab 03/2023)

Sitzungen des Wissenschaftlichen Beirats

22. April 2023, Frankfurt

6. Oktober 2023, Essen

Sitzungen des Vorstands

21./22. April 2023, Frankfurt

5./6. Oktober 2023, Essen

Die Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung ist eine Stiftung des bürgerlichen Rechts zur Förderung der Forschung und Ausbildung auf dem Gebiet der Naturwissenschaften. Weitere Informationen zur Stiftung sowie den einzelnen Programmen und Aktivitäten unter www.we-heraeus-stiftung.de.

INHALT

Vorwort	3
1 Seminare	5
2 Binationale Seminare	24
3 Klausurtagungen	27
4 Physikschulen	30
5 Symposien Tagungen Workshops	36
6 Dissertationspreise	44
7 Seniorprofessuren	46
8 Lehrerausbildung Lehrerfortbildung	50
9 Schülerförderung: Einzelprojekte an Schulen	61
10 Schülerförderung: Außerschulische Lernorte Wettbewerbe Teilnahmestipendien	66
11 Mitgliedschaften Verschiedenes	76
12 Förderprogramme in Zusammenarbeit mit der Deutschen Physikalischen Gesellschaft	78
13 Ausgabenstruktur	86

VORWORT

Im Jahr 2023 konnte die Stiftung – wie die Gesellschaft insgesamt – die Corona-Pandemie endlich hinter sich lassen und vollständig zur Normalität zurückkehren. Abgesehen von zwei Seminaren, die noch aus den Pandemie-jahren nachgeholt wurden, fanden alle Veranstaltungen wie geplant und ohne Einschränkungen statt. Dazu zählen insbesondere 28 WE-Heraeus-Seminare, die bis auf eine Ausnahme alle im Physikzentrum Bad Honnef stattgefunden haben (Kapitel 1).

Neben den WE-Heraeus-Seminaren fördert die Stiftung den wissenschaftlichen Gedankenaustausch durch eine Vielzahl weiterer Veranstaltungen. Nach einem entsprechenden Gremienbeschluss steht das Programm der binationalen Seminare (Kapitel 2) nun alle Antragstellern offen, und solche Seminare können mit allen Partnerländern beantragt werden. Während 2023 erst ein Seminar unter diese neuen Regeln fiel, haben die Gremien für 2024 zahlreiche binationale Seminare mit europäischen und außereuropäischen Ländern bewilligt. Der im Rahmen eines Strategieprozesses beschlossenen stärken Internationalisierung entsprechend, hat die Stiftung 2023 auch Veranstaltungen in Finnland, Griechenland und Brasilien gefördert (Kapitel 4 und 5).

Ebenfalls als Ergebnis des Strategieprozesses hat die Stiftung im Berichtsjahr erstmals unter der Überschrift „Mit Physik die Welt verstehen und gestalten“ eine eigene Jahresveranstaltung durchgeführt. Auf Einladung der Stiftung kamen 150 mehrheitlich Physikerinnen und Physiker aus Wissenschaft und Wirtschaft, aber auch Persönlichkeiten aus Politik und Forschungsorganisationen sowie Lehrkräfte Anfang November nach Berlin, wo sie ein hochkarätiges Programm erwartete (Kapitel 5). Mit der Veranstaltung ist es gelungen, Personen mit Physik-hintergrund aus den verschiedensten gesellschaftlichen

Bereichen und aus unterschiedlichsten Karrierestufen zusammenzubringen, die sich sonst kaum begegnet wären. Angesichts der hervorragenden Resonanz ist die Neuauf-lage bereits beschlossen.

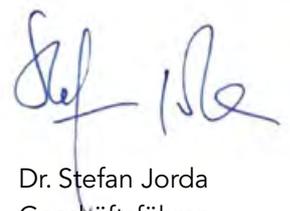
Erneut hat die Stiftung auch wieder vielfältige Veranstaltungen zur Lehrerfortbildung (Kapitel 8) sowie zur Förderung von Schülerinnen und Schülern an Schulen und außerschulischen Lernorten gefördert (Kapitel 9 und 10).

Im Berichtsjahr hat die Deutsche Physikalische Gesellschaft erstmals wieder sowohl drei Frühjahrstagungen als auch zahlreiche weitere Veranstaltungen wie den Schülerwettbewerb German Young Physicists' Tournament (GYPT) in Präsenz durchgeführt, sodass sich auch die gemeinsamen Förderprogramme von den pandemiebedingten Einbrüchen erholt haben (Kapitel 12).

Hanau, im Januar 2024



Prof. Dr. Jürgen Mlynek
Vorstandsvorsitzender



Dr. Stefan Jorda
Geschäftsführer



Im Jahr 2023 war die Corona-Pandemie überwunden, und die hervorragende Infrastruktur des Physikzentrums kam wieder bei vielen Seminaren zum Einsatz. (Foto: PBH)

1 SEMINARE

Die seit 1975 durchgeführten „Wilhelm und Else Heraeus-Seminare“ sind das Betätigungsfeld der Stiftung mit der längsten Tradition. Die Seminare dienen dem wissenschaftlichen Austausch an der Forschungsfront, sei es in etablierten Teilgebieten der Physik oder angrenzenden interdisziplinären Gebieten, sei es in neuen, aufstrebenden Forschungsfeldern. Sie bieten neben Vorträgen und Postersitzungen reichlich Gelegenheit zur Diskussion im großen und kleinen Kreis, zum gegenseitigen Kennenlernen und zum Knüpfen von Kontakten. An den nunmehr 802 Seminaren haben insgesamt über 50 000 Personen teilgenommen, davon rund 20 600 (41 Prozent) aus dem Ausland.

Das Seminarprogramm hat wesentlich zur Reputation der Stiftung unter Physikerinnen und Physikern in Deutschland, aber auch im Ausland beigetragen. Der Charakter der Seminare und ihre Qualität gelten auch im internationalen Maßstab als herausragend – häufig werden die Seminare mit den renommierten amerikanischen Gordon-Konferenzen auf eine Stufe gestellt. Während bei den Gordon-Konferenzen die wissenschaftlichen Organisatoren jedoch selbst die notwendigen Mittel einwerben müssen, trägt die Stiftung bei den Seminaren die Aufenthaltskosten für alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer ebenso wie Reisekostenzuschüsse für eingeladene Redner und Organisatoren sowie die Kosten der Tagungsstätte.

Mit dem Physikzentrum Bad Honnef hat das Seminarprogramm eine hervorragende Basis. Regelmäßig loben

in- und ausländische Seminar Teilnehmer die ausgezeichnete Infrastruktur, zu der die Stiftung in den zurückliegenden Jahren wiederholt beigetragen hat.

Ein wichtiger Aspekt der Seminarreihe ist die Nachwuchsförderung. Postersitzungen, bei denen Master-Studierende, Doktoranden und Postdocs ihre wissenschaftliche Arbeit vorstellen, sind ebenso fester Bestandteil eines jeden Seminars wie die Prämierung der besten Poster. Darüber hinaus organisieren auch regelmäßig junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler selbst Seminare.

Der Stiftung lagen 27 Anträge auf Durchführung von Seminaren im Jahr 2023 vor. Nach eingehender Beratung im Wissenschaftlichen Beirat genehmigte der Vorstand 26 davon, mehrere mit Auflagen und Hinweisen zur Verbesserung der Planung und/oder des Programms. Gleichzeitig wurden letztmals zwei aufgrund der Pandemie verschobene Seminare nachgeholt, sodass im Berichtsjahr insgesamt 28 Seminare stattfanden, und damit so viele wie im Vorjahr. An diesen Seminaren nahmen rund 1900 Personen teil, 49 Prozent davon kamen aus dem Ausland. Im Durchschnitt lag die Teilnehmerzahl pro Seminar bei 67 Personen und damit niedriger als bei den häufig hybriden Veranstaltungen der Vorjahre (2022: 2200), während die Seminare im Berichtsjahr wieder überwiegend rein in Präsenz stattgefunden haben. Damit war nach den pandemiebedingten Einschränkungen der Vorjahre wieder eine vollständige Rückkehr zur Normalität zu verzeichnen.

Die Stiftung wirbt aktiv für die Beteiligung und Berücksichtigung von Frauen. Vor diesem Hintergrund wurden im Berichtsjahr 14 Seminare von Frauen organisiert bzw. mitorganisiert, und 430 Frauen nahmen an den Seminaren teil (= 23 Prozent).

Nachfolgend sind die Seminare in der zeitlichen Abfolge aufgeführt, die im Großen und Ganzen auch wieder der Reihenfolge ihrer Nummerierung entspricht. Der Geschäftsführer hat an den meisten Seminaren teilgenommen und die Stiftung in einem Kurzvortrag vorgestellt. Ein wichtiges Anliegen dieser Präsentation ist es, das Stifterehepaar zu würdigen.

■ 776 | Re-thinking Spintronics: From Unconventional Materials to Novel Technologies

4.–6. Januar | hybrid | J-Prof. Dr. Angela Wittmann, U Mainz; Dr. Oleksandr Pylypovskyi, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (86 TN, davon 70 im Physikzentrum, 20 Frauen, 27 aus dem Ausland)

Dieses Seminar brachte bedeutende Expertinnen und Experten aus dem Bereich Magnetismus und Materialwissenschaft zusammen, darunter führende nationale und internationale Forschende sowie junge Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler. Die Teilnehmenden diskutierten aktuelle Fortschritte und Herausforderungen in der Theorie, experimentellen Techniken und numerischen Methoden im Bereich der Spintronik. Einer der Höhepunkte des Seminars war der Vortrag von Libor Šmejkal, der eine neue Klasse von magnetischen Materialien vorstellte, die Altermagnete. Yossi Paltiel demonstrierte die bemerkenswerte Effizienz des chiral-induzierten Spin-Selektivitätseffekts in hybriden Molekül-Magnet-Systemen, während Claas Abert Hochleistungsberechnungen für Mikromagnetismus präsentierte. Neben den wissenschaftlichen Vorträgen wurde auch die Bedeutung von Vielfalt, Gleichberechtigung und Inklusion in der Wissenschaft thematisiert. Dies unterstreicht das Engagement des Seminars, eine offene und inklusive Umgebung für den interdisziplinären Austausch von Ideen und Forschungsergebnissen zu schaffen. Insgesamt hat das Seminar den interdisziplinären Austausch gefördert und neue Forschungsrichtungen angeregt, indem es neue Ideen und Technologien vorstellte und diskutierte.

■ 778 | Coping with Errors in Scalable Quantum Computing Systems

8.–11. Januar | Dr. Andreas Fuhrer, IBM Research Zürich, Schweiz; Prof. Dr. Stefan Filipp, Walther-Meißner-Institut, Garching; Prof. Dr. Frank Wilhelm-Mauch, FZ Jülich & U Saarland; Dr. Maud Vinet, CEA Grenoble, Frankreich (80 TN, davon 12 Frauen, 41 aus dem Ausland)

Quantencomputing entwickelt sich rasant von einer grundlagenorientierten Forschungsaktivität in Universitätslabors zu einer weltweiten Unternehmung mit stark steigenden Investitionen von Start-ups und großen Firmen, die zukünftige Anwendungsmöglichkeiten prüfen. Im Gegensatz zu klassischen Rechnern müssen Quantenprozessoren jedoch noch mit einer Vielzahl von Fehlern bei ihren Quantenberechnungen umgehen. Diese schränken den Nutzen und die Komplexität von Algorithmen derzeit noch ein. Dieses Seminar setzte sich zum Ziel, den Umgang mit Fehlern in skalierbaren Quantencomputersystemen zu beleuchten und den aktuellen Entwicklungsstand der wichtigsten Plattformen darzustellen. Eine interdisziplinäre Gruppe von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus Informatik, Physik, Mathematik, Sicherheitsforschung und dem Ingenieurwesen diskutierte unterschiedlichste Aspekte der Quantenhardware, insbesondere inwiefern Fehlerkorrektur nötig ist, damit Quantenrechner die hohen Erwartungen der Wirtschaft erfüllen können. Aktuell gibt es zwei grundlegende Strategien, um Fehler in Quantenprozessoren zu umgehen: Die erste besteht darin, die Fehlerrate zu reduzieren, indem die Qualität von Quantengatteroperationen auf der Hardwareebene durch eine bessere Qubit-Steuerung, Materialien oder Abschirmungen von externen Störungen erhöht wird. Dazu wurde über beeindruckende Fortschritte bei Ionen, supraleitenden Schaltkreisen und Spin-Qubits berichtet, sowohl aus der Industrie als auch von führenden akademischen Gruppen. Die zweite Möglichkeit besteht darin, die Auswirkungen der Fehler auf Quantenoperationen zu messen und aktiv zu korrigieren – mit dem Ziel, einen vollständig fehlerkorrigierten, universellen Quantenprozessor zu realisieren, der also beliebige Algorithmen ausführen kann. Da der Messvorgang den Zustand eines Qubits verändert, codiert man in fehlerkorrigierten Quantenrechnern die Informationen in verschränkte Zustände von mehreren Qubits, den „logischen Qubits“, und kann so den Einfluss von lokalen Störungen reduzieren und auftretende Fehler nachweisen, ohne die Berechnungen zu stören. Zum Auftakt des Seminars hat Daniel Gottesmann dieses Vorgehen mit dem inspirierenden Vortrag „Chancen und Herausforderungen der Fehlerkorrektur von Quantenrechnern“

eingeführt. Auch die spätere Podiumsdiskussion „Der Weg zum Quantenvorteil“ zeigte beeindruckend, dass die führenden Plattformen an der Schwelle dazu stehen, die Nützlichkeit der aktiven Fehlerkorrektur nachzuweisen.

■ 779 | From the Heliosphere to Astrospheres – Lessons for Exoplanets and their Habitability

16.–20. Januar | Priv.-Doz. Dr. Konstantin Herbst, U Kiel; Dr. Frederic Effenberger, Dr. Klaus Scherer, U Bochum (51 TN, davon 20 Frauen, 20 aus dem Ausland)

Die Suche nach Leben außerhalb unseres Sonnensystems ist eine der wichtigsten Motivationen für die Entdeckung extrasolarer Planeten in anderen Sternensystemen. Mit neuen Missionen wie dem James Webb Space Telescope (JWST) und bevorstehenden Missionen wie der PLANetary Transits and Oscillations of stars (PLATO) mission oder dem Atmospheric Remote-sensing Infrared Exoplanet Large-survey (ARIEL) stehen wir nun erstmals kurz vor der Detektion erdähnlicher exoplanetarer Atmosphären und damit vor einem möglichen ersten Einblick in Biosignaturen wie Ozon und Methan, die einen direkten Hinweis auf das Vorhandensein von Leben auf einem Planeten jenseits unserer Erde geben könnten. Es ist jedoch möglich, dass stellares Weltraumwetter in Form von Flares, koronalen Massenauswürfen und stellaren Teilchen einen starken Einfluss auf die Chemie exoplanetarer Atmosphären und damit auf Biosignaturen haben könnte. Um die Frage nach Leben außerhalb unseres Sonnensystems zu klären, ist die Verknüpfung unterschiedlichster Forschungsdisziplinen wie Astro-, Teilchen-, Solarer/Stellarer-, Planeten- und Atmosphärenphysik also unumgänglich. Dieses Seminar hat erstmals einen interdisziplinären Raum geschaffen, in dem international renommierte Wissenschaftler ihr Fachwissen aus den oben genannten Bereichen vorstellen und themenübergreifend diskutieren konnten. Der themenübergreifende Austausch wurde dabei nicht nur von den Experten, sondern auch den anwesenden Postdocs, Doktoranden und Studierenden als äußerst gewinnbringend empfunden. Die im Seminar

entstandenen Kooperationsideen haben bereits erste Formen angenommen und werden das bis dato in den Kinderschuhen steckende interdisziplinäre Forschungsgebiet in naher Zukunft weit voranbringen.

■ 780 | Developments in Advanced Microscopy and Spectroscopy Methods for Medicine

12.–16. Februar | Prof. Dr. Tilman Kottke, U Bielefeld; Prof. Dr. Markus Sauer, U Würzburg; Prof. Dr. Joachim Heberle, FU Berlin
(49 TN, 16 Frauen, 7 aus dem Ausland)

Die Diagnostik in der Medizin wird von einer etablierten Auswahl an biophysikalischen Methoden dominiert. Ziel dieses Seminars war es, moderne Methodenentwicklungen aufzuzeigen und zusammenzubringen, die enormes Potenzial in der Anwendung versprechen oder bereits an der Schwelle zum erfolgreichen Einsatz in den Kliniken stehen. Gewählte Schwerpunkte waren hierbei unter anderem die supraauflösende Mikroskopie, die Nahfeldmikroskopie und die In-Zell-Spektroskopie. Zu den Highlights zählte der Auftaktvortrag, in dem Hermann Einsele (UKW Würzburg) nachwies, dass eine individualisierte Immuntherapie bei Krebs von einer Begleitung durch die Superauflösungsmikroskopie profitiert. Marie Louise Groot (VU Amsterdam) zeigte, wie sich Biopsien von Kindern im Operationssaal mittels Generierung höher harmonischer Strahlung (SHG, THG) innerhalb von Sekunden analysieren lassen. Im Folgenden demonstrierte Jennifer Lippincott-Schwartz (HHMI Janelia Farm) eindrucksvoll eine Reise durch das Innere einer menschlichen Zelle mit einer Auflösung von wenigen Nanometern, erzielt durch Rasterelektronenmikroskopie (FIB-SEM). Unser gegenwärtiges Verständnis von den Abläufen in lebenden Zellen stellte Philipp Selenko (Weizmann-Institut) mit Hilfe der nichtinvasiven Methode der Kernmagnetresonanz (NMR)-Spektroskopie in Frage. Beim Seminar trafen sich internationale Teilnehmende aus Physik, Medizin, Biologie und Chemie, die eine Begeisterung für biophysikalische Methoden teilen. Die Vorträge deckten die ganze Bandbreite ab von spannenden Entwicklungen, die sich

noch in den Grundlagen abspielen, bis hin zu Methoden, die bereits in den Kliniken erprobt werden. Die sehr lebendigen Diskussionen zu allen Beiträgen zeigte die erfolgreiche Fusion der verschiedenen Themenbereiche. Die ausführliche Postersitzung mit anschließender Preisverleihung unterstrich das hohe Niveau der teilnehmenden Promovierenden. Als Ergebnis des Seminars ist eine Vielzahl von Anregungen zu nennen, mit welchen Methoden und auf welche Weise eine engere Zusammenarbeit zwischen Forschenden aus Biophysik und Klinik die moderne Diagnostik weiter voranbringen kann.

■ 781 | Time and Clocks

27. Februar bis 3. März | Prof. Dr. Domenico Giulini, U Hannover; Prof. Dr. Claus Lämmerzahl, Dr. Christian Pfeifer, Dr. Dennis Philipp, ZARM und U Bremen
(71 TN, 17 Frauen, 32 aus dem Ausland)

Das Anliegen dieses Seminars bestand darin, die Begriffe Zeit, Zeitmessung und Uhr in allen ihren in der Physik relevanten Facetten abzubilden und zu diskutieren und dabei auch historische, erkenntnistheoretische und philosophische Aspekte zu berücksichtigen. Zu den Facetten, welche die 24 eingeladenen Sprecherinnen und Sprecher vorstellten, zählten zum Beispiel Konzeption und Bau der momentan stabilsten und genauesten Uhren, die Verwendung von Zeitstandards zum Vermessen der Erde und ihrer Bewegung oder die Frage, wie sich das von Masseströmen (Eigendrehimpuls) erzeugte gravitomagnetische Feld der Erde auf den Vergleich von Uhren auswirkt. Aus der mathematischen Physik wurde diskutiert, wie ein erweiterter Operatorenbegriff erlaubt, auch Zeitobservable quantenmechanisch zu konstruieren, oder wie sich das Newtonsche Zeitkonzept mathematisch-geometrisch charakterisieren und mit dem relativistischen Zeitkonzept vergleichen lässt. Weitere Vorträge widmeten sich dem relativistischen Zeitkonzept und der Frage nach operationalen Realisierungen dafür geeigneter (klassischer) Uhren sowie der Charakterisierung von Untersystemen als „Uhren“ innerhalb komplexer dynamischer Systeme. Damit verbunden ist die Frage, wie unser klassischer Zeitbegriff aus einer

fundamentaleren Theorie der Quantengravitation entstehen könnte. Flankiert wurden die technisch gehaltenen Fachvorträge durch einige Beiträge, die begriffliche, erkenntnistheoretische und auch philosophische Aspekte aufgriffen und vertieften. Dazu zählten die Fragen, wie sich emergente intrinsische Zeitparameter durch Entropie-ähnliche Observable mit interessanten Eigenschaften definieren lassen oder wie die uns so vertraute Erfahrung von Zeitlichkeit eine mathematisch-modellhafte Darstellung erfahren könnte. Abgerundet wurde das Seminar durch einen Abendvortrag zur Konsistenz verschiedener operationaler Zeitmaße. Das Seminar war geprägt von sehr lebhaften, oft lang anhaltenden Diskussionen in durchweg sehr entspannter und freundlicher Atmosphäre. Deutlich war das allseitig große Interesse an der Gesamtheit der hier zusammengeführten Themenbereiche zu spüren, oft auch über die Grenzen der Disziplinen hinweg.

■ 782 | Aerosols, Health and Climate: Gigacity and Future

20.–24. März | Prof. Dr. Markku Kulmala,
U of Helsinki, Finnland; Prof. Dr. Yafang Cheng,
Prof. Dr. Hang Su, MPIC Mainz
(64 TN, davon 18 Frauen, 40 aus dem Ausland)

Atmosphärische Aerosole wirken sich stark auf die menschliche Gesundheit und das Klima aus. Trotz ihrer Bedeutung gibt es große Lücken beim Verständnis von Prozessen zu ihrer Bildung und Wechselwirkung. Ziel dieses Seminars war es, die wichtigsten Wissenslücken zu identifizieren. Diese lassen sich hoffentlich durch einen interdisziplinären Ansatz, der auch die Zusammenarbeit zwischen Experimentatoren und Modellierern umfasst, schließen. Dies ist insbesondere auch im Kontext von Mega- und Gigacities von großer Bedeutung. In dem Seminar befassten sich 20 Vorträge, 28 Poster und eine Podiumsdiskussion mit mehreren Aspekten von Aerosolen. (1) Primäre Emission von Aerosolen: Die Quellenzuordnung in Echtzeit ist ein Beispiel dafür, wie die Kombination aus fortschrittlicher Analytik und Messung dazu beitragen kann, eine präzise Strategie zur Bekämpfung

der Umweltverschmutzung zu entwickeln. (2) Aerosol-Nukleation und Sekundärbildung: Hier gibt es große Fortschritte durch Laborstudien, insbesondere mit der CERN-Nebelkammer, und Feldexperimente in neuen Umgebungen. (3) Auswirkungen auf die Gesundheit: Die zunehmenden Beweise haben politische Entscheidungsträger und die Öffentlichkeit von den gesundheitsschädlichen Auswirkungen von Aerosolen überzeugt. Den Richtwert der WHO zu erreichen, ist jedoch noch immer eine große Herausforderung, insbesondere angesichts der zunehmenden Bedeutung natürlicher Aerosole. (4) Klimawirkung: Studien zur Reaktion der Wolken auf Aerosolemissionen aus den borealen Wäldern und Vulkanausbrüchen haben unser Verständnis des Klimaeffekts von Aerosolen verbessert. (5) Interdisziplinarität und Synergien: Hier wurde gezeigt, dass fortschrittliche Analysemethoden aus anderen Disziplinen, z. B. SFG, neue Erkenntnisse liefern können; und durch die Kombination von Feldexperimenten, Labor und Modellierung wurden die komplexen Probleme in einem systematischen Ansatz angegangen. In einer sehr entspannten und freundlichen Atmosphäre hatten die Teilnehmenden oft sehr intensive und langanhaltende Gespräche, und die Posterflash-Präsentationen zeigten die Kreativität und Energie der nächsten Generation von Wissenschaftlern.

■ 783 | Quantum Control of Light

28.–31. März | Prof. Dr. Sebastian Hofferberth,
U Bonn; Prof. Dr. Klaus Mølmer, Niels-Bohr-Institute,
Dänemark; Prof. Dr. Thomas Pohl, U Aarhus,
Dänemark (94 TN, davon 78 im Physikzentrum,
18 Frauen, 64 aus dem Ausland)

Die Erzeugung und Manipulation von Licht auf dem Niveau einzelner Photonen ist eine zentrale Herausforderung der Quantenoptik, sowohl für Anwendungen in z. B. photonischen Quantentechnologien als auch für die Untersuchung fundamentaler quantenmechanischer Phänomene und Konzepte. Die grundlegende Frage, ob und wie einzelne Photonen mit Hilfe eines optischen Mediums miteinander „wechselwirken“ können, verbindet

Forschende aus diversen Gebieten der Physik. Ziel dieses Seminars war es, diesem breiten Spektrum an aktuellen Arbeiten und Fortschritten in Experiment und Theorie gerecht zu werden, und Wissenschaftler aus verschiedenen Bereichen wie Nanooptik, Festkörper- und Atomphysik zusammenzubringen. Insgesamt 23 Vorträge präsentierten einen weiten Überblick über den aktuellen Stand und neue Ergebnisse. Insbesondere gab das Seminar einen umfangreichen Überblick über die verschiedenen Plattformen, in denen Licht auf dem Quantenlevel kontrolliert wird, und verknüpfte diese diversen experimentellen Ansätze mit theoretischen Modellen. So wurden z. B. neben optischen Systemen basierend auf ultrakalten Atomen und optischen Resonatoren auch Festkörpersysteme wie Einzel-Ionen in Wellenleitern und supraleitende Mikrowellen-Schaltkreise vorgestellt. Auf der Seite der Theorie geht es in diesem Gebiet aktuell insbesondere darum, Ansätze zu entwickeln, die eine möglichst vollständige und weiterhin mikroskopische Beschreibung immer komplexerer Systeme erlauben. Neben den Vorträgen präsentierten insbesondere auch jüngere Teilnehmende in zwei sehr dynamischen Postersitzungen mit über 50 Postern ganz aktuelle Ergebnisse.

■ 786 | The QCD Phase Transition

3.–5. April | Prof. Dr. Peter Braun-Munzinger, GSI Darmstadt; Prof. Dr. Frithjof Karsch, U Bielefeld; Prof. Dr. Krzysztof Redlich, U Wroclaw, Polen (55 TN, 12 Frauen, 27 aus dem Ausland)

Stark wechselwirkende Materie hat zwei Phasenübergänge: den Übergang zwischen flüssiger und gasförmiger Kernmaterie sowie den QCD-Übergang zwischen Materie aus Hadronen einerseits und aus Quarks und Gluonen (Quark-Gluon-Plasma, QGP) andererseits. Während der Expansion des frühen Universums durchlief die Urknallmaterie diesen Phasenübergang bei einer Temperatur von rund 160 MeV und nahezu gleicher Anzahl von Baryonen und Anti-Baryonen etwa 10 μ s nach dem Urknall. Der QCD-Phasenübergang wird seit mehr als 30 Jahren international im Detail untersucht. Der

experimentelle Schwerpunkt liegt auf Experimenten an den Beschleunigern RHIC in den USA und LHC am CERN. Die wichtigsten Resultate sind die Realisierung, dass sich das QGP vor dem Phasenübergang wie eine fast ideale Flüssigkeit verhält, deren Eigenschaften sich sehr gut im Rahmen von relativistischer Hydrodynamik beschreiben lassen. Durch Experimente mit Kollisionen zwischen relativistischen Atomkernen gelang es, die Übergangstemperatur des QGP auf 156,5 MeV zu bestimmen. Der QCD-Phasenübergang ist einzigartig in der Natur, da er nicht nur mit der Wiederherstellung der in Kernmaterie stark gebrochenen chiralen Symmetrie einhergeht, sondern auch mit der Auflösung des nur in der starken Wechselwirkung vorkommenden Farbeinschlusses, des „confinement-deconfinement“-Phasenübergangs. Trotz vieler neuer Erkenntnisse bleibt die Natur des QCD-Phasenübergangs mysteriös: Für die für Hochenergieexperimente vorhergesagte „cross over“-Natur des Phasenübergangs fehlt die experimentelle Bestätigung; ein ebenfalls für Experimente bei niedrigen Energien vorhergesagter kritischer Endpunkt konnte bisher nicht lokalisiert werden. Im Gegensatz zum chiralen Phasenübergang ist der „confinement-deconfinement“-Phasenübergang weitgehend unverstanden. Um Fortschritte im tieferen Verständnis des QCD-Phasenübergangs zu machen, kamen Teilnehmende aus aller Welt zu diesem Seminar zusammen, unter ihnen viele junge Wissenschaftler. In spannenden Vorträgen wurden die neuesten experimentellen und theoretischen Entwicklungen vorgestellt. Eine wichtige Komponente der Vorträge war fokussiert auf die Physik schwerer Quarks im QGP und auf QGP-Transportparameter sowie auf die hoch-aktuellen Resultate zur Struktur und Verschmelzung von Neutronensternen aus den jüngsten Satelliten- und Gravitationswellen-Experimenten.

■ 784 | Microstructure, Magnetic and Electronic Ordering: Interplay and Interactions

16.–19. April | Prof. Dr. Gabi Schierning, U Bielefeld;
Prof. Dr. Andreas Hütten, U Bielefeld; Prof. Dr. Kai Rossnagel,
U zu Kiel (53 TN, 15 Frauen, 15 aus dem Ausland)

Elektronische Ladungsdichtwellen (charge density waves, CDWs) können bei strukturellen Phasenübergängen auftreten oder diese Phasenübergänge verursachen. Gut untersucht sind CDW-Phasen beispielsweise in quasi-zweidimensionalen (quasi-2D) Übergangsmetall-Dichalkogeniden. Es gibt zahlreiche Hinweise auf verwandte Physik in martensitischen Phasenübergängen, die für Anwendungen wie Formgedächtnislegierungen genutzt werden. Allerdings werden diese Materialklassen in sehr unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen untersucht, sodass sich aus der Zusammenführung dieser Disziplinen spannende Möglichkeiten ergeben, insbesondere hinsichtlich der verwendeten Konzepte und Methoden. Dieses Seminar war ein erster Schritt in diese Richtung. Etwa 60 Teilnehmende aus ganz unterschiedlichen Forschungsrichtungen diskutierten intensiv über die Ursprünge diffusionsloser struktureller Phasenübergänge. Sie kamen aus der experimentellen und theoretischen Festkörperphysik, die sich mit Ladungsdichtewellenphysik und korrelierten Elektronensystemen insbesondere in 2D-Systemen beschäftigt, sowie aus den Ingenieurwissenschaften, in denen Materialien und Legierungen entwickelt werden, die den Formgedächtniseffekt oder auch multikalorische Effekte zeigen. Für die Zukunft tun sich hier spannende Experimente und Zusammenarbeiten auf: Während in den Materialwissenschaften Fragen der Mikrostruktur, aber auch tiefere kristallographische Grundlagen, sehr intensiv untersucht werden, liegt der Fokus in der Physik – an ganz ähnlichen Materialsystemen – auf der Untersuchung der elektronischen Struktur, Phononendispersion und Elektron-Phonon-Kopplung. Höhepunkte des insgesamt hochkarätig besetzten Seminars waren die Beiträge von Anna Böhmer über elektronisch getriebene strukturelle Phasenübergänge in eisenbasierten Supraleitern, Claus Ropers über ultraschnelle Elektronenmikroskopie und

-beugung sowie Dennis Meier über die Eigenschaften ferroelektrischer Domänenwände. Bereits während der beiden Postersitzungen war zu erleben, wie die Teilnehmenden begannen, über einen möglichen Probenaustausch zu diskutieren. So hat dieses Seminar begonnen, wissenschaftliche Disziplinen zu vernetzen, die an sehr ähnlichen Fragestellungen forschen, sich aber normalerweise nicht auf Konferenzen treffen.

