

Atomic Properties of the Heaviest Elements

WE-Heraeus-Sommerschule

Die Veranstaltung, die vom 24. August bis 6. September 2008 in der historischen Universität LEUCOREA zu Wittenberg stattfand, führte 40 Studenten aus 17 Ländern und 12 international führende Wissenschaftler zusammen. Um Studenten aus aller Welt die Teilnahme zu ermöglichen, wurde die Sommerschule von der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung und den beiden Münchner Exzellenzuniversitäten unterstützt.

Geringste Produktionsraten superschwerer Elemente von 10/s ($Z = 102$) bis 3/Monat ($Z = 113$ –118) erfordern eine ständige Weiterentwicklung der experimentellen Methoden für immer detailliertere Charakterisierungen einzelner Atome. Für diese Themenstellung ist eine interdisziplinäre Ausbildung junger Wissenschaftler nötig, die sowohl experimentelle als auch theoretische Kenntnisse auf den Gebieten Kernphysik, Atomphysik, Kernchemie und Chemie beinhaltet. Ziel der Sommerschule war es, den Grundstein für eine solche Ausbildung zu legen.

Vorlesungsreihen mit einem Umfang von zwei bis drei Doppelstunden umfassten Produktion und Kernstruktur superschwerer Elemente, die an Schwerionenbeschleunigern über Kernfusionsreaktionen erzeugt werden (Experiment: F. P. Heßberger, Theorie: P.-G. Reinhard). Für detaillierte Untersuchungen werden die Reaktionsprodukte entweder mithilfe chemischer oder physikalischer Methoden von den Primär-Ionenstrahlen abgetrennt und untergrundarm nachgewiesen (A. Türler). Am weitesten fortgeschritten sind hierbei chemische Untersuchungsmethoden (Ch. Düllmann). Der Einsatz von Puffergaszellen zum Stoppen superschwerer Ionen ermöglicht erstmalig laserspektroskopische Untersuchungen an den schwersten Elementen (M. Sewtz). Für diese Untersuchungen sind modernste Berechnungen atomarer Energieniveaus erforderlich, die sich für eine selektive Anregung nutzen lassen (S. Fritzsche). Bei der Untersuchung einzelner Ionen in einer Edelgasumgebung eröffnen sich gleichzeitig Fragestellungen nach ionenchemischen Reaktionen in der Gasphase und der Ionenmobilität (P. Armentrout). Diese Experimente ermöglichen detaillierte Interpretationen der chemischen Reaktionsverläufe, sofern sie durch hochpräzise Molekülorbitalrechnungen unterstützt werden (U. Kaldor). Nach der Extraktion der superschweren Ionen aus den Puffergaszellen stehen diese in Form niederenergetischer Sekundärionenstrahlen z. B. für Experimente in Ionenfallen zur Verfügung. Erste Experimente mit einzelnen Trans-Fermium-Ionen in einer Penning-Falle erlaubten kürzlich die

ersten direkten Kernmassenmessungen an Nobelium ($Z = 102$) (M. Block). Die Präzision dieser Fallenexperimente hängt von der Temperatur der Ionen ab, die sich mit geeigneten Kühlmethoden bis in den Fallengrundzustand reduzieren lässt (M. Bussmann). Einzelne superschwere Ionen im Grundzustand von Paul- oder Penning-Fallen sind dann für quantenoptische Untersuchungsmethoden zugänglich (M. Drewsen). Ziel dieser Untersuchungen sind hochgenaue Studien quantenelektrodynamischer Effekte im Coulomb-Feld von Kernen mit über 100 Protonen (P. Schwerdtfeger).

Die Möglichkeit, auch das eigene Themengebiet in Kurzpräsentationen vorzustellen, traf bei den Studenten auf großes Interesse. Die hohe Qualität dieser Vorträge, die im Niveau den Lehrvorträgen um nichts nachstanden, soll hier herausgehoben werden. Gemeinsame Exkursionen, Fußballspiele und geselliges Beisammensein bildeten die Basis für das gegenseitige Kennenlernen und intensive wissenschaftliche Diskussionen. Wir danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die großzügige Förderung der Sommerschule.

Michael Sewtz und Hartmut Backe

Dr. Michael Sewtz, Dept. für Physik, LMU München; Prof. Dr. Hartmut Backe, Institut für Kernphysik, Universität Mainz

Space and Time 100 Years After Minkowski

414. WE-Heraeus-Seminar

Am 21. September 1908 hielt Hermann Minkowski (1864 – 1909) im Rahmen der alljährlichen Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in der Handelshochschule in Köln seinen Vortrag „Raum und Zeit“, in dem er die vierdimensionale Raumzeit in die Physik einführte. Einstein hatte 1905 in seiner Speziellen Relativitätstheorie die absolute Gleichzeitigkeit entthront und Zeit und Raum miteinander verknüpft. Dass sich Einsteins Gleichungen am elegantesten in einer vierdimensionalen Raumzeit beschreiben lassen, war die Erkenntnis des Mathematikers Minkowski, eines früheren Lehrers von Einstein an der ETH Zürich. Einstein soll daraufhin entgegnet haben, seit die Mathematiker über die Relativitätstheorie hergefallen sind, verstehe er sie selbst nicht mehr. Dennoch erkannte er schnell den Nutzen von Minkowskis Formulierung: Die vierdimensionale Beschreibung bildete den Ausgangspunkt für seine Allgemeine Relativitätstheorie von 1915, in der die Raumzeit nicht mehr flach (wie bei Minkowski), sondern gekrümmt ist.

