

DD 16: Postersitzung

Time: Wednesday 16:30–18:00

Location: P-SR 1-4

DD 16.1 Wed 16:30 P-SR 1-4

Inhaltsvalidität eines Testinstruments zur Erfassung deklarativen Wissens zur Quantenoptik — ●PHILIPP BITZENBAUER und JAN-PETER MEYN — Professur für Didaktik der Physik, FAU Erlangen-Nürnberg

Begriffliche Klarheit ist gerade für das Lernen von Quantenphysik besonders entscheidend, weil in der Schule die mathematischen Möglichkeiten begrenzt sind. Daher steht im Rahmen der summativen Evaluation des Erlanger Unterrichtskonzepts zur Quantenoptik die Frage im Zentrum, inwiefern Schülerinnen und Schüler aufgrund des Konzepts zu einem Verständnis quantenoptischer Begriffe gelangen, denn dieses terminologische Wissen ist Voraussetzung für das Herstellen von Relationen zwischen den Begriffen. Um dieses Begriffswissen ökonomisch zu testen, wurde ein Testinstrument entwickelt und pilotiert. Die Einflüsse einer Laute-Denken-Studie auf die Testentwicklung werden mit Bezug auf die Inhaltsvalidierung dargestellt und die Ergebnisse einer Expertenbefragung zur Feststellung der Inhaltsvalidität des Testinstruments werden präsentiert.

DD 16.2 Wed 16:30 P-SR 1-4

Jugendliche in der Forschung: Ein Förderprogramm für besonders begabte und motivierte Schüler — ●SEBASTIAN NELL, RALF DETEMPLE und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

Jugendliche in aktueller physikalischer Forschung - schon aufgrund der großen inhaltlichen Distanz zwischen den in der Schule vermittelten Kenntnissen und dem für die Forschung benötigten Wissen erscheint eine solche Aussage eher unrealistisch. Dies führt dazu, dass nur wenige Angebote in diese Richtung existieren. Schülerinnen und Schüler, die in Physik besonders begabt und an aktuellen physikalischen Fragestellungen besonders interessiert sind, besitzen daher kaum eine Möglichkeit, sich umfassend mit ihren Interessensgebieten zu beschäftigen.

Um hier neue Angebote für besonders begabte und motivierte Schülerinnen und Schüler zu schaffen, wird an der RWTH Aachen University ein Programm entwickelt, welches Jugendlichen ermöglichen soll, Projekte im Umfeld aktueller physikalischer Forschung durchzuführen. Ziel ist es, dass die Schülerinnen und Schüler mit Betreuung durch Forschende, aber doch relativ selbständig in einem Themenfeld arbeiten, welches aufgrund seiner inhaltlichen Eignung gezielt ausgewählt wurde. Die Schülerinnen und Schüler durchlaufen hierzu zunächst ein physikalisches Praktikum, um experimentelle Grundfertigkeiten zu erwerben. Nach einer inhaltlichen Vorbereitung bearbeiten sie in einem nach ihren Interessen ausgewählten Institut ein vorbereitetes Projekt. Auf dem Poster wird beispielhaft ein geeignetes Themenfeld sowie der zeitliche Ablauf des Pilotprojektes vorgestellt.

DD 16.3 Wed 16:30 P-SR 1-4

Unterstützungsmöglichkeiten in der Studieneingangsphase im lehramtsbezogenen Bachelorstudiengang Physik — ●CHRISTINA LÜDERS, NORMAN JOUSSEN und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

Der prognostizierte wachsende Mangel an qualifizierten MINT-Lehrkräften erfordert Maßnahmen, die zu einer Entschärfung dieses Problems führen. Eine Möglichkeit ist es, die Studienerfolgsquote besonders in den ersten Semestern zu erhöhen. An der RWTH Aachen wurde hierzu die Studieneingangsphase im lehramtsbezogenen Bachelorstudiengang Physik modifiziert. Im ersten Semester sind nunmehr die Vorlesung Experimentalphysik I sowie eine mathematische Übung vorgesehen, in der die Studierenden notwendige mathematische Grundlagen erlernen sollen. Zusätzlich wird der erste Teil eines adressatenspezifischen dreiteiligen physikalischen Grundpraktikums angeboten. In diesem sollen die Studierenden grundlegende experimentelle Kompetenzen erwerben. Durch einen Scaffolding-Ansatz werden den Studierenden im Praktikum Unterstützungsangebote bereitgestellt, die auf ihren Lernprozess angepasst sind. In Tutorien werden z.B. versuchsspezifische Auswertungsmethoden detailliert geübt, sodass später die verschiedenen Fähigkeiten und Fertigkeiten in einem Versuchsbericht zusammengeführt werden können. In einem ersten Schritt eines Promotionsvorhabens soll festgestellt werden, wie die Unterstützungsmöglichkeiten im Praktikum von den Studierenden angenommen werden und an welchen Stellen sich die Studierenden weitere Hilfen wünschen.

DD 16.4 Wed 16:30 P-SR 1-4

Masterclasses in Quantenphysik — ●STINA SCHEER¹, AZADEH GHANBARI², GUNNAR FRIEGE¹ und RAINER MÜLLER² — ¹Institut für Didaktik der Mathematik und Physik, AG Physikdidaktik, Leibniz Universität Hannover — ²Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften, Abteilung Physik und Physikdidaktik, TU Braunschweig

Im Rahmen des Exzellenzclusters QuantumFrontiers werden Masterclasses konzipiert, die Themen aus den Forschungsbereichen des Clusters vermitteln. Die Zielgruppe sind dabei vor allem Schüler*innen der gymnasialen Oberstufe, aber auch Angebote für Lehrkräfte und ausgesuchte Schüler*innengruppen werden konzipiert. Die Lernenden sollen durch eine Kombination aus Workshops, eigenständigem Lernen und Experimentieren, Laborführungen und Kontakt zu Wissenschaftler*innen an ein konkretes Forschungsthema herangeführt werden.

An den beiden Clusterstandorten Braunschweig und Hannover werden Kurse zu verschiedenen Themen konzipiert in deren Durchführungen auch Wissenschaftler*innen der beteiligten Institutionen LUH, PTB und TU BS mit einbezogen werden. Somit verfolgen die Masterclasses nicht nur das Ziel die Schüler*innen für Physik zu begeistern, sondern bieten ebenfalls eine wertvolle Lehrerfahrung für (Nachwuchs-)Wissenschaftler*innen.

Die größte inhaltliche Herausforderung dieses Formats ist die Aufarbeitung aktueller Forschungsthemen – thematisch oft gar nicht oder nur teilweise in den Lehrplänen verankert – auf ein angemessenes fachliches Niveau.

DD 16.5 Wed 16:30 P-SR 1-4

Die komplexe Konjugation aus physikalischer Sicht — ●MARTIN ERIK HORN — Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

In mathematischen Lehrbüchern wird in der Regel darauf verwiesen, dass die Multiplikation einer komplexen Zahl b mit einer komplex konjugierten zweiten Zahl a^* kommutativ ist: $a^*b = b a^*$.

Im Kontext einer physikalisch geprägten Geometrischen Algebra kann jedoch eine alternative Sichtweise motiviert werden: Die komplexe Konjugation wurde erfunden, um nicht-kommutative Strukturen durch kommutative Größen ausdrücken zu können. Tatsächlich modelliert das oben genannte Produkt eine nicht-kommutative Multiplikation in Form von $a^*b \neq b^*a$.

Fazit: Die komplexe Konjugation wird derzeit in Schule und Hochschule mit Hilfe eines Trugbilds vermittelt, das einen sachgemessenen mathematischen Einsatz der komplexen Konjugation erschwert.

DD 16.6 Wed 16:30 P-SR 1-4

Was soll über die Natur der Naturwissenschaften vermittelt werden? — ●JAN HEYSEL^{1,2} und FRANK BERTOLDI³ — ¹Universität Bonn, Physikalisches Institut, Nussallee 12, 53115 Bonn — ²RWTH Aachen University, I. Physikalisches Institut IA, Sommerfeldstr. 14, 52074 Aachen — ³Universität Bonn, Argelander Institut für Astronomie, Auf dem Hügel 71, 53121 Bonn

In der umfangreichen fachdidaktischen Literatur zur Thematik Nature of Science (NOS) herrscht kein Konsens darüber, was genau über die Methodik der Naturwissenschaften im Schulunterricht gelehrt, bzw. gelernt werden soll. Es gibt zwar Konsenslisten von Eigenschaften naturwissenschaftlicher Methodik, diese erscheinen als Grundlage einer kompetenzorientierte Vermittlung des Themas jedoch nicht ausreichend. Als Grundlage unseres Projekts streben wir eine Zielformulierung für eine kompetenzorientierte Vermittlung naturwissenschaftlicher Methodik unter Berücksichtigung wissenschaftstheoretischer und didaktischer Gesichtspunkte sowie empirisch erhobener Schülervorstellungen an. Letztere sind durch ein überwiegend induktives Verständnis gekennzeichnet. Unser Ansatz ist daher, ein (induktives) klassisches Paradigma naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung einem (eher deduktiven) modernen Paradigma entgegenzustellen. Diese Gegenüberstellung geht über deskriptive Konsenslisten hinaus und ermöglicht eine kompetenzorientierte Vermittlung des modernen Paradigmas.

DD 16.7 Wed 16:30 P-SR 1-4

Die Flipped Classroom Methode im Kontext von Schülerexperimenten — ●WOLFGANG LUTZ, STEPHAN LÜCK und THOMAS TREFZGER — Institut für Physik und ihre Didaktik, Julius Maximilian

lians Universität Würzburg

Ein effektiver Einsatz von Schülerexperimenten im Unterricht setzt voraus, dass die Schülerinnen und Schüler mit den physikalischen Grundlagen, Materialien, Geräten und dem experimentellen Vorgehen vertraut sind. Für diese Vorbereitungsphase wurden in den Themengebieten Optik und Elektrizitätslehre realitätsnahe Animationen entwickelt und videographiert. Dies ermöglicht eine äquivalente Nutzung der Unterrichtsmaterialien sowohl im traditionellen Unterricht als auch im Sinne eines Flipped Classrooms. Anstelle einer Hausaufgabe zur Intensivierung des bereits im Unterricht behandelten Stoffes, wie im traditionellen Unterricht üblich, werden im Flipped Classroom Lernvideos eingesetzt, mit denen sich die SuS zu Hause in ihrem individuellen Tempo auf die nächste Unterrichtsstunde vorbereiten. Im Unterricht selbst bleibt so mehr Zeit für die Datenauswertung, die Ergebnisdiskussion und die Verknüpfung von Experiment und Theorie.

Die Wirksamkeit beider Unterrichtsmethoden im Hinblick auf die Entwicklung der experimentellen Kompetenz soll mit einer Vergleichsstudie empirisch erfasst werden. Das Studiendesign und erste Ergebnisse aus einer Pilotierungsphase im Bereich Optik werden auf dem Poster vorgestellt.

DD 16.8 Wed 16:30 P-SR 1-4

Radioaktivität: eine didaktische Rekonstruktion — ●AXEL-THILO PROKOP und RONNY NAWRODT — Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 57, 70550 Stuttgart

Von Los Alamos bis Fukushima: Radioaktivität ist für viele Menschen ein wichtiger, wenn gleich auch mysteriöser und unheilvoller, Begriff der Physik. Welche Vorstellungen S.u.S. mit dem Begriff der Radioaktivität verbinden? Welchen Einfluss haben diese Vorstellungen auf die Bewertung radioaktiver Stoffe? Wie lässt sich dieses Thema angemessen didaktisch rekonstruieren? Authentische Versuche sind für Schulen häufig nicht mehr möglich. Im Fokus steht zunächst die Präpilotierung bzw. Pilotierung einer qualitativen Inhaltsanalyse von Interviews mit S.u.S. der Sekundarstufe I. Ziel ist eine zeitgemäße didaktische Rekonstruktion der Kernphysik für die Sekundarstufe I und die Etablierung eines Angebotes im Lehr-Lern-Labor der Universität Stuttgart.