■ 785 | Non-Thermal Plasmas for Sustainable Chemistry

23.–27. April | Prof. Yiguang Ju, Princeton U, USA;
Prof. Annemie Bogaerts, U Antwerpen, Belgien; Prof.
Achim von Keudell, U Bochum; Prof. Tomohiro Nozaki,
Tokyo Institute of Technology, Japan
(79 TN, 23 Frauen, 56 aus dem Ausland)

Der Einsatz von Elektrizität aus erneuerbaren Ressourcen zur Stoffwandlung in der chemischen Industrie ist eine der großen technischen Herausforderungen unserer Zeit. Viele chemische Prozesse basieren bisher auf fossilen Energieträgern als Quellen für thermische Energie zur Überwindung von Reaktionsbarrieren. Diese Prozesse gilt es jedoch im Rahmen der Energiewende zu elektrifizieren. Plasmen spielen hierbei eine herausragende Rolle, da sie primär elektrisch erzeugt werden und damit sehr gezielt chemische Nichtgleichgewichtsreaktionen antreiben können. Die Kontrolle, Auslegung und das Verständnis dieser Plasmaprozesse ist allerdings sehr anspruchsvoll und deshalb zurzeit zentrales Forschungsgebiet in vielen Gruppen weltweit. Hierbei gilt es insbesondere, Lösungen für sehr unterschiedliche chemische Prozesse auf großen und kleinen Skalen zu finden, die energieeffizient und nachhaltig sind. Dieses Seminar brachte weltweit führende Expertinnen und Experten sowie junge Forschende zusammen, um einerseits die aktuellen Fortschritte, Herausforderungen und Möglichkeiten in der nicht-thermischen Plasmaphysik und -chemie zu diskutieren und andererseits zukünftige Forschungsrichtungen und mögliche Kooperationen in der nachhaltigen Plasmachemie zu erörtern. Das Ziel dieser Forschungsaktivitäten besteht darin, die Kohlenstoffemissionen auf „netto null“ zu

reduzieren und die Energieumwandlungseffizienz zu erhöhen. Zum Auftakt des Seminars sprach Dirk-Uwe Sauer über „Bedarf und Technologien von Energiespeichertechnologien für eine klimaneutrale Welt“. Danach folgten 17 Übersichtsvorträge über den Stand der Forschung in der Nichtgleichgewichtsplasmaphysik für zahlreiche Anwendungsfelder. Wesentliche Themen waren die plasmagestützte CO₂-Hydrierung zu Methan, Methanol, sauerstoffhaltigen Chemikalien oder Synthesegas. Methoden zur Ammoniaksynthese bzw. zur Stickstofffixierung sowie das Design der chemischen Reaktoren und der eingesetzten Katalysatoren wurden diskutiert. Schließlich gab es noch Beiträge, die die Anwendung von biologischen Prozessen zur chemischen Stoffwandlung behandelten. Bei vier Podiumsdiskussionen wurde sehr offen und äußerst rege über die Herausforderungen und die Möglichkeiten und Grenzen der Plasmamethoden diskutiert. Insbesondere der sehr interdisziplinäre Blickwinkel von unterschiedlichen Disziplinen wie der Verfahrenstechnik, der Oberflächenphysik oder der Plasmaphysik war sehr hilfreich, die zukünftigen Forschungsrichtungen besser zu definieren.

■ 750 | Defects in Two-dimensional Materials

8.–12. Mai | Dr. Arkady V. Krasheninnikov, Dr. Stefan Facsko, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Dresden; Prof. Dr. Thomas Michely, U Köln; Prof. Dr. Marika Schleberger, U Duisburg-Essen, Duisburg (72 TN, 16 Frauen, 39 aus dem Ausland)

„Gott erschuf die Festkörper, aber der Teufel die Oberflächen“ – mit diesem Spruch wollte Wolfgang Pauli die Komplexität des Problems kennzeichnen, das entsteht, wenn die perfekte Periodizität eines Kristalls unterbrochen wird. Dies ist immer dann der Fall, wenn man die Oberfläche einbezieht oder ein Defekt vorhanden ist. Was passiert jedoch, wenn ein Material quasi nur aus Oberfläche besteht, z. B. in einem zweidimensionalen (2D) System, und zusätzlich Defekte aufweist? Genau diesem Thema widmete sich dieses Seminar, das pandemiebedingt nach einer zweijährigen Verschiebung stattfand. Wegen ihrer außergewöhnlichen Eigenschaften sind

2D-Materialien, wie Graphen, hexagonales Bornitrid oder Übergangsmetall-Dichalkogenide, in den Mittelpunkt der Grundlagen- bzw. der angewandten Forschung gerückt. Die Reichhaltigkeit des Forschungsgebietes zeigt sich in wiederholten Durchbrüchen in den letzten 15 Jahren, etwa der Entdeckung magnetischer 2D-Materialien oder von Supraleitung in verdrehtem Bilagen-Graphen. Da die meisten 2D-Materialien synthetisch hergestellt werden, kann ihre Defektkonzentration viel höher sein als im thermodynamischen Gleichgewicht zu erwarten wäre. Gleichzeitig werden ihre elektrischen, optischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften maßgeblich durch die Defektkonzentration bestimmt. Im Rahmen dieses Seminars haben daher führende Wissenschaftler Defekte in 2D-Materialien behandelt und diskutiert. Dabei war die Interaktion verschiedener Communities besonders fruchtbar. Experten der Materialwissenschaften und insbesondere der Synthese sowie solche der Rastertunnel- und Transmissionselektronenmikroskopie konnten sich rege mit Expertinnen der theoretischen Physik und der computergestützten Materialwissenschaften austauschen. Dabei gelang es insgesamt, die wichtigsten Herausforderungen dieses noch relativ neuen Gebietes zu identifizieren und zu diskutieren. Themen waren unter anderem die Erzeugung von Defekten durch energiereiche Elektronen, strukturelle Eigenschaften von Defekten, die magnetische Funktionalisierung von 2D-Materialien durch Einbau von magnetischen Atomen, die Eigenschaften von tiefen Störstellen in halbleitenden 2D-Materialien, Defekte als Einzelphotonenemitter oder auch die Kopplung von Defektzuständen an die Unterlage des 2D-Materials.

■ 787 | Accelerated Discovery of New Materials

15.–18. Mai | Prof. Dr. Christof Wöll, KIT Karlsruhe; Prof. Dr. Martin Aeschlimann, U Kaiserslautern; Prof. Dr. Roser Valentí, U Frankfurt (73 TN, 18 Frauen, 16 aus dem Ausland)

Die Entwicklung neuer Werkstoffe ist für alle Industriezweige von entscheidender Bedeutung, da sie praktisch alle technologischen Anwendungen berührt, darunter

erneuerbare Energieerzeugung, effiziente Ressourcennutzung und Komponenten für die Informationstechnologie. Eine der größten Herausforderungen dabei ist die immense Anzahl möglicher Materialklassen, die weit über das hinausgeht, was sich jemals synthetisieren und charakterisieren lässt. Digitalisierungsstrategien für die Materialforschung, die fortschrittliche Computermethoden mit modernsten experimentellen Techniken verbinden, bieten einen schnelleren und effizienteren Weg und werden die Materialforschung in den kommenden Jahren radikal verändern. Dieses Seminar brachte Forschende aller Karrierestufen und mit unterschiedlichem Hintergrund aus 40 Instituten in 12 Ländern zusammen. Die Themen der Vorträge und Poster umfassten verschiedene aktuelle Anwendungen des maschinellen Lernens und anderer datengesteuerter Techniken in der Materialwissenschaft sowie die Veränderungen, die dieser neue Ansatz für das Fachgebiet mit sich bringt, z. B. eine verstärkte Konzentration auf die Datenerfassung und -verarbeitung. Das Seminar begann mit einem Vortrag von Claudia Draxl über das Potenzial – und die bereits bestehenden Erfolge – von FAIR-Daten für die Materialforschung (FAIR = Findable, Accessible, Interoperable, Reusable). Ein weiterer Höhepunkt war der Vortrag von Berend Smit über Big Data in der Chemie und im Chemieingenieurwesen. Im Folgenden lag ein Schwerpunkt auf den beiden Materialklassen Hochentropie-Legierungen sowie „metal organic frameworks“. Die zwölf eingeladenen Vorträge und weitere Beiträge deckten ein breites Themenspektrum ab und unterstrichen die Bedeutung der Automatisierung, Hochdurchsatz-Screening, Modellierung und der Digitalisierung in verschiedenen Bereichen der Materialwissenschaft, einschließlich Katalyse, erneuerbare Energien und elektronische Anwendungen. Für die meisten etwas unerwartet war die Rolle, die große Sprachmodelle (LLMs) wie ChatGPT bereits in der Materialwissenschaft spielen. Viele Teilnehmende haben bei diesem Seminar erstmals anhand mehrerer Beiträge gesehen, wie sich LLM-Modelle zur Entdeckung, Synthese und Optimierung neuer Materialien einsetzen lassen. Sicherlich wird dieses Seminar als Meilenstein für die Entwicklung und den Einsatz von digitalen Verfahren in der Materialforschung in Erinnerung bleiben.

■ 788 | Beyond Imperfections: New Structure-Property Relationships in Ceramics and Glasses

22.–24. Mai | Ass. Prof. Jens R. Stellhorn, U Nagoya, Japan; Prof. Kyle Webber, U Erlangen-Nürnberg; Prof. Hiroki Taniguchi, U Nagoya, Japan (57 TN, 10 Frauen, 45 aus dem Ausland)

Lokale Unvollkommenheiten in Materialien wie Defekte, Verunreinigungen, Versetzungen, Domänenwände und Unordnung sind sowohl entscheidend für Anwendungen als auch von reinem wissenschaftlichen Interesse, da sie oft erst wichtige und spannende Eigenschaften ermöglichen oder feinabstimmen, die in homogenen Medien nicht auftreten. In jüngster Zeit wurden in Materialien mit mikroskopischer Heterogenität mehrere exotische Phänomene entdeckt, was darauf hindeutet, dass die lokalen Unvollkommenheiten gemeinsam mit den Hostmatrizen einzigartige Funktionalitäten ermöglichen. Die verborgenen Mechanismen dahinter aufzuklären ist essenziell dafür, neuartige Funktionsmaterialien zu entwickeln. Das Ziel dieses Seminars war es daher, grundlegende Aspekte in Bezug auf Strukturen und Funktionalitäten erweiterter Unvollkommenheiten in Kristallen und Gläsern – die seit Kurzem auch „hypergeordnete Strukturen“ (hyper-ordered structures) genannt werden – zu vertiefen und neue Forschungsrichtungen zu erkunden. Darüber hinaus bot das Seminar eine Plattform für internationale und interdisziplinäre Kommunikation, um die Zusammenarbeit zwischen jungen und erfahrenen Forschern zu fördern. Die renommierten Referenten präsentierten einen umfassenden Blick auf das Zusammenspiel zwischen der Struktur von Materialien auf verschiedenen Ebenen und ihren makroskopischen Eigenschaften und darauf, wie dieses Wissen bei der Entwicklung von Funktionalitäten für neuartige Materialien hilft. Die behandelten 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. Noheda zum Auftakt, 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.

■ 789 | Sustainable Aviation Fuels – Design, Production and Climate Impact

24.–27. Mai | Dr. Christoph Arndt, Dr. Markus Köhler,
DLR Stuttgart; Prof. Dr. Roland Dittmeyer, Prof. Dr. Moritz
Wolf, KIT Karlsruhe (63 TN, 15 Frauen, 10 aus dem Ausland)

Nachhaltige Mobilität ist ein zentrales Element, um den menschengemachten Klimawandel zu reduzieren. So verursacht der Luftverkehr etwa drei Prozent der anthropogenen CO₂-Emissionen und weist zudem eine erhebliche Klimawirkung durch sog. nicht-CO₂-Effekte auf, z.B. die Wolkenbildung aus Kondensstreifen. Für eine Minimierung der Klimawirkung der Luftfahrt sind nachhaltige Energieträger von herausragender Bedeutung. Nachhaltige synthetische Kerosine, sog. Sustainable Aviation Fuels (SAF), gelten aufgrund ihrer hohen Energiedichte und guten Speicherbarkeit zumindest für die Mittel- und Langstrecke auf absehbare Zeit als alternativlos. Sie lassen sich nicht nur annähernd CO₂-neutral herstellen, sondern tragen auch zur Minimierung der nicht-CO₂-Effekte bei. Dieses Seminar behandelte alle Aspekte von SAFs – von der Herstellung über die Optimierung der Zusammensetzung bis hin zur Minimierung der Klimawirkung. Das Programm umfasste Plenarvorträge, Fach- und Kurzvorträge, eine Round Table-Diskussion sowie Postersitzungen. In den Plenarvorträgen wurden die notwendigen Entwicklungen sowohl aus Sicht eines Technologie-Anbieters für Power-to-Liquid-Treibstoffe (PtL) als auch aus Sicht eines Flugzeugherstellers beleuchtet. In den weiteren Beiträgen standen die Entwicklung von effizienten Katalysatoren, die Etablierung eines Standards für 100 Prozent SAF und die Bewertung von Kosten und Nachhaltigkeit im Fokus. Weiterhin wurden neuartige Herstellungsverfahren für PtL-Kraftstoffe und die Qualifizierung und Optimierung der chemischen und physikalischen Eigenschaften diskutiert sowie die Auswirkung auf Umwelt und Klima

vorgelegt. In einer thematisch breit angelegten Diskussionsrunde erläuterten die unterschiedlichsten Akteure – von der Forschung über Start-Ups bis hin zu Technologie-Konzernen – ihre Blickwinkel auf die notwendigen Entwicklungen.

■ 790 | Sensing with Quantum Light

5.–7. Juni | Priv.-Doz. Dr. Frank Kühnemann,
Fraunhofer IPM Freiburg; Dr. Sven Ramelow, HU Berlin
(81 TN, 18 Frauen, 41 aus dem Ausland)

In den letzten zwei Jahrzehnten hat die Fähigkeit, Quantenzustände auf individueller Ebene herzustellen und zu manipulieren, zu einer Vielzahl von wissenschaftlichen Aktivitäten geführt. Der Bereich der Quantensensorik gilt dabei vielen als derjenige, 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, mit Hilfe von optischen Quantenzuständen die Grenzen der klassischen Bildgebung zu überwinden. Dieses Seminar hatte sich zum Ziel gesetzt, der Community der Forschenden auf dem Gebiet der Messtechnik mit photonischen Quantenzuständen (Sensing with Quantum Light, SQL) ein dediziertes Forum zu geben. Als erstes SQL-Treffen nach der Pandemie fand es wieder als reine Präsenz-Veranstaltung statt. Das Programm aus 22 eingeladenen Vorträgen und 55 Postern (in zwei Nachmittagsitzungen) bildete die Grundlage für den intensiven Austausch zwischen etablierten und Nachwuchswissenschaftlern. Aus thematischer Sicht 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 nahmen auch theoretische und experimentelle Arbeiten zur Sensorik mit gequetschtem Licht sowie zur Zwei-Photonen-Absorption mit Quantenlicht ein – letzteres ein kontrovers diskutiertes und wissenschaftlich äußerst interessantes Thema. 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 wurden vorgestellt. Die Liste der Teilnehmenden bildete dabei einen mehr als repräsentativen Querschnitt der weltweiten Forschungs-Community in den betreffenden Themengebieten.

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

18.–22. Juni | hybrid | Prof. Dr. Horst Schmidt-Böcking, U Frankfurt/M; Dr.-Ing. Dipl. Phys. Karl-Friedrich Ziegahn, KIT Karlsruhe; Prof. Dr. Kurt Wagemann, DECHEMA e.V., Frankfurt/M (89 TN, davon 78 im Physikzentrum, 16 Frauen, 14 aus dem Ausland)

Der Schwerpunkt dieses Seminars lag auf dem Gebiet der Energiespeicherung. Daher behandelten die meisten der 30 kompetenten Experten 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 der Erzeugung von regenerativer Energie durch Photovoltaik und Windkraftsysteme folgten ausführliche Berichte zur gegenwärtigen Forschung zu und industriellen Fertigung von chemischen Speichern (z. B. Li-Ionenbatterie). Daran schlossen sich Vorträge über die Technologien zur Erzeugung von „Grünem Wasserstoff“ (GRÜWA) durch verschiedene Elektrolyseverfahren an. Diese Vorträge machten deutlich, welche Bedeutung dabei seltene Metalle haben und wie wichtig neuartige Katalyseverfahren für eine dauerhafte ausreichende Erzeugung von GRÜWA sind. Industrieforscher stellten dazu interessante Entwicklungen vor. Ein dritter Vortragsblock war Pumpspeicherkraftwerken (PSKW) gewidmet. Die Technologie, seit über 100 Jahren entwickelt, könnte in großem Umfang sofort eingesetzt werden. Traditionelle PSKW benötigen zwei sehr große Wasserbecken in unterschiedlicher Höhe. Die topographischen

Voraussetzungen für neue sehr große Anlagen sind in Mitteleuropa aber kaum vorhanden. Als Alternative zu diesen „Zwei Becken-Anlagen“ 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 des Sees oder Meeres nutzen. Das zweite Wasserbecken ist somit im existierenden 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 wurde klar, 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 schon 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 und auch Biomasse etc. – am jeweils richtigen Ort eingesetzt werden. Um die Mobilität auf regenerative Energiequellen umzustellen oder das eigene Haus mit eigenem Solarstrom zu versorgen, wird es ohne chemische Batterien nicht gehen; die Chemie- und die Stahlindustrie werden ohne preiswerten GRÜWA nicht konkurrenzfähig sein; nur sehr große Kurzzeitspeicher (wie PSKW) werden Stromsicherheit zu günstigen 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 Teilnehmer aus Hochschule und Industrie zeigten sich überzeugt davon, dass die dazu notwendige Technologie bereitgestellt werden kann.



Mehrfach war das Physikzentrum wie hier beim 792. WEH-Seminar wieder bis auf den letzten Platz belegt.

■ 792 | Applications of Ultracold Rydberg Gases

23.–28. Juli | Dr. Johannes Zeiher, MPI für Quantenoptik, Garching; Dr. Florian Meinert, U Stuttgart (82 TN, 17 Frauen, 52 aus dem Ausland)

Ultrakalte Rydberg-Gase erleben aktuell einen regelrechten Boom, mit einer Reihe an spektakulären wissenschaftlichen Ergebnissen, die in den letzten Jahren erzielt wurden. Anwendungen dieser Systeme reichen von der Untersuchung grundlegender chemischer Bindungen über die Durchführung von Quantensimulationen stark korrelierter Materie bis hin zu Anwendungen in der Quantenoptik und im Quantencomputing. Insbesondere der technische und wissenschaftliche Fortschritt beim Thema Quantencomputing hat in letzter Zeit auch

den Fokus von Startups auf Rydberg-Gase gerichtet. Ziel dieses Seminars war es, die Vielfalt des Forschungsfeldes der Rydberg-Gase darzustellen. Um diese schon im Programm abzubilden, hatten die ersten drei Tage die Schwerpunkte Quantenoptik, Quantensimulation sowie Quantencomputing. Anschließend folgten zwei Tage mit neuen Forschungsansätzen in diesen Plattformen sowie der Untersuchung quantenchemischer Systeme wie ultrakalter Moleküle. Zu jedem Thema gab es eine Reihe von Vorträgen, die allesamt von extrem hohem Niveau waren und oft spannende neue Forschungsergebnisse sowie Visionen für die nächste Generation an möglichen Experimenten im Feld enthielten. Lebhaftige Diskussionen der Vorträge waren dadurch quasi „Selbstläufer“. Während des Seminars gab es eine Reihe von Highlights, deren Nennung den Rahmen dieses Textes sprengen würde. Zur tollen Atmosphäre trugen die vielen offenen

wissenschaftlichen Diskussionen zwischen allen Teilnehmern bei, inklusive Vertretern junger Startups, die ihre neuesten Entwicklungen und Forschungsergebnisse zur wissenschaftlichen Diskussion stellten.

■ 793 | Nonequilibrium Physics – Current Trends and Future Perspectives

28. August bis 1. September | Prof. Dr. Martin Holthaus, U Oldenburg; Prof. Dr. Peter Reimann, U Bielefeld
(65 TN, 7 Frauen, 23 aus dem Ausland)

Im Zentrum dieses Seminars stand die Frage, wie sich die charakteristischen dynamischen und statistischen Eigenschaften sowohl makroskopisch großer als auch relativ „kleiner“ Systeme direkt aus den wohlbekannten Grundgesetzen der Physik herleiten und verstehen lassen. Innerhalb dieses weitläufigen und bereits über 100 Jahre alten Forschungsgebietes standen insbesondere drei in letzter Zeit intensiv untersuchte Teilaspekte im Fokus. Der erste betrifft das immer noch ungelöste fundamentale Problem, ob und wie sich isolierte Vielteilchensysteme nach hinreichend langer Zeit dem thermischen Gleichgewicht annähern. Das zweite kreist um die Frage, wie sich zufällige statistische Schwankungen in kleinen (Sub-)Systemen adäquat beschreiben und eventuell sogar gezielt nutzen lassen. Der dritte befasst sich mit neuen Vorschlägen, Systeme durch zeitperiodischen Antrieb gezielt in ungewöhnliche stationäre Nichtgleichgewichtszustände zu bringen bzw. solche Zustände mit spezifischen, oft topologisch motivierten Eigenschaften zu „konstruieren“. Das Seminar ist hervorgegangen aus Aktivitäten der DFG-Forschungsgruppe 2692 „Fundamental Aspects of Statistical Mechanics and the Emergence of Thermodynamics in Non-Equilibrium Systems“ und diente dazu, führende Experten mit komplementärem Wissen aus verschiedenen Disziplinen wie statistischer Physik, Festkörperphysik, mathematischer Stochastik, numerischer Berechnung und Quanten-Informationstheorie zusammenzubringen. Die Teilnehmer diskutierten über zentrale theoretische und experimentelle Konzepte wie die „Eigenstate Thermalization Hypothesis“, „Typicality“

und „Concentration of Measure“, relevante Zeitskalen für die Relaxation ins Gleichgewicht, Resonanzphänomene in periodisch getriebenen Systemen, Dekohärenz-, Dissipations- und Fluktuationseffekte in offenen Systemen sowie neue Möglichkeiten, die durch Experimente mit ultrakalten atomaren Gasen eröffnet werden. Aufgrund der vielen bemerkenswerten, in jüngerer Zeit erzielten Einsichten ist zu erwarten, dass von der Erforschung von Nichtgleichgewichts-Phänomenen weiterhin nachhaltige Impulse ausgehen werden.

■ 795 | Simulation of Quantum Field Theories

4.–8. September | Oberwölz, Österreich | Prof. Dr. Reinhard Alkofer, Dr. Simon Plätzer, Priv.-Doz. Dr. Dénes Sexty, U Graz, Österreich
(70 TN, 10 Frauen, 41 aus dem Ausland)

Der Schwerpunkt dieses Seminars lag darauf, einen multi-disziplinären Austausch zwischen verschiedenen Forschungsdisziplinen herzustellen, die sich mit Quantenfeldtheorie beschäftigen und Simulation als zentrale Methode verwenden. Dies ist zumeist dann notwendig, wenn stark wechselwirkende oder sehr komplexe Phänomene mit Quantenfeldtheorien beschrieben werden müssen, und fand traditionell Anwendung in der Gitterfeldtheorie oder in Ereignisgeneratoren. Neue Entwicklungen wie Quantencomputing oder die Simulation von Quantenfeldtheorien in experimentell realisierten quantenmechanischen Systemen sowie die Lösung von Gitterfeldtheorien mit Tensornetzwerken bergen für das gesamte Feld vielversprechende Ansätze. Das Seminar zeigte insbesondere, dass sich diese Ansätze weit über ihre ursprünglichen Ziele hinaus und in breitem Umfang anwenden lassen – von Gitterfeldtheorien, Echtzeit- und Nichtgleichgewichts-Phänomenen bis hin zu Streuamplituden und Ereignisgeneratoren für Hochenergie-Kollisionen. Ein Augenmerk der Vorträge war es daher auch, eine verständliche Einführung zu geben, sodass ein reger Austausch über die Disziplinen hinweg entstand. Die Vorträge stellten aktuelle Projekte und Ergebnisse vor und brachten Doktorierende und junge Postdocs in

Kontakt mit etablierten Forschenden. Mehrere Pioniere ihrer jeweiligen Forschung waren ebenso vertreten wie jüngere Forschende, die emergente Methoden wie Quantencomputing, komplexe Langevin-Simulation und Tensornetzwerke nun einer breiteren Anwendung öffnen. Dabei wurden sowohl die Portierung von existierenden Algorithmen als auch die Anwendung auf neue, bisher schwer zugängliche Probleme mit diesen neuen Methoden präsentiert. Harald Fritzsche (1943–2022), einem der Begründer der Quantenchromodynamik als Theorie der starken Wechselwirkung sowie Initiator und Ko-Organisator der acht vorhergegangenen Symposien in Oberwölz, waren vier weitere Vorträge im Gedenken und in Erinnerung an seine Errungenschaften gewidmet.

■ 794 | Exploiting Levitated Particles in the Quantum Regime

4.–8. September | Dr. Uroš Delić, U Wien, Österreich; Dr. Nadine Meyer, ETH Zurich, Schweiz; Prof. Dr. Benjamin Stickler, U Ulm (83 TN, 11 Frauen, 65 aus dem Ausland)

Wer sich die Bewegung eines nanometer-großen Glasteilchens vorstellt, denkt vermutlich zunächst an die Gesetze der klassischen Mechanik. Bemerkenswerterweise können derartige Objekte, die aus Millionen Atomen aufgebaut sind, heutzutage routinemäßig in ihrer Bewegung bis ins Quanten-Regime gekühlt werden. Dazu wird das Teilchen in optischen, elektrischen oder magnetischen Fallen im Ultrahochvakuum in der Schwebe gehalten, wo sich seine Bewegung mit Laserlicht auslesen und mit elektrischen und magnetischen Feldern präzise kontrollieren lässt. Die dafür notwendigen Methoden wurden über die letzten Jahre von Forschenden im jungen und dynamischen Feld der Levitierten Optomechanik perfektioniert. Führende Vertreter dieses Feldes haben sich zu diesem Seminar getroffen, um neueste Ergebnisse zu besprechen und um sich über zukünftige Forschungsfragen auszutauschen. Der Schwerpunkt lag dabei auf zwei komplementären Aspekten: erstens, neuartige Methoden zur Kontrolle nano-mechanischer

Bewegung am Quantenlimit vorzustellen und, zweitens, zukünftige Anwendungen quanten-gekühlter Glasteilchen zu diskutieren. Es zeigte sich schnell, dass die über die letzten Jahre entwickelten Methoden die Manipulation immer komplizierterer mechanischer Systeme ermöglichen. Zu den eindrucksvollsten Demonstrationen der derzeitigen Möglichkeiten zählen das gleichzeitige Kühlen der Schwerpunkts- und Drehbewegung kleiner Glas-Ellipsoide, die gezielte optisch-induzierte Wechselwirkung ko-levitierter Kügelchen und die Beobachtung der Kopplung zwischen der Drehung eines Nanodiamanten und eingebetteten Stickstoff-Fehlstellen-Zentren aufgrund des Barnett-Effektes. In der Frage nach den zukünftigen Anwendungen der schwebenden Glasteilchen waren sich die Forschenden einig: Das präzise Auslesen der Schwerpunkts- und Drehbewegung erlaubt es, kleinste Kräfte und Drehmomente zu vermessen. Diese Genauigkeit eröffnet sowohl die technologische Anwendung als auch die Überprüfung fundamentaler Kraftgesetze, wie dem Newtonschen Gravitationsgesetz bei kleinen Abständen. Darüber hinaus wurden vielfältige Möglichkeiten besprochen, um Quanteninterferenz einzelner Kügelchen zu beobachten. Derartige Doppelspalt-Experimente würden die Gültigkeit der Quantenmechanik in einem unerreichten Massen-Regime überprüfen und könnten in ferner Zukunft erlauben, etwas über die Quantennatur der Gravitation zu lernen.

■ 755 | Solvation Chemistry and Reactive Molecules

17.–23. September | Prof. Dr. Wolfram Sander, Prof. Dr. Martina Havenith-Newen, U Bochum; Prof. Dr. Elsa Sanchez Garcia, TU Dortmund (68 TN, 13 Frauen, 31 aus dem Ausland)

Die meisten chemischen Reaktionen, wichtige industrielle Prozesse und nahezu alle biologischen Vorgänge finden in flüssiger Phase statt. Lösungsmittel „solvatisieren“ Moleküle, d. h. sie bringen diese in Lösung, von den Reagenzien in chemischen Synthesen bis zum Protein in der lebenden Zelle. Die Erforschung, Beschreibung und

systematische Beeinflussung der Struktur, Dynamik und Kinetik komplexer Solvatationsphänomene auf molekularer Ebene erfordert neue experimentelle und theoretische Methoden und einen multidisziplinären Ansatz. Das Ziel dieses Seminars war es, die komplexen Phänomene chemischer Reaktionen in Lösungsmitteln zu diskutieren. Dazu kamen die internationalen Teilnehmenden einerseits aus den Bereichen Physik, Physikalische Chemie, Reaktionsmechanistik, Spektroskopie und Synthesechemie und andererseits aus zwei ganz unterschiedlichen Communities. So wurde das Seminar als „International Symposium of Reactive Intermediates and Unusual Molecules (ISRIUM) 2023“ abgehalten, einer Tagungsreihe, die sich seit 45 Jahren mit komplexen Reaktionsmechanismen und der Synthese ungewöhnlicher Moleküle befasst. Gleichzeitig war das Seminar auch ein Workshop des Exzellenzclusters RESOLV (Ruhr Explores Solvation). Die hochkarätigen Vorträge zeigten die ganze Bandbreite der „Solvation Science“. So wurden grundsätzliche bindungstheoretische Fragen diskutiert, beispielsweise ob eine Einfachbindung eine reine π -Bindung sein kann oder ob sich angeregte Zustände mit dem Konzept der Aromatizität und Antiaromatizität beschreiben lassen. Als spannende neue Technik wurde die zeitaufgelöste Elektronenbeugung mit MeV-Elektronen vorgestellt, die völlig neue Einblicke in ultraschnelle chemische Reaktionen erlaubt. Damit lassen sich beispielsweise wie mit einem Stroboskop Übergangszustände in Reaktionen solvatisierter Moleküle „sichtbar“ machen. Dem aktuellen Arbeitsgebiet der Astrochemie waren ebenfalls mehrere Vorträge gewidmet. Neue Teleskope wie das James Webb-Weltraumteleskop liefern hochaufgelöste Infrarotspektren von interstellaren Eisparkeln, die eine Vielzahl von organischen Molekülen eingebettet haben. Laborexperimente können diese Spektren reproduzieren und die Mechanismen aufklären, die zur Bildung von Molekülen in Eis führen. Die offene Atmosphäre und das hochkarätige Programm haben zu neuen Ideen und Kooperationen über Fächergrenzen hinweg geführt.

■ 799 | Laboratory Astrophysics in the Age of ALMA and JWST

18.–21. September | MPI für Kernphysik, Heidelberg | Priv.-Doz. Dr. Holger Kreckel, MPI für Kernphysik, Heidelberg; Prof. Dr. Paola Caselli, MPI für Extraterrestrische Physik, Garching; Prof. Dr. Melanie Schnell, U Kiel (71 TN, 23 Frauen, 26 aus dem Ausland)

Im Bereich der molekularen Astrophysik stehen spannende Zeiten bevor. Moderne Instrumente wie das Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array (ALMA) und das James-Webb-Weltraumteleskop (JWST) eröffnen völlig neue Möglichkeiten, die molekulare Zusammensetzung des Universums zu erforschen. Die Zahl der identifizierten Molekülverbindungen im Weltraum liegt mittlerweile bei über 300 und umfasst seit kurzem auch größere Spezies wie chirale Moleküle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. Die zunehmende Komplexität der Chemie im Weltraum steht im Zusammenhang mit Fragen nach dem Beginn des Lebens auf der Erde und dem Ursprung des Wassers in unseren Ozeanen. Neben dem Fortschritt in der beobachtenden Astronomie ist das Zusammenspiel mit der Astrophysik im Labor für das theoretische Verständnis interstellarer Umgebungen von größter Bedeutung. Die aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der Laborastrophysik waren das Thema dieses Seminars. 70 Teilnehmende aus Deutschland und Europa, unter ihnen viele junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, kamen im Otto-Hahn-Hörsaal des MPIK zusammen, um ein breites Spektrum an Entwicklungen und Anforderungen für zukünftige Studien zu diskutieren. Neben der Laborspektroskopie von chemischen Radikalen und molekularen Ionen, welche der Identifikation interstellarer Moleküle dienen, wurden auch Experimente zu den Eigenschaften von interstellaren Staubpartikeln präsentiert. Weiterhin thematisierten mehrere Vorträge und Poster-Präsentationen modernste Techniken zur Messung von Reaktionsraten unter Weltraumbedingungen und deren theoretische Beschreibung. Eine Laborführung am MPIK, mit Besichtigung des kryogenen Speicherrings (Cryogenic Storage Ring, CSR), rundete das Programm des Seminars ab.