Aus Anlass dieses Jubiläums veranstalteten wir vom 7. bis 12. September mit 22 Rednern aus sieben Ländern im

Prof. Dr. Claus Kiefer, Institut für Theoretische Physik, Universität zu Köln;
Prof. Dr. Klaus Volkert, Seminar für Mathematik und ihre Didaktik, Universität zu Köln

Prof. Dr. Jutta Kunz, Institut für Physik, Universität Oldenburg; **Priv. Doz. Dr. Claus Lämmerzahl**, ZARM, Universität Bremen

StD. i. R. Klaus Gerd Bruns, Oldenburg

Physikzentrum Bad Honnef ein interdisziplinäres Heraeus-Seminar, das einen Bogen spannte von der Geschichte der Geometrie über die Minkowski-Raumzeit und die Allgemeine Relativitätstheorie bis hin zu spekulativen Theorien der Quantengravitation und Stringtheorie. Ziel war insbesondere ein fruchtbarer Dialog zwischen Wissenschaftsgeschichte und Physik. Die historischen Vorträge befassten sich einerseits mit der Vorgeschichte von Minkowskis Raumzeit, andererseits mit Minkowski und seinem Weg zur Physik sowie mit Minkowskis Göttinger Umfeld, insbesondere mit David Hilbert. Die physikalischen Vorträge widmeten sich einerseits der Speziellen und Allgemeinen Relativitätstheorie sowie verallgemeinerten klassischen Theorien (Finsler-Metrik, metrisch-affine Theorie), andererseits der Vereinheitlichung der Wechselwirkungen, der Kosmologie und der Quantengravitation. Wie bei Veranstaltungen in Bad Honnef üblich, setzten sich die Diskussionen bei Spaziergängen am Rhein und zum Drachenfels sowie beim allabendlichen Zusammensein im Bürgerkeller fort. Von Vorteil war dabei auch die Anwesenheit von Studierenden und jungen Wissenschaftlern, deren Neugier keine Grenzen kannte. Fast alle der rund 50 Teilnehmer fanden den Austausch zwischen Fachwissenschaftlern und Historikern nützlich und interessant. Den Abschluss des Seminars bildete eine Festveranstaltung am historischen Ort in Köln, der heutigen Fachhochschule, an dem Minkowski seinerzeit seinen epochalen Vortrag gehalten hatte. Zwei allgemeinverständliche Vorträge bildeten das Kernstück unserer Veranstaltung: Während Norbert Straumann (Zürich) den Bogen von Minkowskis Raumzeit zur Geometrodynamik Einsteins spannte, gewährte Hermann Nicolai (Potsdam) einen Einblick in die mögliche Vereinheitlichung der Physik: von der Minkowski-Raumzeit zur M-Theorie.^{†)} Die Durchführung dieser Tagung wurde ermöglicht durch die großzügige und unbürokratische Förderung von Seiten der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung, der wir hiermit gebührend danken wollen.

Claus Kiefer und Klaus Volkert

Models of Gravity in Higher Dimensions – From Theory to Experimental Search

418. WE-Heraeus-Seminar

Als vielversprechende Kandidatin für eine Quantentheorie der Gravitation und eine Vereinheitlichung der fundamentalen Wechselwirkungen benötigt die Stringtheorie höhere Dimensionen für ihre mathematische Konsistenz. Daher ist es interessant, Gravitationstheorien

in höheren Raumzeit-Dimensionen zu untersuchen und speziell Lösungen der Einsteinschen Feldgleichungen in höheren Dimensionen zu konstruieren und zu analysieren. Damit lernt man einerseits den Reichtum der Physik der Stringtheorie kennen, andererseits zeigen sich auch Eigenschaften von Lösungen, die es in vier Dimensionen nicht gibt, was wiederum zum tieferen Verständnis der Gravitationsphysik in vier Dimensionen beiträgt. So unterscheidet sich z. B. die Struktur Schwarzer Löcher in höheren Dimensionen drastisch von der in vier Dimensionen. Viele der bekannten Theoreme gelten dann nicht mehr. Diese und andere spannende Fragestellungen der Gravitation in höheren Dimensionen wurden vom 25. bis 29. August 2008 auf dem 418. WE-Heraeus-Seminar in Bremen von zahlreichen international bekannten Kolleginnen und Kollegen aus aller Welt ausgiebig diskutiert. Sehr positiv zu bewerten war die vergleichsweise große Anzahl von Frauen bei diesem Treffen mit insgesamt 50 Teilnehmern.