DD 16.9 Wed 16:30 P-SR 1-4

Drohnen, KI und Algorithmen als Beispiel für STEAM Education in der Physik — ANDRÉ BRESGES und ●LARS MÖHRING — Institut für Physikdidaktik, Universität zu Köln, Gronewaldstraße 2, 50931 Köln

STEAM Education (Science, Technology, Engineering, Arts and Math) ist das Ergebnis einer gemeinsamen Arbeitsgruppe der National Science Foundation NSF und der National Education Association NEA mit dem Ziel einer inklusiven und stärker an der Gestaltung von Produkten, Technologien und Prozessen orientierten Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Bildung. Während die Umsetzung in den USA und Europa noch punktuell verläuft, wird die Entwicklung von auf STEAM basierenden Curricula seit 2013 mit Nachdruck in der Volksrepublik China unterstützt. Auf jährlichen STEAMX Konferenzen wird der Austausch von Schulen, Fachdidaktik, Bildungspolitik und Lehrmittelindustrie forciert. Eine wichtige Rolle spielen dabei Schülerwettbewerbe, die das Potenzial unterschiedlicher Systeme und Curricula demonstrieren. An der Universität zu Köln haben wir in einem Projekt den Einsatz von Drohnen, KI und Algorithmen für eine STEAM-typische Wettbewerbssituation erprobt. Im Rahmen einer Bachelor-Arbeit wurden mit den Instrumenten Colorado Learning Attitudes about Science Survey (CLASS) und Teilen des Test of Understanding Graphs in Kinematics (TUG-K) die Veränderung von fachbezogenen Kompetenzen und Einstellungen zur Physik bei Erstsemesterstudierenden erhoben und am Poster demonstriert.

DD 16.10 Wed 16:30 P-SR 1-4

Ein IOT-Projekt: preiswerte Digitalwaage wird zum WiFi-Kraftmesser — ●RENÉ DOHRMANN, ROBERT KASTL und VOLKHARD NORDMEIER — Freie Universität Berlin, Didaktik der Physik

Elektronische Waagen wie Personen-, Koffer- oder Briefwaagen basieren meist auf der Messung der Verformung eines Biegebalkens über aufgeklebte Dehnungsmessstreifen (DMS). Geschickt verschaltet entsteht aus ihnen eine Wheatston'sche Messbrücke, an deren Ausgang ein preiswertes Modul zur Digitalisierung und graphischen Aufbereitung durch eines der mittlerweile weit verbreiteten Arduino-Boards angeschlossen wird. Die Gesamtkosten für ein derartiges, WLAN-fähiges System betragen etwa 50€. Angesichts des günstigen Preises und der einfachen Realisierbarkeit kann der Umbau einer elektronischen Waage

auch gut als Projekt im Unterricht realisiert werden.

DD 16.11 Wed 16:30 P-SR 1-4

Charakteristische Merkmale von Physikunterricht * Wirkung auf (Un-)Beliebtheit, Interesse und Schwierigkeit — ●TIM STRÖMMER und JAN WINKELMANN — Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Fragt man Schüler*innen danach, welche Schulfächer zu ihren Lieblingsfächern gehören, dann wird Physik eher selten genannt. Tatsächlich zeigen mehrere Studien, dass Physik zu den unbeliebtesten Fächern zählt. Ebenso ist das Interesse an Physikunterricht gering, während dessen Schwierigkeitsgrad als besonders hoch eingeschätzt wird. Gründe für die Unbeliebtheit sind allerdings nur wenig untersucht. Entsprechend sollen in dieser Untersuchung Indizien für die Unbeliebtheit des Faches gefunden werden.

Gearbeitet wird unter der Prämisse, dass Physikunterricht sich in seiner Methodik und Unterrichtsumsetzung deutlich von anderen Schulfächern unterscheidet. Charakteristisch für Physikunterricht sind etwa das Experimentieren, das Denken in Modellen und ein hoher Abstraktionsgrad aufgrund von Mathematisierung und kontraintuitiver Fachsprache. Da Physikunterricht als unbeliebt, wenig interessant und schwierig gilt, liegt die These nahe, dass mindestens eines seiner fachspezifischen Merkmale geringes Interesse und hohe Schwierigkeit hervorruft. Weiterhin ist ein Zusammenhang zwischen Interesse und Beliebtheit sowie zwischen Schwierigkeit und Beliebtheit zu vermuten.

Zur Überprüfung obiger Hypothesen wurde ein Fragebogen entwickelt und von einer 9. Jahrgangsstufe eines hessischen Gymnasiums ausgefüllt. Die Ergebnisse der Erhebung werden präsentiert.

DD 16.12 Wed 16:30 P-SR 1-4

Testvorstellung: Computeradaptive Leistungsmessung im Bereich naturwissenschaftlichen Denkens — ●VOLKER BRÜGGMANN und VOLKHARD NORDMEIER — Freie Universität Berlin, Didaktik der Physik, Arnimallee 14 14195

Im Projekt ValiDiS wurde ein Testinstrument entwickelt, mit dem die Kompetenz Studierender im naturwissenschaftlichen Denken gemessen werden kann. In den vergangenen vier Jahren wurden damit umfangreichen Längs- und Querschnittstudien bei Lehramtsstudierenden durchgeführt, um die Validität der Messwerte zu sichern. Um daneben auch eine möglichst flexible und effiziente Messung zu garantieren, wurde auf Basis der bereits erprobten Aufgaben eine computeradaptive Version des Instruments erstellt. Sie wurde Anfang 2019 pilotiert und steht kurz vor der Veröffentlichung. Im Beitrag werden die Ergebnisse der Pilotstudie vorgestellt und diskutiert. Zusätzlich wird ein Überblick über die Studien- und Datenlage gegeben, auf der die Validitätsargumente für die Testanwendung beruhen. Das Instrument selbst wird in einer Demonstrationsversion zur Verfügung stehen, wobei neben der Anwendung selbst auch Einblick in den adaptiven Algorithmus und die technische Umsetzung gegeben wird.

DD 16.13 Wed 16:30 P-SR 1-4

Automatisierte Erfassung fachsprachlicher Merkmale in naturwissenschaftlichen Schulbüchern — ●DOMINIK EBBIGHAUSEN, JOHANNES LEWING und SUSANNE SCHNEIDER — Georg-August-Universität Göttingen

Zur Förderung der fachsprachlichen Kompetenz von Schülerinnen und Schülern sollten Schulbücher als zentrale Quelle naturwissenschaftlicher Texte ein angemessenes Sprachniveau aufweisen. Hiermit verbunden ist ein steigendes fachsprachliches Niveau der Schulbuchtexte über die Jahrgänge. Um zu untersuchen, ob eine solche Progression besteht, ist es zunächst das Ziel, ein digitales Instrument zu entwickeln, welches mittels Natural Language Processing Merkmale der Fachsprache nach Roelcke (2010) erfasst. Die analysierten Textmerkmale beziehen sich dabei auf die Konstrukte Anonymisierung und Deutlichkeit. In der Anwendung auf Schulbuchtexte zeigt das Instrument gute Reliabilitätswerte hinsichtlich des Konstrukts Deutlichkeit. Im nächsten Schritt wurde das Instrument exemplarisch auf 7 zugelassene Schulbuchreihen der Sekundarstufe I für Gymnasien angewendet. Die Ergebnisse zeigen eine Progression über die Jahrgänge bezüglich des Konstrukts Deutlichkeit. Unterschiede in den fachsprachlichen Merkmalen zwischen den naturwissenschaftlichen Disziplinen, sowie Möglichkeiten und Grenzen des Instruments werden diskutiert.

DD 16.14 Wed 16:30 P-SR 1-4

Motivationale Wirkungen des Lehrformats Lehr-Lern-Labor — CHRISTINE MEISSNER, ●RENÉ DOHRMANN und VOLKHARD NORDMEIER — Freie Universität Berlin

An der "Qualitätsoffensive Lehrerbildung" ist die Freie Universität Berlin (FU) mit dem Projekt "K2teach" (Know how to teach) beteiligt. Im Rahmen der ersten Förderphase wurden in einem der K2teach-Teilprojekte Lehr-Lern-Labore (LLL) als praxisnahe Lernorte weiterentwickelt, intensiv beforscht und als innovatives Lehrformat auf andere Fächergruppen ausgeweitet und fächerübergreifend in Bezug auf ihre Wirksamkeit evaluiert. Auch in der zweiten Förderphase verfolgt K2teach das Ziel, zukünftige Lehrer*innen im Studium besser auf die Anforderungen lernwirksamen Unterrichts vorzubereiten. Inzwischen sind LLL-Seminare an der FU Berlin sowohl in Bachelor- als auch in Masterstudienordnungen verankert, und über die Wirkungen der LLL-Formate liegen inzwischen einige Befunde vor. Aufbauend auf den bisherigen positiven Erfahrungen und Forschungsergebnissen liegt im Rahmen der weiteren Begleitforschung ein besonderer Fokus auf den motivationalen Aspekten des LLL-Formats. Im Posterbeitrag wird das Forschungsdesign vorgestellt.

DD 16.15 Wed 16:30 P-SR 1-4

Mit komplexen Lernaufgaben begabungsdifferenziert Physik unterrichten — ●RENÉ DOHRMANN und VOLKHARD NORDMEIER — Freie Universität Berlin

Im Rahmen der Diskussion um den erweiterten Inklusionsbegriff ist der schulische Umgang mit individuell ausgeprägten Begabungen eine Frage der Bildungsgerechtigkeit. Die adäquate Förderung heterogener Leistungsdispositionen im Physikunterricht stellt jedoch eine Herausforderung für die Physiklehrkräfte dar. Eine Möglichkeit diesen Anforderungen zu begegnen wird in der diagnosebasierten Differenzierung von Lernangeboten und Leistungsanforderungen mittels komplexer Lernaufgaben gesehen. Das an der Freien Universität Berlin verortete Projekt DiaMINT Physik greift diese Bedarfe im Rahmen der BMBF-Initiative Leistung macht Schule auf. Im vorliegenden Beitrag werden konzeptionelle Anforderungen für die Konstruktion komplexer Lernaufgaben theoretisch fundiert sowie Möglichkeiten zu deren Evaluation diskutiert. Darüber hinaus werden im Projekt entwickelte, unterschiedlich kontextualisierte Aufgaben exemplarisch vorgestellt.

DD 16.16 Wed 16:30 P-SR 1-4

Versuche im Physikunterricht an österreichischen Schulen - eine Bestandsaufnahme. Unter besonderer Berücksichtigung des Themengebietes Radioaktivität — PETER MACHART und ●ALEXANDER STRAHL — Universität Salzburg, School of Education, AG Didaktik der Physik

Eine Onlinebefragung österreichischer Physiklehrer_innen (n=228) zur Durchführung von Versuchen - insbesondere beim Themengebiet Radioaktivität - zeigt, dass diese von der überwiegenden Mehrheit der Lehrkräfte als sinnvoll angesehen wird. Die meisten Lehrerinnen und Lehrer finden an ihren Schulen gute Voraussetzungen für die Durchführung von Demonstrationsexperimenten und Schülerversuchen. Dies gilt auch für das Unterrichtsthema Radioaktivität, bei dem nur etwa 20 Prozent angeben, über kein Experimentiermaterial zu verfügen. Trotzdem werden bei diesem Thema deutlich weniger Versuche durchgeführt als bei anderen Themenbereichen in derselben Schulstufe. Dies trifft vor allem auf Schülerversuche zu. Als Gründe für die geringere Durchführungshäufigkeit von Versuchen beim Unterrichtsinhalt Radioaktivität werden neben fehlendem Material von rund 15 Prozent auch der Mangel an geeigneten Versuchen genannt. Zudem sind an einigen Schulen Geräte kaputt oder Strahlenquellen wegen bereits zu geringer Aktivität nicht mehr nutzbar. Rund 40 Prozent der befragten Lehrerinnen und Lehrer würden daher auch von Leimaterial Gebrauch machen. Dabei wäre ein entsprechender Anteil an geeigneten Schülerexperimenten wünschenswert. In Folge soll daher ein Experimentierkoffer zum kostenlosen Verleih konzipiert werden.