■ 796 | Photoinduced, Charge-Driven, and Molecular Processes under Confinement

24.–28. September | Dr. Sandra Metych,
Prof. Dr. Karina Morgenstern, U Bochum;
Dr. David Van Craen, TU Dortmund
(62 TN, 23 Frauen, 19 aus dem Ausland)

Die physikalisch-chemischen Eigenschaften von geometrisch eingeschlossenen Molekülen in Nanokavitäten und an Grenzflächen unterscheiden sich signifikant von frei beweglichen Molekülen innerhalb des Fluids und lassen sich aufgrund des komplexen Zusammenspiels der Natur der eingeschlossenen Moleküle und des umgrenzenden Materials nur schwer prognostizieren. Damit sich umgrenzungsgesteuerte Prozesse fundamental verstehen und gezielt in verschiedenen Anwendungen nutzen lassen, bedarf es einer fächerübergreifenden Erörterung von Umgrenzungsphänomenen. Vor diesem Hintergrund diskutierten die Teilnehmenden dieses Seminars umgrenzungsgesteuerte Effekte durch (metall)organische Käfige, Kapseln, Oberflächen und Nanoporen auf photoinduzierte, ladungsgetriebene und weitere molekulare Prozesse. In ihren Vorträgen haben mehrere Forschende deutlich gemacht, dass Umgrenzungseffekte in vielen Gebieten als wesentlich erkannt wurden. So werden diese Effekte vielfach genutzt, jedoch in den jeweiligen Fachgebieten unterschiedlich beschrieben. Zu den Höhepunkten des Seminars zählten u. a. experimentelle und theoretische Ergebnisse zur Beschleunigung chemischer Reaktionen nach lichtinduzierter Bildung räumlich eingeschränkter Nanoflaschen, die Erhöhung der Reaktionsrate eingekapselter Gastmoleküle in Koordinationskäfigen und die Untersuchung einzelner Moleküle auf Oberflächen und in Nanoporen. Ausgiebige und lebendige Diskussionen im Anschluss an die Vorträge dienten dazu, das wissenschaftliche Netzwerk zu festigen. Dank des Engagements aller Teilnehmenden war der wissenschaftliche Austausch zwischen Studierenden und erfahrenen Forschenden während der zwei Postsitzungen besonders dynamisch und intensiv. Weiterhin bot der hohe Anteil an eingeladenen Wissenschaftlerinnen mit 47 Prozent den Nachwuchswissenschaftlerinnen

attraktive Vorbilder. Mit seinem vielseitigen wissenschaftlichen Programm und der Sensibilisierung für den Aufbau eines wissenschaftlichen, interdisziplinären Netzwerkes war das Seminar ein großer Erfolg.

■ 797 | Interfacing Low and High-Energy Physics with Topological Matter

15.–18. Oktober | Dr. Adolfo G. Grushin, Institut Néel,
Grenoble, Frankreich; Prof. Elena Hassinger, TU Dresden;
Dr. Maia Vergniory, MPI für chemische Physik fester
Körper, Dresden (43 TN, 12 Frauen, 29 aus dem Ausland)

Topologische Metalle und Isolatoren mit ihren einzigartigen quantenmechanischen Eigenschaften haben ein vielversprechendes Potenzial zur Entwicklung neuer Quantentechnologien, die auf der Stabilität ihrer Oberflächenzustände beruht. Die topologischen Eigenschaften von Quasiteilchen im Festkörper gehen mit einer linearen Dispersion ohne Energielücke in der Bandstruktur einher. Deshalb erlauben Gleichungen der Hochenergiephysik wie die Weyl- und Dirac-Gleichung ihre theoretische Beschreibung. In Folge dessen lassen sich auch Vorhersagen der Hochenergiephysik mit Hilfe von kristallinen Festkörpern testen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass hierbei exotische Phänomene zu Tage treten und die Beobachtungen regelmäßig über die Vorhersagen der Hochenergiephysik hinausgehen. Ziel dieses Seminars war es, Forscherinnen und Forscher der Festkörperphysik mit Expertinnen und Experten der Hochenergiephysik zusammenzubringen, um die Interaktionen der beiden Fachgebiete zu verstärken. Inhaltlich wurden experimentelle und theoretische Arbeiten mit einem breiten Spektrum besprochen, zum Beispiel topologische Phasen, Materialkandidaten, Korrelationseffekte, Analogien zu Schwarzen Löchern, Anomalien und Transportphänomene, nichtlinearer Transport und optische Eigenschaften. Die 20 eingeladenen und 8 beigetragenen Vorträge sowie 12 qualitativ hochwertige Poster repräsentierten ein breites und interdisziplinäres Spektrum der aktuellen Forschung. Pausen und Mahlzeiten mit anregenden Diskussionen brachten erfahrene Größen des Gebiets wie



Unter den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des 797. Seminars war auch F. Duncan Haldane, der Physik-Nobelpreisträger von 2016 (vorne Mitte).

den Nobelpreisträger Duncan Haldane mit jüngeren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zusammen. Das Seminar hat zahlreiche Anknüpfungspunkte zwischen Hoch- und Niedrigenergiephysik aufgezeigt und so auch neue interdisziplinäre Kollaborationen angestoßen.

■ 798 | Forward Physics and QCD at the LHC and EIC

23.–27. Oktober | Prof. Dr. Michael Klasen, U Münster;
Prof. Dr. Paul Newman, U of Birmingham, Großbritannien;
Prof. Dr. Christophe Royon, U of Kansas, USA
(60 TN, 15 Frauen, 48 aus dem Ausland)

Die starke Wechselwirkung und ihre theoretische Beschreibung im Rahmen der Quantenchromodynamik (QCD) spielen am Large Hadron Collider (LHC) am CERN in Genf und dem in Bau befindlichen Electron Ion Collider (EIC) am Brookhaven National Laboratory in New York

eine wichtige Rolle. Vorwärts gestreute Protonen und Kerne sind dabei von besonderem Interesse, denn sie erlauben hochaufgelöste Strukturuntersuchungen dieser stark gebundenen Zustände von Quarks und Gluonen, am EIC sogar in drei Dimensionen. Ermöglicht werden diese durch spezielle Detektoren, über die ATLAS und CMS bereits verfügen, die für ALICE in Bau und den EIC geplant sind, und die spezielle Geometrie des LHCb-Experiments. An dem Seminar und LHC-Arbeitsgruppentreffen zu diesem Thema nahmen 32 weltweit führende Expertinnen und Experten aus Europa und den USA und fast ebenso viele jüngere Forschende teil. Deutlich wurde dabei der enorme Fortschritt in den vergangenen zehn Jahren nicht nur zur Proton-, sondern auch zur Kernstruktur. Intensiv diskutiert wurden die Fragen, wie sich eindeutige Signale der theoretisch erwarteten Gluon-Saturation gewinnen oder sogenannte Odderon-Zustände zweifelsfrei nachweisen lassen. Spektakulär war auch die Entdeckung der Licht-an-Licht-Streuung, die nun zur Suche nach dunkler Materie und neuen Wechselwirkungen

genutzt wird. Großen Raum nahmen Diskussionen zum zukünftigen experimentellen Programm in der Hochluminositätsphase des LHC, mit der Forward Physics Facility am CERN und speziellen Detektoren am EIC sowie in kosmischer Strahlung ein. Mögliche Entdeckungen könnten dann neue exotische Hadronen, das anomale magnetische Moment des Tau-Leptons oder Axionen sein, eine angepasste Strahloptik und gesteigerte Sensitivität sowie Haltbarkeit der Detektoren vorausgesetzt. Mit seinem intensiven und vielseitigen wissenschaftlichen Programm, eingeladenen längeren und weiteren kürzeren Vorträgen, Postern und Diskussionen war das Seminar ein großer Erfolg und weckte den Wunsch nach Fortsetzung und noch intensiverer Zusammenarbeit.

■ **800 | Addressing Key Uncertainties in Modelling Physical and Ecological Tipping Dynamics in the Earth System (towards TIPMIP)**

5.–8. November | *Tagungshotel Hotel Döllnsee-Schorfheide, Templin* | Prof. Dr. Ricarda Winkelmann, PIK Potsdam; Prof. Dr. Victor Brovkin, MPI für Meteorologie, Hamburg; Prof. Dr. Anna von der Heydt, U Utrecht, Niederlande (50 TN, 22 Frauen, 31 aus dem Ausland)

Eisverlust in Grönland und der Antarktis, der Rückgang und das Auftauen von Permafrostböden, die Abholzung tropischer Wälder – der Klimawandel stellt ein erhebliches Risiko für diese und andere Kippelemente dar, die bei diesem Seminar diskutiert wurden. Die Teilnehmenden dieses Seminars hatten sich vorgenommen, Protokolle für eine koordinierte Reihe von Experimenten zu entwickeln. Bei diesen Experimenten werden modernste Erdsystem- und Standalone-Computersimulationsmodelle als Teil des größeren TIPMIP-Projekts (TIPMIP = Tipping Point Modelling Intercomparison Project) eingesetzt, um unser Verständnis der Kippprozesse im Erdsystem und der Risiken, die sie für die Gesellschaft darstellen, zu verbessern. Im Laufe des Seminars hörten die Teilnehmenden Vorträge zu den verschiedenen

Kipp-Elementen und Erdsystem-Bereichen, entwickelten bereichsspezifische Versuchsprotokolle und diskutierten die Rolle von TIPMIP im Kontext anderer „Model Intercomparison Projects“ (MIPs) und breiterer politischer und gesellschaftlicher Zusammenhänge. In den Breakout- und Plenardiskussionen ging es um die Ermittlung der wichtigsten Unsicherheiten in den einzelnen Bereichen und darum, wie sich diese Unsicherheiten bei der Entwicklung der TIPMIP-Protokolle berücksichtigen lassen. Dazu gehörten ein Überblick über das Potenzial für Kippverhalten in den polaren Eisschilden und (borealen) Permafrostsystemen, den gegenwärtigen Stand der Biosphärenmodellierung sowie wichtige Limitierungen in Wissensstand und Modellierung. Erste Protokolle der ersten Phase wurden für die Eisschild-Experimente entwickelt, die in den kommenden Monaten beginnen werden. Im Anschluss an das Seminar werden Versuchsprotokolle für verschiedene Bereiche unter dem Schirm eines übergreifenden TIPMIP-Protokolls entwickelt, die in einer Journal-Sonderausgabe erscheinen sollen.

■ **801 | Plenty of Room at the Bottom – New Developments in Scanning Probe Tools**

13.–17. November | Dr. Deung-Jang Choi, Centro de Física de Materiales CFM/MPC (CSIC-UPV/EHU), Donostia, Spanien; Dr. Laerte Patera, U Innsbruck, Österreich; Prof. Dr. Philip Willke, KIT Karlsruhe (79 TN, 18 Frauen, 43 aus dem Ausland)

Die Rastersondenmikroskopie ist eine der faszinierendsten experimentellen Techniken, um auf die atomare Skala vorzudringen. Seit ihrer Erfindung in den 1980er-Jahren wurden sowohl das Rastertunnelmikroskop als auch das Rasterkraftmikroskop verbessert, und beide haben sich heute als atomare „Werkbänke“ etabliert, die sich zur Interaktion mit Objekten im atomaren Maßstab wie Molekülen und Atomen verwenden lassen. Darüber hinaus ist es möglich, neue Phasen der Materie Atom für Atom zu charakterisieren – bei kryogenen Temperaturen und hohen Magnetfeldern. Die Aussichten dieses Fachgebiets und der Beginn seiner Entwicklung hat Richard Feynman

in seinem berühmtem Zitat und der dazugehörigen Rede mit dem Titel „There's Plenty of Room at the Bottom: An Invitation to Enter a New Field of Physics“ bereits 1959 festgehalten. Diese Grundidee hat das gleichnamige Seminar aufgegriffen. Sein Ziel war es, die jüngsten Fortschritte in diesem spannenden Gebiet vorzustellen, und zwar mit einem starken Fokus auf die Einbindung und Ausbildung junger Forscher. Überwiegend Nachwuchswissenschaftler berichteten über ihre jüngsten Fortschritte, insbesondere zu den fünf Schwerpunkten: Spin Systems on Surfaces, Advanced Materials (Magnetism & Superconductivity), On-Surface Chemistry, Advanced Atomic Force Microscopy und 2D-Materials. Höhepunkte waren die vorgestellten experimentellen Ergebnisse zur Lebensdauer einzelner Kernspins auf Oberflächen sowie zu den Beiträgen des orbitalen Magnetismus in Moiré-Graphengittern. Ergebnisse über neuartige Kohlenstoff-Verbindungen auf Oberflächen, exotische Quantenzustände in 2D-Materialien sowie künstlich erzeugte Nanostrukturen wurden ebenfalls vorgestellt. Die Teilnehmenden verließen das Physikzentrum mit frischen Perspektiven und neuen Ideen in Richtung ihrer Labore.

■ 802 | Strange Metals in Quantum Materials and Quantum Emulators

11.–15. Dezember | Dr. Elio König, MPI Stuttgart;
Dr. Catherine Pépin, CEA-Saclay/Gif-sur-Yvette,
Frankreich; Prof. Qimiao Si, Rice U, Houston, USA
(50 TN, 7 Frauen, 33 aus dem Ausland)

Traditionell wird angenommen, dass stark korrelierte elektronische Systeme adiabatisch mit ihren nicht wechselwirkenden Gegenstücken verbunden seien. Insbesondere sagt Landaus Fermi-Flüssigkeitstheorie die Existenz lokaler, fermionischer Quasiteilchen mit scharfen Niederenergieanregungen voraus, die dieselben Quantenzahlen wie entsprechende freie Fermionen tragen. Im Gegensatz dazu charakterisieren „Strange Metals“ die Physik, die über die Standardbeschreibung hinausgeht und sich oft in der Nähe von quantenkritischen Punkten entwickelt. Dabei tritt auffälliges Verhalten in verschiedenen Formen

auf, z. B. als elektrischer Widerstand, der linear mit der Temperatur skaliert. Ziel dieses Seminars war es, Ideen und Konzepte zu diesem Themenfeld auszutauschen und damit neue Ideen zu begünstigen. Das Programm umfasste eingeladene Vorträge über Theorie von und Experimente zu traditionellen Strange-Metal-Systemen (Kuprate, Schwere-Fermion-Verbindungen), aber auch zu Twisted-Bilayer-Graphen und ultrakalten Atomen. Physikalische Konzepte der Kondo-Destruction, der Fraktionierung, der holographischen Dualität und der Topologie wurden ausgiebig beleuchtet. Auch die Kurzvorträge der (Post-)Doktoranden und die Postersitzung trugen ebenso zu einer sehr angenehmen Diskussionsatmosphäre bei wie das Heraeus-Abendessen zu Ehren von Philip Warren Anderson, der am 13. Dezember hundert Jahre alt geworden wäre. In einer allgemeinen Diskussionssitzung zeichneten sich folgende Schlüsselfragen ab: Sind alle Strange Metals gleich (z. B. in Moiré-Graphen und in Kuprat-Supraleitern)? Ist die Unterscheidung zwischen quantenkritischer Phase und quantenkritischem Punkt relevant für das Verständnis von Strange Metals? Was sind die Merkmale von Strange Metals jenseits des in der Temperatur linearen Widerstands? Diese gilt es nun im Hinblick auf die Zukunft des Forschungsgebiets anzugehen.

2 BINATIONALE SEMINARE

Wissenschaft ist international und setzt den freien Austausch von Ideen und Köpfen über die Grenzen hinweg voraus. Die WE-Heraeus-Seminare sind sehr international (siehe Kapitel 1), fanden aber von wenigen Ausnahmen abgesehen immer in Deutschland statt, überwiegend im Physikzentrum Bad Honnef. Mit dem Ziel, die internationale Komponente weiter zu stärken, hat die Stiftung 2019 binationale Seminare ins Leben gerufen, die insbesondere dazu dienen sollen, existierende Kooperationen zwischen Arbeitsgruppen in Deutschland und einem Partnerland zu stärken oder neue zu initiieren. Seither haben sieben solcher Seminare in Deutschland oder Frankreich, England bzw. Polen stattgefunden – auf diese Länder und die entsprechenden Preisträgerinnen und Preisträger der bilateralen Preise von DPG und Partnergesellschaften war das Programm bis 2022 begrenzt. Inzwischen steht das Programm allen Wissenschaftlern offen, auch aus anderen Ländern. Im Berichtsjahr haben zwei binationale Seminare stattgefunden.

■ **French-German WE-Heraeus-Seminar: Exploring New Topics with Functional Renormalisation**

1.–5. Mai | Physikzentrum | Prof. Dr. Bertrand Delamotte, Prof. Dr. Nicolas Dupuis, Sorbonne Université, Paris, Frankreich; Prof. Dr. Stefan Floerchinger, U Jena; Prof. Dr. Christof Wetterich, U Heidelberg (75 TN, davon 39 aus Deutschland und 13 aus Frankreich, 8 Frauen)

Funktionale Renormierung ist eine Methode, um aus mikroskopischen Gesetzen die Komplexität der Makrophysik zu verstehen. Eine exakte Flussgleichung für eine skalenabhängige Zustandssumme oder ein Funktional-Integral berechnet Schritt für Schritt die Effekte von Fluktuationen auf verschiedenen Längenskalen. Diese Gleichung dient als Ausgangspunkt für Näherungen jenseits der Störungstheorie und hat bereits in einer Reihe von ganz verschiedenen Feldern zu präzisen Ergebnissen oder neuen Sichtweisen geführt. Das Ziel dieses Seminars war es, neue Anwendungsgebiete zu explorieren und dabei die Hauptgebiete bisheriger Anwendungen in der kondensierten Materie, der starken Wechselwirkung in der Teilchenphysik und der Quanten-Gravitation außen vor zu lassen. Auf dem Gebiet der Zeitentwicklung jenseits des thermischen Gleichgewichts spannten die Vorträge einen weiten Bogen von neuen überraschenden Ergebnissen zum stochastischen Wachsen von Oberflächen (KPZ-Gleichung), Turbulenz, Nicht-Gleichgewichts-Fixpunkten mit kritischem Skalenverhalten, bis zum Wachstum von großräumigen Strukturen in der Kosmologie. Ein weiterer Schwerpunkt waren erste Anwendungen der funktionalen



Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer des französisch-deutschen Seminars vor dem Haupteingang des Physikzentrums.

Renormierung für aktive Materie oder in der Biophysik. Der universelle Aspekt der Methode zeigte sich auch in den Diskussionen zum quantitativen Verständnis künstlicher neuronaler Netzwerke, zellulärer Automaten und künstlicher Intelligenz. Neue Erkenntnisse zur Informationsgeometrie oder Phasenübergängen in Messprozessen eröffnen weitere Richtungen. Die Brücke zwischen diesen auf den ersten Blick weit auseinanderliegenden Feldern bildet die gemeinsame Methodik der funktionalen Renormierung. Einen zentralen Raum nahmen daher die Vorträge ein, die diese Methode weiterentwickelten. Der Fokus lag hier bei konzeptionellen Aspekten, der Verknüpfung mit weiteren Methoden und besonders auch auf neuen Einsichten auf der numerischen Seite. Dieses französisch-deutsche Seminar profitierte von der langjährigen Zusammenarbeit zwischen Gruppen in

Frankreich und in Deutschland. Alte Kontakte wurden wieder aufgefrischt, während neue Perspektiven und Problemstellungen zusätzliche Kontakte und Möglichkeiten der direkten Zusammenarbeit entstehen ließen.

■ **Polish-German WE-Heraeus-Seminar:
Many-Particle Systems under Extreme
Conditions**

3.–6. Dezember | Görlitz, Kulturforum Synagoge |
Prof. Dr. David Blaschke, U Wroclaw, Polen;
Prof. Thomas D. Kühne, CASUS Görlitz; Prof. Dr. Ralf
Schützhold, HZDR Dresden (46 TN, davon 28 aus
Deutschland und 12 aus Polen, 3 Frauen)

Das Thema „Vielteilchensysteme unter extremen Bedingungen“ dieses polnisch-deutschen Seminars umfasst ein breites Spektrum unterschiedlicher Systeme, in denen Materie bei extrem hohen Temperaturen und Dichten vorkommt. Dies ist der Fall in thermonuklearen Fusionsplasmen und im Planeteninneren sowie bei ultrarelativistischen Schwerionenkollisionen, Supernova-Explosionen, Neutronensternen und deren Verschmelzungen. Es betrifft auch Systeme in sehr starken Feldern, die in gekreuzten Hochleistungslasern, in kollidierenden Schwerionenstrahlen und in der Atmosphäre von Magnetaren herrschen. Den Zustand der Materie und ihre Eigenschaften unter diesen Bedingungen vorherzusagen, ist immer noch eine herausfordernde Aufgabe. In dieser Situation, in der Simulationen eine zentrale Rolle für die Vertiefung unseres Verständnisses spielen, wurde das Center for Advanced Systems Understanding (CASUS) als neuartiges gemeinsames polnisch-deutsches Forschungszentrum mit Sitz in Görlitz gegründet. In der Überzeugung, dass zukünftige Forschung interdisziplinär und datengetrieben ist, knüpft CASUS neue wissenschaftliche Verbindungen, um zukünftige Herausforderungen mithilfe digitaler Lösungen zu bewältigen. In diesem Sinne war das Ziel dieses Seminars im Kulturzentrum der Synagoge Görlitz, Experten für Simulationen, analytische störungstheoretische Ansätze und moderne Methoden der künstlichen Intelligenz (KI) aus Deutschland und Polen zusammenzubringen, um neue Kooperationen zu initiieren und bereits etablierte Kontakte zwischen dem Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf und an der Universi-

tät Breslau weiter auszubauen. Einige weltweit führende Experten aus den USA bereicherten die Diskussion und dienten als Multiplikatoren zur Verbreitung der initiierten Entwicklungen: David Ceperley (Urbana-Champaign), der Pionier der Path-Integral Monte-Carlo-Methode für die Physik warmer, dichte Plasmen; James Lattimer (Stony Brook), der die erste realistische Supernova-Zustandsgleichung entwickelte, und Ralf Rapp (Texas A&M University), der einen T-Matrix-Ansatz für das Quark-Gluon-Plasma ausarbeitete.



Link zu einem Video, das die besondere
Atmosphäre im Kulturzentrum der Synagoge Görlitz
zeigt. Das Zentrum bot den perfekten Rahmen
für das polnisch-deutsche Seminar.

3 KLAUSURTAGUNGEN

Der mehrtägige Rückzug auf eine Hütte in den Bergen oder eine vergleichbare Einrichtung in schöner Umgebung erlaubt den intensiven fachlichen Austausch ohne Zeitdruck, eingebettet in gemeinsame soziale Aktivitäten. Viele zündende Ideen und fruchtbare Kooperationen haben ihren Ursprung in solchen wissenschaftlichen Klausuren. Da deren Finanzierung jedoch häufig ein Problem ist, hat die Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung 2013 das Förderprogramm WE-Heraeus-Klausurtagungen („Hüttenseminare“) aufgelegt. Dieses hat sich zunächst vornehmlich an Arbeitsgruppen jüngerer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gerichtet, die im Bereich der Physik forschen, auch an mehrere, eng miteinander kooperierende Gruppen. Nach einem entsprechenden Gremienbeschluss 2018 steht es seither aber auch etablierten Arbeitsgruppen offen. Im Berichtsjahr haben insgesamt 18 Klausurtagungen stattgefunden mit 375 Teilnehmerinnen und Teilnehmern.

■ „Soft meets Hard“: Hybride Systeme in der Spintronik

15.–19. Januar | Partener Hof, Partenen, Österreich | Prof. Dr. Mathias Kläui, Prof. Dr. Eva Rentschler, Jun.-Prof. Dr. Angela Wittmann, U Mainz (46 TN)

■ Winterseminar des III. Physikalischen Instituts B

4.–11. Februar | Haus Reinhilde, St. Gallenkirch, Österreich | Prof. Dr. Christopher Wiebusch, Prof. Dr. Achim Stahl, RWTH Aachen (29 TN)

■ Molekülspektroskopie und Moleküldynamik mit Lasern und Synchrotronstrahlung

26. Februar bis 3. März | Marburger Haus, Hirscheegg, Österreich | Prof. Dr. Ingo Fischer, U Würzburg (20 TN)

■ Physics of Ultrathin Materials

27. Februar bis 1. März | Jugendherberge Bilstein | Prof. Dr. Carsten Busse, U Siegen (11 TN)

■ Biologische Grenzflächen und deren physikalische Eigenheiten: neue Perspektiven

20.–23. März | Jugendherberge Dachau | Prof. Dr. Karin Jacobs, Prof. Dr. Ralf Seemann, U des Saarlandes (19 TN)

■ **Energy Transition Supported by Quantum Computing**

10.–14. Juli | Lizumer Hütte, Österreich | Prof. Dr.-Ing. Jörg Lässig, Hochschule Zittau-Görlitz (7 TN)

■ **Erforschung kondensierter Materie mittels Positronenannihilation**

25.–28. Juli | Hanauer Hütte, Österreich | Dr. Marcel Dickmann, U der Bundeswehr München (19 TN)

■ **Integrated Quantum Photonics Workshop**

7.–9. August | Zingst | Prof. Dr. Tim Schröder, HU Berlin (24 TN)

■ **Aktuelle Themen der Astroteilchen- und Neutrino-physik**

15.–18. August | Pension Löchlerhof, Lüssen, Italien | Prof. Dr. Susanne Mertens, TU München (22 TN)

■ **Near Infrared Photonics to Study Complex Biological Systems**

15.–18. August | Serooskereke, Insel Walcheren, Niederlande | Prof. Dr. Sebastian Kruss, U Bochum (17 TN)

■ **Interaktionen – im Klimasystem erforschen, im Eismodell verbessern, im Team stärken**

28. August bis 1. September | Hanauer Hütte, Österreich | Prof. Dr. Ricarda Winkelmann, PIK Potsdam (10 TN)

■ **Optical Technologies – Enabling Tools for Fundamental and Applied Research**

5.–8. September | Ravensburger Hütte, Österreich | Prof. Dr. Georg von Freymann, JProf. Dr. Christina Jörg, TU Kaiserslautern (19 TN)

■ **Synthetic Quantum Systems: Precision Physics in and out of Equilibrium**

9.–6. September | Villa Palazzaccio, Arezzo, Italien | Prof. Dr. Thomas Gasenzer, Prof. Dr. Markus Oberthaler, U Heidelberg (26 TN)

■ **1D and 2D Materials and Devices for Electronic and Photonic Applications**

11.–13. September | Jugendherberge Sayda | Priv.-Doz. Dr. Artur Erbe, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf; Prof. Dr. Kambiz Jamshidi, TU Dresden (32 TN)

■ **Holographische Dualität**

11.–15. September | Seminarhaus Geiseltal | Prof. Dr. Martin Ammon, U Jena (15 TN)

■ **Physik der Atmosphäre**

20.–22. September | Zwickmühle, Bretzfeld-Rappach | Prof. Dr. André Butz, Dr. Sanam Vardag, U Heidelberg (20 TN)



Astroteilchenphysiker und Neutrino-Physikerinnen der TU München trafen sich in Südtirol zu einer Klausurtagung. (Foto: AG Mertens)

■ **Frontiers on Driven
and Dissipative Quantum
Many-body Systems**

9.–12. Oktober | Haus Rosenbaum, Neuhaus
am Rennweg | Prof. Dr. André Eckardt, TU Berlin
(16 TN)

■ **Quantitative MRT in Neurowissenschaften
und neuroradiologischer Diagnostik**

21.–24. November | Jugendherberge
Oberammergau | Priv.-Doz. Dr. Christine Preibisch,
Dr. Afra Wohlschläger, Klinikum Rechts der Isar,
TU München (23 TN)

Die Physikschule über „Open Quantum Systems“ hat in einer Forststation der Universität Helsinki in den Weiten Finnlands stattgefunden.



4 PHYSIKSCHULEN

Die Stiftung organisiert oder fördert jährlich nationale oder internationale Physikschulen, in denen aktuelle Forschungsgebiete, zu denen es in der Regel noch keine Lehrbücher gibt, in Form von Blockvorlesungen aufbereitet werden. Die Schulen richten sich vornehmlich an fortgeschrittene Studierende, Doktoranden und Postdoktoranden. Sie bieten den Teilnehmerinnen und Teilnehmern die Möglichkeit, sich auf sehr effektive Weise durch kompetente Referenten in neue Arbeitsgebiete der Physik einzuarbeiten. Nach zehn Physikschulen im Vorjahr haben im Berichtsjahr acht mit insgesamt rund 560 Teilnehmenden (inkl. Dozenten bzw. Redner) stattgefunden. Darunter waren sechs „Bad Honnef Physics School“, die von der DPG ausgerichtet, aber von der Stiftung finanziert werden. Erstmals hat die Stiftung auch eine Physikschule in Finnland gefördert.

■ WE Heraeus Physics School: Open Quantum Systems and Mesoscopic Physics

4.–9. Juni | Hyttiälä Forestry Field Station of the University of Helsinki | Prof. Dr. Joachim Ankerhold, U Ulm; Dr. Paolo Muratore-Ginanneschi, U Helsinki, Finnland; Prof. Dr. Jukka Pekola, Aalto University, Finnland (54 TN, davon 7 Referenten)

Die Physik mesoskopischer Festkörperstrukturen wie supraleitende oder halbleitende Schaltkreise befindet sich derzeit in einer rasanten Entwicklung. Sie dienen als wichtige Plattformen für zukünftige quantentechnologische Anwendungen und ermöglichen es gleichzeitig, grundlegende Fragen im Zusammenhang mit offenen Quantensystemen, Quantenvielteilchendynamik und Quanten-thermodynamik zu erforschen. Dementsprechend gab es



in den letzten Jahren einen fruchtbaren gegenseitigen Austausch zwischen experimentellen Fortschritten bei der Implementierung von Schaltkreisen mit maßgeschneiderten Materialeigenschaften und theoretischen Fortschritten bei der Entwicklung neuer leistungsstarker Werkzeuge zur Erfassung komplexer Quantendynamik. Ziel dieser Physikschule war es, eine internationale Gruppe von etwa 45 Promovierenden zusammenzubringen, um sie sowohl in den Grundlagen als auch in den aktuellen Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet zu schulen. Vorträge renommierter Experten, kurze Präsentationen der Studierenden und Posterdiskussionen bildeten die Grundlage für lebhaftes Diskussions, während die Teilnehmer gleichzeitig die fantastische Anlage (einschließlich Sauna) und die Umgebung der Forststation Hyytiälä in der schönen finnischen Landschaft nordöstlich von Tampere genießen konnten. Die Vorlesungen gaben nicht nur einen

allgemeinen Überblick über Themen wie offene Quantensysteme, Quantenrauschen und -transport, Quantendissipation und Vielteilchenphysik, sondern boten auch Einblicke in speziellere Bereiche wie Einzelladungstransport, Verschränkung in Vielteilchensystemen, Quasiteilchen in supraleitenden Bauelementen, Topologie in supraleitenden Strukturen und künstliche Atome. Theorie und Experiment gingen Hand in Hand, so dass die Studierenden unabhängig von ihrem Hintergrund erfahren konnten, wie stark die Entwicklungen miteinander verflochten sind.

