

Zusammenfassung der Vorträge und Seminare „Kernphysik“

Plenarvortrag mit anschließender Diskussion

Atomunfall! Und keiner soll's gewesen sein

Prof. Dr. Georg Steinhauser

Institut für Radioökologie und Strahlenschutz, Universität Hannover

Im Herbst 2017 schlugen die Messnetze für atmosphärische Radioaktivität in ganz Europa Alarm: Eine noch nie dagewesene Wolke von Ruthenium-106 zog über den Kontinent und löste bei Experten große Verwunderung aus. Kein Land übernahm - bis heute - dafür die Verantwortung. In forensischer Kleinarbeit musste das Rätsel gelöst werden. Atmosphärische Transportmodellierungen kamen zum Einsatz, physikalische und chemische Aspekte der beträchtlichen Freisetzung wurden abgewogen, bis sich nach und nach der Nebel lichtete: Als Freisetzungsort kam nur eine Wiederaufbereitungsanlage für abgebrannte Brennelemente in Frage. Wie man vom Radiochemiker zum „radioactive detective“ wird - und warum die Freisetzung wohl in Zusammenhang mit einem großen europäischen Forschungsprojekt steht - der Bogen wird in dieser spannenden Geschichte bis zum Zerreißen gespannt.

Plenarvortrag mit anschließender Diskussion

Radiopharmazie: die Anwendung von Radionukliden in der Medizin

Prof. Dr. Walter Mier

Universitätsklinikum Heidelberg

Radioaktiv markierte Tracer können in nuklearmedizinischen Verfahren sowohl diagnostisch als auch therapeutisch eingesetzt werden. Dabei wird ein Radionuklid an ein Carrier-Molekül, welches die spezifische Anreicherung im erkrankten Gewebe bewirkt, gebunden. Das Radionuklid wird in Abhängigkeit von der Art der benötigten Strahlung (alpha/beta/gamma-Strahlung und der jeweiligen Energie) sowie seiner physikalischen Halbwertszeit ausgewählt. Da es für radioaktive Strahlung sehr empfindliche Detektoren gibt, können extrem kleine Mengen der Tracer detektiert werden. Dies ermöglicht die Verfolgung von Botenstoffen, die in sehr niedrigen Konzentrationen vorliegen und somit im Idealfall die Visualisierung des im erkrankten Gewebe veränderten Stoffwechsels aufzeigen. Die alternativen Verfahren (Ultraschall, Computertomographie und Magnetresonanztomographie) können nur morphologische Veränderungen, welche durch eine Erkrankung hervorgerufen wurden, darstellen. Die nichtinvasive Diagnostik mit Kontrastmitteln, die Veränderungen im erkrankten Gewebe auf molekularer Ebene adressieren, wird als „Molekulare Bildgebung“ bezeichnet. Die wachsenden Erkenntnisse über die biochemischen Grundlagen von Erkrankungen bieten die Basis für die Erweiterung des Spektrums der mit molekularer Bildgebung visualisierbaren Erkrankungen. Der Erfolg radiomarkierter Tracer bei in vivo-Anwendungen hängt von der Stabilität der Radionuklid-Carrier-Bindung sowie einer möglichst geringen Beeinflussung der Carrier-Affinität durch die Konjugation des Radionuklids ab. Neben der Diagnose von Tumorerkrankungen, diese erfolgt beispielsweise mit ^{18}F -Fluordesoxyglucose, stehen für die Endoradiotherapie, den Einsatz der Radiotracer für therapeutische Zwecke, eine Reihe selektiver Wirkstoffe, beispielsweise mit beta-Emittern verknüpfte Peptidhormone, welche an Hormonrezeptoren auf Tumorzellen binden, zur Verfügung.

Plenarvortrag mit anschließender Diskussion

Die rechtlichen Grundlagen zum Umgang mit Radioaktivität in der Schule

Martin Sonntag und Dimitrij Petkowski

Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd, Neustadt/Weinstraße

Seit dem 31.12.2018 hat das Strahlenschutzrecht eine komplett neue Grundlage bekommen. Das Strahlenschutzgesetz und die neue Strahlenschutzverordnung traten in Kraft. Dies brachte auf der einen Seite einige Klarstellungen und wichtige Ergänzungen, auf der anderen Seite seien aber auch viele neue Fragen entstanden. Das neue Gesetzeswerk brachte in vielen Bereichen Klarheit, warf jedoch in anderen und insbesondere neuen Regelungen Fragen auf.