DD 16.17 Wed 16:30 P-SR 1-4

Risiken der Radioaktivität aus Sicht von Jugendlichen — NICOLE SCHRADER und ●CLAUS BOLTE — Freie Universität Berlin

Die kontinuierliche Umsetzung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse in neue Technologien und Produkte bringt einerseits Fortschritte auf vielen Gebieten, andererseits bergen technische Innovationen stets auch nicht intendierte Risiken, die von der Gesellschaft und dem Einzelnen *erkannt, bewertet und beherrscht werden müssen* (KMK 2005 a-c, 6). Der Umgang mit Risiken innovativer Technologien, wie dem Einsatz radioaktiver Stoffe in Medizin und Technik, und deren Bewertungen stehen daher auch zunehmend im Mittelpunkt gesellschaftlicher Diskussionen. In solchen Kontroversen wird deutlich, dass die Risikowahrnehmung der Öffentlichkeit oft nicht mit den wissenschaftlich-technischen Risikoabschätzungen übereinstimmt (Krohn & Krücken

1993; Wiedemann 1996). In der psychologischen Risikoforschung werden die Determinanten der subjektiven Risikobeurteilung insbesondere seit den 1970er Jahren empirisch untersucht. Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang der *psychometrische Ansatz* (Slovic 1987; Fischhoff et al. 1978), dessen vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten in zahlreichen Studien dokumentiert sind. Die Risikowahrnehmung von Jugendlichen wurde dagegen bislang nur sehr selten untersucht. In unserer Studie haben wir untersucht, wie Jugendliche die Risiken, die sie mit verschiedenen Anwendungen radioaktiver Stoffe verbinden, wahrnehmen und inwieweit ausgewählte Elemente des *psychometrischen Ansatzes* die Wahrnehmung von Jugendlichen determinieren. In unserem Beitrag stellen wir zentrale Ergebnisse unserer Studie vor.

DD 16.18 Wed 16:30 P-SR 1-4

Einsatzmöglichkeiten des Computerspiels "Minecraft" im Physikunterricht — STEFFEN FILSINGER und ●THOMAS WILHELM — Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Ein Computerspiel, das sowohl in verschiedenen Altersgruppen als auch bei unterschiedlichen Geschlechtern sehr beliebt und bekannt ist, stellt "Minecraft" dar. Dieses Spiel bietet für den Einsatz im Physikunterricht im Bereich der Mechanik eine Vielzahl an denkbaren Einsatzmöglichkeiten, um die Kompetenzbereiche "Nutzung fachlicher Konzepte" und "Bewertung" sowie das multimediale Lernen zu fördern. So können Videos von Bewegungen in Minecraft aufgenommen und mithilfe einer Videoanalyse-Software ausgewertet werden. Auf dieser Grundlage besteht die Möglichkeit, Ortsdiagramme für ein- und zweidimensionale Bewegungen zu erstellen und Bewegungen hinsichtlich der Geschwindigkeit oder der Beschleunigung zu untersuchen. Des Weiteren können komplexere Bewegungen in Bezug auf Energieumwandlung und Energieerhaltung betrachtet sowie Wurfbewegungen analysiert werden.

Auf dem Poster werden einige Beispiele dargestellt, die für den Physikunterricht geeignet sind. Im Hinblick auf die physikalische Modellierung wird deutlich, dass Bewegungen in "Minecraft" meist den physikalischen Gesetzen entsprechend ablaufen. Einige Aspekte entsprechen jedoch nicht der Wirklichkeit, sodass im Unterricht eine Bewertung der Spielmechanik durch die Schüler und Schülerinnen notwendig ist.

DD 16.19 Wed 16:30 P-SR 1-4

smart for science - Gelingensbedingungen für den Einsatz schülereigener Smartphones im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht — ●BIANCA KRAMP, ALEXANDER PUSCH, STEFAN HEUSLER, DANIEL LAUMANN und SUSANNE HEINICKE — Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Didaktik der Physik

Angesichts der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Smartphones in Schulen erforscht das BMBF-Projekt smart for science die Gelingensbedingungen für den Einsatz von diesen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Distractionen können dabei sowohl durch den Einsatz schülereigener (BYOD) wie schuleigener Geräte (COPE) auftreten. Die Untersuchung von BYOD- und COPE-Bedingung erfolgt im Rahmen dreier Workshops der Fächer Mathematik, Physik und Chemie zum Thema Elektromobilität, wobei das Smartphone sowohl fachspezifisch als auch in fächerübergreifenden Nutzungsvarianten eingesetzt wird. Durch die Erhebung fachbezogener und psychologischer Variablen auf Seiten der Lernenden sowie durch die Videografie des Nutzungsverhaltens werden Gelingensbedingungen und Distractionen identifiziert. In der Physik wird fachspezifisch die App phyphox genutzt, um Echtzeitmessungen von Strom, Spannung und Leistung einer Solarzelle vorzunehmen. Dokumentation und Auswertung der Daten erfolgen ebenfalls per Smartphone. Wir präsentieren das vollständige Studiendesign sowie die Ergebnisse der Pilotierung.

DD 16.20 Wed 16:30 P-SR 1-4

Empirisch gestützte Entwicklung von Lerneinheiten zum Umgang mit Multimetern — ●MESUT IBRAHIM TASTEKIN, SIMON GOERTZ und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

Im Rahmen der Plattform FLexKom werden an der RWTH Aachen University Unterrichtsmaterialien zum Fördern und Lernen experimenteller Kompetenzen entwickelt. Dabei wurden auch zwei Module konzipiert, die den Umgang mit Multimetern thematisieren. Um einen detaillierten Einblick in die diesbezüglichen Fähigkeiten von Schülerinnen und Schülern und typische Schwierigkeiten bei der Nutzung Multimetern zu erlangen, wurden umfangreiche Daten aus virtuellen Experimenten zu elektrischen Schaltungen analysiert. Diese Daten stammen aus dem Test zur Messung experimenteller Kompetenz in Large Scale Assessments (MeK-LSA) von H. Theyßen et al, in dem der Aufbau ei-

nes Experiments eine von acht getesteten Kompetenzen ist. Mittels 100 Testdatensätzen konnten verschiedene Fehler im Umgang mit Multimetern ausfindig gemacht werden, die gehäuft bei den Schülerinnen und Schülern aufgetreten sind. Diese Ergebnisse bildeten die Grundlage für die Entwicklung von zwei Modulen, in denen separat darauf fokussiert wird, wie Ampere- und Voltmeter in einen elektrischen Schaltkreis integriert bzw. eingestellt werden müssen.

Neben den Ergebnissen der Analyse der MeK-LSA-Daten werden auf dem Poster auch die konzipierten Module mit ihren Experimentieraufgaben und erste Ergebnisse ihrer Evaluierung vorgestellt.

DD 16.21 Wed 16:30 P-SR 1-4

Baustein für ein Intelligentes Tutorielles System für die Studiengangphase: Erprobung von Deep Knowledge Tracing am Beispiel des Konzeptverständnisses in der Elektrizitätslehre — ●EIKE MANSSEN, ARNE GERDES und SUSANNE SCHNEIDER — Georg-August-Universität Göttingen

Intelligente Tutorielle Systeme (ITS) sind Computerprogramme, die künstliche Intelligenz einsetzen, um als Tutor zu arbeiten (Nwana, 1990). Eine Komponente von ITS ist das Knowledge Tracing, das u. a. eine dem individuellen Lernprozess folgende Aufgabenwahl ermöglicht. Um die Einsatzmöglichkeiten, speziell des rekurrente neuronale Netze nutzenden Deep Knowledge Tracings (Piech et al., 2015), in der Studiengangphase zu erproben, wurde exemplarisch für das Konzeptverständnis in Bezug auf elektrische Stromkreise ein 16 Items umfassender Aufgabenpool aus einer Aufgabenauswahl von Urban-Woldron und Hopf (2012) und von Rhöneck (1986) adaptiert und mit Aufgabenklärungserklärungen versehen. Das Projekt mit ersten Ergebnissen des Deep Knowledge Tracings einer studentischen Stichprobe (N=203) wird vorgestellt.

DD 16.22 Wed 16:30 P-SR 1-4

Online-Lernmodule in der Nebenfachausbildung — ●INGA SAATZ — Fachhochschule Dortmund, Fachbereich Informatik, Emil-Figge Str. 42, 44227 Dortmund

Zu Beginn der Physikausbildung an Hochschulen sind die Vorkenntnisse der Studierenden erfahrungsgemäß sehr heterogen. Insbesondere für Studierende mit geringeren Vorkenntnissen stellt ein Nebenfach Physik eine Hürde zu Beginn des Studiums dar. Um eine möglichst nachhaltige und strukturierte Unterstützung der Studierenden sind Online-Lernmodule zur Mechanik erstellt worden. In den Lernmodulen werden die Themen der Kinematik und Dynamik behandelt. Das didaktische Design der insgesamt acht Kapitel der Online-Lernmodule basiert auf einer Sequenz von jeweils drei bis vier kurzen, aufeinander aufbauenden Lernvideos zur Einführung eines physikalischen Phänomens, dessen Formalisierung und der Lösung von Anwendungsproblemen. Die Visualisierung von physikalischen Effekten erfolgt durch Handversuche, Videoaufnahmen von Alltagssituation und im Rahmen des Projekts erstellten Animationen. Die einzelnen Lernvideos werden durch Verständnisfragen zu den Lernvideos und kurzen Berechnungsaufgaben ergänzt. Erste Erfahrungen und Ergebnisse aus dem Einsatz der Online-Lernmodule in der Nebenfachausbildung an der Fachhochschule Dortmund und in den Fachbereichen Informatik und Maschinenbau werden vorgestellt.

DD 16.23 Wed 16:30 P-SR 1-4

Einsatz interaktiver Lernzirkelstationen zur Förderung der Variablenkontrollstrategie — ●TOBIAS WINKENS, SIMON GOERTZ und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

Die Verwendung der Variablenkontrollstrategie (VKS) ist eine experimentelle Arbeitsweise, um kausale Zusammenhänge in der Wissenschaft systematisch zu untersuchen. Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I bereitet diese Methodik jedoch in vielerlei Hinsicht Probleme, da sie beim Experimentieren häufig eigene Strategien verwenden und dabei unsystematisch vorgehen. Um dieser Problematik entgegenzuwirken, kann die Anwendung der VKS mit den Lernenden experimentell geübt werden, indem konfundierte und variablenkontrollierte Settings behandelt werden. Ohne einen zusätzlichen externen Impuls werden allerdings bei den Lernenden häufig nicht die Denkprozesse angestoßen, um ein konfundiertes Experiment zu erkennen. Auf dem Poster werden verschiedene Ansätze zur Förderung der VKS in Form von Lernzirkelstationen vorgestellt, wobei neben klassischen experimentellen Stationen mit Arbeitsblatt auch interaktive, teilweise videobasierte Lernzirkelstationen mit direktem Feedback entwickelt wurden. Dabei wurden im Rahmen einer kleinen Stichprobe die unterschiedlichen medialen Formate mit Schülerinnen und Schülern der Mittelstufe erprobt, um die Vor- und Nachteile bewerten zu können.

DD 16.24 Wed 16:30 P-SR 1-4

Augmented-Reality-Visualisierungen in der Elektrik — ●SEBASTIAN KAPP¹, MICHAEL THEES¹, FABIAN BEIL¹, THOMAS WEATHERBY², JAN-PHILIPP BURDE³, THOMAS WILHELM² und JOCHEN KUHN¹ — ¹Technische Universität Kaiserslautern — ²Goethe-Universität Frankfurt am Main — ³Eberhard Karls Universität Tübingen

Die Verwendung von Augmented Reality eröffnet neue Möglichkeiten, Visualisierungen in die reale dreidimensionale Lernumgebung zu integrieren. Diese können dabei über die traditionellen zweidimensionalen Abbildungen auf Papier und Monitor hinausgehen, die nur eine Projektion dreidimensionaler Objekte sein können. Basierend auf Erkenntnissen der Cognitive Load Theory und der Cognitive Theory of Multimedia Learning vermuten wir, dass so Wissenszuwächse gefördert und lernirrelevante kognitive Belastungen reduziert werden können. Im Rahmen des Physikalischen Anfängerpraktikums für Biologen an der Goethe-Universität Frankfurt am Main wurden solche räumlich integrierten Visualisierungen von Messwerten bei Elektrikexperimenten eingesetzt und evaluiert. Zur Realisierung der Lernumgebung wurden neben der Verwendung von Smartglasses (Microsoft HoloLens) und der Entwicklung einer entsprechenden Software auch neu entwickelte Messgeräte in traditionelle Experimente zu Reihen- und Parallelschaltungen integriert. Im Posterbeitrag werden das Studiendesign sowie erste Ergebnisse präsentiert und diskutiert.