■ WE-Heraeus Summer School for Graduate Students: Foundations and New Methods of Theoretical Physics

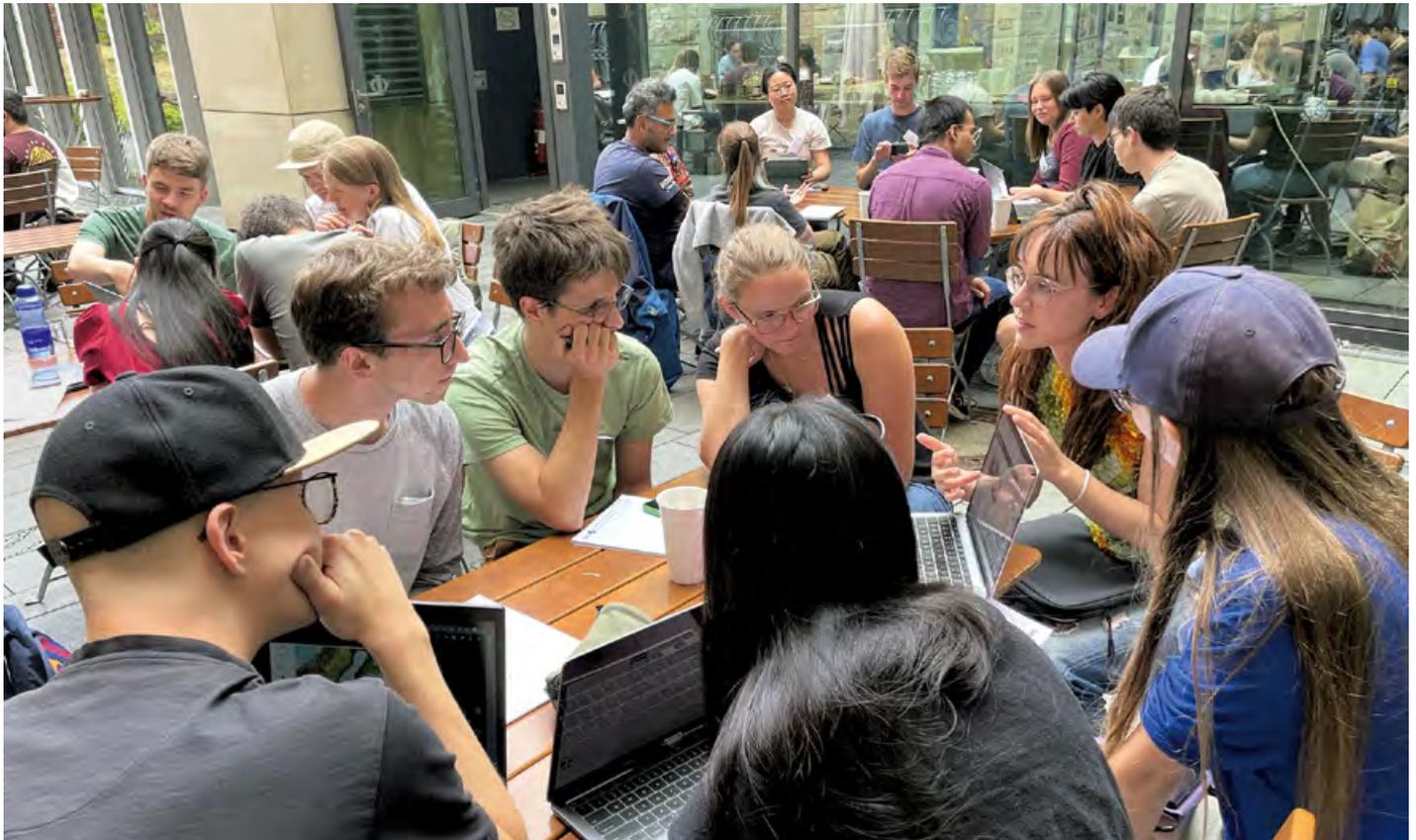
29. August bis 9. September | Klosterhof zur Post, Bayrischzell | Prof. Dr. Laura Covi, U Göttingen; Prof. Dr. Arthur Hebecker, U Heidelberg; Prof. Dr. Olaf Lechtenfeld, U Hannover; Prof. Dr. Ivo Sachs, LMU München; Prof. Dr. Stefan Theisen, Albert-Einstein-Institut Potsdam (23 TN, davon 5 Referenten)

Ziel dieser Sommerschule ist es, die Ausbildung im Hinblick auf eine Postdoktoranden-Phase zu verbreitern in den Gebieten Quantenfeldtheorie, Teilchenphysik und Gravitation, sowie an neue Methoden, Techniken und mathematische Hilfsmittel heranzuführen, die wegen der starken Vernetzung der modernen theoretischen Physik für eine akademische Karriere nutzbringend sind. Der thematische Schwerpunkt dieser 29. Auflage der Doktorandenschule lag auf „Gravitation“, was zu einer Reihe von Synergieeffekten zwischen den Vorlesungen führte. Das Programm umfasste fünf Kurse zu den Themen „Amplitudes meets Cosmology“ (Paolo Benincasa, MPI München), „Quantum Gravity“ (Renate Loll, Nijmegen), „Swampland: Quantum Gravity constraints at low energies“ (Miguel Montero, Harvard & IFT Madrid), „Classical black hole scattering from quantum field theory“ (Jan Plefka, HU Berlin) sowie „Asymptotic symmetries and flat space holography“ (Ana Maria Raclariu, Amsterdam). Die üblichen vormittäglichen Vorlesungen wurden nachmittags ergänzt durch vierstündige Übungssitzungen, in denen unter Betreuung eines Dozenten in Kleingruppen eine Reihe von Übungsaufgaben zu bearbeiten und anschließend zu diskutieren war. Lange Mittagspausen bei bestem Wetter beförderten die notwendige Entspannung, sodass die Auflösung der Übungen erst nach dem Abendessen stattfand. Traditionell (bei seltenen Ausnahmen) wird an der Tafel vorgetragen, und die Doktorandinnen und Doktoranden arbeiteten mit hoher Motivation und großem Einsatz an den Übungen. Der gute Kontakt zu den Dozenten und die informelle Atmosphäre eines abgeschiedenen Hotels tragen mit bei zum Erfolg der Schule.

■ Bad Honnef Physics School: Plasma Acceleration

5.–10. Februar | Dr. Jens Osterhoff, DESY, Hamburg; Prof. Dr. Carl Schroeder, LBNL, Berkeley, USA (66 TN, davon 13 Referenten)

Plasmen können elektrische Felder aufrechterhalten, die weit über die Durchbruchgrenze von nicht-ionisierter Materie hinausgehen. Diese Eigenschaft wird in plasmabasierten Beschleunigern für geladene Teilchen genutzt, um Beschleunigungsgradienten zu realisieren, die um Größenordnungen über den theoretischen und praktischen Möglichkeiten moderner Hochfrequenzbeschleuniger mit metallischen Hohlräumen liegen, was zu deutlich geringeren Beschleunigungsstrecken bei gleicher Teilchenenergie führt: GeV-Strahlen aus Plasma wurden über Beschleunigungsstrecken im Zentimeterbereich erzeugt. In Anbetracht der Kilometerskala von GeV-HF-Beschleunigern und ihrer großen Bedeutung für viele Forschungsbereiche wie Teilchenphysik, Photonenforschung, Materialwissenschaft und möglicherweise Gesundheit wird intuitiv klar, dass eine drastische Verkleinerung dieser Geräte in Bezug auf Größe und Kosten zu einer verstärkten Verbreitung der Beschleunigertechnologie und einer disruptiven Zunahme ihrer wissenschaftlichen Auswirkungen führen wird, wobei möglicherweise Installationen in Universitäten, Unternehmen, Krankenhäusern und in Entwicklungsländern entstehen werden. Diese Physikschule bot ein breites Programm an Vorträgen. So wurden die Konzepte von Laser- und Teilchen-getriebenen Plasma-Beschleunigern erklärt und mit Simulationen und Messungen verbildlicht. Ein Vortrag über die benötigten Lasersysteme machte deutlich, dass noch viel Forschungsbedarf besteht, um die Anforderungen für einen Laser-Plasma-Beschleuniger zu erfüllen. Spannend waren auch Anwendungen abseits der Grundlagenforschung, besonders in der Medizin. So könnten Plasma-Beschleuniger durch ihre Kompaktheit z.B. Krebstherapien zugänglicher und kostengünstiger machen. Einige Vorträge zu Diagnostik, maschinellem Lernen und Simulationen rundeten das Programm ebenso ab, wie eine Übung, in der unter Anleitung eine FBPIc-Simulation Stück für Stück



Das Programm der Physikschule zur Physik des Ozeans umfasste auch mehrere Phasen mit Gruppenarbeit. (Foto: PBH)

aufgebaut wurde. Für thematische Abwechslung sorgte ein Sondervortrag von Andreas Oschlies über Maßnahmen, um die Erderwärmung zu beschränken. Auch wenn eine vollständige Umstellung auf erneuerbare Energien gelingt, wird es weiterhin einen nicht vermeidbaren CO₂-Ausstoß geben.

■ **Bad Honnef Physics School: Physics of the Ocean**

2.–7. Juli | Prof. Dr. Martin Visbeck, GEOMAR Kiel;
Prof. Dr. Sabrina Speich, ENS – PSL, Frankreich;
Prof. Dr. David Marshall, Oxford University, Groß-
britannien (72 TN, davon 9 Referenten)

Die Dynamik des Ozeans mittels physikalischer Ansätze zu beschreiben, ist eine herausfordernde und vor allem sehr komplexe Aufgabe, der sich die Ozeanographie widmet und die im Mittelpunkt dieser sehr international

besuchten Physikschule stand. Thematisch wurden u. a. die Grundlagen der globalen und regionalen Ozeanographie, Beobachtungsmethoden, Ozeanmodellierung bis hin zu digitalen Zwillingen des Ozeans behandelt und diskutiert. Vorträge der Dozenten über ihre aktuellen Forschungsschwerpunkte, u. a. über die Nordatlantische Umwälzzirkulation, Eisformation in der Arktis sowie dem Tracking von Plastik im Ozean, rundeten die Grundlagen-vorlesungen ab. Ferner hat eine Podiumsdiskussion über die Reichweite der Wissenschaft und -kommunikation zum Austausch und Nachdenken über die Rolle der Wissenschaft und Wissenschaftler in der Gesellschaft ange-regt. Die Beschäftigung mit „Superproblemen“ hat das Kennenlernen, Vernetzen sowie die wissenschaftlichen Diskussionen der Teilnehmenden untereinander geför-dert. Diese dienten der kritischen Auseinandersetzung mit fiktiven Szenarien unter Anwendung des bereits vor-handenen sowie aufgefrischten Wissens, z. B. dem Ein-fluss von aridem Klima auf Nord- und Ostsee.

■ Bad Honnef Physics School: Methods of Effective Field Theory and Lattice Field Theory

9.–21. Juli | Prof. Alexei Bazavov, Michigan State U, USA; Prof. Nora Brambilla, TU München; Dr. Viljami Leino, U Mainz; Prof. Johannes H. Weber, HU Berlin (91 TN, davon 26 Referenten)

Diese Sommerschule richtet sich an jungen Doktoranden und Forscher in der theoretischen Teilchenphysik und soll zum themenübergreifenden Austausch zwischen der effektiven Feldtheorie und der Gittereichtheorie anregen. Beide Vorgehensweisen werden als unterschiedliche Ansätze zum Erforschen von Phänomenen aus der Teilchenphysik gesehen und oft strikt getrennt behandelt. Während die effektive Feldtheorie die Zahl der Freiheitsgrade eines Systems durch geschicktes Selektieren auf die maßgebenden Freiheitsgrade herunterbricht, reduziert die Gittereichtheorie diese durch Beschränkung der Raumzeit auf endliche, numerisch kalkulierbare Systeme. Gleichwohl produzieren beide Ansätze oft komplementäre Resultate, was den Austausch in der Forschung unabdingbar macht. Die Sommerschule hat durch Vorlesungen und betreute Übungen eine wertvolle Verbindung zwischen beiden Seiten hergestellt. Über 20 renommierte Dozenten gaben Einführungsvorlesungen und Einblicke in den neusten Stand der Forschung. So präsentierte Aida El Khadra den neuesten Forschungsstand zum anomalen magnetischen Moment des Myons, dessen Erfolg auf der Verknüpfung zwischen effektiven Feldtheorien und Gitterberechnungen beruht. Ein weiteres Highlight waren die Vorlesungen von Stephen Sharpe über Mehrteilchenstreuung, darunter die aktuellsten Ergebnisse zur Dreiteilchenstreuung.

■ Bad Honnef Physics School: Exciting nanostructures: Characterizing advanced confined systems

30. Juli bis 4. August | Prof. Christian Klinke, U Rostock und Swansea University; Prof. Nikolai Gaponik, TU Dresden (93 TN, davon 15 Referenten)

In den letzten Jahren wurden enorme Fortschritte bei der Definition von Nanostrukturen und beim Verständnis ihrer physikalischen Eigenschaften erzielt. Heutzutage ist es möglich, nicht nur kugelförmige, nulldimensionale Nanopartikel, sondern auch eindimensionale Nanostäbchen, zweidimensionale Nanoblätter und Hybridmaterialien herzustellen. Das Strukturdesign zielt auf die Herstellung von hochentwickelten Kern-Schale- und Janus-Nanopartikeln, dotierten Materialien und Materialien mit spezifisch modifizierten Oberflächen. Form und Struktur haben einen starken Einfluss auf ihre physikalischen Eigenschaften, was vor allem auf ihr großes Oberflächen-Volumen-Verhältnis und/oder auf den Quanteneinschluss ihrer Elektronen und Löcher zurückzuführen ist – aber auch plasmonische Effekte spielen eine große Rolle. Die unterschiedlich geformten Nanoobjekte eignen sich als Bausteine für noch anspruchsvollere 2D- oder 3D-Anordnungen. Diese Physikschule hat die Grundlagen der Herstellung von Nanostrukturen, die daraus resultierenden physikalischen Eigenschaften, ihre optoelektronischen Anwendungen und theoretische Methoden behandelt. Eine Reihe von Charakterisierungstechniken mit besonderem Schwerpunkt auf der Spektroskopie wurde vorgestellt. Der Enthusiasmus und die Offenheit der Vortragenden beschränkten sich dabei nicht nur auf die Vorlesungen selbst, sondern zeigten sich auch bei den Diskussionen nach den Vorträgen, in den Kaffeepausen oder in den abendlichen Gesprächen im Lichtenberg-Keller.

■ Bad Honnef Physics School: Ultracold Atoms and Molecules

6.–12. August | Priv.-Doz. Dr. Axel Pelster,
TU Kaiserslautern; Prof. Dr. Carlos A. R. Sá de Melo,
Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA
(90 TN, davon 12 Referenten)

Diese Sommerschule war den sich schnell entwickelnden Gebieten der ultrakalten Atome und Moleküle gewidmet und beschäftigte sich u. a. mit dem Themenkomplex der Quantencomputer, besonders deren Implementierung durch geordnete Rydberg-Atome in optischen Gittern. Zum Auftakt berichtete Nathan Lundblad über die Kondensation ultrakalter Gase in Mikrogravitation auf der Internationalen Raumstation; bemerkenswert war dabei die neuartige Fallengeometrie, bei der Atome in einer kugelförmigen Schale gefangen sind. Ein weiteres Highlight war Helmut Ritschs Einführung in die Quantenoptimierung mit Hilfe von kalten Gasen in optischen Resonatoren. Insbesondere beschrieb er, wie dieses Vorgehen das NP-schwere N-Damenproblem lösbar macht, bei dem es gilt, N Damen so auf einem Schachbrett zu platzieren, dass sie sich nicht gegenseitig bedrohen. Daneben gab es u. a. Vorträge zum aktuellen Forschungsstand zur Nutzung von Rydberg-Atomen in Quantencomputern sowie zu fermionischen Supraflüssigkeiten und den BEC-BCS-Übergang. Bei den Postersitzungen, die eine breite Palette an aktuellen Themen abdeckten, gab es auch in den Pausen und bei den Mahlzeiten vielfältige Gelegenheiten für wissenschaftlichen und persönlichen Austausch.

■ Bad Honnef Physics School: Physics of Viruses

10.–15. September | Prof. Dr. Sarah Köster,
U Göttingen; Prof. Dr. Ulrich Schwarz, U Heidelberg
(68 TN, davon 16 Referenten)

Viren haben Physiker schon immer durch ihre scheinbare Einfachheit fasziniert: ein kleines Genom, geschützt durch eine Hülle aus Proteinen und manchmal durch eine zusätzliche Schicht aus Lipiden. Die Wissenschaft der Viren wäre ohne sehr wichtige Beiträge der Physik nicht entstanden und würde sich nicht weiterentwickeln. Diese Physikschule hat einige der hochinteressanten physikalischen Rätsel vorgestellt, die Viren aufwerfen. Ein besonderer Schwerpunkt lag dabei naturgemäß auf dem Virus SARS-CoV-2. Begonnen hat das Programm mit mehreren Vorträgen zur Struktur von Viren, was für eingehüllte Viren wie SARS-CoV-2 auch die Membranbiophysik einschließt. So erläuterte Gonen Golani aus Haifa, dass sich die Fusion zweier Membranen beim Eindringen eines Virus in die Zelle über eine Potentiallandschaft mit zwei Barrieren modellieren lässt, deren Breite und Höhe die Dynamik der Fusion bestimmen. Beata Turonova vom MPI für Biophysik in Frankfurt und Petr Chlanda aus Heidelberg diskutierten die entscheidenden Beiträge, welche die Kryoelektronentomographie bei der Strukturauflösung des Virus' geleistet hat. Im Hinblick auf die Ausbreitung und Mutationsdynamik von Viren beschrieb Viola Priesemann vom MPI für Dynamik und Selbstorganisation in Göttingen den Zusammenhang zwischen Schwellenwertproblemen in den Neurowissenschaften und bei der Modellierung der Virenausbreitung. Das bekannte SIR-Modell lässt sich erweitern, um etwa die Auswirkungen von nachlassendem Immun- oder Selbstschutz zu berücksichtigen. Durch einen einzigen weiteren Parameter ist dabei bereits chaotische Dynamik möglich. Zusätzlich zu ihren Vorträgen hatten einige der Sprecher auch Tutorien vorbereitet, in denen alle mit frei verfügbarer Software die Selbstassemblierung eines Viruskapsids simulieren, aus Elektronenmikroskopie-Daten eine 3D-Rekonstruktion erstellen sowie Mutationen und Stammbaum von Viren analysieren konnten.

5 SYMPOSIEN | TAGUNGEN | WORKSHOPS

Über die etablierten Veranstaltungsreihen der Seminare, Klausurtagungen und Physikschulen hinaus fördert die Stiftung im Rahmen der Aktivitäten zur wissenschaftlichen Kommunikation auch andere Formate wie Symposien, Tagungen und Workshops. Dabei gab es im Berichtsjahr zahlreiche Neuigkeiten: Mit dem WE-Heraeus-Forum hat die Stiftung erstmals zu einer Jahresveranstaltung eingeladen, im Rahmen einer Kooperation mit der Europäischen Astronomischen Gesellschaft EAS hat der erste Workshop für Nachwuchsastronomen stattgefunden, und im Einklang mit der verstärkten Internationalisierung ihrer Aktivitäten hat die Stiftung auch zwei Workshops in Griechenland sowie Brasilien gefördert.

■ WE-Heraeus-Forum:

Mit Physik die Welt verstehen und gestalten – Die neue Jahresveranstaltung der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung

6. November | Futurium Berlin

Als Ergebnis des 2021 durchgeführten Strategieprozesses haben die Stiftungsgremien entschieden, im Berichtsjahr erstmals eine eigene Jahresveranstaltung durchzuführen. Unter der Überschrift „Mit Physik die Welt verstehen und gestalten“ zielte dieses WE-Heraeus-Forum darauf ab, die Rolle der Physik bei der Bewältigung der großen globalen Herausforderungen unserer Zeit zu beleuchten. Auf Einladung der Stiftung kamen rund 150 mehrheitlich Physikerinnen und Physiker aus Wissenschaft und Wirtschaft, aber auch Persönlichkeiten aus Politik und Forschungsorganisationen sowie Lehrkräfte, in das „Zukunftsmuseum“ Futurium, wo sie ein dynamisches und hochkarätig besetztes Programm erwartete. Moderiert vom Vorstandsvorsitzenden Jürgen Mlynek bot das Programm zum Auftakt zwei spannende „Showcases“: Aus der Grundlagenforschung erläuterte Eva Schinnerer (MPIA Heidelberg) die faszinierende Technologie und erste wissenschaftliche Ergebnisse des James Webb-Teleskops, bevor Peter Kürz

(ZEISS) und Peter Leibinger (Trumpf) mit ihrem Vortrag eindrucksvoll den langen Weg zur Industriereife der EUV-Lithographie beschrieben. Diese Technologie, die für modernste Chips unerlässlich ist, wird weltweit ausschließlich von dem niederländischen Unternehmen ASML angeboten, für das ZEISS und Trumpf die wesentlichen Komponenten liefern. Im Anschluss fanden sechs parallele Gruppendiskussionen statt („Deep Dives“), bei denen die Teilnehmenden selbst über u.a. Quantentechnologien, Wasserstoff, Lehrkräftemangel oder Wissenschaftskommunikation diskutieren konnten. Die anschließende Pause bot viele Möglichkeiten zum Netzwerken, bevor sich der letzte Programmblock dem Thema „Physik, Deep Tech und Sciencepreneure“ widmete. Nach einem Impulsvortrag von Rafael Laguna de la Vera (Bundesagentur für Sprunginnovationen, SprinD) moderierte Katharina Hölzle (Fraunhofer IAO) eine Diskussionsrunde mit persönlichen Gründerstories von sowohl erfahrenen Gründern wie Wilhelm Kaenders (Toptica) und Karl Leo (TU Dresden) als auch der jungen Gründerin Henriette Maaß (Nanostruct). Eine Diskussion über Industrie- und Politikperspektiven mit u.a. dem Physiker und MdB Holger Becker rundete das Programm ab. Mit der Veranstaltung ist es gelungen, Personen mit Physikhintergrund aus den verschiedensten gesellschaftlichen Bereichen und aus unterschiedlichsten Karrierestufen zusammenzubringen, die sich sonst kaum begegnet wären. Das WE-Heraeus-Forum bot damit eine besondere Plattform für den Austausch von Ideen und Erfahrungen. Dies bestätigte im Anschluss auch unisono eine Befragung der Teilnehmenden, die in großer Mehrheit ihr Interesse an einer erneuten Teilnahme signalisiert haben.



Impressionen vom ersten WE-Heraeus-Forum



Das Symposium „Breakthroughs in Physical Science“ bot wieder ein abwechslungsreiches Vortrags- und Diskussionsprogramm.
(Foto: Felix Zahn, Falling Walls Foundation)

■ WE-Heraeus-Symposium: Breakthroughs in Physical Sciences

8. November | Radialsystem, Berlin | Prof. Dr. Oliver Benson, HU Berlin; Prof. Dr. Thomas Elsässer, Max-Born-Institut Berlin; Falling Walls Foundation (45 TN)

Im Berichtsjahr hat die Stiftung im Rahmen der Falling Walls-Veranstaltungen zum dritten Mal ein Symposium finanziert, dessen Sprecherinnen und Sprecher die Finalisten für die Auszeichnung „Breakthrough in Physical Sciences“ waren. Im Vorfeld hatte die Falling Walls Foundation Wissenschaftsorganisationen weltweit um Nominierungen gebeten, und eine internationale Jury hatte daraus die zehn Finalisten ausgewählt (vgl. Kapitel 12). Die Themen deckten ein sehr breites Spektrum ab, von dunklen Exzitonen und Quantentechnologien über die Abbildung und Manipulation einzelner Moleküle auf Festkörperoberflächen bis hin zur Kernfusion oder der optischen Abbildung von Hirnfunktionen auf zellulärer Ebene. Mit dem „Breakthrough 2023“ wurde Libor Šmejkal (U Mainz) ausgezeichnet für seine Arbeiten zu magnetischer Quantenmaterie und sogenannten Altermagneten. An dem halbtägigen Symposium nahmen auch rund 30 Nachwuchswissenschaftler teil, die über die Max-Planck-Gesellschaft

nominiert worden waren. Diese hatten die Gelegenheit, in „Speakers Corners“ mit den Vortragenden zu diskutieren und zum Teil auch ihre eigenen Arbeiten kurz vorzustellen. Die Stiftung hat das Symposium finanziert und es den Nachwuchswissenschaftlern ermöglicht, an dem gesamten Programm der Falling Walls-Veranstaltungen teilzunehmen.

■ WE-Heraeus-Symposium: 550 Years of the Copernican Universe: our Place in the Cosmos

10. November | Humboldt Carré, Berlin | Prof. Dr. Matthias Steinmetz, Dr. Noam Libeskind, Leibniz-Institut für Astrophysik, Potsdam (77 TN)

Kopernikus veränderte die Astronomie, die Welt und die Menschheit, als er die ansonsten privilegierte Position der Erde im Zentrum des Universums aufhob. Mit dieser einfachen, empirisch bewiesenen Idee veränderte Kopernikus die menschliche Erfahrung für immer, indem er uns zu bloßen Zuschauern in einem Universum machte, in dem kein Ort und kein Ding etwas Besonderes sind: ein Universum von Schaulustigen. Weitere Degradierungen



Mitte Oktober hat die Stiftung erstmals eine Veranstaltung außerhalb von Europa gefördert, und zwar am „International Institute of Physics“ in Natal im Nordosten Brasiliens.

folgten (die Galaxie ist nichts Besonderes, noch das Sonnensystem noch die Materie, aus der wir bestehen) und die größte Degradierung (wir sind nicht allein) steht uns vielleicht noch bevor. Im Geiste der revolutionären Idee von Kopernikus und zu Ehren seines 550. Jahrestages fand dieses eintägige Symposium statt, das sich mit unserem Platz im Universum, in der Galaxie und im Sonnensystem beschäftigte. Führende Astronomen referierten dabei über den aktuellen Stand der Wissenschaft in ihren jeweiligen Fachgebieten und verdeutlichten, dass unser Platz im Universum zwar nicht besonders, aber doch einzigartig ist. So erläuterte z. B. Lisa Kaltenegger den vielschichtigen Ansatz zur Identifizierung von Biosignaturen in Exoplaneten, während Laura Kreidberg den Stand der Suche nach Exoplaneten mit Hilfe der Transitmethode (und anderer Methoden) präsentierte. Amina Helmi ging ausführlich darauf ein, wie die Geschichte unserer Galaxie durch die Messung der Eigenbewegung von Sternen durch den Gaia-Satelliten aufgedeckt wird, und Roelof de Jong hielt einen inspirierenden Vortrag über das Konzept der kosmischen „Zwillinge“. Nach dem Mittagessen gab Carlos Frenk einen Überblick über das kosmologische Standardmodell und seine Vorhersagen, bevor Laura Baudis über die Suche nach der dunklen Materie in unterirdischen Labors referierte. Vorträge von Michael Kramer

über die reiche Geschichte und die Zukunft der Radioastronomie, von David Blaschke über neue Ideen zum Gravitationsgesetz sowie von Eiichiro Komatsu über die Paritätsverletzung im Universum rundeten das Programm ab.

■ IIP-Natal WE-Heraeus-Workshop: New Frontiers in Emergent Materials

23.–27. Oktober | International Institute of Physics, Natal, Brasilien | Dr. Sébastien Burdin, U de Bordeaux, Frankreich; Prof. Peter Hirschfeld, U of Florida, Gainesville, USA; Prof. Dr. Gertrud Zwicknagl, TU Braunschweig; Prof. Sergio Magalhaes, UFRGS, Porto Alegre, Brasilien; Prof. Pascoal Giglio Pagliuso, UNICAMP, Campinas, Brasilien (62 TN)

Mit diesem Workshop am International Institute of Physics (IIP) in Natal im Nordosten Brasiliens hat die Stiftung erstmals eine Veranstaltung in Lateinamerika gefördert. Ursprünglich bereits 2020 geplant, musste der Workshop aufgrund der Pandemie mehrfach verschoben werden, bis er im Berichtsjahr am IIP stattfinden konnte. Das IIP hat ebenso wie sein Vorbild, das Kavli-Institut in Santa Barbara, einen Fokus auf Theoretische Physik und

ermöglicht theoretischen Physikern aus der ganzen Welt Gastaufenthalte. Thema des Workshops war die experimentelle und theoretische Erforschung von vergleichsweise neuen Materialien („emergent materials“) wie schweren Fermionen, topologischen Isolatoren, Hochtemperatur-Supraleitern oder frustrierten Quantenmagneten. In den letzten Jahrzehnten zielten zahlreiche Forschungsaktivitäten darauf ab, die Gültigkeitsgrenzen des Paradigmas der elektronischen Bandstruktur zur Beschreibung und Charakterisierung stark korrelierter oder ungeordneter Elektronensysteme mit unkonventionellen Phasen zu erweitern. So wurden beispielsweise moderne Mean-Field-Methoden entwickelt, um aus stark wechselwirkenden Systemen effektive, nicht wechselwirkende Bandmodelle abzuleiten. Um einige Spektroskopie-Experimente sowie Thermodynamik und Transporteigenschaften von emergenten Materialien zu modellieren, lassen sich lokalisierte magnetische Freiheitsgrade phänomenologisch entweder fraktionieren und in eine effektive Fermi-Fläche einbeziehen oder als bosonische/klassische Felder betrachten, die an eine Fermi-Flüssigkeit gekoppelt sind. Für den quantitativen Abgleich mit experimentellen Messungen gibt es inzwischen sehr leistungsfähige Techniken, welche die Methoden der Dichtefunktionaltheorie verbessern, so dass sich relevante starke Korrelationseffekte, mögliche konventionelle und unkonventionelle Ordnungen sowie Zeitabhängigkeiten berücksichtigen lassen. Ein zentrales Ziel dieses Workshops war es, Nachwuchswissenschaftler aus Brasilien in dieses wichtige und sehr aktuelle Forschungsgebiet einzuführen. Das Programm umfasste 25 Vorträge zu Schlüsselthemen im Zusammenhang mit diesen Materialien, die einen Überblick über ihre Herstellung, experimentelle Eigenschaften, neue Erkenntnisse und modernste experimentelle Techniken sowie Theorie und Verständnis der grundlegenden Konzepte gaben. Die Nachfrage nach einer Teilnahme an dem Workshop war sehr groß. Die Nachwuchswissenschaftler hatten ausführlich Gelegenheit, führende Experten in ihren jeweiligen Forschungsbereichen zu treffen und mit ihnen und untereinander zu diskutieren, was sich in einem sehr positiven Feedback niederschlug.

■ **WE-Heraeus Workshop: First-principles Green Function Formalisms: Algorithms, Method Developments and Applications to Spinorbitronics and Magneto-Superconductivity**

4.–7. September | National and Kapodistrian University Athen | Dr. Philipp Rüßmann, U Würzburg und FZ Jülich; Dr. Manuel dos Santos Dias, STFC Daresbury Laboratory, Großbritannien; Prof. Samir Lounis, FZ Jülich und U Duisburg-Essen; Prof. Phivos Mavropoulos, National and Kapodistrian University of Athens, Griechenland (49 TN)

Auf Greenschen Funktionen basieren Ab-initio-Rechenmethoden, die im Magnetismus, in der Spintronik und der Supraleitung zum Einsatz kommen. Dieser Workshop in Athen bot ein Forum für einen lebhaften und persönlichen Austausch zwischen verschiedenen Gruppen von Methodenentwicklern auf diesem Gebiet, die aus 13 Ländern anreisten. Das Programm umfasste eine Mischung aus eingeladenen und beigetragenen Vorträgen, Postern und Diskussionsrunden und begann mit Vorträgen über Spinorbitronik und Supraleitung, bevor Präsentationen folgten über ultraschnelle Dynamik sowie über Methoden, die über Dichtefunktionaltheorie hinausgehen. Aspekte des Exascale-Computings mit der nächsten Generation von Supercomputern wurden ebenso beleuchtet wie die Verbindung zwischen Supraleitung und Magnetismus. Während des gesamten Workshops debattierten die Teilnehmenden über Aspekte der Methodenentwicklung, Algorithmen für das Hochleistungsrechnen und aktuelle und zukünftige datenwissenschaftliche Herausforderungen. Darüber hinaus gab es einen regen Austausch zu aktuellen Forschungsthemen wie Magnetotransport-Eigenschaften, Magnetisierungsdynamik und komplexem Magnetismus. Den Abschluss des Workshops bildeten Diskussionen am runden Tisch, bei denen wichtige Aspekte für die Zukunft wie künftige Rechnerarchitekturen, die Bedeutung des maschinellen Lernens, nachhaltige Code-Entwicklung und ein Fahrplan für den nächsten Workshop diskutiert wurden. Nach Jahren mit ausschließlich Online-Treffen schätzten die Teilnehmenden die Möglichkeit, sich mit Gleichgesinnten zu treffen, sich intensiv auszutauschen und zu vernetzen.



Das Programm des ersten gemeinsam mit der European Astronomical Society EAS durchgeführten Workshops für Nachwuchsastronomen umfasste auch einen Ausflug zum Observatorium auf dem Wendelstein.

