

Drehimpulse des Lichts sowie die Komplexität elektromagnetischer Feldverteilung im Nanobereich anschaulich eingeführt und eingehend diskutiert. Das Seminar brachte dabei zum ersten Mal eine Vielzahl junger Nachwuchsforscher sowie führender Wissenschaftler unter einem Dach zusammen. Die Vielfältigkeit der Beiträge sowie die Teilnahme herausragender Persönlichkeiten aus diversen wissenschaftlichen Gemeinschaften ermöglichten einen äußerst regen und fruchtbaren Gedanken- und Ideenaustausch.

Auch im Namen aller Teilnehmer möchten wir uns ganz herzlich bei der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die großzügige finanzielle und hochprofessionelle administrative Unterstützung bedanken. Insbesondere geht unser Dank an Martina Albert (WEH-Stiftung) sowie Victor Gomer und Dirk Guthy-Rahn (Physikzentrum).

Peter Banzer und Gerd Leuchs

## Semiconductor Detectors in Astronomy, Medicine, Particle Physics and Photon Science

### 607. WE-Heraeus-Seminar

Hochempfindliche Halbleiterdetektoren eignen sich hervorragend zum Nachweis geladener Teilchen und von Röntgenquanten. Aber auch UV-Licht, sichtbares Licht bzw. Nah- und Ferninfrarotstrahlung lassen sich damit nachweisen. Das Anliegen der Teilnehmer des 607. WE-Heraeus-Seminars war es, systematisch nach Synergien zwischen den Detektoranforderungen in Astronomie, Medizin, Teilchenphysik und bei der Forschung mit Photonen zu suchen.

In den Experimenten am Large Hadron Collider (LHC) sind Siliziumspurdetektorsysteme mit rund 200 Quadratmeter Fläche bzw. Vertexdetektoren mit rund 100 Millionen Pixeln erfolgreich im Einsatz. Hier sind die hohen Teilchenflüsse und die entsprechend große Zahl elektronischer Kanäle eine Herausforderung. Für den Einsatz an zukünftigen Elektron-Positron-Kollidern steht dagegen die einzigartige Orts- und Impulsauflösung der Detektoren im Vordergrund. Die schwierigste aller Welten ist vielleicht die Schwerionenphysik bei FAIR und LHC. Hier fallen hohe Teilchenflüsse und höchste Auflösung zusammen.

Die Gemeinsamkeiten zwischen Teilchenphysik, Medizin und Photon Science waren schnell gefunden und liegen unter anderem in der Entwicklung von anwendungsspezifischen integrierten Schaltkreisen und den Systemaspekten. Silizium eignet sich allerdings mit zunehmender Energie immer weniger zum Nachweis harter Röntgenquanten. Die Entwicklung von Cadmiumtellurid- oder Gallium-

arsenidsensoren ist anspruchsvoll, aber erfolgreich.

Eine Besonderheit des Seminars war sicherlich der Austausch mit der Astronomie. Hier liegen die Herausforderungen in der niedrigen Photonenenergie und der geringen Signalstärke entfernter kosmischer Objekte. Dies bedingt eine maximale Quantenausbeute und minimales Ausleserauschen. Auch wenn sich die Synergien vielleicht als kleiner erwiesen als erhofft, wurde der Respekt vor den anderen Fachgebieten und die gegenseitige Inspiration im Laufe der Veranstaltung umso größer. Ein Höhepunkt war der Vortrag von G. Rieke (U. Arizona) über die Instrumentierung des James Webb Space Telescope (JWST) und die Si:As-Detektoren mit einem Rauschen von nur 14 Elektronen und einer hohen Empfindlichkeit von 5 bis 28 Mikrometern. Alan Owens (ESTEC) sieht die Grenzen des traditionellen Nachweisprinzips durch Erzeugung und Verstärkung von elektrischer Ladung erreicht. Die Materialforschung ist gefordert, grundlegend andere Ansätze wie die Spintronik oder Valleytronik für die Detektoren der Zukunft zu entwickeln.

Wir möchten uns sehr herzlich bei der WE-Heraeus-Stiftung für die perfekte Betreuung, die einzigartige Atmosphäre im Physikzentrum und die großzügige Finanzierung des Seminars bedanken.