DD 16.25 Wed 16:30 P-SR 1-4

Interaktive Rekonstruktion eines Lehrfilms — ●JÜRGEN KIRSTEIN und VOLKHARD NORDMEIDER — Freie Universität Berlin, Didaktik der Physik

Lehrfilme sind im Physikunterricht ein Mittel der Anschauung. Sie dokumentieren Experimente und Prozesse der Erkenntnisgewinnung, nutzen aber auch multiple fachsprachliche Ebenen zur Erklärung physikalischer Konzepte. Studien zur Erklärqualität haben gezeigt, dass die passive Rezeption eines Lehrfilms zum Verstehen nicht ausreicht. Verstehen erfordert vielmehr Lernaktivitäten, mit denen Lernende das im Film erklärte Wissen selbstständig verarbeiten können. Unser Ansatz der "Interaktiven Rekonstruktion" basiert auf der Idee, für die Konstruktion derartiger Aktivitäten Bildmaterial aus dem Film selbst einzusetzen und so zu bearbeiten, dass Lernende die im Film dargestellten (experimentellen) Handlungen oder auch die Auswertung von Messergebnissen interaktiv nachvollziehen können. Eingebettet in eine an die Dramaturgie des Films angelehnte digitale Lernumgebung, bietet diese Verknüpfung aus erklärenden und aktiven Elementen neue didaktische Gestaltungsmöglichkeiten. Wir erproben dieses Konzept derzeit anhand des Lehrfilms "Time dilation, an experiment with mu-mesons", der 1963 im Rahmen des US-Bildungsprogramms des Physical Science Study Committee (PSSC) entstand und ein klassisches Experiment zum Nachweis des Phänomens der Zeitdilatation in der speziellen Relativitätstheorie detailliert dokumentiert.

DD 16.26 Wed 16:30 P-SR 1-4

Spin+Education: Das Unsichtbare sichtbar machen - technologiegestützte Visualisierung von Spin- und Magnetismusphänomenen — CARINA HEISEL, ●ANNA DONHAUSER, KATRIN HOCHBERG und JOCHEN KUHN — AG Didaktik der Physik, Fachbereich Physik, TU Kaiserslautern

Der DFG-Sonderforschungsbereich Spin+X untersucht interdisziplinär Spin-Phänomene von der Grundlagenforschung bis hin zur technologischen Anwendung. Die Physikdidaktik der TU Kaiserslautern übernimmt dabei mit Spin+Education die Vermittlung der Forschungsinhalte durch Wissenschaftskommunikation und im Rahmen eines Schülerlabors.

Die bislang entwickelten Experimentiermodule für die Unter- und Oberstufe behandeln als Schwerpunkt Magnetismus bzw. moderne, spinbasierte Analysemethoden. Die Konzeption der Module verfolgt das Ziel, die Schulbildung im Bereich Magnetismus und Spin-Phänomene zu verbessern, um motivierte und kompetente Schüler*innen für ein MINT-Studium zu gewinnen.

Mit einem Experimentiermodul zur Erarbeitung des Spin-Begriffes wird das Schülerlabor für die Mittelstufe erweitert. Inhaltliche Bezüge zum schulischen Lehrplan werden dabei ebenso genutzt wie die Verknüpfung zum Forschungsalltag in Spin+X. Ein wichtiger Aspekt der zweiten Förderphase ist die Visualisierung Spin-basierter Phänomene innerhalb der Lernmodule mittels immersiver Technologien (VR/AR).

Die bestehenden Experimentiermodule, sowie die Erweiterung des Schülerlabors von Spin+Education werden vorgestellt.

DD 16.27 Wed 16:30 P-SR 1-4

Ein einfacher Zugriff auf Messdaten von Arduino-basierenden Sensoren in phyphox — ●ALEXANDER KRAMPE¹, DOMINIK DORSEL², SEBASTIAN STAACKS² und HEIDRUN HEINKE¹ — ¹Physikalisches Institut IA, RWTH Aachen University — ²Physikalisches Institut IIA, RWTH Aachen University

Sensordaten von Arduino-basierenden Messmodulen können über die Schnittstelle Bluetooth Low Energy (BLE) mit der App phyphox aufgenommen, verarbeitet und auch geeignet visualisiert werden. Neben dem eigentlichen Aufbau des Messinstrumentes benötigte der Nutzer dafür bisher jedoch auch umfangreicheres Grundwissen über BLE, was die breite Nutzung des großen Potentials Arduino-gestützter Experimente in der Schule einschränkt. Um das benötigte Vorwissen und die Komplexität für den Endnutzer zu minimieren wurde eine Bibliothek entwickelt, die das Darstellen von Messdaten Arduino-gestützter Messmodule in phyphox erheblich vereinfacht und lediglich vier Zeilen Code benötigt. Aufbauend auf dem Arduino Nano 33 BLE ermöglicht die Bibliothek die Übertragung von Messwerten an phyphox. Standardmäßig wird ein einfaches Experiment übertragen, bei dem die aufgenommenen Messdaten über der Zeit aufgetragen werden, so dass in diesem Fall kein weiteres Vorwissen über die Erstellung von Experimenten im phyphox-eigenen Editor erforderlich ist. Bei Bedarf können auch komplexere Experimente übermittelt und zur Messwertaufzeichnung genutzt werden, um auf die vielfältigen Analysemöglichkeiten von phyphox zurückzugreifen.

DD 16.28 Wed 16:30 P-SR 1-4

Augmented Reality in Schulversuchen der E-Lehre in der Sekundarstufe I — ●HAGEN SCHWANKE und THOMAS TREFZGER — Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Universität Würzburg

In der Studie wird der Einsatz von Augmented-Reality (AR)-Applikationen in der Schule als Ergänzung zum Realexperiment untersucht. Die Sekundarstufe I bietet in der 9. Jahrgangsstufe in Bayern zum Thema der Elektrizitätslehre viele Experimente zur Anwendung einer augmentierten Lernumgebung. Dabei sollen die Applikationen hauptsächlich die Modelle der magnetischen und elektrischen Felder sichtbar machen. Beispielsweise kann durch AR gezeigt werden, dass ein Magnetfeld allein nicht für die Induktion ausreicht, sondern zusätzlich die Änderung der magnetischen Flussdichte nötig ist. Diese wird durch die Dichte der sichtbar gemachten Feldlinien innerhalb der Spule gezeigt. Eine erste Testung der Applikationen wird im Rahmen von Lehr-Lern-Labor-Durchführungen stattfinden. Die anschließende Pilotierung in der Schule wird mit ausgewählten Lehrkräften durchgeführt, welche gleichzeitig bei der Entwicklung der Unterrichtseinheit mitwirken. Die Hauptstudie in mehreren bayerischen Gymnasien hat das Ziel herauszufinden, ob es so möglich ist den Schülervorstellungen entgegen zu wirken und das Wissen über die korrekten physikalischen Zusammenhänge zu fördern.

DD 16.29 Wed 16:30 P-SR 1-4

Interaktive Experimentiervideos zum Teilchenmodell — ●LION CORNELIUS GLATZ, ROGER ERB und ALBERT TEICHREW — Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt am Main

Bei interaktiven Experimentiervideos handelt es sich um Videos gefilmter Experimente, die mit digitalen Werkzeugen so aufbereitet wurden, dass auf den dargestellten Inhalt wesentlichen Einfluss genommen werden kann. Mithilfe des erstellten Mediums sollen Lernende die Rolle der experimentierenden Person einnehmen. Um dies gewährleisten zu können, wird eine Betrachtung aus unterschiedlichen Perspektiven und zu individuell variierbaren Geschwindigkeiten ermöglicht. Zudem geben die Lernenden Hypothesen ab oder treffen Entscheidungen, die den Ablauf des Experiments im Video beeinflussen. Ein auf diese Weise erreicht hohes Niveau an Interaktivität bezieht die Lernenden in den Lernprozess mit ein, gibt dem Lerngeschehen eine Bedeutung und vermittelt den Lernenden ein Gefühl von Kontrolle.

Um den Erkenntnisgewinnungsprozess bei der Bearbeitung von Experimenten zum Teilchenmodell gezielt zu unterstützen und um für die Erhebung der durch diese Experimente verursachten Konzeptentwicklungen vergleichbare Bedingungen zu schaffen, werden an der Goethe-Universität interaktive Experimentiervideos zu diesem Themengebiet erstellt und getestet. In diesem Beitrag werden anhand von Beispielen die Merkmale solcher Medienprodukte und die aus lerntheoretischer und mediendidaktischer Sicht förderlichen Designprinzipien vorgestellt.

DD 16.30 Wed 16:30 P-SR 1-4

Workshop zur Physik der Energiespeicherung — ●THOMAS

KRAUSSE, SILVANA FISCHER und HOLGER CARTARIUS — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

Das Thema erneuerbare Energien wird heutzutage in der Schule intensiv behandelt. Ein Beispiel dafür ist das Wahlpflichtfach Naturwissenschaft und Technik an Thüringer Schulen. Ein wichtiges Thema hierbei ist die Speicherung von Energie, da die elektrische Energie oft nicht dann zum Einsatz kommen kann, wenn sie gewonnen wird. Für die Speicherung gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, welche aber unterschiedliche Wirkungsgrade oder technische Umsetzungsmöglichkeiten besitzen. In einem Experimentier-Workshop für das MINT-Festival 2020 in Jena sollen die physikalischen Hintergründe so aufbereitet werden, dass Schülerinnen und Schüler die verschiedenen Möglichkeiten selbst testen und unter die Lupe nehmen können. Erneuerbare Energien müssen nicht nur gewonnen, sondern auch gespeichert werden.

DD 16.31 Wed 16:30 P-SR 1-4

Heißes schneller kalt: Der Mpemba-Effekt — ●CARSTEN WINKLER und FELICIA HERBST — PGS Dassel, Paul-Gerhardt-Str. 1-3, 37586 Dassel (Solling)

Unerwartet Effekte liefern eine Möglichkeit, dass Interesse von Schülerinnen und Schülern an dem eher unbeliebten Schulfach Physik zu wecken. In einem Schülerprojekt wurde so der Mpemba-Effekt unter Verwendung einfacher Hilfsmittel schwerpunktmäßig mit Augenmerk auf den Energietransport thematisiert. Die ersten Ergebnisse dieser Experimente zeigen, dass diese Sichtweise noch nicht ausreicht, um den eigentlichen Effekt bereits mit der Schulphysik zu beschreiben.

DD 16.32 Wed 16:30 P-SR 1-4

Ein Gas, zwei Farben. Warum leuchtet die Gasentladung in Luft an Kathode und Anode verschiedenfarbig? — ●BÄRBEL FROMME — Universität Bielefeld, Fakultät für Physik, Universitätsstr. 1, 33615 Bielefeld

Die Farbe des Lichts einer Gasentladung ist gasspezifisch. Darauf wird in Büchern für Schule und Grundstudium zum Teil explizit hingewiesen. Es wird aber nicht darauf eingegangen, dass bei der Gasentladung in verdünnter Luft zwei Farben auftreten: Das in der Nähe von Kathode und Anode emittierte Licht ist deutlich verschiedenfarbig. Ähnliches ist auch in Stickstoff-Spektralröhren beobachtbar. Dieses Phänomen der unterschiedlichen Lichtfarbe an Kathode und Anode haben wir durch Spektroskopie des emittierten Lichtes untersucht.

Die Experimente sind sowohl für den Physikunterricht als auch für Studierende geeignet. Aus den Ergebnissen ergeben sich Anknüpfungspunkte an vielfältige Studiums- und Unterrichtsinhalte: Die Anregung und Ionisation von Atomen und Molekülen durch Elektronenstoß und die Emission von Licht fester Energie beim Übergang von Elektronen zwischen zwei Energieniveaus (Bohrsches Postulat), die Identifikation der beteiligten Stoffe aus gemessenen Emissionsspektren und die additive Farbmischung können zum Beispiel thematisiert werden. Es lohnt sich also durchaus, der Gasentladungsphysik mit ihren auch ästhetisch schönen Leuchterscheinungen in Unterricht und Studium wieder mehr Beachtung schenken!