■ WE Heraeus-EAS Early Career Researchers in Astronomy Workshop: Galaxy Evolution across Cosmic Time

27. Februar bis 3. März | MPI für Extraterrestrische
Physik Garching | Prof. Dr. Andreas Burkert,
LMU München; Prof. Dr. Matthias Steinmetz,
AIP Potsdam (30 TN)

Dieser Workshop in Garching war der Auftakt zu einer neuen Veranstaltungsreihe der European Astronomical Society (EAS), die insbesondere zum Ziel hat, Nachwuchsastronomen und -astrophysikerinnen aus Europa zu fördern und miteinander zu vernetzen. Das Programm umfasste an den Vormittagen jeweils zweistündige Vorträge

über das zentrale supermassive Schwarze Loch der Milchstraße (von Nobelpreisträger Reinhard Genzel), neue Erkenntnisse über junge Galaxien, die frühe Sternentstehung und die Gasphysik im jungen Universum, die Grundlagen der kosmischen Strukturbildung und die innere Physik von Galaxien mit besonderem Schwerpunkt auf der Sternentstehung. An den Nachmittagen hielten die Nachwuchswissenschaftler Vorträge über ihre breit gefächerten Themen. Daneben umfasste das Programm mehrere Veranstaltungen, die weitere Möglichkeiten boten, einander kennenzulernen und Kontakte zu knüpfen. Dazu gehörte ein Abendempfang am Montag, ein Ausflug zur Wendelstein-Sternwarte in den bayerischen Alpen sowie Führungen durch den Hauptsitz der Europäischen Südsternearte sowie durch das Supernova-Planetarium

der ESO. Insgesamt war das Feedback der Nachwuchswissenschaftler (und der Dozenten) sehr positiv. Dem Workshop gelang es auch, bei den Nachwuchswissenschaftlern das Verständnis dafür zu fördern, dass sie sich als Mitglied einer europäischen Gemeinschaft verstehen sollten und dass es an ihnen liegen wird, die Zukunft der europäischen Astronomie und damit auch ihre eigene Zukunft zu gestalten.

■ **Seminar für Masterstudierende
der Physik- und Wissenschaftsgeschichte:
Material Culture in the History of Physics**

27. Februar bis 3. März | Deutsches Museum München |
Dr. Johannes-Geert Hagmann, Deutsches Museum
München; Prof. Dr. Peter Heering, U Flensburg

Dieses Seminar, das zum fünften Mal stattgefunden hat, untergliederte sich in einen theoretischen Vorbereitungsteil, auf den sich die Teilnehmer per E-Learning vorbereiteten, einen Praxisteil in München sowie einen Nachbereitungsteil, in dem die 17 Teilnehmenden ihre Ergebnisse in einem Essay zusammenfassten. Der praktische Teil fand während eines fünftägigen Aufenthalts am Deutschen Museum statt, mit dessen Sammlung gearbeitet wurde (u. a. mit Sonnenmikroskopen, einem Pyrometer sowie einem Refraktometer aus dem 18. Jahrhundert). Praktische experimentelle Arbeiten, die einen Zugang zur Methodik der experimentellen Wissenschaftsgeschichte darstellen, standen ebenso auf dem Plan wie ein Besuch der Restaurationswerkstätten oder eine Analyse der Ausstellungskonzeption und der Objektpräsentation im Museum. Besonders spannende Aspekte waren die Reflexion und Analyse der neu eröffneten Ausstellungen durch die Teilnehmer. Die Stiftung hat den Praxisteil gefördert.

■ **European Quantum Technologies Conference**

16.–20. Oktober | Konferenzzentrum Hannover
Messe | Quantum Valley Lower Saxony e.V.

Alle zwei Jahre versammeln das europäische Quantum Flagship und die Europäische Kommission die wichtigsten europäischen Forschungs- und Innovationsnetzwerke auf der European Quantum Technologies Conference (EQTC). Die Stiftung hat die Veranstaltung als Community Partner unterstützt und im Gegenzug Gelegenheit bekommen, insbesondere auf die internationalen Aktivitäten (binationale Seminare) aufmerksam zu machen.

■ **Workshop: International Research
in Astronomy during the Climate Crisis –
Astronomers for Planet Earth**

9. Juni | U Würzburg | Dr. Christoph Wendel,
U Würzburg

Dieser Workshop zu nachhaltiger Forschung, Dekarbonisierung der Astronomie und internationalen Kollaborationen in Zeiten der Klimakrise wurde gemeinsam mit der Graswurzelbewegung „Astronomers for Planet Earth“ durchgeführt, die sich zum Ziel gesetzt hat, mehr Nachhaltigkeit in der astronomischen und astrophysikalischen Forschung zu erreichen. Die Stiftung hat den Workshop mit einem kleineren Betrag gefördert.



Junge Wissenschaftshistoriker hatten im Frühjahr Gelegenheit, am Deutschen Museum mit Originalen zu arbeiten.
(Foto: Deutsches Museum)

6 DISSERTATIONSPREISE

Die DPG, Stiftungen und zahlreiche andere Institutionen zeichnen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit hochkarätigen Preisen aus für Leistungen, die sie im Laufe ihrer Forscherkarriere erbracht haben. Preise für Nachwuchswissenschaftler, die davon in ihrer Entscheidung für eine wissenschaftliche Karriere bestärkt würden, gibt es jedoch an vielen Universitäten entweder gar nicht oder nur fächerübergreifend. Seit 2019 finanziert die Stiftung daher insgesamt 16 Dissertationspreise an 17 Fachbereichen (Düsseldorf und Wuppertal erreichen nur gemeinsam die Voraussetzung von mindestens 20 Dissertationen

pro Jahr). Die Stiftung finanziert das Preisgeld von 4000 Euro und beteiligt sich an den Kosten für die Preisverleihung. Im Berichtsjahr haben alle Fachbereiche bis auf einen die Preise wieder bei Präsenzveranstaltungen verliehen. Die nachfolgende Tabelle zeigt die beteiligten Fachbereiche, die gewählten Preisbezeichnungen sowie die Namen der Preisträgerinnen und Preisträger 2023.

Universität	Preis	Preisträger
Bochum	Dissertationspreis der Fakultät für Physik und Astronomie an der Ruhr-Universität Bochum	Dr. Meike Küßner
Bonn	Promotionspreis der Stiftung Physik und Astronomie in Bonn in Kooperation mit der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung	Dr. Zlata Fedorova
Dortmund	Wilhelm und Else Heraeus-Dissertationspreis der Fakultät Physik	Dr. Sara Carina Fedosejevsf
Dresden	Dresdner Promotionspreis Physik	Dr. Stefanie Todt Dr. Anton Kirch
Düsseldorf + Wuppertal	Wilhelm und Else Heraeus-Dissertationspreis	Dr. Markus Geldenhuys
Göttingen	Born-Franck-Dissertationspreis	Dr. Kristian Blom
Hannover*	Wilhelm und Else Heraeus Young Physicists Award	Nicht verliehen
Heidelberg*	Heidelberger Wilhelm und Else Heraeus-Dissertationspreis für Physik und Astronomie	Dr. Marvin Holten Dr. Sabine Harribey
Jena*	Friedrich Hund Dissertationspreis	Dr. Ziyao Tang Dr. Michael Pannier
Köln	Ernst-Ising-Dissertationspreis Physik	Dr. Nina Del Ser Dr. Phila Rembold
Mainz	Wilhelm und Else Heraeus-Dissertationspreis	Dr. Christiane Scherb
Marburg	Alfred-Wegener-Preis	Dr. Shamail Ahmed
LMU München	Theodor-Hänsch-Promotionspreis	Dr. Vitaly Wirthl
Regensburg	Dissertationspreis der Fakultät für Physik	Dr. Lorenzo Barca
Stuttgart	Wilhelm und Else Heraeus-Dissertationspreis	Dr. Julian Karst
Würzburg	Wilhelm und Else Heraeus-Dissertationspreis	Dr. Anna-Lena Weigel

* Preis wird geteilt oder kann geteilt werden



Dr. Zlata Fedorova hat den Promotionspreis der Stiftung Physik und Astronomie der Universität Bonn erhalten. Mit ihr freuen sich ihr Doktorvater Prof. Dr. Stefan Linden (links) und Prof. Dr. Dieter Meschede von der Stiftung Physik und Astronomie. (Foto: Meike Böschmeyer, U Bonn)



Dr. Michael Pannier hat den von der Universität Jena vergebenen Friedrich-Hund-Dissertationspreis für Grundlagenforschung erhalten. (Foto: U Jena)

7 SENIORPROFESSUREN

Eine Wilhelm und Else Heraeus-Seniorprofessur wird an erfahrene Fachwissenschaftler aus der Physik vergeben, welche die hohe Bedeutung der Ausbildung des Nachwuchses, insbesondere der Ausbildung zukünftiger Lehrer, erkannt haben und sich aktiv für deren Verbesserung einsetzen. Ideale Kandidaten sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit hoher fachlicher Reputation, langjähriger Erfahrung in der Lehre, Akzeptanz in ihrer Fakultät und überzeugendem Engagement in Fragen der Lehrerausbildung und des Schulunterrichts. Mit einer Wilhelm und Else Heraeus-Seniorprofessur sollen das Ansehen des Inhabers innerhalb seiner Fakultät und auf Universitätsebene gestärkt sowie seine Bemühungen um eine bessere Physikausbildung aufgewertet werden. Die Auszeichnung soll nur dort vergeben werden, wo sichergestellt ist, dass ein Fachbereich den Stelleninhaber bei seiner Arbeit unterstützt. Die Seniorprofessur ist auf drei Jahre befristet (Verlängerungen sind möglich) und mit einem Honorar in etwa der Höhe der Differenz zwischen Ruhestandsgehalt und Gehalt zu aktiver Zeit dotiert. Im Berichtsjahr gab es folgende aktive Seniorprofessuren.

■ **Prof. Dr. Ilja Rückmann,
Universität Bremen, seit Januar 2018**

In Fortführung seiner Aktivitäten zu neuen Experimenten hat Herr Rückmann im Berichtsjahr zwei Prototypen eines cw-Rubinlasers entwickelt und gebaut bzw. bauen lassen. Mit diesem recht komplexen Laser lassen sich 13 verschiedene Physikversuche durchführen, sowohl zur Funktionsweise eines Lasers als auch Versuche mit einem Laser. Im Gegensatz zu bisherigen Laserexperimenten zählt das neue zur Klasse 1 und lässt sich daher auch ohne Schutzmaßnahmen in Schulen oder Grundpraktika nutzen. Herr Rückmann hat den Laser auf mehreren Veranstaltungen vorgestellt und eine umfangreiche Versuchsanleitung für Lehrer, Praktikumsleiter und Studierende verfasst. Darüber hinaus hat er weiter in der AG Physikalische Praktika der DPG sowie der Lehrmittelkommission mitgearbeitet und den Workshop „Innovative Experimente für den Physikunterricht“ in Berlin mitorganisiert. Die Seniorprofessur ist zum Ende des Berichtsjahrs ausgelaufen.

■ **Prof. Dr. Joachim Stolze,
Technische Universität Dortmund,
seit April 2019**

Im Mittelpunkt des Arbeitsprogramms von Joachim Stolze stand die Entwicklung eines Elitestudiengangs Lehramt Physik mit dem Ziel, auf der Grundlage eines fachlich fundierten Physik-Bachelors eine sinnvolle und kompakte Ausbildungsstufe anzuschließen, die zur Befähigung für das Lehramt mit den Unterrichtsfächern Physik und Mathematik führt. Das Ergebnis war der Vorschlag für einen fünfsemestrigen Masterstudiengang, der u.a. sämtliche Inhalte der beiden Fachdidaktiken des Lehramtsstudiengangs enthält und für den das Rektorat der TU Dortmund bei der Landesregierung eine Ausnahmegenehmigung



Im Rahmen seiner Aktivitäten zur Schülerförderung engagiert sich Prof. Dr. Walter Zimmermann u. a. beim Regionalwettbewerb Oberfranken sowie dem Bundeswettbewerb des GYPT. Das Foto zeigt ihn (2. v. r.) mit den besten Teilnehmenden des Regionalwettbewerbs. (Foto: Walter Zimmermann)

angestrebt hat. Leider hat das Schulministerium diesen Vorschlag aus verschiedenen Gründen nicht akzeptiert und eine Ausnahmegenehmigung abgelehnt, was umso bedauerlicher ist angesichts des immer dramatischeren Lehrkräftemangels und eines Gutachtens der Kultusministerkonferenz, in dem genau ein solcher „zweiter Weg in den Lehrkraftberuf“ empfohlen wird. Darüber hinaus hat Herr Stolze das Handbuch zum Lehr-Lern-Labor „Treffpunkt Quantenmechanik“ an der Fakultät Physik der TU Dortmund abgeschlossen und online veröffentlicht. Dabei geht es sowohl um die Entdeckungen, die die Entwicklung der Quantenmechanik erforderlich machten, als auch um ausgewählte Anwendungen.



[Link zum Treffpunkt Quantenmechanik](#)

■ Prof. Dr. Walter Zimmermann, Universität Bayreuth, seit April 2022

Walter Zimmermann fördert seit vielen Jahren in vielfältiger Weise begabte Schülerinnen und Schüler und führt sie an Forschungsprojekte heran. Er koordiniert die Schülerforschung an und im Umfeld seiner Universität, insbesondere im Zusammenhang mit dem Schülerforschungszentrum der Technologie Allianz Oberfranken. An dem von ihm geleiteten GYPT-Standort Bayreuth wurden in den vergangenen Jahren regelmäßig Teilnehmer des IYPT-Nationalteams betreut. Im Rahmen seiner Seniorprofessur leistet Walter Zimmermann über den GYPT-Wettbewerb einen innovativen Beitrag zur Gewinnung von besonders talentierten jungen Leuten für das Fach Physik sowie zur Aus- und Fortbildung von Physiklehrerinnen. Dazu bereitet er z. B. IYPT-Aufgaben so auf, dass Schülerinnen und Schüler sie im Rahmen von Seminararbeiten bearbeiten können. Er engagiert sich auch bei Lehrerfortbildungen und Lehrertreffen und setzt sich dafür ein, dass Lehrer mit Deputatsstunden ausgestattet werden, um sich Schülerprojekten widmen zu können.



■ **Prof. Dr. Thomas Filk,**
Universität Freiburg, seit Juni 2022

Im Rahmen seiner Seniorprofessur hat Thomas Filk im Berichtsjahr erneut die speziell für Lehramtsstudierende konzipierte Vorlesung „Ausgewählte Kapitel der modernen Physik“ gehalten und um das Thema Klimaphysik erweitert. Damit sollen Lehramtsstudierende die Möglichkeit erhalten, ihr Wissen in spezifischen schulrelevanten Themenbereichen der modernen Physik (z.B. Kosmologie, Relativitätstheorie, Astrophysik, Quantenphysik in der Schule, bildgebende Verfahren etc.) zu vertiefen. Thomas Filk, der sich an der Universität Freiburg schon lange für die Ausbildung von Lehramtsstudierenden engagiert, hat auch erste Begleittexte und Animationen zur Vorlesung erstellt, die künftig frei auf einer eigens eingerichtete Webseite allgemein verfügbar sein werden.



Link zu den Kurztexten

■ **Prof. Dr. Claus Lämmerzahl,**
Universität Bremen, seit Juni 2022

Claus Lämmerzahl ist an der Universität Bremen seit vielen Jahren für die Lehre der Theoretischen Physik für das Lehramt ebenso verantwortlich wie für das Modul Astrophysik im Masterstudiengang Physik. Im Rahmen seiner Seniorprofessur entwickelt er die Lehre insbesondere im Hinblick auf die neuen Quantentechnologien weiter und integriert die Quantenkryptographie in die Vorlesung. Darüber hinaus hat er eine Vorlesung „Quantum Technologies for Electrical Engineers“ angeboten und eine Vorlesung Quantentechnologien für Lehramt bzw. Physik-Bachelor vorbereitet. Herr Lämmerzahl hat auch Vorlesungen gehalten im Rahmen des europäischen Masterstudiengangs MASS (Master of Astrophysics and Space Sciences, gemeinsam mit Nizza, Rom und Belgrad).



◀ Im Rahmen eines Festkolloquiums an der Technischen Hochschule Brandenburg erhielt Prof. Dr. Michael Vollmer (Mitte) eine Wilhelm und Else Heraeus-Seniorprofessur. Mit ihm freuen sich (v.l.) der Stiftungsgeschäftsführer Dr. Stefan Jorda, der Präsidenten der THB Prof. Dr. Andreas Wilms, der Vorstandsvorsitzende der Stiftung Prof. Dr. Jürgen Mlynek sowie der Dekan Prof. Dr. Justus Eichstädt. (Foto: O. Karaschewski, THB)

▶ Prof. Dr. Martin Wilkens (Mitte) von der Universität Potsdam erhielt 2023 eine Wilhelm und Else Heraeus-Seniorprofessur. An dem Festkolloquium nahmen teil (v.l.) der Dekan Prof. Dr. Ralph Gräf, der Vorstandsvorsitzende der Stiftung Prof. Dr. Jürgen Mlynek, der Stiftungsgeschäftsführer Dr. Stefan Jorda sowie der Institutsdirektor Prof. Dr. Philipp Richter. (Foto: S. Scholz, U Potsdam)

■ Prof. Dr. Michael Vollmer, Technische Hochschule Brandenburg, seit März 2023

Michael Vollmer führt seit vielen Jahren Lehrerfortbildungen durch, mit denen er Lehrerinnen und Lehrern ein fundiertes Fachwissen zur Physik vermittelt. Dabei war und ist es ihm wichtig, die Faszination an physikalischen Phänomenen zu wecken, sei es durch Freihandexperimente oder dem Beschäftigten mit Naturphänomenen. Sein besonderes Steckpferd sind optische Naturphänomene und die Infrarot-Bildgebung, die sich hervorragend eignet zur Visualisierung aller mit Energieaustausch einhergehenden Prozesse der Physik. Im Rahmen seiner Seniorprofessur hat Michael Vollmer im Berichtsjahr zwei Lehrerfortbildungen über „Klima, Energie und Nachhaltigkeit“ bzw. „Naturphänomene“ mitorganisiert (siehe Kapitel 8) und mehrere Vorträge an anderen Fortbildungen sowie für die allgemeine Öffentlichkeit gehalten. Sein Arbeitsprogramm umfasst auch die Entwicklung eines für Physiklehrer ausleihbaren Koffers zur Thermographie sowie ein Buchprojekt zur optischen Wahrnehmung.

■ Prof. Dr. Martin Wilkens, Universität Potsdam, seit Juni 2023

Martin Wilkens engagiert sich seit zwei Jahrzehnten in der Lehramtsausbildung an der Universität Potsdam, wo er als wissenschaftlicher Leiter des Zentrums für Lehrerbildung die Umsetzung der Bologna-Reform für alle Lehramtsstudiengänge verantwortete und insbesondere die Theorie-Ausbildung im Lehramt Physik überarbeitet hat. Im Rahmen seiner Seniorprofessur verankert er sowohl aktuelle Themen wie Klimawandel oder Quanteninformation stärker in der Lehrerausbildung als auch Grundlagenthemen wie Kosmologie oder Teilchenphysik. Darüber hinaus engagiert er sich u.a. weiter im Refugee Teachers Program für geflüchtete Lehrkräfte sowie im Programm Studium Plus.

8 LEHRERAUSBILDUNG | LEHRERFORTBILDUNG

Die Lehreraus- und -fortbildung wurde im Berichtsjahr wieder mit mehreren Aktivitäten gefördert. Die Stiftung fördert insbesondere mehrtägige Lehrerfortbildungen, die von langjährigen Partnern wie der Heisenberg-Gesellschaft oder dem Haus der Astronomie durchgeführt werden. Zudem erleichtert sie aktiven Lehrkräften, Referendaren und Lehramtsstudierenden die Teilnahme an den DPG-Fortbildungen, indem sie einen gestaffelten Zuschuss zu den Kosten für Übernachtung und Verpflegung gewährt. Bei den vier im Berichtsjahr durchgeführten DPG-Fortbildungen im Physikzentrum kamen 118 Lehrkräfte und 39 Referendare bzw. Studierende in den Genuss dieser Förderung. Lehrerfortbildung fördert die Stiftung auch im Rahmen des von ihr finanzierten DPG-Programms „Fobi-phi“ (vgl. Kapitel 12).

■ WE-Heraeus-Lehrerfortbildung: Der Klimawandel: verstehen und handeln

3.–5. Mai | Notenbank Weimar | Dr. Cecilia Scorza,
Prof. Dr. Harald Lesch, LMU München (70 TN)

Der Klimawandel ist zweifellos eine der drängendsten Herausforderungen unserer Zeit, und die Bildung spielt eine entscheidende Rolle bei der Sensibilisierung der kommenden Generationen. Daher versammelten sich für diese bundesweite Lehrerfortbildung hochkarätige Fachleute aus der Didaktik, Lehrerinnen und Lehrer sowie Vertreterinnen und Vertreter von Stiftungen aus ganz Deutschland in den historischen Räumlichkeiten der alten Notenbank Weimar, um über die aktuelle Forschung und die Integration der Themen in den Unterricht zu diskutieren. Das Programm umfasste eine Vielzahl von Workshops, Diskussionsrunden und Präsentationen zu verschiedenen Aspekten des Klimawandels. Themen wie erneuerbare Energien, Ursachen und Folgen des Klimawandels, lokale Auswirkungen des Klimawandels sowie individuelle und schulische Handlungsmöglichkeiten standen im Mittelpunkt der Veranstaltung. So erklärte z.B. Harald Lesch mitreißend, was wir für eine Energiewende benötigen, und zwei Lehrkräfte stellten passend dazu in einem praxisnahen Workshop Arbeitsblätter für den Unterricht vor, die es erlauben, innerhalb des Lehrplans die Erneuerbaren Energien in den Schulunterricht zu integrieren. Um die Ursachen und Folgen des Klimawandels zu verstehen, konnten die Teilnehmer auch mit dem LMU-Klimakoffer experimentieren. Generell wurde die Notwendigkeit deutlich, Schülerinnen und Schüler mit fundierten Informationen und einem Bewusstsein für die Herausforderungen des Klimawandels auszustatten. Die Teilnehmenden wurden daher auch in Gruppen ermutigt, ihre eigene Unterrichtspraxis zu reflektieren und neue Wege zu finden, um das Thema Klimawandel in den Lehrplan zu integrieren und auf spannende und ansprechende Weise zu vermitteln.



Im historischen Gebäude der Notenbank Weimar trafen sich 70 Teilnehmende aus allen Bundesländern zu einer von Dr. Cecilia Scorza und Prof. Dr. Harald Lesch (LMU München) durchgeführten Lehrerfortbildung zum Klimawandel.

■ WE-Heraeus-Lehrerfortbildung: Klima, Energie und Nachhaltigkeit

1.–3. Juni | Magnus-Haus Berlin |
Prof. Dr. Wolfgang Eberhard, Magnus-Haus Berlin;
OStR Christian Strube, Robert-Havemann-Gymnasium
Berlin; Prof. Dr. Michael Vollmer, TH Brandenburg;
Prof. Dr. Ludger Wöste, FU Berlin (81 TN)

Diese Fortbildung für Berliner und Brandenburger Physik-Lehrerkräfte zielte auf eine der wohl wichtigsten aktuellen Fragestellungen nicht nur wissenschaftlicher, sondern auch politischer Natur unserer Gesellschaft: Klimawandel, Nachhaltigkeit und die anstehende Energiewende. Um der Erderwärmung aufgrund der Verbrennung fossiler Energiequellen entgegenzuwirken, muss das Energiesystem zügig unter nachhaltigen Gesichtspunkten, allerdings auch ökonomisch leistbar, umgebaut

werden. Dies ist nur möglich, wenn eine breite Öffentlichkeit mit den Fakten der Energiewende und des Klimawandels vertraut ist, wozu in der Schule der Grundstein gelegt werden muss. Das Programm dieser Fortbildung umfasste neun Fachvorträge zu sowohl den Hintergründen von Treibhauseffekt, Klimawandel und dem Begriff Nachhaltigkeit als auch zu spezielleren Themen wie Batterieforschung, Photovoltaik, Wärmepumpen und Kernenergie und deren Einsatz für den anstehenden Umbau des Energiesystems. Auch wirtschaftliche und politische Aspekte hinsichtlich der Umsetzung der notwendigen Maßnahmen zur Erreichung der nationalen und internationalen Klimaziele standen auf dem Programm. Am dritten Tag fanden praktische Übungen zum Thema „Photovoltaik“ statt, die direkt im Unterricht einsetzbar sind. Die Lehrkräfte konnten die zugehörigen Experimente im Anschluss in die eigene Schulsammlung mitnehmen.

■ WE-Heraeus Summer School: Astronomy from Multiple Perspectives: High-energy Astronomy

4.–7. September | Osservatorio Astrofisico di Asiago, Padua, Italien | Dr. Markus Pössel, HdA Heidelberg; Dr. Stefano Ciroi, U Padua, Italien; Prof. Dr. Holger Cartarius, U Jena; Dr. Marco Lombardi, U Mailand, Italien (50 TN)

Entsprechend dem Konzept der deutsch-italienischen Fortbildung tauschten sich die Teilnehmenden, vor allem Studierende (inklusive Lehramts-Studierende) sowie Lehrerinnen und Lehrer, aus Heidelberg, Jena, Padua und Mailand über fachliche Inhalte und schulgeeignete Lehrkonzepte zur Hochenergie-Astrophysik aus. Das Programm bot die mittlerweile bewährte Mischung von Wissensvermittlung, Erfahrungsaustausch und Praxis. An den Vormittagen gab es jeweils Hintergrundvorträge von Forscherinnen und Forschern aus der Astronomie. Hier stand die Wissensvermittlung durch aktive Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Vordergrund, mit Themen wie einer Einführung in Astroteilchenphysik und Kosmologie oder dem Einstieg in die Welt einiger der höchstenergetischen Ereignisse im Kosmos überhaupt: den Gamma- Ray-Bursts. Ein Vortrag war als Kontrast der praktischen Umsetzung von Experimenten mit Astrophysik-Bezug in der Schule gewidmet. Am Nachmittag fanden jeweils die Tutorien statt, die vorab in entsprechenden Vorbereitungssitzungen von den Teilnehmenden an den vier beteiligten Standorten vorbereitet worden waren. Entsprechend war jede Gruppe an einem der Nachmittage als Tutoren-Gruppe für die Durchführung verantwortlich. Auf diese Weise entstanden Aufgaben zur Detektion von Blazaren oder ultrahochenergetischen kosmischen Schauern, zu Myonen in Schauern und zu Gammablitzern. Alle Tutorien stehen jetzt zur Weitergabe an Lehrerinnen und Lehrern zur Verfügung. Als Teil des Heidelberger Tutoriums hatten die Teilnehmenden sogar die Möglichkeit, mit den Teilchendetektoren „Cosmic Watch“ zu experimentieren, die für den Schuleinsatz geeignet sind. Außergewöhnlich war die Sternwarte Asiago als Tagungsort – selbst die Vorlesungen und

Übungen fanden in den entsprechend hergerichteten Kuppeln der Sternwarte statt. Neben dem offiziellen Programm konnte die Sternwarte besichtigt werden, und Sonnenbeobachtungen sowie ein richtiger Beobachtungsabend rundeten das Programm ab. Wertvoll war darüber hinaus der Austausch über die verschiedenen Herangehensweisen in der Astronomie-Bildung in Italien und Deutschland und vor allem die unterschiedlichen Konzepte der Lehrerbildung im Fach.

■ Bundesweite WE-Heraeus-Lehrerfortbildung zur Astronomie

9.–11. November | Haus der Astronomie Heidelberg | Priv.-Doz. Dr. Olaf Fischer, Haus der Astronomie Heidelberg (95 TN)

Die bundesweite Lehrerfortbildung, die im Berichtsjahr zum elften Mal stattgefunden hat, hat sich für viele Lehrkräfte zu einem jährlichen Höhepunkt entwickelt. Daher war die Nachfrage erneut so hoch, dass nicht alle Interessierten kommen konnten, obwohl nach den Pandemie Jahren der Hörsaal erstmals wieder voll besetzt war. Die bewährte Programmstruktur hat an den Vormittagen erneut Fachvorträge zu aktuellen wie auch grundlegenden Themen vorgesehen, z. B. zu Mikrometeoriten, der Physik des Sternlichts, Zwerggalaxien und Dunkler Materie, der Suche nach Leben im All oder der Modellierung von Atmosphären. An den Nachmittagen wurden fachdidaktische Erfahrungen in mehreren parallel laufenden Veranstaltungen ausgetauscht, wobei die Teilnehmer selbst die Beiträge dazu lieferten und auch Schüler ihre Projekte vorstellten. Im Rahmen der Fortbildung fand auch die Auftaktveranstaltung zur Initiative „Weiterentwicklung des deutschen Bildungssystems – Astronomie als ‚Kickstarter‘“ statt, welche auf die Bedeutung der Astronomie aufmerksam macht, um das Interesse von Kindern an MINT-Fächern zu wecken. Die Abende und etliche Pausen dienten dem Austausch und der Vernetzung der Teilnehmer, dem Kennenlernen und dem jährlichen Treffen des bundesweiten Lehrer-Netzwerks zur Astronomie (Partnerschulen des Hauses der



Die Teilnehmenden der deutsch-italienischen Sommerschule vor der großen Teleskop-Kuppel in Asiago. (Foto: Holger Cartarius).

Astronomie). Dieses Netzwerk ermöglicht einen schnellen wechselseitigen Informationsfluss zu allen Fragen der Schulastronomie.

■ WE-Heraeus-Fortbildung für Lehramtsstudierende, Studienreferendare und Lehrkräfte: Schwingungen und Wellen in Alltagskontexten

20.–23. November | Physikzentrum Bad Honnef | Prof. Dr. Lutz Kasper, Jun.-Prof. Dr. Jan Winkelmann, PH Schwäbisch-Gmünd (52 TN)

Schwingungen und Wellen bilden die Grundlage physikalischer Phänomene in allen Bereichen der Physik und auf allen räumlichen und zeitlichen Skalen – von submikroskopischen Wechselwirkungen bis zu kosmischen Dimensionen. Die Theorie der Schwingungen und Wellen verbindet Domänen der Physik untereinander und auch über die eigentlichen Fachgrenzen hinaus, indem

sie für eine Vielzahl technischer Anwendungen oder natürlicher Phänomene Erklärungen und Modelle zur Verfügung stellt. Dieser Vielfalt ist diese Lehrkräftefortbildung mit den Vorträgen und Workshops insbesondere mit Bezug auf Alltagskontexte gerecht geworden. Einen Schwerpunkt bildete die Akustik, insbesondere mit physikalischen Perspektiven auf die Musik. Einzelne Musikinstrumente wie Blasinstrumente oder Glocken, aber auch die menschliche Singstimme wurden analysiert. Dabei kamen in den Vorträgen, vor allem auch unter praktischen Gesichtspunkten in den Workshops, geeignete Apps (z. B. phyphox) und Analysesoftware zum Einsatz. An verschiedenen akustischen Exponaten des niedersächsischen „MINT-Clusters TÖNE“ konnten die Teilnehmenden eigene Hörerfahrungen machen. Der erste Abendvortrag bildete dann auch ein Highlight hinsichtlich akustischer Anwendungen. Corentin Nelias (MPI für Dynamik und Selbstorganisation) beantwortete u. a. die Frage, wie der Swing in den Jazz kommt. Neben der Akustik thematisierte die Fortbildung aber auch mechanische sowie



Im Rahmen des Astronomiepraktikums auf La Palma besuchten die Teilnehmenden auch die Observatorien auf dem Roque de los Muchachos. (Foto: Olaf Fischer)

elektromagnetische Schwingungen und Wellen. In einer historischen Perspektive wurden die Schwierigkeiten und originellen experimentellen Anfänge der Untersuchungen mit Beugungserscheinungen von Licht vorgestellt. Mit Bezug auf aktuelle Forschung und Anwendungen wurde den Fragen nachgegangen, wie eigentlich die lasergestützte Entfernungsmessung funktioniert, wie es um die Gefährlichkeit von „Handy-Strahlung“ steht und wie Astronomie und Astrophysik mit dem Thema verbunden sind. Als weiteres Highlight stellte Michael Vollmer (TH Brandenburg) im zweiten Abendvortrag seine Beobachtungen und Erfahrungen mit trickreichem Imaging im IR- und UV-Bereich vor. Insgesamt traten nach vier intensiven Tagen alle Teilnehmenden die Heimreise an mit einer Vielzahl an theoretischen und vor allem auch praktischen schulphysikbezogenen Anregungen zum Rahmenthema.

■ **Lehrerfortbildung:** **Großes Astronomiepraktikum auf La Palma**

31. Oktober bis 7. November | La Palma, Spanien |
Priv.-Doz. Dr. O. Fischer, Haus der Astronomie
Heidelberg (12 TN)

An der baden-württembergischen Fortbildungsstätte in Bad Wildbad findet seit 2016 eine Lehrgangsserie statt, die Lehrern den Einstieg in den Astronomie-Unterricht ermöglichen soll. Diese „Kosmische Trilogie“ umfasst die Oberthemen „Orientierung am Sternenhimmel und Himmelsbeobachtung“, „Die Sterne, ihr Umfeld und die Reise in den Weltraum“ und „Von der Milchstraße bis zum ‚Rand‘ des Universums“. Da die vorgesehenen eigenen Beobachtungen aufgrund der Wetterbedingungen meist nicht möglich sind, wurde die „Trilogie“ erstmals 2019 durch ein großes Astronomiepraktikum auf La Palma

ergänzt, das die Stiftung bereits gefördert hat. Zwölf Lehrer und vier Betreuer verbrachten dazu eine gute Woche auf La Palma, wo eine Vielzahl von sowohl Tag- als auch Nachtbeobachtungen (u. a. Sonne, Planeten, lichtschwache Messier-Objekte) durchgeführt werden konnten. Besuche des Observatoriums Gran Telescopio Canarias sowie von MAGIC (Major Atmospheric Gamma-Ray Imaging Cherenkov Telescope) auf dem Roque de los Muchachos rundeten das Programm ab. Das Praktikum hat insgesamt einen deutlichen Zuwachs an Wissen und Können ermöglicht und zu einem Motivationsschub der Lehrkräfte geführt.