Die Beiträge gliederten sich im Wesentlichen in drei Themenbereiche. Der erste umfasste analytische und numerische Lösungen der Einsteinschen Gleichungen in höheren Dimensionen. Dabei wurde die ganze Vielfalt der möglichen Lösungen mit teilweise verblüffenden Eigenschaften offensichtlich. Im zweiten Themenbereich ging es um die Bewegung von Teilchen in diesen Raumzeiten. Diese Untersuchungen stimulierten die Diskussion neuer geometrischer Aspekte von Raumzeit-Symmetrien, mit denen sich Fragen nach der Separabilität von Bewegungsgleichungen äußerst elegant behandeln lassen. Der dritte Themenbereich beschäftigte sich mit möglichen experimentellen Auswirkungen höherer Dimensionen wie z. B. mit der Erzeugung Schwarzer Löcher am LHC beim CERN, mit der Modifikation der Einsteinschen Gravitation auf kleinen oder großen Distanzen oder mit neuen Teilchen, die Theorien in höheren Dimensionen vorhersagen. Die ausgewählten Themen und die Qualität der Vorträge führten zu lebhaften Diskussionen.^{‡)}

Wir danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung ganz herzlich für die gewährte Unterstützung, die die Teilnahme vieler Kolleginnen und Kollegen erst möglich gemacht hat.

Jutta Kunz und Claus Lämmerzahl

Physik und Sport

DPG-Lehrerfortbildung

Das Thema „Physik und Sport“ lässt sich in die aktuelle didaktische Diskussion einordnen, die sich durch das Schlagwort „Physik im Kontext“ kennzeichnet. Bei der DPG-Lehrerfortbildung, die vom 30.

Juni bis 4. Juli 2008 im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, nutzten etwa 80 Teilnehmer die Gelegenheit, dieses Thema zu vertiefen.

Die Referenten der 14 Vorträge entfalteten ein breites inhaltliches Spektrum, das die reine Theorie bei der Physik des Segelns ebenso beinhaltete wie den Prozess der Modellierung bei der Biomechanik des Springens oder die Messtechnik als Grundhandwerkszeug der Physik mit verschiedenen Zielrichtungen im Sport. Dabei wurde auch die für den allgemeinbildenden Physikunterricht bedeutsame mögliche Diskrepanz zwischen Reliabilität und Validität einer Messung angesprochen. Zitate wie „die vollendete Ausführung eines Sprunges ergibt sich nur aus bewusster und konsequenter Anwendung physikalischer Gesetzmäßigkeiten“ und „der physikalische Aspekt muss dem Sport erst einmal abgerungen werden“ mögen die Spannweite beleuchten. Beispiele mit aktuellem Bezug (Fußballeuropameisterschaft, Tour de France) zeigten, dass sich interessante Fragestellungen mit Schulmitteln angehen lassen. Allerdings sieht die Realität manchmal anders aus, als eine allzu starke didaktische Reduktion vorgaukelt, und einfache Sätze funktionieren nicht immer. Die moderne Sensorik kann helfen, komplexe Zusammenhänge experimentell zu erschließen, aber auch Freihandexperimente liefern Motivation und Information.

Die Diskussion warf eine Frage auf, die für alle Vorträge gilt und die in zweierlei Richtungen formuliert werden kann: Wie viel Physik ist nötig, um „sportliche“ Themen gewinnbringend behandeln zu können? Oder anders herum: Lassen sich Themen aus dem Sport didaktisch so aufbereiten, dass an ihnen physikalische Konzepte erarbeitet werden können? Eine Lösung wäre angesichts eng gezurter Curricula und zentraler Überprüfungen wünschenswert.

Auch wenn nicht alle offenen Fragen beantwortet werden konnten, bot der Kurs dank der engagierten Referentinnen und Referenten und den zwei bewährten „Steuerleuten“ L. Mathelitsch und M. Vollmer viele Anregungen.

Die DPG-Lehrerfortbildungen erfreuen sich seit 20 Jahre regelmäßiger Besucher und beweisen so ihre Attraktivität und Qualität. Diese liegen nicht zuletzt an den Rahmenbedingungen: das Ambiente des Hauses, die Möglichkeit der Begegnung mit Kollegen und Referenten, eine aufmerksame Betreuung durch die Leiter des Zentrums (früher Debrus, jetzt Herr Gomer) sowie die freundliche und hilfsbereite Rundumversorgung. Allen Kräften des Hauses gebührt Dank.

Klaus Gerd Bruns

#) Texte und Folien zur Tagung finden sich unter www.uni-koeln.de/minkowski/.

‡) Die Vorträge sind einzusehen unter www.zarm.uni-bremen.de/hdg2008, sie werden in Kürze aber auch bei Springer erscheinen.