DD 16.33 Wed 16:30 P-SR 1-4

Digitale Kompetenz beim Modellieren und Experimentieren im Physikunterricht — ●MAREIKE FREESE, JAN WINKELMANN und MARK ULLRICH — Goethe-Universität, Frankfurt

Im Physikunterricht ist die Arbeit mit Modellen ein wesentlicher Teil der Erkenntnisgewinnung. Gleichzeitig sind hierbei wegen des hohen Abstraktionsgrades von Modellen Lernschwierigkeiten bei Schülerinnen und Schülern zu erwarten. Der Ansatz der Augmented Reality (AR) könnte durch die Kombination aus realem Experimentieren und simultanem, digitalem Modellieren helfen, diese Schwierigkeiten zu überwinden.

Da Lehrkräfte ihre eigenen digitalen Kompetenzen als unzureichend einschätzen, wird im Rahmen des Projektes diMEx ein Aus- bzw. Fortbildungskonzept für Lehrkräfte entwickelt, in welchem die Nutzung von AR im experimentierbasierten Physikunterricht vermittelt werden soll. Das Konzept soll langfristig in das Lehramtsstudium integriert werden und vernetzt die drei Phasen der Lehrerbildung.

Das Projekt erforscht, wie sich Digitalisierungs- und Modellkompetenzen von Lehrkräften in Fort- und Ausbildung fördern lassen, wie die beschriebene Nutzung von AR den Umgang mit Modellen im Physikunterricht verbessern kann und wie sich die Einstellung der Lehrkräfte verändert, digitale Modellierungen im Unterricht zu implementieren. Nach der qualitativen Erfassung vorhandener Kompetenzen folgt eine

passend entwickelte, mehrwöchige Fortbildung in der Universität und an außerschulischen Lernorten, welche sich am DOIT-Modell (Horz & Schulze-Vorberg, 2017) orientiert.

DD 16.34 Wed 16:30 P-SR 1-4

MINT-Lehrer-Nachwuchsförderung: Neue Wege zur Skalierbarkeit auf größere Teilnehmerzahlen — JAN HEYSEL^{1,2}, •ULRICH BLUM¹, CARSTEN KAUS², CHRISTINA LÜDERS² und HEIDRUN HEINKE² — ¹Universität Bonn, Physikalisches Institut, Nussallee 12, 53115 Bonn — ²RWTH Aachen University, I. Physikalisches Institut IA, Sommerfeldstr. 14, 52074 Aachen

Der bereits bestehende Mangel an Lehrpersonen in MINT-Fächern aller Schulformen wird sich in den kommenden Jahren weiter verschärfen. Das MILENa-Programm zur MINT-Lehrer-Nachwuchsförderung stellt einen Ansatz dar, um Schülerinnen und Schülern eine fundierte Entscheidung für ein MINT-Lehramtsstudium zu ermöglichen. Das MILENa-Programm wird seit 2017 durch die RWTH Aachen in einer modifizierten Form durchgeführt, in der mehrtägige Workshops ein zentrales Element darstellen. Seit Herbst 2019 wird in Kooperation mit der Universität Bonn und nahegelegenen Schulen aus dem Bonner Raum erstmals eine alternative Variante des Programms erprobt, bei der die lokale Nähe der Partner genutzt wurde und gleichzeitig durch eine Heimschlafervariante des Workshops die Kosten deutlich gesenkt werden konnten. Die erste Durchführung legt nahe, dass die Ziele des Programms auch in dieser Umsetzung erreicht werden können. Dadurch könnte die Bonner Variante des MILENa-Programms als Modell für andere Universitäten mit Schulen im näheren Einzugsgebiet dienen, um eine Skalierung des Programms zu größeren Teilnehmerzahlen zu erreichen.

DD 16.35 Wed 16:30 P-SR 1-4

Professionelle Kompetenzen von Studierenden mit Profil Quereinstieg im Fach Physik — •NOVID GHASSEMI und VOLKHARD NORDMEIER — Freie Universität Berlin

An der "Qualitätsoffensive Lehrerbildung" (QLB) ist die Freie Universität Berlin mit dem Projekt "K2teach" (Know how to teach) beteiligt. Begleitet durch das Teilprojekt "Q-Master: Qualifizierung von Quereinsteiger*innen im Master of Education" startete im Wintersemester 2016/17 der sog. Q-Master als Modellstudiengang im Land Berlin, und im Wintersemester 2019/20 wurde bereits die vierte Studienkohorte eingeschrieben. Der Modellversuch verfolgt das Ziel, Quereinsteiger*innen innerhalb eines auf vier Semester ausgelegten Master of Education für den anschließenden Vorbereitungsdienst zu qualifizieren. Die Begleitforschung im K2teach-Teilprojekt fokussiert dabei exemplarisch auf das Fach Physik. Es werden Unterschiede und Gemeinsamkeiten in der Ausprägung und Entwicklung professioneller Handlungskompetenzen der Q-Masterstudierenden im Vergleich zu regulären Lehramtsstudierenden untersucht. In einem Pre-Post-follow-Up-Design werden fachdidaktisches Wissen (FDW), Fachwissen (FW), Überzeugungen (zum Lehren und Lernen im Fach) und Berufswahlmotive quantitativ erhoben. Qualitativ ergänzt wird diese Erhebung durch Leitfadentinterviews zu den Themen Berufswahlmotive und Überzeugungen. Erste Ergebnisse zur Entwicklung des FDW deuten auch einen Wissenszuwachs der Studierenden im Zuge des Lehramtsmasterstudiums hin. Neben der Konzeption des Studiengangs werden neue Ergebnisse der Begleitforschung vorgestellt.

DD 16.36 Wed 16:30 P-SR 1-4

Ein low-cost Experiment zur Messung der Lichtgeschwindigkeit als Demonstrationsversuch für die Schule oder für das studentische Anfänger-Praktikum — JOHANNES SCHILLING¹, •MICHAEL DAAM², ANTJE BERGMANN² und GÜNTER QUAST¹ — ¹Institut für Experimentelle Teilchenphysik, KIT — ²Institut für Theoretische Festkörperphysik, KIT

Die Messung der Lichtgeschwindigkeit ist ein zentrales Praktikums-Experiment in universitären Anfängerpraktika. Auch im Schulunterricht der Oberstufe wird es gern durchgeführt, sofern die Mittel dazu vorhanden sind. Ein didaktisch sehr einfacher Zugang führt über die Laufzeitmessung eines Lichtpulses über eine bekannte Strecke. Obwohl das Grundprinzip sehr einfach ist, sind die von Lehrmittelfirmen angebotenen Aufbauten relativ teuer und haben "Black-Box"-Charakter. Wir haben daher ein extrem preisgünstiges Laufzeit-Experiment entwickelt, das durch sein transparentes Design sehr einfach zu verstehen ist und auch von Elektronik-Laien problemlos aufgebaut werden kann. Dabei wird eine handelsübliche superhelle LED mit Hilfe eines einfachen Standard-Frequenzgenerators gepulst, das Licht über einen Kunststoff-Retroreflektor ("Katzenauge") über eine bekannte Laufstrecke geführt

und mit einer sehr einfach beschalteten PIN-Fotodiode detektiert. Der als Spannungswert detektierte Lichtpuls kann mit einem Standard-Oszilloskop ausgelesen werden. In unserem Beitrag präsentieren wir den Aufbau und seine Funktionsweise im Detail sowie Messergebnisse und Erfahrungen.

DD 16.37 Wed 16:30 P-SR 1-4

Einführungsphase des Paderborner Physik Praktikums 3P - Erwerb grundlegender experimenteller Fähigkeiten — •ANNA B. BAUER^{1,2} und MARC D. SACHER¹ — ¹Universität Paderborn, Department Physik, Physikalisches Grundpraktikum — ²Universität Paderborn, Department Physik, Didaktik der Physik

Im Rahmen des kompetenzorientierten Paderborner Physik Praktikums 3P erwerben die Studierenden systematisch strukturiert über vier Semester die für das physikalische Experimentieren notwendigen experimentellen Fähigkeiten und Fertigkeiten. Um die Studierenden beim Einstieg in das Experimentieren auf universitärem Niveau zu unterstützen ist eine sechswöchige Einführungsphase bestehend aus Vorlesungen, Präsenzübungen und Workshops entwickelt worden, in der die Studierenden anhand eines einfachen Experimentes schrittweise das Experimentieren in allen seinen Phasen grundlegend erlernen.

In dem Posterbeitrag wird die didaktische Struktur und die inhaltliche Gestaltung der Einführungsphase sowie Ergebnisse der Evaluation präsentiert.

DD 16.38 Wed 16:30 P-SR 1-4

Versuche zur drahtlosen Energieübertragung im Schülerlabor - Von Teslas Vision zur heutigen Welt ohne Kabel — •YANNIK BRENNER, ANTJE BERGMANN und CARSTEN ROCKSTUHL — Institut für Theoretische Festkörperphysik, Karlsruher Institut für Technologie

Das drahtlose Laden elektrischer Geräte hat längst Einzug in unseren Alltag gehalten. Doch bereits Nikola Tesla träumte 1904 davon, mit großen Transformatortürmen zum Senden und kleinen Empfängern für Jedermann die gesamte Welt mit elektrischer Energie zu versorgen. Seine Pionierarbeit bildet den Ausgangspunkt für einen neu geschaffenen Workshop zur drahtlosen Energieübertragung im Schülerlabor des KIT. Mit faszinierenden Anschauungsexperimenten wird Teslas Transformator eingeführt, um anschließend im Schülerexperiment untersuchen zu können, warum zwar Information, nicht jedoch Energie über große Entfernungen bereits übertragen werden kann.

Über kurze Distanzen funktioniert die Energieübertragung jedoch sehr gut. Moderne Technologie hierzu wird mit einem resonant induktiv gekoppelten Zwillingsspulenpaar diskutiert, das eigens für das Schülerlabor konzipiert und realisiert wurde. Dabei wird ein elektromagnetischer Schwingkreis mit einem Frequenzgenerator angeregt, während ein zweiter Schwingkreis einen Verbraucher antreibt. Abschließend steht zur Diskussion, wie diese Technologie im Alltag sinnvoll und möglichst effizient eingesetzt werden kann. Im Rahmen eines Schülerprojektes zur Begabtenförderung wurden kleine, ungefährliche Bausätze mit geringer elektrischer Leistung realisiert, die einen Einstieg in die Thematik im Schülerexperiment ermöglichen.

DD 16.39 Wed 16:30 P-SR 1-4

Finde die Fehler! Testaufgaben zum funktionsfähigen Aufbau von Versuchen — •CORNELIA GELLER, TILL KÜHNE, JONAS SCHNEIDER und HEIKE THEYSSSEN — Universität Duisburg-Essen

Obwohl die Experimentalausbildung in Form von Praktika ein fester Bestandteil der Hochschulausbildung in der Physik ist, stehen - anders als für fachinhaltliche Veranstaltungen - nur wenige Erhebungsinstrumente zur Verfügung, mit denen die experimentelle Kompetenz von Studierenden ökonomisch und valide erfasst werden können. Dies gilt insbesondere für die Teilkompetenz, Versuche funktionsfähig aufzubauen. Für deren Erfassung wird ein Aufgabenformat vorgestellt, das auf Fehlern in bereits aufgebauten Versuchsanordnungen zu einem vorgegebenen Versuchsziel basiert. Diese Fehler liegen in der Justage, in der Verkabelung oder der Einstellung von Messgeräten und sind von den Studierenden zu identifizieren und zu beheben.

In einer ersten Untersuchung konnte gezeigt werden, dass sich die Aufgaben für eine reliable und differenzierte Messung nutzen lassen, weitere Untersuchungen zur Validierung fokussieren auf die kognitiven Prozesse bei der Aufgabenbearbeitung. Das Aufgabenformat und die Ergebnisse werden auf dem Poster präsentiert.