Marc Weber, Alfred Krabbe, Fine Fiedler und Cornelia Wunderer

## Superconducting Materials on Their Way from Physics to Applications

### 608. WE-Heraeus-Seminar

Supraleitungsphänomene, ihr Verständnis und darauf basierende Anwendungen überraschen nach wie vor regelmäßig Physiker, Materialwissenschaftler und Ingenieure. Beispiele sind die druckinduzierten Rekordsprungtemperaturen von über 200 K in Schwefelwasserstoffverbindungen oder die Klasse der Fe-basierten Supraleiter. Trotz der immensen Vielfalt an supraleitenden Phasen werden bislang nur wenige supraleitende Materialien erfolgreich angewendet. Dies gilt auch für die Hochtemperatur-Supraleiter. Ziel dieses Seminars war es, ausgehend von den Erfahrungen der klassischen Supraleiter mit ihren erfolgreichen Magnetanwendungen in Medizin und Grundlagenforschung, den aktuellen Stand der Materialentwicklung bei Hochtemperatursupraleitern und ihre Anwendungsfelder kritisch zu analysieren und neu entdeckte Supraleiter hinsichtlich ihres Anwendungspotenzials realistisch einzuordnen. Besonders spannend war die Sichtweise von Industrievertretern.

Intensiv diskutierte Fragen waren beispielsweise: Welche physikalischen Basiseigenschaften supraleitender Materialien sind anwendungsrelevant, und wie lassen sie sich verbessern? Welches Anwendungspotenzial besitzen die Fe-basierten Supraleiter? Welche Entwicklungen gibt es im Magnetbau bzw. in der Energietechnik? Wie sind der materialwissenschaftliche Stand und das weitere Entwicklungspotenzial der unterschiedlichen Supraleiterklassen?

Bei den etablierten Tieftemperatur-Supraleitern war es z. B. für viele der fast 80 Seminarteilnehmer überraschend, dass sich die kritische Stromdichte in Nb<sub>3</sub>Sn-Leitern für Hochfeldmagnete auch nach über 40-jähriger Materialentwicklung weiter erhöhen lässt. Treibende Kraft ist hierbei z. B. die Entwicklung neuer Strahlführungsmagnete für einen möglichen Future Circular Collider (FCC) am CERN. Bei den Hochtemperatursupraleitern hat es in den letzten Jahren große Fortschritte gegeben, sowohl bei der kontrollierten Integration von nanoskaligen Pinning-Zentren als auch bei der industriellen Produktion hochstromtragender Bandleiter. Dennoch stehen die nach wie vor hohen Herstellungskosten vielen Anwendungen im Wege. Umso interessanter war die Präsentation zum AmpaCity-Projekt, bei dem das weltweit längste supraleitende Kabel ins RWE-Verteilnetz integriert wurde, um die Innenstadt von Essen zu versorgen. Neben der Alltagstauglichkeit zeigt dieses Projekt, dass konventionelle Systeme nur noch einen moderaten Kostenvorteil haben, sodass der breitere Einsatz supraleitender Kabel und Strombegrenzer realistisch erscheint und konkret angegangen wird. Die Diskussion weiterer Anwendungen wie supraleitende rotierende Maschinen höchster Leistungsdichte oder supraleiterbasierte Lagerungssysteme rundeten das Themenspektrum ab.

Die Organisatoren bedanken sich auch im Namen aller Teilnehmer herzlich bei der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die großzügige Unterstützung des Seminars. Die inspirierende Atmosphäre des Physikzentrums sowie die perfekte Organisation trugen wesentlich zum Erfolg dieses Seminars bei.

Bernhard Holzapfel und Francesco Grilli

Dr. Peter Banzer,  
Prof. Dr. Gerd  
Leuchs, MPI für  
die Physik des Lichts,  
Erlangen

Prof. Dr. Marc  
Weber, KIT Karlsruhe;  
Prof. Dr. Alfred  
Krabbe, U Stuttgart;  
Dr. Fine Fiedler, HZ  
Dresden-Rossendorf;  
Dr. Cornelia B.  
Wunderer, DESY  
Hamburg

Prof. Dr. Bernhard  
Holzapfel, Dr.  
Francesco Grilli,  
KIT Karlsruhe