Was hat dies nun mit mir als Physiklehrer zu tun?

Radioaktive Stoffe und ionisierende Strahlung sind ein fester Bestandteil unseres Lebens. Für den Menschen ist diese Strahlung schädlich, sie kann aber auch zum Wohl und Vorteil genutzt werden. Der Physikunterricht an Schulen hat es zur Aufgabe, diese Grundlagen zu vermitteln und das allgemeine Verständnis der Kinder, wo und wie man im Alltag diesem Phänomen begegnet, zu fördern. Dieser Unterricht darf jedoch ausschließlich innerhalb sicherer Bedingungen stattfinden.

Allen Beteiligten (Lehrern, Aufsichtsbehörden, Schulträger) liegt viel daran, diesen besonderen Lehrstoff nicht zum reinen Theorieunterricht verkommen zu lassen. Deshalb ist es wichtig im Dialog einen möglichst reibungslosen Weg zum Unterricht ausfindig zu machen.

Folgende Themen werden behandelt:

- Aufgaben und Pflichten des Strahlenschutzverantwortlichen (Schulleitung)
- Rechte und Pflichten des Strahlenschutzbeauftragten
- Regelungen beim Umgang mit Schulstrahlern, sonstigen radioaktiven Stoffe und Schulröntengeräten/Störstrahlern
- Neuauflage der Verwaltungsvorschrift „Strahlenschutz in Schulen“

Plenarvortrag mit anschließender Diskussion

Das Standard Modell der Teilchenphysik und seine Grenzen

Dr. Kristof Schmieden

Universität Mainz

Mit der Entdeckung des Higgs-Bosons am Large Hadron Collider im Jahr 2012 wurde das letzte fehlende Elementarteilchen entdeckt, welches das Standard Modell der Teilchenphysik vorhersagt. Aus vielen Experimenten und Beobachtungen wissen wir jedoch, dass unser Verständnis der Elementarteilchen nicht annähernd vollständig sein kann. Im Vortrag wird zunächst ein Überblick über das Standard Modell der Teilchenphysik und seiner experimentellen Erfolge gegeben. Anschließend werden ausführlich seine Grenzen diskutiert. Es wird Wert darauf gelegt, dass einige grundlegenden Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten so vermittelt werden, dass diese auch schon von Schülern der Abiturjahrgängen verstanden und berechnet werden können.

Plenarvortrag mit anschließender Diskussion
Schülerprogramme in der Teilchenphysik an der Universität Mainz
Stephan Aulenbacher
Universität Mainz

Im Vortrag wird ein Überblick über die reichhaltigen Schülerprogramme im Bereich der Teilchenphysik in Mainz gegeben. Diese reichen von Besuchen am Mainzer Mikrotron MAMI über Masterclasses im Bereich Datenanalyse und Streuexperimente bis hin zur Mainzer Teilchenphysik-Akademie, in der besonders motivierte Schülerinnen und Schüler eine Messung an MAMI vorbereiten, durchführen und auswerten. Das Programm wird durch ein ausführliches Vorlesungsangebot sowie Sozialprogramm begleitet.

Plenarvortrag mit anschließender Diskussion
Hadronenphysik - Was die Welt im Innersten zusammenhält
Prof. Dr. Achim Denig
Universität Mainz

Das Standardmodell der Teilchenphysik beschreibt drei der vier fundamentalen Kräfte, die uns heute bekannt sind. Das Forschungsgebiet der Hadronenphysik beschäftigt sich dabei mit der sogenannten starken Kraft, die die Wechselwirkung von Quarks untereinander beschreibt. Diese starke Wechselwirkung nimmt im Standardmodell eine Sonderrolle ein: So ist es noch nicht gelungen, die Quark-Wechselwirkung bei der Bildung von Hadronen (z. B. Protonen, Neutronen, Pionen) auf einem quantitativen Niveau zu verstehen. Im Vortrag wird ein Überblick über die großen Fragen der Hadronenphysik gegeben und es werden Experimente vorgestellt, die in diesem Zusammenhang durchgeführt werden, z. B. am Mainzer Mikrotron MAMI und dem zukünftigen Beschleuniger MESA. In vielen Fällen sind Messungen im Bereich der Hadronenphysik auch von entscheidender Bedeutung für Präzisionstests des Standardmodells und erlauben somit eine Suche nach Neuer Physik. Dies wird an einigen Beispielen (Proton-Radius, anomales magnetisches Moment des Myons) erläutert.