DD 16.40 Wed 16:30 P-SR 1-4

Erweiterung eines Praktikumsversuchs durch phyphox mit externen Sensoren — •THERESA GNACKE¹, DOMINIK DORSEL², RALF DETEMPLE¹, SEBASTIAN STAACKS² und HEIDRUN HEINKE¹ —

¹1. Physikalisches Institut IA, RWTH Aachen University — ²2. Physikalisches Institut IIA, RWTH Aachen University

Die an der RWTH Aachen entwickelte App phyphox ermöglicht sowohl den Zugriff auf interne Smartphone-Sensoren als auch auf externe Sensoren über die Schnittstelle Bluetooth Low Energy. Diese Möglichkeit soll genutzt werden, um einen Demonstrationsversuch aus dem Physikpraktikum für Medizinstudierende zu erweitern. In dem genannten Versuch untersuchen die Studierenden die Temperaturabhängigkeit des Sättigungsdampfdrucks. Mithilfe eines Arduino Nano 33 BLE wurde ein Messmodul entwickelt, mit dem ein wasserfester Temperatursensor sowie ein Drucksensor für den Bereich von 10-1000 hPa ausgelesen werden können.

Durch diese Erweiterung können mehrere Studierende die Messdaten live auf ihrem Smartphone beobachten. Zusätzlich ermöglicht phyphox das direkte Visualisieren der Siedepunktkurve. Für eine weitere Auswertung können die Messdaten auch in Excel exportiert werden. Durch den Einsatz von studentischen Smartphones im Experiment wird ein gesteigertes Interesse am Praktikumsversuch erwartet, was durch den Einsatz von Fragebögen sowie Smartpens während des Praktikumsversuchs untersucht wird.

DD 16.41 Wed 16:30 P-SR 1-4

An educational experiment to measure laser beam spatial profile by a galvanometer scanner and a CCD sensor — ●NIKOLAOS MERLEMIS¹ and IOANNIS SIANOUDIS² — ¹Department of Surveying and Geoinformatics, University of West Attica, Athens, Greece, merlemis@uniwa.gr — ²Department of Biomedical Sciences, University of West Attica, Athens, Greece, jansian@uniwa.gr

In several undergraduate courses related to laser physics and optics it is crucial that students be able to understand basic concepts of laser beam propagation. Recent advances in CCD sensors have made the measurement of laser beam spatial profile easy and accurate; however, the cost of an industrial grade laser beam profiler may be elevated and the pedagogical impact of an experiment based on such a device may be lower than expected. With this in mind, we propose an experiment based on two parallel apparatuses: The first is based on a modified knife-edge technique where instead of using a spinning blade to cut the beam, a galvanometer scanner is employed to drive the laser through a small pinhole in order to record the intensity passing with a photodiode. The second experiment is based on direct measurement of laser intensity with a CCD sensor. Students are able to plot the beam intensity versus distance from the centre of the beam, calculate the beam width and divergence and compare the two methods. There is evidence that the proposed experiment awakens the motivation and interest in courses such as laser physics, optical communications and remote sensing technologies.

DD 16.42 Wed 16:30 P-SR 1-4

Konzeptionelle Verbindung des Physikalischen Praktikums mit den Fachdidaktikmodulen von Lehramtsstudierenden — RICHARD KEMMLER, ●KATHARINA STÜTZ, HARALD KÜBLER und RONNY NAWRODT — Universität Stuttgart, 5. Physikalisches Institut, Abt. Physik und ihre Didaktik, Pfaffenwaldring 57, 70569 Stuttgart

Physiklehrende müssen in der Lage sein, Demonstrations- und Schülerexperimente in Ihrem Unterricht fachlich zu durchdringen und fachdidaktisch bewusst einzusetzen. Diese haben deutlich andere Anforderungen als übliche Praktikumsversuche, die Physikstudierende im Laufe Ihres Studiums kennenlernen. Um Lehramtsstudierende besser hierauf vorzubereiten wird nun zunächst ein separater Versuch im Physikalischen Praktikum 1 angeboten, welcher Design, Aufbau und Optimierung eines einfachen Experiments umfasst. In dem daran anschließenden Fachdidaktikmodul werden die so bereits erlangten experimentellen Fähigkeiten durch fachdidaktische Kenntnisse erweitert sowie im Aufbaumodul um digitale Möglichkeiten ergänzt. Exemplarisch stellen wir das Konzept und die dazu passenden Versuche aus dem Praktikum und der Fachdidaktik vor und berichten über erste Erfahrungen.

DD 16.43 Wed 16:30 P-SR 1-4

Optical Spectroscopy: an alternative educational approach to the Laboratory — ●IOANNIS SIANOUDIS¹, NIKOLAOS MERLEMIS², and KATERINA SKOUROLIAKOU³ — ¹Department of Biomedical Sciences — ²Department of Surveying and Geoinformatics — ³Department of Biomedical Engineering, University West Attica, Athens, Greece, (jansian@uniwa.gr, merlemis@uniwa.gr, kskourol@uniwa.gr)

The excessive increase in the number of undergraduate students at a

new university and the lack of sufficient instruments and laboratory facilities made it necessary to search for other pedagogically acceptable forms of laboratory exercises. This contribution presents such a version of conducting a laboratory exercise, as a applicable concept of a series of corresponding lab exercises, in which students understand the experiment, its equipment arrangement, observe the metering process, and obtain the intended measurements, from pictures and displays of the instruments projected on the laboratory screen. Further work, data processing and writing of reports follows the usual. In this regard, optical spectra of various light sources are obtained using a conventional, appropriately modified spectroscope. The main scenario of the exercise provides the calibration process, the identification of linear spectra and the recognition of a series of unknown light emitted sources. In addition, spectra are obtained for comparison using a commercial CCD spectrometer. Experience and mid-term evaluation has shown that this concept, under the given conditions, has made a significant contribution to a successful educational outcome.

DD 16.44 Wed 16:30 P-SR 1-4

Ein Unterrichtskonzept zum Auftrieb im Sachunterricht — HARTMUT WIESNER¹, ●GIANINA GARTMANN² und THOMAS WILHELM² — ¹Lehrstuhl Didaktik der Physik, LMU München — ²Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Das Schwimmen eines Körpers im Wasser ist ein beliebtes Thema im Sachunterricht der Grundschule. Während in der Sekundarstufe I der Auftrieb mit dem Wasserdruck erklärt wird, daraus das Archimedische Prinzip abgeleitet wird und schließlich Folgerungen für die Dichte abgeleitet werden, wird in den Unterrichtskonzeptionen für den Sachunterricht vorwiegend über die Verdrängung argumentiert. Da dieses Prinzip letztlich nichts erklärt, wurde eine Unterrichtskonzeption erarbeitet und im Unterricht getestet, bei der das Schwimmen, Schweben und Sinken mit den Kräften erklärt wird, die das Wasser durch den von der Tiefe abhängigen Wasserdruck ausübt. Auf dem Poster werden Grundideen der Unterrichtskonzeption vorgestellt. Eine ausführliche Beschreibung sowie Unterrichtsmaterialien sollen auf www.supralernplattform.de erscheinen.

DD 16.45 Wed 16:30 P-SR 1-4

Die didaktische Bedeutung des EHT-Bildes vom Zentrum der Milchstraße (Sgr A*) — ●JÜRGEN BRANDES — Karlsbad, Germany

Das EHT-Bild von M87* ist eine beeindruckende Bestätigung der klassischen Allgemeinen Relativitätstheorie (ART), aber es bestätigt ebenso die Lorentz-Interpretation [1] der ART, da es sich um einen Blick senkrecht auf die Äquatorebene von M87* handelt, s. Tab. 1 in [2]. Die EHT-Messung von Sgr A* ist ein Blick auf die Kante der Äquatorebene, beide Versionen der ART werden unterscheidbar und das ist wichtig für die Lehre der ART. Die EHT-Messungen von M 87* und Sgr A* fanden gleichzeitig statt, nur die Messung von M87* ist veröffentlicht. Das wird der didaktischen Bedeutung der Sgr A*-Messung nicht gerecht. Zur Zeit (Dez. 2019) ist ungeklärt, ob auch auf dem EHT-Bild von Sgr A* ein Schatten zu sehen ist. Das ALMA-Bild von Sgr A* zeigt keinen Schatten [2].

[1] J. Brandes, J. Czerniawski: Spezielle und Allgemeine Relativitätstheorie für Physiker und Philosophen - Einstein- und Lorentz-Interpretation, Paradoxien, Raum und Zeit, Experimente, 2010 Karlsbad, ISBN 978-3-930879-08-3

[2] Three observations questioning classical GRT - EHT image of M87*, Spin, ALMA image of SGR A*, www.grt-li.de

DD 16.46 Wed 16:30 P-SR 1-4

Förderung der Erkenntnisgewinnung mit modernen Medien bei Lernenden in der Oberstufe: Simulationen zu Suchmethoden von Exoplaneten — ●RONJA LANGENDORF, STEFAN DREIZLER und SUSANNE SCHNEIDER — Georg-August-Universität Göttingen

Ein wesentliches Ziel des Physikunterrichts der Sekundarstufe II ist die Förderung der prozessbezogenen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern. Er leistet im Zuge der Digitalisierung einen wesentlichen Beitrag bei ihrer Auseinandersetzung mit modernen Medien (Nds. Kultusministerium, 2017). Hier schließt das Vorhaben mit dem verfolgten Ziel an, die Erkenntnisgewinnung im Oberstufenunterricht unter dem Einsatz von Computersimulationen zu fördern. Dafür werden exemplarisch eine Snap!-Simulation zum Exoplaneten transit und eine GeoGebra-Simulation zur Messung der Radialgeschwindigkeit vorgestellt sowie deren möglicher Einsatz im Physikunterricht diskutiert. Letzteres erfolgt unter Beachtung von Gelingensbedingungen für den Einsatz digitaler Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (Hillmayr et al., 2017). Die Auseinandersetzung der Lernenden mit den

Simulationen soll Aspekte des forschenden Lernens fördern sowie auf die Arbeit mit Modellen und den Umgang mit wissenschaftlichen Messdaten der Astrophysik eingehen.

DD 16.47 Wed 16:30 P-SR 1-4

Astronomie im Mathematikunterricht — ●EILEEN HAMMER und HOLGER CARTARIUS — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

In 13 der 16 deutschen Bundesländer wird Astronomie nicht (mehr) als eigenständiges Fach unterrichtet. Dies ist sehr bedauerlich, da die Astronomie einen wichtigen Beitrag zur Allgemeinbildung leistet, das Bewusstsein für Umweltschutz fördert und vor Pseudowissenschaften schützt. Zudem wurde durch Studien belegt, dass Schüler im Allgemeinen ein hohes Interesse an der Astronomie haben. Dies bietet Anlass, astronomische Inhalte in den Mathematikunterricht der Sekundarstufe I einzubauen. Es wird eine Analyse der Themen in Mathematiklehrwerken durchgeführt, die den Bedarf aufzeigt, und ein Ausblick auf das Projekt der Aufgabenentwicklung gegeben.

DD 16.48 Wed 16:30 P-SR 1-4

Investigation of Wave Functions of a Model of the Rapid Enlargement of Distances in the Early Universe — ●LUCIJA PEROVIC¹ and HANS-OTTO CARMESIN^{1,2,3} — ¹Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — ²Studienseminar Stade, Bahnhofstr. 5, 21682 Stade — ³Universität Bremen, Fachbereich 1, Postfach 330440, 28334 Bremen

In the early universe, the distances enlarged extremely rapid. At the Planck scale, regions without observable spatial internal structure, so-called elementary regions, can be modeled by wave functions. We investigate these as a function of the density. In particular, we study the behavior of these wave functions at dimensional phase transitions. These phase transitions explain the rapid enlargement of distances in a completely fundamental manner, based on gravity and quantum physics. We investigate the wave functions with EXCEL in a graphic manner. So we achieve a comprehensive understanding based on our own activity (Carmesin, H.-O. (2019): Die Grundschnungen des Universums - The Cosmic Unification - With 8 Fundamental Solutions based on G, c and h - With Answers to 42 Frequently Asked Questions. Berlin: Verlag Dr. Köster.).