■ Werkstattgespräch: Quer- und Seiteneinstieg in das Lehramt Physik

24.–25. Februar | Physikzentrum Bad Honnef | OStR Yvonne Struck, DPG-Vorstand Schule; Dr. Stefan Jorda (33 TN)

Angesichts des eklatanten Mangels an Physik-Lehrkräften hat die DPG bereits 2010 in einer Studie auf die Probleme hingewiesen, die sich ergeben, wenn Quer- und Seiteneinsteiger ohne adäquate Aus- oder Weiterbildung in den Schuldienst wechseln. Da sich der Mangel an Physiklehrkräften seither deutlich verschärft hat, haben DPG und Stiftung dieses Treffen organisiert, dessen Ziel es zum einen war, aktuelle Erfahrungen mit diesem Thema zu sammeln. Zum anderen sollte die Veranstaltung dazu dienen, die Weichen zu stellen für ein mögliches physikdidaktisches Grundlagenseminar für Quereinsteigende. Eingeladen dazu waren insbesondere Fachleiter und Fachdidaktiker, aber auch Lehrkräfte, die Quer-/Seiteneinsteiger betreuen, sowie ehemalige Quereinsteiger. Neben einer Bestandsaufnahme, die einen bunten Flickenteppich an Maßnahmen zur Abfederung des bereits existierenden und beobachtbaren Lehrkräftemangels in Physik dokumentiert hat, ist konkret angestoßen worden, Module zur Nachqualifizierung von Quereinsteigern ebenso zu entwickeln wie Unterrichtsmaterialien („good practice“).

■ DPG-Lehrerfortbildung: Creative Days

12.–15. März | Prof. Dr. Susanne Heinicke, U Münster (37 TN)

Anliegen der „Creative Days“ ist es, Kreativität auf Seiten der Lernenden und der Lehrkräfte zu fördern und zu unterstützen, um Lernen gemeinsam abwechslungsreich und nachhaltig zu gestalten. Dazu sollen empirisch fundierte, lernwirksame und motivationsfördernde Gestaltungselemente für den Unterricht bereitgestellt und weiterentwickelt werden. Nach einem Einstiegsvortrag zur Leitfrage „Wie visualisiere ich im Physikunterricht und darüber hinaus?“ sah das Programm für die Lehramtsstudierenden und Lehrkräfte aus verschiedenen Bundesländern einen Einstieg in die Theaterpädagogik vor. Weitere Workshops befassten sich mit dem Zeichnen von Sketchnotes, dem Erstellen von interaktiven Lernplakaten, zum digitalen Zeichnen, aber auch zur Gestaltung auf White- und Smartboards bzw. Tablets. Dennoch wurden auch noch „analoge“ Präsentationen in und mit Würfeln gebastelt. Inputs zur Stimmbildung und zur Unterrichtsplanung rundeten das vielfältige Programm ab. An den Abenden konnten die Teilnehmenden ihrer Kreativität beim Acrylic Pouring weiter freien Lauf lassen oder in gemütlicher Atmosphäre gemeinsam Gesellschaftsspiele spielen und sich unterhalten.

■ DPG-Lehrerfortbildung: Gravitationswellen-Astronomie

26.–30. Juni | Prof. Dr. Karl-Heinz Lotze, U Jena; Prof. Dr. Andreas Malmendier, Utah State University, USA; Dr. Frank Ohme, MPI für Gravitationsphysik, Hannover; Dr. Gudrun Wanner, U Hannover (59 TN)

Eine zentrale Aussage der Allgemeinen Relativitätstheorie ist die Krümmung der Raumzeit durch Massen. Gravitationswellen (GW) als „Kräuselungen“ der Raumzeit, die sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten, stellen ein neues Fenster zur Astronomie dar. Dazu bot diese Fortbildung



◀ Bei der Fortbildung zu Naturphänomenen stand auch Gruppenarbeit auf dem Programm. (Foto: PBH)

▶ Die Bundeskonferenz Schule MIT Wissenschaft fand 2023 an der Universität Kiel statt. (Foto: MIT Club of Germany)

sowohl fachliche Vorträge als auch fachdidaktische Workshops und eine Exkursion. Die Vorträge spannten den Bogen von historischen Anfängen bis zu neuesten Forschungen und befassten sich mit den Grundlagen der Entstehung von GW und ihrer Messung mit Licht ebenso wie mit der statistischen Auswertung der Daten, der Hochtechnologie erdgebundener Detektoren und den geplanten riesigen Interferometern (Einstein-Teleskop ET und LISA) oder möglichen Folgerungen für Kosmologie, Astrophysik und Relativitätstheorie. Den Bezug zum Unterricht stellten u.a. Bastelmodelle zur Visualisierung von Raumzeit-Krümmung durch GW oder das Experimentieren mit Interferometern her, aber auch Vorträge, wie weit man mit der Newtonschen Mechanik und dem Äquivalenzprinzip rechnerisch vordringen kann. Eine Exkursion zum 100-m-Radioteleskop in Effelsberg, einem Mitglied des sogenannten „Pulsar Timing Arrays“ (PTA), rundete das Programm ab. Der Termin der Fortbildung war außerordentlich glücklich, denn am Donnerstagabend konnten Interessierte im Hörsaal die einstündige Pressekonferenz der NANOgrav-Kollaboration, einem Zusammenschluss von anderen Mitgliedern des PTA, live mitverfolgen. Und am Freitagvormittag folgte der dazu passende Vortrag: Rund 50 Pulsare wurden über mehr als zehn Jahre beobachtet und GW mit einer Schwingungsdauer von mehreren Jahren nachgewiesen, so wie man sie von Binärsystemen supermassiver SL erwartet. Nach dieser Woche haben sich viele Lehrkräfte vorgenommen, Gravitationswellen auf die eine oder andere Weise in ihren Unterricht einzubinden.

■ DPG-Lehrerfortbildung: Naturphänomene

9.–13. Oktober | Prof. Dr. Michael Vollmer,
TH Brandenburg (69 TN)

Naturphänomene haben Menschen seit Urzeiten durch ästhetische Anblicke fasziniert sowie Fragen zu deren Ursachen aufgeworfen. Dies gilt auch heute noch, und viele Schülerinnen und Schüler können durch Beobachten und Verständnis für die Natur und deren vielfältige Phänomene spielerisch an die Physik und generell die Naturwissenschaften herangeführt werden. Diese Fortbildung hat exemplarisch einzelne Naturphänomene behandelt, zum einen von den physikalischen Grundlagen her, zum anderen auch für den direkten Einsatz im Unterricht. Die Themen reichten von der atmosphärischen Optik über akustische Phänomene, das Erdmagnetfeld sowie die Bionik bis hin zu Naturgefahren und vielem mehr. Mit Anwendungsmöglichkeiten für den Physikunterricht waren die Themen Bionik, Akustik sowie Optik in Form von Rätselbildern vertreten. Ein großer Fokus wurde auf die Kontexte gelegt, um die Interessen aller Schülerinnen und Schüler ansprechen zu können. Ein besonderes Highlight war die Exkursion zu dem Kaltwassergeysir in Andernach. Über zehn Minuten lang und bis zu 60 Meter Höhe steigt die Wasserfontäne aus dem Boden. Verbunden mit dem dazugehörigen Museum bietet sich der Geysir auch als Ausflugsziel für Schulklassen an, da hier viele Hands-on-Erfahrungen geboten werden.



■ **DPG-Lehrerfortbildung:
Low-cost Schülerexperimente zur
Quantentechnologie**

26.–29. November | Prof. Dr. Markus Gregor,
FH Münster; Prof. Dr. Stefan Heusler,
Dr. Alexander Pusch, U Münster (69 TN)

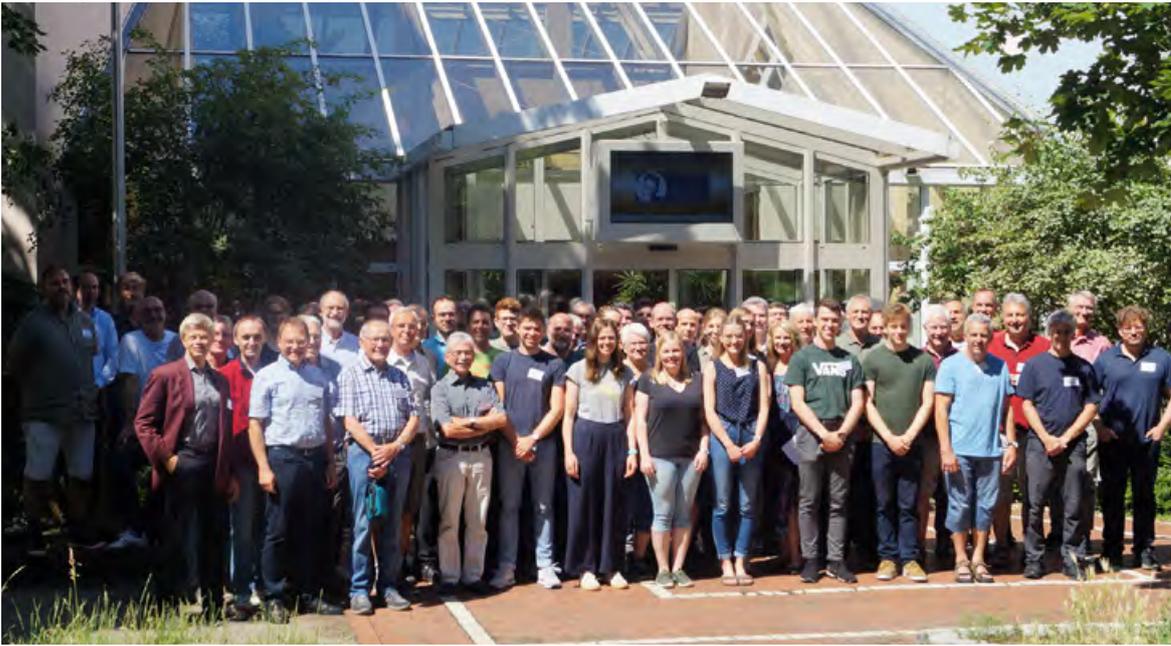
Der Physikunterricht in der Sekundarstufe II ist durch Schlüsselexperimente geprägt. Aufgrund der komplexen und meist auch teureren experimentellen Aufbauten lassen sich – anders als in der Sekundarstufe I – häufig allerdings nur Demonstrationsexperimente bzw. Animationen, Simulationen und Videos anstelle von Schülerexperimenten einsetzen. Für die Lernenden geht so aber ein Teil der Erfahrungen verloren, die sie in einem selbst durchgeführten Experiment sammeln könnten, z. B. das nötige Feingefühl bei der Justage (moderner) wellen- und quantenoptischer Experimente. Zentrales Element dieser Fortbildung waren daher ausgedehnte Workshop-Phasen, in denen neue Low-Cost-Schülerexperimente (auf Basis von 3D-Druck und Microcontrollern) zur Wellen- und Quantenoptik in Theorie und Praxis vorgestellt wurden. Alle gezeigten Experimente sind für den direkten Einsatz im Schulunterricht konzipiert worden. Ein Beispiel sind im 3D-Druck angefertigte Würfelsysteme, die sich mit verschiedenen optischen Geräten wie Lasern, Sensoren oder Filtern bestücken lassen und den leichten und stabilen Aufbau verschiedenster Optikexperimente erlauben. So konnten alle teilnehmenden Lehrkräfte ein

Michelson- oder Mach-Zehnder-Interferometer aufbauen und justieren. Low-cost-Experimente erlauben es auch, die Lumineszenz von Diamanten, die mit NV-Zentren dotiert sind, oder den Zeeman-Effekt zu untersuchen. Flankierende Vorträge zeigten die aktuelle Bedeutung und Anwendungen der Experimente, insbesondere im Kontext von Quantencomputing, Quantenkommunikation und Quantensensorik. Angesichts der gesellschaftlichen Bedeutung der Quantentechnologien ging der Appell an die Lehrkräfte, mittels der vorgestellten Experimente die Quantenphysik intensiver in der Oberstufe zu thematisieren, um dem grassierenden Fachkräftemangel entgegen zu wirken.

■ **Bundeskongress Schule MIT Wissenschaft**

10.–12. November | U Kiel | Rainer Linden,
MIT Club of Germany e.V., Düsseldorf (112 TN vor Ort)

Seit 2014 veranstaltet der MIT Club of Germany e.V. als Vereinigung der in Deutschland lebenden Alumni des Massachusetts Institute of Technology (MIT), USA, jedes Jahr die Bundeskongress Schule MIT Wissenschaft (SMW). Unter dem Leitmotiv „Begeisterter begeistern“ nehmen jeweils gut hundert Lehrkräfte der MINT-Fächer aus dem gesamten Bundesgebiet an dieser mehrtägigen Fortbildung mit Vorträgen und Workshops teil, die aktuelle Forschung mit naturwissenschaftlichem Unterricht verknüpft. Renommierte Wissenschaftler – unter ihnen



Die Teilnehmenden der Fortbildung zur Quantenphysik vor dem Tagungshotel in Gotha. (Foto: Heisenberg-Gesellschaft)

jedes Mal Nobelpreisträger und MIT-Professoren – vermitteln den Teilnehmern Forschungsergebnisse aus erster Hand. SMW möchte so besonders engagierte Lehrkräfte darin unterstützen und bestärken, mehr Kinder und Jugendliche für naturwissenschaftliche Berufe zu begeistern. Nach den beiden Vorjahren hat die Stiftung erneut Mittel bewilligt für diese Lehrerfortbildung. Zum Auftakt gab es die Möglichkeit, das GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung zu besuchen, bevor das eigentliche Fortbildungsprogramm startete mit einem Vortrag des Chemie-Nobelpreisträgers Benjamin List über Katalyse als Highlight sowie weiteren Beiträgen über z. B. den Klimawandel oder die Raumsonde JUICE. Als Ergänzung dazu wurden Workshops angeboten über z. B. die App phyphox oder Brennstoffzellen.

■ Lehrerfortbildung: Quantenphysik an der Schule

23.–25. Juni | Hotel am Schlosspark Gotha |
Prof. Dr. Reinhold Rückl, U Würzburg;
Dipl.-Phys. Helmut Fink, U Erlangen-Nürnberg,
für die Heisenberg-Gesellschaft (65 TN)

Der neunte Workshop der Heisenberg-Gesellschaft zur Quantenphysik an der Schule schlug erneut eine Brücke zwischen Forschungsfront, Fachdidaktik und Unterrichts-

praxis. Die aktiven Lehrkräfte aus dem gesamten Bundesgebiet richteten ihre Aufmerksamkeit dabei nicht nur auf das Vortragsprogramm, sondern nutzten auch vielfach die Gelegenheit zu regem Erfahrungsaustausch mit Kolleginnen und Kollegen sowie zur unkomplizierten Kontaktaufnahme mit den Referenten. Nach einem Auftakt zur quantenmechanischen Verschränkung als Ressource für die Quantentechnologie folgte ein Vortrag mit konkreten Beispielen an schulgerechten Aufgaben. Mehrere Vorträge widmeten sich auch der Vermittlung quantenphysikalischer Grundbegriffe; wie nicht anders zu erwarten, setzten die Vortragenden dabei unterschiedliche Schwerpunkte und die Diskussion pendelte zwischen dem traditionellen Welle-Teilchen-Dualismus einerseits und der Behandlung niederdimensionaler Zustandsräume andererseits. Für beide Zugänge gibt es gute Gründe. Der Lehrer Andreas Kellerer aus Memmingen berichtete auch über erste Praxiserfahrungen mit den ausleihbaren Thorlabs-Demonstrationsexperimenten der Heisenberg-Gesellschaft. Als Ansprechpartner für dieses Projekt stand er mitsamt einem Experiment auch nach dem Abendessen für Interessierte mit Rat und Tat zur Verfügung. Weitere Vorträge griffen die Künstliche Intelligenz in der Physik und besonders KI-Anwendungen bei der Optimierung von Quantenspeichern und Quantenalgorithmen ebenso auf wie den Forschungsstand zur Kernfusion oder Themen aus der Gravitation. Ein Vortrag



Das Programm des Nationalen Festivals Science on Stage umfasste zahlreiche Workshops. (Foto: Peter Kolb)

zu Heisenbergs Matrizenmechanik, der Bezüge zum Bohrschen Atommodell sowie Möglichkeiten der Unterrichtsgestaltung herstellte, bildete den Abschluss.

■ Lehrerfortbildung Teilchenphysik

2.–4. November | XLAB Göttingen |
Dr. Almut Popp, XLAB Göttingen

An dieser bereits mehrfach von der Stiftung geförderten Lehrerfortbildung haben im Berichtsjahr sechs Lehrerinnen und Lehrer ihre Kenntnisse in der Teilchenphysik erweitert. Der zentrale Rutherford'sche Streuversuch wurde mit wenig Material als Handversuch ebenso veranschaulicht wie mit einem weiteren Experiment gezeigt wurde, warum das Auffinden kleinerer Strukturen höhere Energien benötigt – beide Versuche sind sehr gut für den Unterricht geeignet. Weitere Vorträge erläuterten das Standardmodell der Elementarteilchen, die Darstellung von quantenmechanischen Prozessen mit Feynman-Graphen sowie β -Zerfall und Elektroneneinfang auf Quarkenebene. Als Höhepunkt bauten die Teilnehmer selbst eine kontinuierliche Nebelkammer für ihre Schulen, mit der sich Spuren der natürlichen Radioaktivität im Unterricht beobachten lassen.

■ Nationales Science on Stage Festival

29. September bis 1. Oktober | U Bayreuth |
Dr. Stefanie Schlunk, Science on Stage
Deutschland e.V.

Das aus der europäischen Initiative „Physics on Stage“ hervorgegangene Science on Stage-Festival bietet Lehrkräften eine bundesweite Bühne, sich über erfolgreiche fachliche und didaktische Konzepte des MINT-Unterrichts in der Primar- und Sekundarstufe auszutauschen und sich zu vernetzen. Es fördert die Motivation der Lehrkräfte für ihren Beruf und über die Qualitätsentwicklung der Lehre das Interesse und die Kompetenz für MINT-Fächer bei Schülerinnen und Schülern. Rund 100 ausgezeichnete MINT-Lehrkräfte der Primar- und Sekundarstufe haben im Herbst 2023 in Bayreuth ihre außergewöhnlichen Unterrichtsprojekte vorgestellt. Die Stiftung hat dabei die Teilnahme von 18 Physik-Lehrkräften gefördert. Die zugehörigen Projekte beschäftigten sich u. a. mit Energy Harvesting, einem Solarmobil, Energiesparen in der Schule, Versuchen zur Klimaphysik oder der Analyse von Daten des James Webb-Teleskops.

■ Lehrerfortbildungen der Physikanten

Bei diesen Fortbildungen werden effektvolle naturwissenschaftliche Bühnen-Experimente so vorgestellt, dass sie sich mit geringem Aufwand selbst im Unterricht, vor allem als Demonstrationsexperimente, einsetzen lassen. Zudem werden Präsentations- und Kommunikationstechniken aus Wissenschaftsshows vermittelt, um Experimente ansprechend zu präsentieren. Weiterhin werden einige Basis-Theatertechniken trainiert und Tricks vorgestellt, mit denen sich die Aufmerksamkeit des Publikums fokussieren lässt. Nach dem starken Einbruch aufgrund der Pandemie haben im Berichtsjahr wieder elf Basisfortbildungen stattgefunden mit insgesamt 137 Teilnehmenden (2022: 108, 2021: 46, 2020: 37). Die Stiftung hat auch Mittel bereitgestellt für einen zweiten Satz an Experimentiermaterial, sodass ein weiterer Seminarleiter nun auch Fortbildungen im süddeutschen Raum ohne lange Anfahrten anbieten kann.

■ MNU-Bundeskongress

Der MNU Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts e.V. veranstaltet jährlich mit dem Bundeskongress eine fünftägige Fortbildungsveranstaltung, dessen Programm Fachvorträge, Workshops und Exkursionen umfasst und sich an aktuellen mathematisch-naturwissenschaftlichen Fragen ausrichtet. Im Berichtsjahr fand der 113. Kongress vom 28. April bis 1. Mai in Koblenz statt unter dem Thema „MINT-Unterricht im Wandel“ statt. Mit einer Zuwendung hat sich die Stiftung an den Reisekosten für Referenten beteiligt.

■ Freihandexperimente für Seiteneinsteiger

Durch den eklatanten Lehrermangel sind Seiteneinsteiger ohne pädagogisch-didaktische Vorbildung häufig im Unterrichten überfordert. Dadurch quittieren zum einen viele den Dienst sehr früh wieder, zum anderen wird aufgrund von Unsicherheit und fehlender Kenntnis häufig auf Experimente verzichtet. Um den Neulingen

im Physiklehrer-Beruf eine Entlastung und Unterstützung geben zu können, wie sie mit einfachen Mitteln und ohne viel Vorbereitungs Aufwand Experimente etablieren können, fördert die Stiftung ein gemeinsames Projekt der Universität Jena und des Staatlichen Studienseminars Erfurt mit dem Ziel, auf den Thüringer Lehrplan abgestimmte Freihandexperimente zu entwickeln, die sich mit einfachen Materialien umsetzen lassen. Diese Experimente sollen in einem „Freihandkoffer“ inklusive ausführlicher Anleitungen einer Pilotgruppe von Seiteneinsteigern zur Verfügung gestellt werden. Im Berichtsjahr wurde eine Vorauswahl möglicher Experimente für die Themengebiete Mechanik, Optik, Elektrizitätslehre und Wärmelehre getroffen, für die es jeweils einen Freihandkoffer geben soll.

■ Quantencomputing im Physikunterricht

Im Berichtsjahr hat die Stiftung einen Antrag von Science on Stage Deutschland e.V. bewilligt, der zum Ziel hat, bis 2026 praxiserprobte Materialien zum Thema Quantencomputing für den Physik-, Mathematik- und Informatikunterricht zu entwickeln. Gemäß dem Ansatz „von Lehrkräften für Lehrkräfte“ wurden dazu zunächst über eine Ausschreibung 20 Lehrkräfte aus ganz Europa ausgewählt, die 2024 mit der eigentlichen Arbeit beginnen.

9 SCHÜLERFÖRDERUNG: EINZELPROJEKTE AN SCHULEN

Bei der Schülerförderung konzentriert sich die Stiftung auf die Unterstützung innovativer Projekte, die zum Ziel haben, entweder den Physikunterricht selbst oder außerunterrichtliche Aktivitäten wie Projektkurse attraktiv und modern zu gestalten. Dazu zählen die Ausrüstung von Schülerlaboren an Schulen und Schulsternwarten ebenso wie die Förderung von Unterrichtsmaterialien. Zur Schülerförderung führt die Stiftung gemeinsam mit der DPG auch das Programm „Physik für Schüler und Schülerinnen“ durch (vgl. Kapitel 12).

■ Schülerlabor GITUMA am Armin-Knab-Gymnasium Kitzingen

Mit Unterstützung der Stiftung und der EU (im Rahmen der Initiative Leader+) ist das GITUMA-Labor (Gießertechnik und Materialien) am Armin-Knab-Gymnasium in Kitzingen seit 2017 zum Schwerpunkt eines Schülerlabors geworden, in dem die Schüler verschiedenster Wahlkurse die Techniken nicht nur anwenden, sondern auch die Physik, Chemie und Informatik dahinter verstehen und anderen Schülern mit einfachen Versuchen erklären können. Mit weiteren Mitteln des 2021 bewilligten Antrags hat der Leiter des Schülerlabors die Aktivitäten zu den Themen Radioaktivität und Atombau ausgebaut. Insgesamt 63 Schülerinnen und Schüler aller Jahrgangsstufen haben sich für den Wahlunterricht am Schülerlabor entschieden. Dank eines in einem PKW-Anhänger verstaute mobilen Schülerlabors strahlen diese Aktivitäten inzwischen auch weit über das Armin-Knab-Gymnasium aus. Dazu trägt auch das Engagement des Leiters bei Lehrerfortbildungen bei, insbesondere zu Atombau und Orbitalmodell. Im Zuge der Umstellung von G8 zurück auf G9 und dank der neuen Bildungsstandards sind diese zwischenzeitlich aus dem Lehrplan Chemie der Oberstufe verschwunden Themen inzwischen wieder darin enthalten.

■ MINT-Projektkurse am Annette-von-Droste-Hülshoff-Gymnasium Münster

Die Stiftung fördert bereits seit mehreren Jahren die MINT-Projektkurse am Annette-von-Droste-Hülshoff-Gymnasium in Münster, das bemerkenswerte Erfolge bei der individuellen Förderung von MINT-Talenten aufweisen kann. In Kooperation mit lokalen Forschungseinrichtungen und Partnern aus der Industrie verfolgen die Schülerinnen und Schüler ihre Forschungsprojekte zu aktuellen und

gesellschaftlich relevanten Themen, angefangen von öffentlichem Nahverkehr und erneuerbarer Energie bis hin zum Recycling von Seltenen Erden oder der mathematischen Simulation von Verkehrsflüssen. Eine zentrale Rolle für solche interdisziplinären Themen spielen neben der digitalen Messwerterfassung mit verschiedenen Sensoren die mathematische Modellierung und die Physik. Mit diesen überwiegend durch die Stiftung finanzierten Projekten waren Schüler des Annette-Gymnasiums erneut bei Wettbewerben wie Jugend forscht erfolgreich. Darüber hinaus kommen die im Vorjahr beschafften Bluetooth-Sensoren von Vernier aber auch dem Regelunterricht zugute, für den neue Materialien entwickelt wurden. Ihr Wissen geben die Lehrkräfte im Rahmen eines lokalen MINT-EC-Netzwerks weiter mit dem Ergebnis, dass inzwischen zwei weitere Münsteraner Gymnasien ähnliche Ansätze in ihren Unterricht integrieren.

■ MINT-Projektkurs am Theodor-Heuss-Gymnasium Waltrop

In den vergangenen Jahren hat die Stiftung mehrfach Fördermittel für den MINT-Projektkurs am Theodor-Heuss-Gymnasium Waltrop bewilligt. Damit wurden Geräte und Experimentiermaterialien zu den Themen Aerodynamik, Energiewende und zuletzt Elektromobilität beschafft. Bei letzterem geht es um Energieumwandlungsketten und Speicherung erneuerbarer Energien ebenso wie um Wirkungsgrade und den Vergleich verschiedener Energiearten. Mit den beschafften Materialien und Bausätzen können die Schülerinnen und Schüler z. B. echte batterieelektrische Elektrofahrzeuge bauen, die mit Solarstrom betrieben werden, oder als Alternative mit Elektrolyseuren und Brennstoffzellen experimentieren. Dies geschieht primär im MINT-Projektkurs der Oberstufe, aber auch in der Junior Physik-Akademie der Mittelstufe sowie projektartig im Regelunterricht. Mit ihren Projekten haben die Schülerinnen und Schüler auch wieder erfolgreich an Wettbewerben teilgenommen und z. B. einen VDE-Technikpreis sowie einen Westenergie Klimaschutzpreis erhalten.

■ Digitales Schülerforschungslabor an der Gerda-Taro-Schule Leipzig

Im Berichtsjahr hat die Stiftung Mittel bewilligt für den Aufbau eines digitalen Schülerlabors an der Gerda-Taro-Schule in Leipzig. Ziel dabei ist die außerunterrichtliche Spitzenförderung und erfolgreiche Teilnahme an Wettbewerben wie Jugend forscht oder GYPT. Mit den Fördermitteln wurden im Wesentlichen Sensoren Cobra SMARTsense beschafft, mit denen sich Experimente weit über den Lehrplan hinaus durchführen lassen. Diese Ausrüstung wurde bereits bei Projekttagen zum Thema Naturwissenschaft und Nachhaltigkeit eingesetzt. An dem Schülerlabor sind auch schon mehrere Arbeiten für Jugend forscht 2024 sowie 2025 in Arbeit, z. B. die Untersuchung der Klangfarbe einer Geige oder die Entwicklung eines digitalen Stethoskops.

■ Ausstattung des Forscherraums am Leibniz-Gymnasium Altdorf

Im Zuge einer Schulsanierung hat das Leibniz-Gymnasium in Altdorf einen neuen Forscherraum erhalten, der primär dem Wahlunterricht und Projektarbeiten dient. Die Stiftung hat Mittel bewilligt für die Erstausrüstung dieses Forscherraums mit u. a. Messgeräten, Sensoren, zwei Mikroskopen und einem 3D-Drucker. Schülerinnen und Schüler ab Klasse 5 können den Raum nutzen für verschiedene Formen des Wahlunterrichts, insbesondere im Zusammenhang mit Wettbewerben, aber auch z. B. für Experimente im Zusammenhang mit W-Seminararbeiten.

■ Planetarium am Gymnasium Francisceum Zerbst

Das Francisceum Zerbst ist ein staatliches Gymnasium in Sachsen-Anhalt, das sich in einem ehemaligen Franziskanerkloster befindet. Zum Ensemble gehört ein Wehrturm, der früher als Sternwarte genutzt wurde und zum Ende des Berichtsjahrs saniert wurde. Anschließend soll darin ein Planetarium entstehen, für das die Stiftung Fördermittel bewilligt hat. Nach der Errichtung soll das Planetarium im Astronomieunterricht der 9. Klassen und im Physikunterricht der 10. Klassen genutzt werden und auch Schulen in der Umgebung offen stehen.

■ Neuausstattung der Sternwarte am Nikolaus-Ehlen-Gymnasium Velbert

Das Nikolaus-Ehlen-Gymnasium in Velbert besitzt bereits seit den 1960er Jahren eine Sternwarte, deren Gebäude und Dach kürzlich saniert wurden. Für die Neuausstattung mit Montierung, Teleskop und Zubehör hat die Stiftung im Berichtsjahr Mittel bewilligt. Wenn die Inbetriebnahme abgeschlossen ist, wird die Sternwarte in Arbeitsgemeinschaften für Unter- und Mittelstufe ebenso zum Einsatz kommen wie in Projektkursen sowie im Regelunterricht der Sekundarstufe I und II.

■ Astronomie für Schüler und Lehrer am Carl-Fuhlrott-Gymnasium in Wuppertal

Im Rahmen dieses Projekts stellt die Stiftung Mittel bereit für astronomische Kursveranstaltungen am Carl-Fuhlrott-Gymnasium in Wuppertal. Ziel ist es dabei, den Betrieb der Schülersternwarte und des Astronomie-Schülerlabors als Außenstelle des BSL-Schülerlabors Physik (Bergische Science Labs) an der Universität Wuppertal dauerhaft abzusichern. Dabei werden Veranstaltungen im Rahmen von Lehramtsstudiengängen über Lehraufträge der Universität abgesichert, während ein umfangreiches Angebot für die Schülerinnen und Schüler des CFG (inzwischen für alle Klassenstufen) über das

Stundendeputat des Gymnasiums abgedeckt sind. Die Förderung durch die Stiftung erlaubt es darüber hinaus insbesondere, Astronomie-Kurse für Schüler und Lehrkräfte der Region anzubieten. Im Berichtszeitraum (hier: 9/22 bis 8/23) fanden 36 solche Veranstaltungen statt (von insgesamt 112 Veranstaltungen am Schülerlabor) und damit wieder deutlich mehr als in den Pandemiejahren. Der Großteil der Veranstaltungen richtete sich an Grundschulen, mehrere Gymnasialklassen kamen aber auch zu Tageskursen zur Astrofotografie oder Sternspektroskopie nach Wuppertal.