Seminar A
Radioaktivität im Tabak
Björn Baser
Integrierte Gesamtschule Contwig, Contwig

Radioaktive Prozesse entziehen sich den fünf menschlichen Sinnen. In dem Spannungsfeld zwischen nicht fühlen können, unterschiedlichen Vorkenntnissen zum Thema, einem Wissen um die Gefährlichkeit dieser Prozesse und der Benutzung eines eigentlich verbotenen Stoffes in der Schule (Tabak), bewegt sich dieser Seminarbeitrag. Im Seminar wird neben Textarbeit (Informationsbeschaffung) mit einem Messgerät die Radioaktivität von handelsüblichem Tabak ausgemessen. Dabei können je nach Wunsch vielfältige Methoden und Lernziele, entsprechend den Fähigkeiten der Lerngruppe, eingebunden werden. Z. B. Inkorporation radioaktiver Nuklide, Belastung durch Rauchen, Messgerät-Bedienung, Nullratenmessung, statistische Auswertungen, Bewertung von Messungen oder die Nutzung digitaler Hilfsmittel (Tabellenkalkulation).

Seminar B

CERN Masterclasses - Teilchenphysik hautnah erleben

Dr. Heinrich Beilmann

Karolinen-Gymnasium Frankenthal, Frankenthal

Das CERN stellt den Zenit moderner Teilchenphysik dar. Mehr als 14.000 Wissenschaftler aus 85 Ländern forschen hier am leistungsstärksten Teilchenbeschleuniger der Welt, um den Aufbau der Materie und den Ursprung unseres Universums zu verstehen. Die jüngste Großentdeckung des CERN war 2012 der experimentelle Nachweis des Higgs-Bosons. Das CERN ist jedoch nicht nur eine Forschungseinrichtung, auch die Lehre und die Nachwuchsförderung wird hier großgeschrieben. Die CERN Masterclasses geben uns seit einigen Jahren die Möglichkeit, echte Teilchenphysik mit unseren Schülerinnen und Schülern der Oberstufe zu betreiben.

Im Seminar wird die Methode der Masterclasses vorgestellt, hauptsächlich sollen die Teilnehmer aber die tatsächliche Durchführung einer solchen Veranstaltung erfahren, u. A. die Bedienung der CERN Auswertungssoftware Hypatia und Minerva und eine Analyse von echten CERN Datenpaketen, die u. A. zur Entdeckung des Higgs-Bosons geführt haben.

Seminar C

Mit Schülerinnen und Schülern auf den Spuren von Madame Curie

Tanja Sirch

Integrierte Gesamtschule Speyer Georg Friedrich Kolb, Speyer

Marion Keller

Konrad-Adenauer-Realschule plus mit Fachoberschule Technik/Umwelt, Landau

„Warum lernen wir nur Einheiten kennen, deren Namensgeber Männer sind?“ - so fragte mich gerade in der 7ten Klasse eine Schülerin. Meine Antwort lautete, das läge am geschichtlich begründeten Rollenverständnis - Frauen hatten in den Naturwissenschaften vor einigen Jahrzehnten einfach nichts zu sagen. Erst mit Madame Curie und ihren Arbeiten zur Kernphysik und dem Erhalt der Nobelpreise begann ein Prozess der zunehmenden Akzeptanz von Frauen in den MINT-Fächern.

In unserem Seminar wollen wir uns das Themenfeld 5 „Atombau und ionisierende Strahlung - Radioaktivität im Basiskonzept Materie“ des rheinland-pfälzischen Lehrplans Physik für die Sekundarstufe I unter dem in der Überschrift genannten Schwerpunkt ansehen. Wir werden mögliche Herangehensweisen beleuchten, welche die physikalischen Grundlagen vermitteln unter den Aspekten der Geschichte und den daran beteiligten Wissenschaftlerinnen. Ebenso setzen wir uns mit der Einbindung von digitalen Medien zur Vermittlung der Kontexte und Inhalte auseinander. Wir laden Sie ein, mit uns verschiedene didaktische Wege auszuprobieren.