DD 16.49 Wed 16:30 P-SR 1-4

Comprehensive Derivation of a Density Limit of the Evolution of Space — ●LAURIE HEEREN¹, HANS-OTTO CARMESIN^{1,2,3}, and PAUL SAWITZKI¹ — ¹Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — ²Bahnhofstraße — ³Universität Bremen, Fachbereich 1, Postfach 330440, 28334 Bremen

No density can be larger than the Planck density $\rho_P = 5,155 \cdot 10^{96} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. The time evolution of the actual light horizon should be traced back until the Planck length $L_P = 1.616 \cdot 10^{-35} \text{m}$ is reached. However there arises a problem, as the framework of general relativity theory, GRT, that length L_P is only reached at the density $\rho = 6 \cdot 10^{214} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

We investigate the Planck scale, the evolution of space according to the Friedmann Lemaitre equation and the resulting density limit by using EXCEL in a graphic manner. So we achieve a comprehensive understanding based on our own activity. Additionally we outline a possible solution of that problem (Carmesin, H.-O. (2019): Die Grundschnungen des Universums - The Cosmic Unification - With 8 Fundamental Solutions based on G, c and h - With Answers to 42 Frequently Asked Questions. Berlin: Verlag Dr. Köster.).

DD 16.50 Wed 16:30 P-SR 1-4

Solution of a Density Problem in the Early Universe — ●PHILIPP SCHÖNEBERG¹ and HANS-OTTO CARMESIN^{1,2,3} — ¹Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — ²Bahnhofstraße — ³Universität Bremen, Fachbereich 1, Postfach 330440, 28334 Bremen

No density can be larger than the Planck density $\rho_P = 5,155 \cdot 10^{96} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. The time evolution of the actual light horizon should be traced back until the Planck length $L_P = 1.616 \cdot 10^{-35} \text{m}$ is reached. However there arises a problem, as the framework of general relativity theory, GRT, that length L_P is only reached at the density $\rho = 6 \cdot 10^{214} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

We present a solution of that model. We illustrate that solution with several model experiments. Additionally we derive the correct solution by using EXCEL in a graphic manner. So we achieve a comprehensive understanding based on our own activity (Carmesin, H.-O. (2019): Die Grundschnungen des Universums - The Cosmic Unification - With

8 Fundamental Solutions based on G, c and h - With Answers to 42 Frequently Asked Questions. Berlin: Verlag Dr. Köster.).

DD 16.51 Wed 16:30 P-SR 1-4

The Actual Controversy of the Hubble - Constant is Investigated by Comparison of Observations with Theory — ●OLE RADEMACKER¹ and HANS-OTTO CARMESIN^{1,2,3} — ¹Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — ²Bahnhofstraße — ³

We evaluate observations in order to show that the Hubble-constant is a function of the redshift. We discuss the significance of that finding for the standard model of cosmology. We compare our results with a fundamental theory of quantum gravity. We summarize experiences with teaching (Carmesin, H.-O. (2019): Die Grundschnungen des Universums - The Cosmic Unification - With 8 Fundamental Solutions based on G, c and h - With Answers to 42 Frequently Asked Questions. Berlin: Verlag Dr. Köster.).

DD 16.52 Wed 16:30 P-SR 1-4

Quantum Mechanic Analysis of Masses in their own Gravitational Field: A Possible App for the Exploration of $1/r$ - Potentials at Small Distance? — HANS-OTTO CARMESIN^{1,2,3} and ●MAXIMILIAN CARMESIN⁴ — ¹Gymnasium Athenaeum, Stade — ²Studienseminar Stade, Stade — ³Universität Bremen — ⁴Arndt Gymnasium, Krefeld

The position of masses can be measured and is based on laws describing fundamental interactions among matter. For objects at a very high density, the gravitational force is the most important for describing their interactions. As a result from the Heisenberg uncertainty principle, measurements of complementary properties cannot be exact, examples are position and momentum. Accordingly, such objects have to be investigated in terms of a mass distribution. This is an essential difference to classical mechanics, viewing objects as masses concentrated at a single point. Such a model is not exact, but sufficient in many fields of physics, except quantum physics. This project numerically simulates the gravitational potential of a particle in a 3-dimensional space. Thereby, a mass distribution instead of a concentrated mass is modeled. For this purpose, a computer simulation has been developed. As a result, properties of the gravitational potential and of the wave function of a particle have been examined. We show how the results can be used in terms of an app in order to visualize the limitation of an $1/r$ - potential at short distances.

DD 16.53 Wed 16:30 P-SR 1-4

Lehren und Lernen mit dem Smarten Physikkolabor - Das Torsionspendelexperiment — ●ANDREAS KAPS und FRANK STALLMACH — Universität Leipzig, Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Bereich Didaktik der Physik, Prager Str. 36, 04137 Leipzig

Im Torsionspendel Experiment setzen sich die Studierenden des 1. Fachsemesters Physik mit den komplexen Begriffen und Konzepten der Rotationsbewegung starrer Körper mit elastischen Eigenschaften von Materialien sowie mit der Entstehung von Drehschnungen aktiv auseinander. Zur erfolgreichen Planung, Durchführung und Analyse solcher Experimente müssen sie diese Konzeptemiteinander verbinden und richtig anwenden. In diesem Experiment wird die Winkelgeschwindigkeit $\omega(t)$ des Smartphones, das an einem dünnen Draht aufgehängt ist mit seinem internen Drehratensensor digital gemessen und die Periodendauer T der Drehschnung ermittelt. Je nach Aufgabenstellung können folgende physikalische Größen bestimmt bzw. experimentell überprüft werden: Elemente des Trägheitstensors, Richtgröße und Torsionsmodul des Fadens und Abhängigkeit der Richtgröße und damit der Periodendauer vom Material G von der Länge und vom Durchmesser des Torsionsdrahtes.

DD 16.54 Wed 16:30 P-SR 1-4

Komplexitätsgestaffelte Übungsaufgaben zur Unterstützung im ersten Semester Physik — ●DAVID WOITKOWSKI — Didaktik der Physik, Universität Paderborn, Warburger Str. 100, 33098 Paderborn

Eine von vielfältigen Herausforderungen der Studieneingangsphase ist der Umgang mit der häufig ungewohnt hohen Komplexität von Übungsaufgaben in den physikalischen Fachveranstaltungen. Aktuelle Studien zeigen einerseits, dass Lehrveranstaltungen dann wirksam sind, wenn die Komplexität der präsentierten Inhalte und Aufgabenstellungen im oberen von den Lernenden nutzbaren Komplexitätsbereich liegt. Andererseits ist nur eine Minderheit der Studienanfänge

rinnen und -anfänger zum Umgang mit den hohen Komplexitäten typischer Übungsaufgaben fähig. Im Ergebnis werden Aufgabenlösungen häufig abgeschrieben, nicht verstanden und somit nicht oder nur wenig lernwirksam.

Auf dem Poster wird ein Konzept zur Komplexitätsreduktion und -staffelung von Übungsaufgaben am Beispiel in seinen Vor- und Nachteilen vorgestellt. Wichtig sind hier Aspekte der Staffelung über den Semesterverlauf und der Transparenz des angezielten Klausurniveaus. Konkrete Vorschläge anhand realer Übungsaufgaben werden diskutiert.

DD 16.55 Wed 16:30 P-SR 1-4

Online-Lernumgebung für Physik-Serviceveranstaltungen — KEVIN SCHMITT und VERENA SPATZ — TU Darmstadt, Darmstadt, Deutschland

In der Praxis hat sich bereits mehrfach gezeigt, dass physikalische Konzepte von Studierenden, auch nach dem Besuch traditioneller Physik-Lehrveranstaltungen, nur teilweise verstanden wurden. Vor diesem Hintergrund und der Forderung nach dem Einsatz digitaler Lernangebote, wird eine digitale Lernumgebung auf der Plattform "Moodle" für die Physik-Serviceveranstaltung "Physik für Bau- & Umweltingenieure" erstellt. Dies bietet die Möglichkeit, auf Grund der vorherrschenden Heterogenität bezüglich des Wissensstands der Studierenden, die Veranstaltung durch ein Lernangebot zum selbstregulierten Lernen anzureichern, ohne den Lehrbetrieb thematisch einschränken zu müssen. Des Weiteren wird das Moodle-Plugin "STACK" eingesetzt, wodurch die Eingaben in der Lernumgebung durch ein CAS geprüft und sogenannte Feedback-Bäume erstellt werden können. Didaktisch bietet dies den Vorteil, dass die Studierenden innerhalb der Online-Lernumgebung ein automatisiertes, individuelles Feedback zu ihren Ergebnissen bekommen, ohne dass Tutor*innen die Antworten einzeln überprüfen müssen. Zudem wird dadurch die Fehleranalyse innerhalb der Lernumgebung für quantitative Aufgaben präzisiert. Weiterhin wird überprüft, ob durch den Umgang mit bekannten Präkonzepten der Erwerb konzeptionellen Wissens gefördert werden kann. Auf dem Poster wird der Aufbau der Lernumgebung anhand eines Beispiels dargestellt.

DD 16.56 Wed 16:30 P-SR 1-4

Elektronisches Adaptives Hausaufgabenkonzept für Erstjahres Physikvorlesungen — JULIE DIRENGA, CHRISTIAN STAMOV-ROSSNAGEL, VEIT WAGNER und JÜRGEN FRITZ — Jacobs University Bremen, 28759 Bremen

Die Internationalisierung von Universitäten erhöht die Unterschiede im Vorwissen von Studierenden in Einführungsvorlesungen. Entsprechend große Unterschiede existieren auch im mathematischen und physikalischen Vorwissen bei Studierenden in einführenden Physikvorlesungen. Manche Studierende sind mit den wöchentlichen Hausaufgaben überfordert, wohingegen andere sich mit denselben Aufgaben eher langweilen. Um alle Studierenden gleichermaßen zu motivieren und in ihrem Lernprozess zu unterstützen, stellen wir ein adaptives Hausaufgabenkonzept in einer Moodle-Umgebung vor. Als erster Schritt wurde die personalisierte Hausaufgaben Einreichung und deren online Korrektur für eine englischsprachige Erstjahresvorlesung in Physik eingeführt. Aus einer Befragung der Studierenden zu ihren Lernstrategien und ihrem Umgang mit Schwierigkeiten bei der Aufgabenlösung entwickelten wir ein kognitives Modell des Lösungsverhaltens. Als zweiten Schritt kategorisieren wir Physikaufgaben nach ihrem physikalischen und mathematischen Schwierigkeitsgrad. Mittels dieser Taxonomie, des kognitiven Modells und des Lösungsverhalten in früheren Aufgaben erhalten die Studierenden künftig Aufgaben, die ihrem aktuellen Lernniveau entsprechen. Wir berichten über erste Resultate und Erfahrungen mit unserem elektronischen Hausaufgabenkonzept und dem entsprechenden kognitiven Modell.

DD 16.57 Wed 16:30 P-SR 1-4

changING- Ein Forschungsclub im Exzellenzcluster SE2A — AL-KHARABSHEH DINA, GEESE ANNE und MÜLLER RAINER — Institut für die Fachdidaktik der Naturwissenschaften, Abteilung Physik und Physikdidaktik, TU Braunschweig

Im Herbst 2019 startete der Forschungsclub changING im Exzellenzcluster SE2A als eine Säule der Chancengleichheit und Öffentlichteitarbeit. Während der Cluster sich mit nachhaltiger und energieeffizienter Luftfahrt beschäftigt, gibt der dazugehörige Forschungsclub Schülerinnen und Schülern ab Jahrgang 10 Einblick in die Arbeitsweise der Ingenieurwissenschaften. In den zweiwöchentlichen Treffen führen die SuS Experimente in den beteiligten Instituten durch und nehmen an Workshops zur Stärkung der Selbstwirksamkeit teil. Drei Gruppen

(Jungen, Mädchen, gemischt) durchlaufen das identische Programm und werden dabei von Studierenden der Ingenieurwissenschaften betreut, die als Mentoren fungieren.

Eine wissenschaftliche Begleitstudie untersucht Veränderungen der fachlichen Selbstwirksamkeit und des Technikinteresses der SuS während dieser Maßnahme.