■ Workbookportal und effektvolle Experimentiervideos

Dieses Projekt ist eine Kooperation zwischen dem Institut für Didaktik der Physik der Universität Münster und den Physikanten. Sein Ziel besteht darin, einen modernen und experimentbezogenen Unterricht zu unterstützen. Dazu ist an der Universität Münster ein Portal entstanden zur Adaption und Erstellung innovativen Lehr-Lernmaterials (digitally enhanced Workbooks) unter Einbindung realer Experimente und digitaler Medien. Dieses Workbookportal WunderBooks bietet inzwischen eine Fülle an Arbeitsmaterialien für den Unterricht, die sich mithilfe des integrierten Editors leicht bearbeiten und erweitern lassen. Dazu kommt eine Videodatenbank mit überwiegend in Münster entwickelten Videos sowie einigen wenigen Videos der Physikanten. Um das Portal langfristig zu verstetigen und laufende Kosten abzudecken, wurde im Berichtsjahr ein gemeinnütziger Verein gegründet, der sich langfristig über Mitgliedsgebühren tragen soll. Die Stiftung hat die hierfür notwendige Übergangsphase und weitere Entwicklungsarbeiten finanziert.

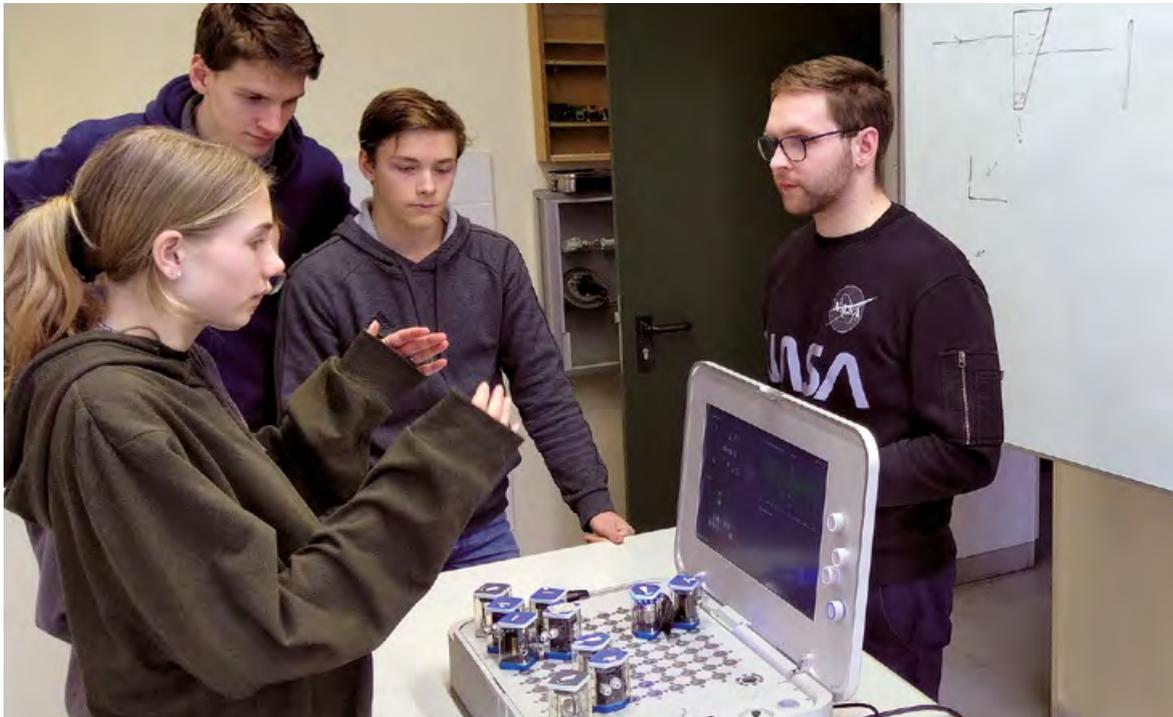
■ Experimente mit einzelnen Photonen

In der Oberstufe ist die Quantenphysik zwar seit Jahrzehnten ein etabliertes Thema, allerdings sind typische Experimente wie Strahlteiler mit einzelnen Quantenobjekten an den Schulen bislang nicht möglich. Die Stiftung hat daher im Jahr 2020 zwei miteinander abgestimmte Anträge bewilligt von Physikdidaktikern der Ruhr-Universität Bochum sowie der Humboldt-Universität Berlin, die jeweils Quantenkoffer der Firma Qutools angeschafft haben. Die Pandemiejahre wurden genutzt, um sich mit den Koffern vertraut zu machen und umfangreiches didaktisches Material zu erstellen. Dabei hat sich allerdings gezeigt, dass der Betreuungsaufwand der Koffer recht hoch ist, sodass sich die ursprüngliche Absicht, die Koffer an Schulen auszuleihen, als unrealistisch herausgestellt hat. Dennoch wurden beide Quantenkoffer im Berichtsjahr mehr als je zuvor genutzt, z. B. bei Schulbesuchen an Gymnasien in Berlin und Nordrhein-Westfalen, bei einer Regionalkonferenz der Fachbereichsleiter Physik oder Lehrerfortbildungen sowie bei verschiedenen öffentlichen Vorträgen, z. B. zum Physik-Nobelpreis 2022.

zu integrieren. Im Jahr 2021 hat die Stiftung umfangreiche Mittel für ein mehrjähriges Projekt bewilligt, das zahlreiche Fortbildungen für Lehrkräfte ebenso vorsieht wie Ausleihen der Exponate an Schulen sowie Nachbautage. Im Berichtsjahr haben in Wanzleben (Sachsen-Anhalt), Bad Hersfeld (Hessen) sowie Hamburg vier zweitägige Fortbildungen stattgefunden, an denen 97 Lehrkräfte teilgenommen haben, von 58 überwiegend Grundschulen. Im Anschluss daran wurden die Exponate zwei Wochen lang an 20 Schulen verliehen, an denen nachfolgend auch Nachbautage stattgefunden haben. Im Rahmen dieser halbtägigen Veranstaltung haben die Lehrkräfte und interessierte Eltern die Möglichkeit, zehn Exponate nachzubauen, die dauerhaft an den Schulen bleiben.

■ Miniphänomenta

Die Miniphänomenta ist ein Projekt, das erfahrungsfördernde Experimentierstationen in Schulflure von überwiegend Grundschulen bringt und Lehrkräfte fortbildet mit dem Ziel, Schülerinnen und Schüler für Naturwissenschaften zu begeistern. Das Projekt ist im Verein „Phänomenta e.V.“ mit Sitz in Flensburg angesiedelt. Der didaktische, pädagogische Kern hinter der Miniphänomenta besteht darin, dass Schülerinnen und Schülern selbstständig, ohne Einmischung der Lehrkräfte und nach eigenem Interesse, an einer Sammlung von 20 bis 40 Exponaten im Schulflur arbeiten können. Dabei sollen sie selbsttätig beobachten, Fragen entwickeln und Hypothesen zur Lösung der Phänomene einbringen. Gleichzeitig sollen die Lehrkräfte angeregt werden, Inhalte und Methoden der Ausstellung in ihren Unterricht



Im Rahmen einer Projektwoche zur Quantenphysik konnten Schülerinnen und Schüler in Berlin mit dem Quantenkoffer experimentieren. (Foto: Didaktik der Physik, HU Berlin)



Ende November besuchte Stiftungsgeschäftsführer Dr. Stefan Jorda (2. v. l.) die Hardtwaldschule Seulberg in Friedrichsdorf bei Frankfurt, wo Lehrer und Eltern unter der Anleitung von Björn Kaffenberger (l.) Exponate der Miniphänomenta nachbauen konnten. (Foto: Christine Fauerbach)

10 SCHÜLERFÖRDERUNG: AUSSERSCHULISCHE LERNORTE | WETTBEWERBE | TEILNAHMESTIPENDIEN

Zur Schülerförderung der Stiftung zählen auch die Unterstützung außerschulischer Lernorte bei der Entwicklung neuer Angebote sowie die direkte Förderung von Schülerinnen und Schülern beim Besuch solcher Lernorte. Seit vielen Jahren fest etabliert im Förderprogramm der Stiftung sind die finanzielle Unterstützung mehrerer MINT-Schülerwettbewerbe und die Vergabe von Sonderpreisen bei „Jugend forscht“. Darüber hinaus werden mehrere Aktivitäten, die zu dieser Kategorie zählen, gemeinsam mit der DPG durchgeführt (vgl. Kapitel 12).

■ **Optik-Baukästen für Thüringer Schülerforschungszentren**

In den letzten Jahren wurden am Leibniz-Institut für Photonische Technologien (IPHT) in Jena Baukästen zur Optik entwickelt, die aus kostengünstig im Spritzgussverfahren hergestellten Würfelmodulen mit verschiedenen optischen Elementen wie Linsen oder Spiegel bestehen und mit denen sich unterschiedliche optische Instrumente realisieren lassen. Im Vorjahr hatte die Stiftung Mittel für insgesamt 320 dieser UC2-Baukästen bereitgestellt (You See Too), mit denen Anfang 2023 insbesondere die Thüringer Schülerforschungszentren ausgestattet wurden. Seither wurden die Kästen bei einer Vielzahl von Veranstaltungen für Schülerinnen und Schüler, aber auch bei Lehrkräftefortbildungen eingesetzt. Der Verleih an interessierte Schulen ist inzwischen auch angelaufen, so dass insgesamt der Grundstein für eine langfristige und dezentrale Verwendung dieses niedrigschwelligen Angebots für die Optik gelegt wurde.

■ **Quantenakademie der Deutschen Schülerakademie**

Seit vielen Jahren führt die Bildung & Begabung gGmbH im Sommer mehrere meist 16-tägige Schülerakademien zu verschiedenen Themen und für besonders begabte und motivierte Oberstufenschüler durch. Im Berichtsjahr fand erstmals eine Akademie zur Schlüsseltechnologie der Zukunft, der Quantentechnologie, statt. In der zweiten Augushälfte kamen dazu 28 Schülerinnen und 36 Schüler in das Science College Overbach – insgesamt waren 249 Bewerbungen für die 64 Plätze eingegangen!

Im Mittelpunkt des Programms standen vier Kurse, die alle den physikalisch-mathematischen Zugang zum Oberthema teilten und dabei aber eine große fachliche Bandbreite abdeckten. Während die Kurse „Quanteninformationstheorie – von Vektoren und Verschränkung“, „Stabilität des Wasserstoffatoms – eine mathematische Perspektive auf die Quantenmechanik“ sowie „Post-Quantenkryptografie – was schützt unsere digitale Kommunikation der Zukunft?“ theoretische Inhalte aus Physik, Mathematik bzw. Informatik zum Inhalt hatten, konnten die Schüler bei „Quanten-Schlüsseltausch – mit einzelnen Photonen sicher digital kommunizieren“ auch experimentieren. Eine Exkursion an das Forschungszentrum Jülich sowie kursübergreifende Angebote am Abend trugen ebenfalls zum Erfolg dieser Akademie bei, die von den Schülern sehr positiv bewertet wurde. Die Stiftung hat die Akademie zur Hälfte finanziert.



Die Quantenakademie bot rund 60 Schülerinnen und Schülern Gelegenheit, sich zwei Wochen lang theoretisch und experimentell mit Themen rund um Quantentechnologien zu beschäftigen. (Foto: DSA)

■ Schülercamps am XLAB Göttingen

Wie schon in den Vorjahren hat die Stiftung wieder zwei Schülercamps am XLAB in Göttingen gefördert. Im April fand das fünftägige Camp zur Laserphysik statt, an dem fünf Schülerinnen und sieben Schüler teilnahmen. Im Mittelpunkt dieses Camps steht die Idee, anhand des für Schüler interessanten Themas „Laser“ zentrale physikalische Begriffe aus den Bereichen Optik, Wellenphysik, Atomphysik und Quantenphysik zu vermitteln. Dazu führten die Schüler auch eine Reihe von Experimenten durch, wobei der Aufbau eines Pr:YLF-Festkörperlaser im Mittelpunkt stand. Im Oktober folgte das ebenfalls fünftägige Camp „Physik realer Systeme“ mit fünf Schülern. Dieses interdisziplinäre Camp zu Physik, Mathematik und Informatik bietet Einblick darin, wie numerische Simulationen es ermöglichen, auch komplexe Systeme ausgehend von den Grundgesetzen der Physik zu beschreiben. Mithilfe von „jupyter notebooks“ sowie COMSOL Multiphysics wurden u. a. die ein- und zweidimensionale Wärmeleitungsgleichung, Systeme gekoppelter Pendel sowie Beugungs- und Interferenzphänomene mit Mikrowellen behandelt.



Beim Schülercamp zur Physik realer Systeme geht es u. a. um Simulationen und Experimente zur Wärmeleitung. (Foto: XLAB)

■ Schülerforschungscamps am Erlanger Schülerforschungszentrum (ESFZ)

Die Schülerforschungscamps des ESFZ richten sich an Schüler ab 14 Jahren, die sich für Naturwissenschaft und Technik interessieren; der Schwerpunkt liegt dabei auf Projekten aus der Physik. Dabei setzt das ESFZ voll und ganz auf die Initiative und Kreativität der Teilnehmer: Die Schüler kommen während der Schulferien für eine Woche zu einem Forschungscamp nach Erlangen und führen in dieser Zeit Projekte durch, die sie sich selbst ausgedacht haben; häufig geht es dabei um Projekte für „Jugend forscht“ oder das GYPT (vgl. Kapitel 12). Im Berichtsjahr konnten wieder vier Camps stattfinden wie vor der Pandemie. Während die Nachfrage bei den ersten Camps in den Faschings- bzw. Osterferien noch verhalten war, übertraf die Nachfrage beim Sommercamp erstmals deutlich die Zahl der verfügbaren Plätze. Insgesamt nahmen 53 Schüler an den Camps teil, rund ein Drittel davon Mädchen. Bei den Projekten ging es u. a. um die Auswirkungen von Feinstaub auf die Eisschmelze, die Auswertung von Radiodaten des VLA zum Finden von sogenannte „Double Double Galaxies“ oder eine optimale Kleinwindanlage.

■ MINTernational Workshops in Physik und Chemie an der Constructor University Bremen

Mit den „MINTernational Workshops“ bietet die Constructor University Bremen regelmäßig im Januar Schülerinnen und Schüler aus Bremen und Umgebung die Möglichkeit, ihrer Leidenschaft für die Physik bzw. Chemie nachzugehen. Im Berichtsjahr konnten die Workshops wieder uneingeschränkt in Präsenz stattfinden. An dem Physik-Camp nahmen fünf Schülerinnen und elf Schüler teil, an dem Chemie-Camp neun Schülerinnen und neun Schüler aus den gymnasialen Oberstufen von insgesamt sieben Schulen in der Region. Das Physikprogramm umfasste Vorträge ebenso wie Laborbesichtigungen und praktische Übungen, u. a. mit einem IBM-Quantencomputer.

■ Forschercamps für Top-Talente von „Schüler experimentieren“ im Internat Louisenlund

Der Wettbewerb „Schüler experimentieren“ wird ebenso wie „Jugend forscht“ von der gleichnamigen Stiftung durchgeführt. Im Gegensatz zu letzterem gibt es aber bei ersterem nur einen Landes- und keinen Bundeswettbewerb. Daher hat die Stiftung dem Verein zur MINT-Talentförderung (plusMINT) erneut Mittel bewilligt für einen „Sonderpreis für Kreativität in der Physik“ für die Landessieger von „Schüler experimentieren“ in der Kategorie Physik. Der Preis wurde an 11 Projekte mit 21 Schülern vergeben. Damit verbunden ist neben einem Preisgeld die Teilnahme an einem sechstägigen Forschungscamp, das Anfang August im Internat Louisenlund stattgefunden hat. Die teilnehmenden 14 Schüler und eine Schülerin hatten dabei ausführlich Gelegenheit, mit Gleichgesinnten zu tüfteln und zu experimentieren, so haben sie z. B. mit selbstgebauten Windkanälen die Physik des Segelns erforscht.

■ Physik-Sommerschule an der Universität Würzburg

Anfang September verbrachten 41 Schülerinnen und 34 Schüler aus vier Bundesländern fünf Tage an der Universität Würzburg, wo sie u. a. Vorlesungen hörten, Experimente durchführten und Forschungslabore besuchten. Das Programm dieser Physik-Sommerschule war an den Forschungsschwerpunkten der Universität Würzburg ausgerichtet und umfasste auch Diskussionen mit ehemaligen Absolventen über Berufsperspektiven. Ein Besuch der in der Vergangenheit von der Stiftung geförderten Hans-Haffner-Sternwarte rundete das Programm ab.



Sechs Tage lang konnten die Landessieger von „Schüler experimentieren“ am Internat Louisenlund tüfteln und experimentieren. (Foto: Stiftung Louisenlund)



Die Physik-Sommerschule an der Universität Würzburg bot rund 70 Schülerinnen und Schüler zahlreiche Möglichkeiten zum Experimentieren. (Foto: U Würzburg)

■ Festival MINTKultur*en in Schleswig-Holstein

Die Universität Flensburg und die Phänomenta Flensburg haben im Berichtsjahr sieben Festivals MINT-Kultur*en durchgeführt mit dem Ziel, 10- bis 16-jährige Schülerinnen und Schüler für MINT-Fächer zu begeistern. Diese zwei-tägigen Festivals haben hauptsächlich an Orten außerhalb der Großstädte stattgefunden, um auch Schüler in ländlichen Gebieten zu erreichen, die sonst kaum Zugang zu den entsprechenden Inhalten haben. Das Programm umfasste jeweils Ausstellungen, Experimentalvorträge, Science Shows und Präsentationen von Studierenden als Rollenvorbilder. Zentrales Element war auch ein mobiler MakerSpace mit u. a. 3D-Drucker und arduinos, in dem die Schülerinnen und Schüler verschiedene Projekte mit Physikbezug durchführen konnten. Insgesamt haben rund 10 000 Personen an den Festivals teilgenommen, überwiegend Kinder und Jugendliche sowie deren Lehrkräfte und Familienangehörige.

■ Schülersymposien am Science College Overbach

Anfang März fand am Science College Overbach in Jülich-Barmen das 13. Schülersymposium unter dem Titel „Speicher für die Energiewende“ statt; in hybrider Form mit 62 Schülerinnen und Schülern vor Ort sowie zwei Klassen aus Tel Aviv bzw. Den Haag per Zoom. Das Programm umfasste neben Vorträgen auch eine Exkursion ans Forschungszentrum Jülich sowie Workshops mit u. a. Experimenten zum Wasserstoff – für viele Teilnehmer waren das die ersten Schülerexperimente während der gesamten bisherigen Schulzeit! Unter dem Titel „Trümpfe für die Zukunft“ fand Anfang November auch das 14. Schülersymposium statt, das neben Klimawandel und Energiewende auch die Versorgung der Menschheit mit Nahrungsmitteln und Trinkwasser thematisierte und mit 56 Schülerinnen und Schülern ebenfalls sehr gut besucht war. Wie auch in der Vergangenheit war der ehemalige WE-Heraeus-Seniorprofessor Christoph Buchal für die Programme dieser Symposien verantwortlich.

■ Astronomisches Sommerlager der VEGA e.V.

Die Vereinigung für Jugendarbeit in der Astronomie e.V. (VEGA) führt seit 1999 jährlich ein Sommerlager durch, bei dem die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zwischen 14 und 24 Jahren Vorträge hören, Workshops und Beobachtungen durchführen und Gleichgesinnte treffen können. Im Berichtsjahr fand das Sommerlager in der Jugendherberge Hessenstein statt und war mit 83 Teilnehmenden das größte seiner Geschichte. Zwei Wochen lang konnten sie sich mit Astronomie und vielen weiteren spannenden Themen beschäftigen. Die täglichen Arbeitsgruppen deckten z. B. Grundlagen der Astronomie ebenso ab wie Astrobiologie und Astrofotographie oder Quantenmechanik, und auch für ein attraktives Freizeitprogramm war viel Zeit vorhanden. Angesichts des schlechten Wetters waren eigene Beobachtungen allerdings nur in zwei Nächten möglich.

■ Vermittler-Workshop Netzwerk Teilchenwelt

Das Netzwerk Teilchenwelt hat im Februar in Fulda erneut einen dreitägigen Workshop zur Vermittlung von Teilchenphysik durchgeführt, an dem 18 Vermittler (von Master-Studierenden bis Postdocs) von 13 Universitäten teilnahmen. Diese führen im Rahmen von Netzwerk Teilchenwelt Astroteilchen- oder Teilchenphysik-Masterclasses durch, betreuen Experimente zur Astroteilchenphysik oder unterstützen Jugendliche bei der Erstellung von Facharbeiten. Der Workshop umfasste Impulsreferate von externen Referenten und vermittelte praktisches Handwerkszeug, wobei der Fokus vor allem auf Interaktivität und Anschaulichkeit lag. Darüber hinaus gab es einen Austausch zu Best-Practice und Informationen zu Aktivitäten im Netzwerk Teilchenwelt.



Eigene Beobachtungen kamen angesichts des Wetters leider zu kurz, ansonsten dreht sich beim Sommerlager der VEGA aber alles um die Astronomie. (Foto: VEGA)

■ Erweiterung der Experimentierräume des Science Center Experiminta/Frankfurt

Im Berichtsjahr hat die Stiftung erneut Fördermittel für das Science Center Experiminta bewilligt, mit denen insbesondere ein neuer Experimentierraum zum Themenkomplex „Feld und Fluss“ eingerichtet wurde. In insgesamt acht Stationen können die Besucher nun u.a. mit verschiedenen Stromkreisen experimentieren, das Phänomen der elektromagnetischen Induktion oder die Leitfähigkeit verschiedener Materialien untersuchen. Darüber hinaus wurden auch der Bereich „Spiegel“ durch die beiden neuen Exponate „Spiegeltunnel“ sowie „Spion im Spiegel“ ergänzt.

■ Experimentierstation Laser am Science Center phaeno Wolfsburg

Im Berichtsjahr hat die Stiftung Mittel bereitgestellt für eine Experimentierstation im Optikbereich des Science Centers phaeno in Wolfsburg, die grundlegende Prinzipien eines Lasers vermitteln soll. Basierend auf einem Freihandversuch zum Stickstofflaser, den der ehemalige WE-Heraeus-Seniorprofessor Ludger Wöste entwickelt hat, soll eine interaktive, didaktische Experimentierstation entstehen, die den Anforderungen eines Science Centers entspricht. Der einfache Stickstofflaser dient dabei als Pumplaser für die optische Anregung eines Farbstofflasers. Die Besucher sollen an dem Stickstofflaser einzelne Parameter variieren und den Übergang zur stimulierten Emission sowohl beim Stickstoff- als auch beim Farbstofflaser beobachten können.



Am Tag der kleinen Forscher fanden bundesweit Aktionen rund um die Erforschung des Universums statt, darunter an der Archenhold-Sternwarte in Berlin. (Foto: Stiftung Kinder forschen)

■ Tag der kleinen Forscher

Seit 2009 ruft die Stiftung Kinder forschen jedes Jahr zum „Tag der kleinen Forscher“ auf. Bundesweit beteiligen sich Kitas, Horte und Grundschulen an diesem Tag und richten Forschungsfeste aus, immer im Fokus: das entdeckende und forschenden Lernen der Kinder im Kontext von einem spannenden Thema rund um Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik (MINT) und Nachhaltigkeit. Im Berichtsjahr richtete sich der Aktionstag am Wissenschaftsjahr 2023 – Unser Universum aus und lud bundesweit Kinder ein, das Universum zu erforschen. Die Stiftung hat den Aktionstag mit einer größeren Zuwendung gefördert.

■ „Jugend forscht“ – WE-Heraeus-Sonderpreise und Sponsorpool

Neben den seit vielen Jahren etablierten Sonderpreisen beim Bundeswettbewerb „Jugend forscht“ hat die Stiftung im Berichtsjahr erstmals einen neuen Sonderpreis im Fachgebiet Physik finanziert, der bis zu drei Teilnehmenden ein zweiwöchiges Praktikum am CERN in Genf ermöglicht. Beim Bundeswettbewerb 2023 in Bremen erhielten Clara Marie Scherenberger, Céline Laurel Herrmann sowie Henrik Laurin Herrmann vom Bernhard-Riemann-Gymnasium Scharnebeck den Preis für ihr Projekt „Mikrowellenplasma für die Glasschmelze“, das zum Ziel hat, den Einsatz von Erdgas in der Glasindustrie zu reduzieren. Die drei Preisträger waren in der ersten Dezemberhälfte am CERN und berichten begeistert in einem Blog davon. Die drei Sonderpreise für eine Arbeit auf den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik erhielten Leyan Abu Hasan, Emma Schnegg und Liv Anna Jochimsen vom Leibniz-Gymnasium Berlin für ihr Projekt „Mechanisch-magnetischer Oszillator“, Jonas Bunkowski



Im Berichtsjahr hat die Stiftung beim Wettbewerb „Jugend forscht“ erstmals einen Sonderpreis finanziert, der diesen drei Schülern ein zweiwöchiges Praktikum am CERN ermöglichte. (Foto: H. L. Herrmann)

und Per Garbrecht von der Oberschule Rockwinkel in Bremen für ihr Projekt „Segeln mit dem Flettner-Rotor – ein zukünftiger Schiffsantrieb?“ sowie Tom Kuttler vom Vöhlin Gymnasium Memmingen für sein Projekt „Entwicklung einer Modellrakete mit Schubvektorsteuerung“. Dieser Preis besteht aus einem Geldbetrag von 1500 Euro je Projekt und der Einladung zur kostenfreien Teilnahme an der jeweils nächsten GDNÄ-Jahresversammlung einschließlich eines Reisestipendiums. Im Rahmen des von der Stiftung geförderten Sponsorpools Hessen wurden u. a. Projekte zur Anwendung von Ferrofluiden in der Medizin, zum Mpemba-Effekt oder zur Stabilität von magnetischer Levitation unterstützt.

■ Schülerwettbewerb „Physik im Advent“ (PIA)

„Physik im Advent“ ist ein Adventskalender, der vom 1. bis 24. Dezember täglich eine physikalische Frage stellt, die sich mit einfachen Experimenten mit Zubehör aus dem Haushalt beantworten lässt. Initiator und Leiter ist Arnulf Quadt (Universität Göttingen). Mit knapp 70 000 Teilnehmenden aus 72 Ländern weltweit, fast 1,2 Millionen Besuchen auf der Webseite www.physik-im-advent.de und rund 1,2 Millionen Klicks auf die entsprechenden Filme auf YouTube war die Resonanz etwas höher als im Vorjahr. Über 90 Prozent der Teilnehmer sind Schülerinnen und Schüler, die Hälfte davon Schülerinnen, aus insgesamt rund 6500 Klassen an 1500 Schulen. Über 1000 Preise wurden an die Teilnehmerinnen und Teilnehmer vergeben, überwiegend als Sachspenden. Darunter waren auch Besuche von Forschungseinrichtungen und Unternehmen, ein Segelflug sowie je eine Reise nach Dallas zu zwei NBA-Spielen bzw. nach London mit Besuch der Harry Potter Filmstudios.



Ein Team aus Pakistan konnte im Rahmen von „Beamline for Schools“ eigene Experimente am CERN durchführen. (Foto: CERN)



Zum Abschluss der Europäischen Physikolympiade versammelten sich alle rund 200 Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Lichthof der Universität Hannover. (Foto: Sonja Smalian/PhoenixD)

■ Schülerwettbewerb „Beamline for Schools“

In die faszinierende Welt der Teilchenphysik eintauchen und sich ein einfaches und kreatives Experiment überlegen – das ist die Essenz des internationalen Schülerwettbewerbs „Beamline for Schools“, den das CERN durchführt mit dem Ziel, Neugier auf Wissenschaft zu wecken und einschlägige Kenntnisse zu vermitteln. Dazu können Schülerteams aus der ganzen Welt Projekte für Experimente an einem Beschleuniger vorschlagen; eine Jury wählt dann Teams à max. zehn Teilnehmer aus, die das vorgeschlagene Experiment vor Ort durchführen können. Wie erstmals im vergangenen Jahr wurden erneut drei Gewinnerteams ausgewählt, von denen zwei am CERN und eines am DESY empfangen wurden. Das niederländische Team „Wire Wizard’s“ vom Augustinianum in Eindhoven hat einen Vieldraht-Proportionalzähler gebaut, den es im September mithilfe eines Elektronenstrahls am DESY charakterisiert hat. Zeitgleich hat das pakistanische Team „Particular Perspective“ mit Schülern aus Islamabad, Hasanabdal, Rawalpindi und Karachi im Detail die Zusammensetzung des Teilchenstrahls an der T10-Beamline des CERN-Beschleunigers Proton Synchrotron untersucht, während das amerikanische Team

„Myriad Magnets“ von der Philips Exeter Academy einen Magneten in sogenannten Halbach-Geometrie gebaut und getestet hat, mit dem sich ein Dipol- oder Quadrupol-Feld erzeugen lässt. Im Berichtsjahr haben eine Rekordzahl von 379 Teams aus 63 Ländern aus der ganzen Welt Vorschläge unterbreitet. Die Stiftung war einer der Hauptsponsoren des Wettbewerbs.

■ Europäische Physikolympiade in Hannover

Im Juni fand an der Universität Hannover die siebte europäische Physikolympiade (EuPhO) statt, an der 181 Schülerinnen und Schüler aus 37 überwiegend europäischen Ländern teilnahmen. Im Mittelpunkt des Wettbewerbs stehen zwei fünfstündige Klausuren, in denen die Teilnehmenden allein theoretische bzw. experimentelle Aufgaben lösen müssen, was die Anwendung umfangreichen Wissens und kreativer Ansätze erfordert. Während die theoretischen Aufgaben aus Thermodynamik, Mechanik und Magnetismus kamen, galt es bei den experimentellen Aufgaben z. B., die Frequenzverschiebung eines Pendels im Gravitationsfeld unter dem Einfluss eines Magnetfelds zu untersuchen. Insgesamt wurden 18 Goldmedaillen



Fünzig Schülerinnen und Schüler aus ganz Deutschland nahmen am Schülerprogramm im Rahmen der Leopoldina-Jahresversammlung in Halle teil. (Foto: Leopoldina)

vergeben, wobei die besten Schüler aus Rumänien, Slowenien und Singapur stammten. Zwei der deutschen Teilnehmer erhielten eine Silbermedaille, zwei weitere eine Bronzemedaille. Die Stiftung hat den Wettbewerb mit einer größeren Zuwendung gefördert.

■ Schüler-Teilnahmestipendien: Jahresversammlung 2023 der Leopoldina

Seit 2004 ermöglicht die Stiftung Schülern und Schülerinnen aus naturwissenschaftlichen Leistungskursen die Teilnahme an den Jahresversammlungen der Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften. Auf diesem Weg wird jungen Menschen ein Einblick in den Wissenschaftsbetrieb und eine Orientierungshilfe bei der Wahl ihres Studienfachs gegeben. Im Berichtsjahr stand die Versammlung unter dem Thema „Gesetz(e): Regeln der Wirklichkeit – Regeln für die Wirklichkeit“. Die angeschriebenen Schulen nominierten 78 Schülerinnen und Schüler aus ganz Deutschland, von denen jeweils 25 Schüler und Schülerinnen per Los ausgewählt wurden. Den Auftakt bildete erneut ein Experimentiertag an den Schülerlaboren der Heinz-Bethge-Stiftung bzw. des

Instituts der Physik der Universität Halle, wo die Schüler Experimenten zur Elektronenmikroskopie bzw. optischen Interferometrie durchführen konnten, die weit über die Möglichkeiten einer Schule hinausgehen. Neben dem Besuch der hochkarätigen Vorträge (z. B. über Naturgesetze und naturwissenschaftliche Theorien oder die Alternativen „richtig“ und „falsch“ in der Mathematik) hatten die Schülerinnen und Schüler viele Möglichkeiten zum Kontakt mit interessierten Gleichaltrigen sowie mit Professoren, die insbesondere Fragen zu Studienbedingungen, Anforderungen in verschiedenen Studienfächern und Berufsaussichten beantworteten.

11 MITGLIEDSCHAFTEN | VERSCHIEDENES

Die Stiftung verwirklicht den in der Verfassung festgeschriebenen Zweck der „Förderung von Forschung und Ausbildung in den Naturwissenschaften“ durch weitere Maßnahmen und Projekte, die sich nicht in die vorherigen Abschnitte einordnen lassen. Dazu zählen u.a. die Förderung von Veranstaltungen sowie die Mitwirkung an Strategien zur Stärkung des MINT-Unterrichts.

■ Falling Walls

Die Falling Walls Foundation gGmbH veranstaltet seit 2009 jährlich am Tag des Mauerfalls (9. November) in Berlin eine Konferenz, bei der führende Expertinnen und Experten in 15-Minuten-Vorträgen Durchbrüche auf ihrem Fachgebiet mit weitreichenden Perspektiven darstellen und anschließend mit dem Publikum diskutieren. Im Berichtsjahr hat die Veranstaltung erneut in hybrider Form stattgefunden mit rund 1200 Personen vor Ort. Erneut wurden auch weltweit Wissenschaftsakteure wie Universitäten oder Forschungsinstitute dazu aufgerufen, ihre neuesten wissenschaftlichen Durchbrüche mit dem Potenzial, die Welt zu verändern, für die Auszeichnung „The Breakthrough of the Year“ zu nominieren. In zehn verschiedenen Kategorien haben Jurys die Gewinner ermittelt, die z.T. zu Symposien am 8. November eingeladen wurden (vgl. Kapitel 5). Darüber hinaus umfasst das Programm auch Kurzvorträge von Nachwuchswissenschaftlern (Falling Walls Lab), Präsentationen von Startups (Falling Walls Venture) und Expertendiskussionen zu Fragen der Wissenschaftsstrategie (Falling Walls Circle). Die Stiftung hat Falling Walls erneut mit einem größeren Betrag unterstützt. Im Gegenzug wurde zahlreichen Nachwuchswissenschaftlern die Teilnahme an den Veranstaltungen ermöglicht.

■ Nationales MINT-Forum

Das Nationale MINT-Forum (NMF) bietet eine Plattform für Gedankenaustausch, breite Vernetzung und öffentliche Wahrnehmung bei allen Stiftungsaktivitäten, die auf Verbesserungen im MINT-Bereich abzielen. – Im Berichtsjahr fand am 14. Juni der „11. Nationale MINT-Gipfel“ statt, bei dem die beiden Sprecher des NMF mit Entscheidern aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft u. a. über die Frage diskutierten, wie es mithilfe von interdisziplinären, ressortübergreifenden und kreativen Ansätzen gelingen kann, dem Fachkräftemangel zu begegnen, der die notwendige Transformation des Standorts Deutschland behindert. Darüber hinaus fanden am 23. Mai sowie am 23. Oktober die 23. bzw. 24. Mitgliederversammlung statt.

■ Helmholtz-Fonds e.V.

Im Fokus des 1912 gegründeten Helmholtz-Fonds e.V. stehen der Austausch und die enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft im Bereich der Messtechnik. Der Fonds verleiht Prämien und Auszeichnungen für metrologische Spitzenleistungen von Wissenschaftlern, Doktoranden und Auszubildenden, darunter den international renommierten Helmholtz-Preis. Die Stiftung unterstützt den Helmholtz-Fonds mit einem jährlichen Mitgliedsbeitrag.

■ Theateraufführung zum Gedenken an Lise Meitner

Zum Gedenken an das Wirken der Physikerin Lise Meitner wurde 2018 an der FU Berlin das Theaterstück „Kernfragen – Gedenken an Lise Meitner“ uraufgeführt. Das Drei-Personen-Stück (neben Meitner Max von Laue und Otto Hahn) ist in enger Kooperation zwischen Physik und Kunst entstanden, greift einige Stationen von Meitner auf und basiert u.a. auf Briefwechseln der Forscherin. In der Zwischenzeit wurde das Stück ins Englische übertragen und im Berichtsjahr erstmals aufgeführt. Die Stiftung hat auch dieses Vorhaben finanziell gefördert.

■ Zusammenkunft aller Physik-Fachschaften (ZaPF)

Im Berichtsjahr hat die Stiftung zwei Bundesfachschaftentagungen Physik (ZaPF = Zusammenkunft aller Physik-Fachschaften) in Berlin sowie Düsseldorf mit einer Zuwendung gefördert.

12 FÖRDERPROGRAMME IN ZUSAMMENARBEIT MIT DER DEUTSCHEN PHYSIKALISCHEN GESELLSCHAFT

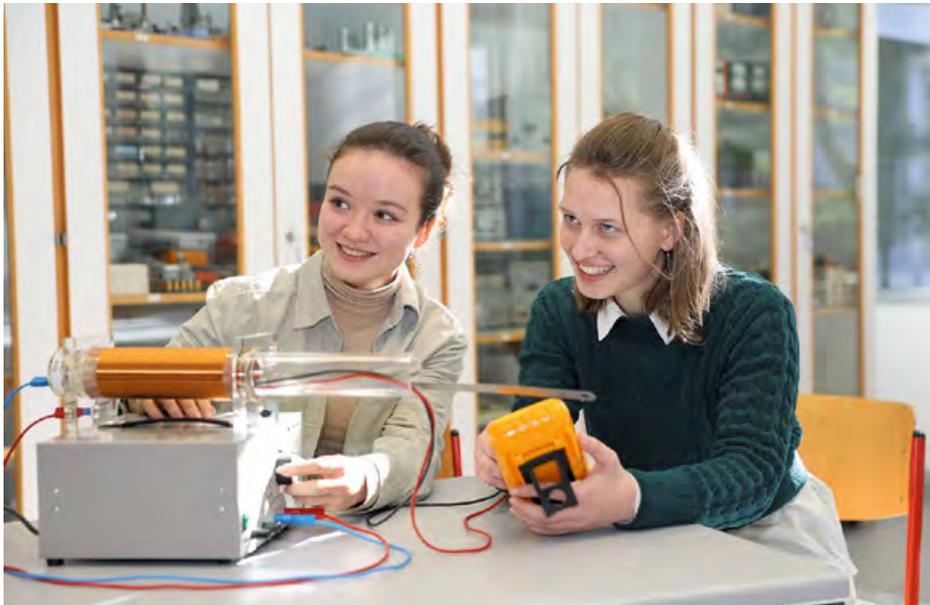
Die Stiftung führt seit vielen Jahren sehr erfolgreiche Förderprogramme gemeinsam mit der Deutschen Physikalischen Gesellschaft durch, darunter das Reisestipendienprogramm zum Besuch der DPG-Frühjahrstagungen („Kommunikationsprogramm“) und das Förderprogramm „Physik für Schüler und Schülerinnen“. Zu den gemeinsamen Aktivitäten gehören auch Schülerwettbewerbe („exciting physics“ sowie GYPT/IYPT) oder das Leadership-Programm „Leading for Tomorrow“. Daneben unterstützt die Stiftung Aktivitäten der DPG sowie der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin (PGzB), die im Magnus-Haus (Berlin) durchgeführt werden, sowie weitere Aktivitäten von einzelnen Gruppierungen innerhalb der DPG. Die von der Stiftung finanzierten „Bad Honnef Physics Schools“ sind in Kapitel 4 zu finden, die geförderten DPG-Lehrerfortbildungen in Kapitel 8.

■ Kommunikationsprogramm

Dieses 1989 eingerichtete Förderprogramm zur wissenschaftlichen Kommunikation ermöglicht jungen Physikern und Physikerinnen die Teilnahme an DPG-Frühjahrstagungen. Damit sollen Nachwuchswissenschaftler in einer frühen Phase ihrer wissenschaftlichen Ausbildung (Master-/Diplom-/Doktorarbeit) die Gelegenheit erhalten, eigene Arbeitsergebnisse vor einem kritischen Fachpublikum vorzustellen. Voraussetzungen für eine Förderung sind ein Beitrag zur Tagung (Vortrag oder Poster) und DPG-Mitgliedschaft. Nach den pandemiebedingten Ausfällen fanden im Frühjahr des Berichtsjahrs wieder drei Tagungen in Präsenz statt, und zwar in Hannover und Dresden. Rund 1800 Nachwuchswissenschaftler erhielten eine Förderung, die 50 Prozent von den anrechnungsfähigen Übernachtungs- und Reisekosten sowie von Tagegeld und Tagungsgebühr beträgt.

■ Physik für Schüler und Schülerinnen

Die Stiftung und die DPG führen seit 2000 gemeinsam das Förderprogramm „Physik für Schüler und Schülerinnen“ durch. Damit sollen zum einen musterhafte Projekte zur Steigerung der Attraktivität des Physikunterrichts an Schulen gefördert werden, zum anderen werden Physik-Fachbereiche unterstützt, die Vorlesungs- und Praktikumsangebote für Schüler organisieren. Dieses Programm ist in den Schulen und innerhalb der Fachbereiche sehr gut etabliert. In der Regel betrifft etwa ein Drittel der Anträge jährlich wiederkehrende Schülerprogramme von Physik-Fachbereichen an Universitäten, die anderen zwei Drittel sind originäre Projektvorschläge unterschiedlichster Art von Lehrern und Lehrerinnen. Im Rahmen



Intensives Experimentieren steht im Mittelpunkt des Workshops für die besten Teilnehmenden am GYPT. (Foto: M. Steck)

des Programms können auch Mittel zur Bearbeitung der GYPT-Aufgaben beantragt werden. Seit 2020 übernimmt die Stiftung die Kosten für das Programm komplett (wie das auch bei Fobi-Phi der Fall ist). Im Berichtsjahr stieg die Zahl der neu gestellten Anträge erfreulicherweise auf 70 an (Vorjahr: 50); weitere 8 wurden aus dem Vorjahr übertragen. Von diesen 78 Anträgen wurden 61 bewilligt (Vorjahr: 43) und bis auf 6 abgerechnet, 8 Anträge wurden abgelehnt, die restlichen waren zum Jahreswechsel noch in Bearbeitung und wurden auf 2024 übertragen.

■ Fobi-phi

Dieses Programm ist ähnlich wie das Förderprogramm „Physik für Schüler und Schülerinnen“ organisiert, hat aber Lehrerfortbildungen zum Inhalt („Fortbildung in Physik“). Im Berichtsjahr hat die Nachfrage leicht zugenommen: So wurden 7 Anträge neu gestellt (Vorjahr: 5), 6 Anträge waren aus dem Vorjahr übertragen worden. Von den 13 Anträgen wurden alle bis auf einen bewilligt, aber nur 5 vollständig abgerechnet.

■ German & International Young Physicists' Tournament (GYPT/IYPT)

Seit 2013 finanziert die Stiftung den Aufbau sowie die Durchführung des deutschen Auswahlwettkampfs German Young Physicists' Tournament (GYPT) sowie die Teilnahme des deutschen Teams am International Young Physicists' Tournament (IYPT). Die DPG übernimmt dabei seit 2017 die Mittelverwaltung. Beim GYPT bearbeiten die Schülerinnen und Schüler bereits die IYPT-Probleme, und die Wettbewerbsregeln sind ähnlich. Da die bei diesem Wettbewerb besonders wichtige Weitergabe von Erfahrungen älterer Teilnehmer auf jüngere Nachfolger durch die Pandemie gelitten hat, gab es neue Angebote, um den Austausch zwischen den Teilnehmenden zu fördern: So hat z. B. der Orpheus-Verein ein Vorbereitungsseminar angeboten, und auch digital durchgeführte Diskussionsrunden zu den Aufgaben wurden eingeführt. Nachdem die Anmeldezahlen während der Pandemie kontinuierlich zurückgegangen waren, sind sie im Berichtsjahr erfreulicherweise wieder auf knapp 200 gestiegen. Genauso erfreulich ist die Tatsache, dass sowohl Regional- als auch Bundeswettbewerb in Präsenz stattfinden konnten – letzterer mit 65 Schülerinnen und Schülern im Physikzentrum. Beim GYPT am 4. und 5. März



Beim GYPT im Physikzentrum qualifizierten sich zwölf Schülerinnen und Schüler (hier mit Teilen des Organisationsteams sowie Prof. Dr. Klaus Mecke vom DPG-Vorstand, g.l.) für einen Workshop, bei dem u. a. nach intensivem Experimentieren das Nationalteam ausgewählt wurde. (Foto: DPG)

haben Emma Faßler (16), Florian Bauer (16) und Donat Miftari (16) vom Hans-Thoma-Gymnasium in Lörrach mit ihrem Team „outstænding“ den Wettbewerb gewonnen – Florian Bauer zum zweiten Mal in Folge. Bei dem spannenden Turnier qualifizierten sich zwölf der Teilnehmenden für den Workshop, bei dem das fünfköpfige Nationalteam ausgewählt wurde. Im April kämpften sich eine Schülerin sowie zwei Schüler aus Frankfurt, Frankenberg bei Kassel sowie Berlin beim Physikwettbewerb AYPT in Leoben/Österreich in das Finale und holten sich dort die Silbermedaille. Da das IYPT im Berichtsjahr in Pakistan stattfand, haben zahlreiche Teams aus Sicherheitsbedenken nicht daran teilgenommen. Stattdessen haben 18 Teams am OYPT, der Online-Variante des Wettbewerbs, teilgenommen. Das deutsche Team ist dazu auf Einladung des schwedischen Teams gemeinsam mit dem österreichischen nach Lund gereist. Im Finale musste sich das deutsche Team aus Maja Lüdge (17, Königs Wusterhausen), Florian Bauer, Tarek Bečić (18, Kronach), Luis Liebenstein (18, Neustadt an der Weinstraße) und Luan Sliwa (20, Hamburg) nur Singapur geschlagen geben. Für die Anerkennung des GYPT spricht auch eine neue Vereinbarung mit der Studienstiftung, derzufolge die fünf

Mitglieder des deutschen IYPT-Teams direkt für die Studienstiftung vorgeschlagen werden können.

■ Highlights der Physik / Schülerwettbewerb „exciting physics“

Im Berichtsjahr hat das Wissenschaftsfestival „Highlights der Physik“ in Kiel stattgefunden. Nachdem das BMBF die langjährige Finanzierung dieser seit 2001 stattfindenden Veranstaltung unterbrochen hat, hat die Stiftung das Festival mit einem größeren Betrag gefördert. Rund 30000 Menschen nahmen an dem vielfältigen Programm aus Themen- und Mitmachausstellung, Vorträgen, Shows und Kinderprogrammen teil; weitere verfolgten die „Highlights“ online. Zum Auftakt begeisterten Harald Lesch sowie das Musikensemble „Quadro Nuevo“ rund 800 Zuschauer im ausverkauften Kieler Opernhaus mit dem musikalisch untermalten Vortrag „Sonne, Mond und Sterne“. Ein besonderes Highlight war auch wieder der Abschlussvortrag, bei dem Metin Tolan die Physik bei James Bond erläuterte und die Kieler Philharmoniker die Originalmusik dazu spielten. – Im Rahmen der Highlights fand auch



Zum Auftakt der „Highlights der Physik“ begeisterten Prof. Dr. Harald Lesch und das Musikensemble Quadro Nuevo das Publikum im Kieler Opernhaus. (Foto: DPG)

erneut der von der Stiftung finanzierte Schülerwettbewerb „exciting physics“ statt, zu dem sich 336 Schülerinnen und Schüler angemeldet haben; zum Finale erschienen dann tatsächlich 243 mit etwa 50 Lehrkräften und Begleitpersonen. Damit hat die Beteiligung nach den Rückgängen in den Vorjahren wieder deutlich zugenommen. Die große überregionale Bekanntheit des Wettbewerbs zeigte sich erneut daran, dass über Schleswig-Holstein hinaus Teams aus acht weiteren Bundesländern teilgenommen haben. Für den Wettbewerb konnten die Schülerinnen und Schüler aus sechs verschiedenen Aufgaben auswählen, die so formuliert waren, dass sich grundsätzlich alle Altersklassen angesprochen fühlen sollten (Papierbrücke, Tauchboot, Kettenreaktion, Schneckenrennen, Teilchendetektor, Physik-Picasso; weitere Infos unter www.exciting-physics.de). Die Jury zeigte sich beeindruckt von den originellen Lösungen vieler Teilnehmer, die zu ungewöhnlich hohen 79 Prozent den Klassen 5 bis 9 angehörten. Besonders attraktiv an diesem Wettbewerb ist, dass die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit erhalten, ihre eigenen Exponate allen anderen öffentlich vorstellen und ausführlich erklären zu können.

■ DPG-Fachleitertagung

Nach dem Erfolg der ersten beiden DPG-Fachleitertagungen 2019 und 2021 trafen sich zur dritten Auflage vom 15. bis 17. September erneut rund 50 Fachleiter an Studienseminaren oder Lehrkräfte, die in der Referendarsausbildung tätig sind, im Physikzentrum. Das Programm sah viel Zeit vor für Workshops und Diskussionsgruppen, u. a. zur besseren Vernetzung der zweiten mit der ersten Phase der Lehrerausbildung anhand von konkreten Themen der modernen Physik. Zwei Abendvorträge von Viola Priesemann zu den Grenzen des exponentiellen Wachstums sowie von Gregor Hagedorn über die Verantwortung von Wissenschaftlern rundeten das Programm ebenso ab wie mehrere Impulsvorträge zur Klimabildung oder eine Postersitzung zur zweiten Phase der Lehramtsausbildung in den verschiedenen Bundesländern. Das Feedback der aus 13 Bundesländern ange-reisten Teilnehmerinnen und Teilnehmer war erneut sehr positiv.



Bei der Schülertagung konnten Schülerinnen und Schüler sich gegenseitig eigene Projektarbeiten vorstellen. (Foto: David Heitz)



Pirmin Gohn und Hermann Klein (v.l.) vom Schülerforschungszentrum phaenovom in Lörrach wurden mit dem DPG-Lehrerpreis ausgezeichnet. (Foto: B. Hensel, DPG)

■ Schülertagung

Vom 8. bis 10. September fand im Physikzentrum Bad Honnef zum vierten Mal die Schülertagung statt, die rund 90 Schülerinnen und Schülern aus ganz Deutschland ein Wochenende lang ein spannendes Programm bot. Dieses umfasste u. a. Workshops mit der Gelegenheit, seine „Präsentationsskills“ zu verbessern, sich mit Wissenschaftskommunikation zu beschäftigen oder etwas über eine gesunde „Work-Life-Balance“ zu lernen. Außerdem konnten die Schülerinnen und Schüler in kleinen Gruppen mit Fachleuten über die verschiedensten Fachrichtungen der Physik diskutieren und sowohl in einer Postersitzung als auch in Kurzvorträgen ihre eigenen Projekte präsentieren, die von der Strömungsdynamik oszillierender Flügel über die Analyse von Teilchenzerfällen bei ATLAS bis hin zur physikalischen Analyse des Flugverhaltens von Federbällen reichten. Zu dem vielfältigen Programm gehörten auch Plenarvorträge, z. B. über die Bedeutung von Eisbohrkernen in der Klimaforschung, eine Podiumsdiskussion zum Thema „Astrophysik und freie Forschung“ oder eine Jonglage-Show im Garten des Physikzentrums. Für die Schülerinnen und Schüler war es in der Regel die erste „Fachtagung“ und viele nahmen die Begeisterung für Physik mit nach Hause.

■ Lehrerpreis für Physik-Lehrkräfte (DPG)

Der DPG-Preis für herausragende Leistungen in der Vermittlung der Physik an Schulen („DPG-Lehrerpreis“) ist mit 500 Euro für die Preisträgerin bzw. den Preisträger selbst dotiert und mit weiteren 1500 Euro für die Schulen der Preisträger, welche die Stiftung finanziert. Im Berichtsjahr wurde der Preis an Hermann Klein und Pirmin Gohn verliehen, für ihr „jahrelanges Engagement im Aufbau, in der Weiterentwicklung und Leitung des Fachbereiches Physik im Schülerforschungszentrum mit Sternwarte ‚phaenovom‘ am Hans-Thoma-Gymnasium in Lörrach sowie für die Konzeption und Durchführung von innovativ-experimentellem Physikunterricht“. Die beiden Preisträger sind der Stiftung bestens bekannt: Hermann Klein hat am phaenovom die von der Stiftung finanzierte Sternwarte aufgebaut, und die von ihnen betreuten Schüler haben wiederholt hervorragende Ergebnisse beim Wettbewerb GYPT erzielt.



Lennart Mühlfeld (rechts) vom Beethoven-Gymnasium in Berlin-Lankwitz erhielt den Heinrich-Gustav-Magnus-Preis aus den Händen von Prof. Dr. Stefan Eisebitt, dem Vorsitzenden der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin. (Foto: PGzB)

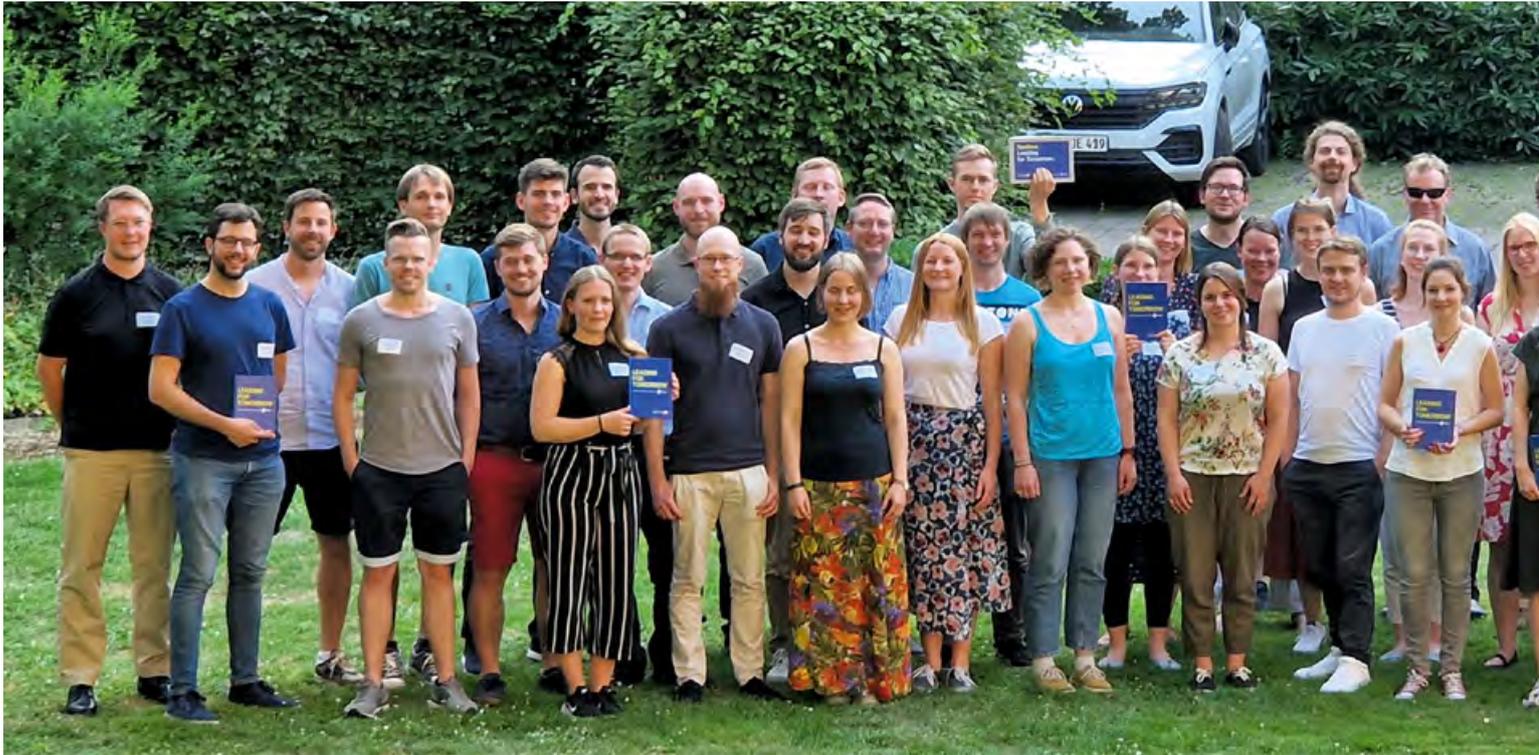
■ Heinrich-Gustav-Magnus-Preis für Physik-Lehrkräfte (PGzB)

Im Berichtsjahr hat die PGzB zum achten Mal den von der Stiftung finanzierten „Heinrich-Gustav-Magnus-Preis“ für hervorragende Physiklehrer/innen an Berliner oder Brandenburger Schulen vergeben. Gewürdigt werden soll „herausragendes Engagement, den Physikunterricht modern und begeisternd zu gestalten“. Vorschläge müssen von der jeweiligen Schulleitung befürwortet werden. Die Jury, darunter zwei Vertreter der Stiftung, wählte aus den Nominierungen den Preisträger Lennart Mühlfeld vom Beethoven-Gymnasium in Berlin-Lankwitz. Der Preisträger erhielt ein Preisgeld von 500 Euro, seine Schule eine Gerätespende in Höhe von 1500 Euro für ihre Lehrmittelsammlung.

Entwicklung innovativer Experimente, die neue Technologien aufgreifen und widerspiegeln, und andererseits die Modernisierung klassischer Experimente. Im Rahmen eines mehrjährigen Projekts fördert die Stiftung diese Arbeit. Im Juni fand in Berlin der 12. Workshop der Lehrmittelkommission mit über 40 Teilnehmenden in Präsenz statt. Dabei wurden u. a. die von Ilja Rückmann im Rahmen seiner Seniorprofessur entwickelten Experimente zur Rubin-Fluoreszenz, -Spektroskopie sowie zum Rubin-Laser vorgestellt (vgl. Kapitel 7).

■ Lehrmittelkommission der Arbeitsgruppe Physikalische Praktika (AGPP)

Die Lehrmittelkommission der AGPP innerhalb des DPG-Fachverbands „Didaktik der Physik“ hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Qualität der experimentellen Physikausbildung durch zeitgemäße Praktikums- und Demoversuche zu verbessern. Dazu zählen einerseits die



■ **Leading for Tomorrow – das DPG-Leadership-Programm für Physikerinnen und Physiker**

Physikerinnen und Physiker sind in unzähligen Branchen und Berufsgruppen gefragt. Sie werden auch in Führungs- und Managementpositionen aufgrund hoher Problemlösekompetenz eingesetzt, allerdings bereitet das Studium der Physik wenig auf Personalführung und Management vor. Diese Lücke soll „Leading for Tomorrow“ schließen. Dieses Leadership-Programm für Physikerinnen und Physiker während der Promotion und in der Post-Doc-Phase (aber auch Berufseinsteiger aus Industrie und Wirtschaft) hat als Zielgruppe künftige Führungskräfte in Industrie und Wirtschaft ebenso wie Wissenschaftsmanagerinnen und -manager. Das Programm setzt auf die Vermittlung von Grundkompetenzen sowie die Reflexion des Gelernten und der eigenen Stärken. Für den siebten Durchgang gingen deutlich mehr Bewerbungen ein als für den sechsten (117 statt 96). Die Auswahlkommission wählte daraus 32 Männer und 17 Frauen zwischen 25 und 37 Jahren aus, die zu 45 Prozent Doktoranden und zu 24 Prozent Post-docs waren sowie zu 31 Prozent Industrie und Wirtschaft bzw. sonstigen Bereichen zuzuordnen waren. Bei unveränderten Inhalten fanden Auftaktveranstaltung und erster Workshop im Juli, zweiter Workshop im Oktober und

Abschlussveranstaltung im November statt – allesamt im Magnus-Haus Berlin. Das Feedback der Teilnehmenden war wie in den Vorjahren erneut sehr positiv.

■ **Workshop „Leading in Practice“ für Alumni von Leading for Tomorrow**

Mit dem Ziel, die Alumni des Programms „Leading for Tomorrow“ über verschiedene Jahrgänge hinweg langfristig zu vernetzen, hat im Juli 2023 erstmals ein Sommerreffen im Magnus-Haus Berlin stattgefunden, an dem 50 der bisher über 350 Absolventen des Programms teilgenommen und sich einen Tag lang mit den Themen „Change Management“ sowie „Hybrid Work“ beschäftigt haben. Über die persönliche Weiterbildung und -entwicklung hinaus hat das Treffen aber auch dazu gedient, die Themen des Programms weiterzuentwickeln.



Rund 50 der bisherigen Alumni von „Leading for Tomorrow“ trafen sich im Sommer im Magnus-Haus. (Foto: DPG)

■ Physikalische Praktika der AGPP

Neben den wissenschaftlich ausgerichteten Physikschulen führt die DPG jährlich eine von der Stiftung finanzierte Schule durch mit dem Schwerpunktthema Physikalische Praktika. Da diese Praktika ein essenzieller Bestandteil des Physikstudiums und vieler anderer Studiengänge sind, ist ein kontinuierliches Fortbildungsangebot für die Verantwortlichen und Mitarbeiter notwendig. Im Berichtsjahr fand die Schule vom 5. bis 8. März mit 74 Teilnehmern im Physikzentrum statt, die behandelten Themen waren u. a. Magnetismus, Projektpraktika und freiere Gestaltung von Praktika sowie elektronische Laborbücher und/oder Papierlaborbücher.

■ Vortragsreihen im Magnus-Haus Berlin

Seit 1995 unterstützt die Stiftung die DPG bei der Durchführung von Veranstaltungen im Magnus-Haus Berlin (Vorträge, „Industriegespräche“, Arbeitstreffen, Podiumsdiskussionen). Im Berichtsjahr fanden acht wissenschaftliche Abendvorträge, elf Veranstaltungen des Formats „Physics & Pizza“ sowie zwei Industriegespräche statt, alle in hybrider Form. Aus den Fördermitteln der Stiftung

werden Bewirtungskosten, Druck- und Versandkosten für die Einladungen sowie Reisekosten für die eingeladenen Referenten beglichen.

■ Berliner Physikalisches Kolloquium (PGzB)

Seit 1998 unterstützt die Stiftung die von der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin (PGzB) initiierte und gemeinsam von den drei Berliner Universitäten und der Universität Potsdam organisierte zentrale Berliner Veranstaltungsreihe „Berliner Physikalisches Kolloquium“ im Magnus-Haus. Sie gibt damit dem Bemühen der Berliner Physikerinnen und Physiker, das Magnus-Haus für Begegnungen von Physikern zu nutzen, eine finanzielle Basis. Die Reihe ist im Programm des Magnus-Hauses fest etabliert. Insbesondere für junge Wissenschaftler hat sich die Veranstaltungsreihe zu einem wichtigen Forum der Kontaktaufnahme entwickelt. Im Berichtsjahr haben 13 Kolloquien stattgefunden, alle hybrid. Die Themen waren wie in der Vergangenheit breit gestreut und umfassten u. a. Röntgenspektroskopie oder die Abbildung ultraschneller Phasenübergänge in Quantenmaterialien.

13 AUSGABENSTRUKTUR

Nach dem starken pandemiebedingten Einbruch der Ausgaben sind die Ausgaben 2023 erneut deutlich gestiegen und lagen deutlich über den Ausgaben vor der Pandemie. Die Aufwendungen für Stiftungszwecke im Rahmen der regulären Programme einschließlich Verwaltungskosten beliefen sich im Berichtsjahr auf rund 6,1 Millionen Euro. Die folgende Tabelle zeigt die Struktur der Mittelverwendung. Förderprogramme mit der DPG, die der Lehrerausbildung oder der Schülerförderung dienen, wurden entsprechend

zugeordnet, obwohl sie im Jahresbericht im Kapitel 12 aufgeführt sind. Daneben wurde auch 2023 wieder Risikovorsorge in Form von Freier Rücklage gemäß § 58 Nr. 7a AO getroffen.

	2023	2022
Seminare inkl. binational	22,5 %	28,3 %
Klausurtagungen	1,4 %	2,0 %
Physikschulen	6,8 %	9,0 %
Symposien Arbeitstreffen Workshops	6,9 %	4,5 %
Dissertationspreise	1,1 %	1,8 %
Seniorprofessuren	2,8 %	2,9 %
Lehrerausbildung Lehrerfortbildung	3,9 %	4,6 %
Schülerförderung: Einzelprojekte ...	6,5 %	7,2 %
Schülerförderung: Außerschulische Lernorte ...	15,0 %	13,3 %
Mitgliedschaften Verschiedenes	2,5 %	3,1 %
Förderprogramme mit DPG	25,3 %	14,9 %
Verwaltungskosten	5,3 %	8,4 %

IMPRESSUM

Herausgeber

Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung
Kurt-Blaum-Platz 1 | 63450 Hanau

Telefon +49 6181 92325-0

Fax +49 6181 92325-15

info@we-heraeus-stiftung.de

www.we-heraeus-stiftung.de

Redaktion

Dr. Stefan Jorda

Bildnachweise

Titel oben links: In Bad Honnef fand eine Veranstaltung zur Physik des Ozeans statt, deren Programm auch mehrere Phasen mit Gruppenarbeit umfasste. (Foto: PBH)

Titel oben rechts: Eine Physik-Sommerschule an der Universität Würzburg bot vielen Schülerinnen und Schülern Möglichkeiten zum Experimentieren. (Foto: U Würzburg)

Titel unten links: In Weimar trafen sich Lehrkräfte zu einer Lehrerfortbildung zum Klimawandel.

Titel unten rechts: Mit dem WE-Heraeus-Forum hat die Stiftung erstmals eine Jahresveranstaltung durchgeführt – unter dem Motto „Mit Physik die Welt verstehen und gestalten“. (Foto: Peter Mate)

Grafische Gestaltung

Andrea Reuter | Annweiler am Trifels

Druck

Offsetdruckerei E. Sauerland GmbH | Gelnhausen

März 2024