DD 16.58 Wed 16:30 P-SR 1-4

Forum Studienreform 2: Praktische Antworten und Erfahrungsaustausch — AMR EL MINIAWY¹, STEFAN BRACKERTZ², DANIELA KERN-MICHLER³ und MANUEL LÄNGLE⁴ — ¹Humboldt Universität Berlin — ²Universität zu Köln — ³Goethe-Universität Frankfurt am Main — ⁴Universität Wien

Das Studienreform-Forum bringt Menschen zusammen, die Erfahrungen mit der Gestaltung von Studiengängen haben, solche, die konkret nach Antworten und Ideen suchen, und solche, die Studiengangsentwicklung beforschen.

Das Forum dient unter anderem dem Austausch über und der Dokumentation von konkreten Studienreformprojekten. In diesem Rahmen sind Poster insbesondere zu den Themenfeldern Studienabbruch, Prüfungsversuche und Flexibilisierung von Curricula entstanden und werden hier gezeigt.

Weitere Infos: studienreform-forum.de

DD 16.59 Wed 16:30 P-SR 1-4

Augmented Physik AR im Physikunterricht — JOHANNES F. LHOTZKY¹, FREDERIC SCHIMMELPFENNIG² und KLAUS WENDT¹ — ¹Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz — ²Institut für Informatik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Augmented Reality (erweiterte Realität, kurz AR) ermöglicht die Ergänzung einer realen Umgebung mit virtuellen Objekten, Einblendungen oder Erläuterungen. So ist eine Simulation von Experimenten in natürlicher Umgebung und authentischen Repräsentationen ohne Abstraktion auf schematische Darstellungen möglich. Die vorgestellte Anwendung erfasst durch die Kamera eines mobilen Endgerätes reale Platzhalter *Marker*, die durch AR zu echten Experimentiergelegenheiten erweitert werden. Als primäres Themengebiet wurde die Optik gewählt. Grundsätzlich findet die Anwendung neben der Optik auch in anderen Themengebieten und Experimenten Begründung wenn diese aus finanziellen, organisatorischen oder sicherheitstechnischen Gründen nicht von den Lernenden selbstorganisiert/ gesteuert durchgeführt oder sogar nur theoretisch behandelt werden können. Durch das Anordnen der Platzhalter im realen Raum, können mit dem Blick *durch das Tablet* Objekte wie Laser, Spiegel, Linsen, Prisma und mehr vollständig frei und in beliebigen Konstellationen so eingesetzt werden, als wären sie real verfügbar. Alle Objekte werden in ihren physikalischen Eigenschaften korrekt simuliert. Weiterführendes Ziel ist, dass neben einfachen Experimenten zu dem Strahlengang durch Linsen, oder unterschiedliche Materialien, auch komplexe Aufbauten wie Laserinterferometer unkompliziert durch die Lernenden realisiert werden können.

DD 16.60 Wed 16:30 P-SR 1-4

Alltagsphysik: Warum flackert das Licht am Fahrrad bei langsamen Fahrten? — DANIEL KANNING und MICHAELA SCHULZ — Universität Bielefeld

Das Fahrrad als einen Lehrgegenstand aus der Lebenswirklichkeit der Schülerinnen und Schüler wird bereits im Sachunterricht gern genutzt. Da das Fahrrad viele Themengebiete des Physikunterrichts abbilden kann, eignet es sich sehr gut als wiederkehrendes Thema in allen Klassenstufen.

In diesem Beitrag wird ein Konzept für die Sekundarstufe II vorgestellt, wie sich die Alltagsfrage, warum das Fahrradlicht flackert, in einem Physikkurs möglichst detailliert klären lassen könnte. Es werden Hypothesen aufgestellt, die dann experimentell sowie durch Lösen von Aufgaben adressatengerecht untersucht werden können. Im Detail werden die Funktionsweisen von Nabens- und Seitenläuferdynamo geklärt und der Spannungsverlauf von dynamobetriebenden LED-Fahrradlampen untersucht. Aus diesen Ergebnissen sollen auf die Grundkomponenten einer Fahrradlampe geschlossen werden und die Schaltung dieser modelliert werden. Dadurch werden zusätzlich Kompetenzen, wie Löten und das Dimensionieren von Schaltungen geübt.

Dieser Beitrag ist Teil eines Unterrichtskonzeptes zum Thema "Fahrrad im Physikunterricht, der sich über mehrere Themengebiete erstrecken soll.

DD 16.61 Wed 16:30 P-SR 1-4

Ein elektrostatisches Beschleunigermodell mit schaltbarer

Hochspannung — ●FABIAN BERNSTEIN^{1,2}, SASCHA SCHMELING¹, THOMAS WILHELM² und JULIA WOITHE¹ — ¹CERN — ²Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Funktionale Modelle von Teilchenbeschleunigern gehören zum Standard-Repertoire der schulnahen Experimente zur Teilchenphysik. Sie ermöglichen, Konzepte der Beschleunigerphysik zu visualisieren und erleichtern auf diese Weise den Aufbau eines grundlegenden Verständnisses der Funktionsweise von Teilchenbeschleunigern.

Die Reichweite der Analogien bestehender Beschleunigermodelle ist allerdings begrenzt: So wird bspw. beim weitverbreiteten Salad-Bowl-Modell die Beschleunigung durch fortgesetzte Umladung der beschleunigten Kugel erreicht, was im Gegensatz zur tatsächlichen Vorgehensweise steht und die Gefahr der Entwicklung von Fehlvorstellungen durch die Schülerinnen und Schüler birgt. Aus diesem Grund wurde ein Modell eines Beschleunigers entwickelt, das auf der Umpolung der beschleunigenden Felder anstelle der Umladung der zu beschleunigenden Masse beruht. Die hierzu erforderliche Schaltung der Hochspannung gelingt mithilfe eines 3D-gedruckten Schleifkontaktes, der durch einen Servo angetrieben und mittels eines Arduino gesteuert wird.

Das Poster stellt Aufbau und Funktionsweise des Beschleunigermodells sowie Anwendungsmöglichkeiten für den schulischen Unterricht vor.

DD 16.62 Wed 16:30 P-SR 1-4

Ein universeller Raspberry-basierter Teilchendetektor für Labor und Schule — ●HANS-GEORG ZAUNICK¹, MARVIN PETER¹, LUKAS NIES² und KAI-THOMAS BRINKMANN¹ — ¹II. Physikalisches Institut, Justus-Liebig-Universität Gießen — ²CERN, Genf/CH

Wir präsentieren ein versatiles Detektorsystem bestehend aus Plastik-Szintillationsdetektor, SiPM- oder PMT-Auslese und einem Aufsteckboard für RPi-Minicomputer, mit dem verschiedene Funktionalitäten von teilchen- und kernphysikalischen Detektoren realisiert werden können, wie Messung von kosmischer Sekundärstrahlung, Dosismetrie, Energieverlust geladener Teilchen, Myonenlebensdauer, Koinzidenzmethode u.a. Durch einen integrierten GNSS-Empfänger ist darüberhinaus die Zeitsynchronisation mit dem Referenzzeitnetz mit Nanosekundenpräzision möglich, so dass detektierte Ereignisse zur späteren Offline-Koinzidenzbildung zeitgestempelt abgespeichert werden können. Bei der Entwicklung des Detektors stand dabei der Kostenaspekt sowie die Nachvollziehbarkeit des Aufbaus durch offene Hard- und Software-Design-Resources im Vordergrund. Im Beitrag werden Kernelemente der Schaltung sowie verschiedene mit dem System erhaltene Ergebnisse präsentiert. *unterstützt durch ELJEN Technology.

DD 16.63 Wed 16:30 P-SR 1-4

Physik-Projekt-Tage – Gleichstellung in der Physik an Hand eines Workshops nur für Schülerinnen — ●MELANIE EICH, ANNA BENECKE und ROMAN KOGLER — Universität Hamburg

Dass Gleichstellungsarbeit besonders in der Physik ein wichtiges Thema ist, zeigen nicht zuletzt die Einschreibezahlen von Studentinnen in den Physikstudiengängen. In Kiel liegt der Prozentsatz von Frauen bei etwa 15%. Um ein angemessenes Geschlechterverhältnis auf allen Karrierestufen zu erreichen genügt es daher nicht, erst an der Universität mit Gleichstellungsarbeit zu beginnen - es muss bereits in der Schule angesetzt werden. Mit den Physik-Projekt-Tagen (PPT) wurde ein viertägiger Workshop nur für Schülerinnen ins Leben gerufen. Die Teilnehmerinnen haben die Möglichkeit, zu Schuljahresbeginn vier Tage lang in einem Projekt ihrer Wahl zu experimentieren, ihr Interesse an Physik zu steigern und Netzwerke über Schulgrenzen hinweg aufzubauen. Die Projekte umspannen verschiedene Forschungsfelder der Physik und reichen von Teilchenphysik, über Laserphysik und Plasmaphysik bis hin zu Nanowissenschaften. Zur Qualitätssicherung und Weiterentwicklung dieser Veranstaltung werden die PPT von einer kritischen Evaluation begleitet. Das Konzept der PPT, Inhalte und ausgesuchte Ergebnisse der Evaluation werden vorgestellt. Seit 2015 ist das Projekt im Instrumentenkasten für Gleichstellungsarbeit der DFG.

DD 16.64 Wed 16:30 P-SR 1-4

Kooperation zur inklusiven Physik- und Naturwissenschaftsdidaktik — ●HELMUT MÖHLENKAMP¹, FRANK KERNER², HORST KRAUS³, LORENA GONZÁLEZ⁴, SARAH SCHEDER⁵, SVEN KLEINHANS⁶, HANNAH WECK⁷ und ALEXANDER KÜPPER⁷ — ¹Gesamtschule Hürth — ²Realschule Hackenbroich — ³Gesamtschule Holweide — ⁴Gesamtschule-Katharina-Henoth — ⁵Gesamtschule Mülheim — ⁶Heliosschule (Sekundarstufe) — ⁷Physikdidaktik - Universität zu Köln

Schnittstellen zwischen Schulen in denen inklusiver Physik- und NW-Unterricht stattfindet und den Instituten für die *Didaktiken der Naturwissenschaften* der Universitäten sind bislang rar. Die Kooperation zur inklusiven Physik- und Naturwissenschaftsdidaktik bietet ein Netzwerk, um genau dies zu intensivieren. Schwerpunkte sind die Zielbestimmung von inklusivem Unterricht, die Themenauswahl, die Konzeptionierung, Erprobung und Forschung inklusiven Physik- und Naturwissenschaftsunterricht sowie der Einfluss der Digitalisierung. Es werden Lehrkonzepte und Unterrichtsreihen für die Praxis und die LehrerInnenausbildung und -weiterbildung gemeinsam (weiter)entwickelt, erprobt und dokumentiert. Die zusammen entwickelten Fragestellungen zur inklusiven Didaktik der Naturwissenschaften und zur digitalen Transformation in den Naturwissenschaften werden u.a. im Rahmen von Seminar-, Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten untersucht und in Unterrichtskonzepte übersetzt. Mit unserem Poster möchten wir zu einem offenen Austausch einladen, über aktuelle Inhalte und Ergebnisse informieren und die Möglichkeit zu direktem Kontakt bieten.

DD 16.65 Wed 16:30 P-SR 1-4

Was kommt eigentlich wirklich aus Powerbanks raus? — ●ALEXANDER PUSCH und CHRISTOPH HOLZ — WWU, Münster, Deutschland

Powerbanks unterscheiden sich durch die gespeicherte Energie, die sie für das Aufladen der Smartphones abgeben können. In der Regel wird die Kapazität (im umgangssprachlichen Sinne) der Powerbanks oft werbewirksam in Form von Ladung in mAh angegeben. Sollte aus physikalischer Sicht aber nicht eigentlich die Energie von Interesse sein, die eine Powerbank zur Verfügung stellen kann?

Für Lernende ist das Aufladen von Smartphones mit Powerbanks alltäglich - die Begriffe Spannung, Stromstärke, Leistung, Ladung und Energie sind aber oftmals nicht trennscharf verstanden. Da zudem bei dieser Thematik mit Fehlvorstellungen zu rechnen ist, bietet sich die genauere Betrachtung der Kenndaten einer Powerbank für einen kontextorientierten, lebensweltlichen Physikunterricht an. In Kombination mit Microcontrollern wie dem Arduino sind einfache, günstige computergestützte Experimente und Messungen möglich.

Auf diesem Poster stellen wir eine solche Messschaltung für den Arduino vor, mit der Messreihen zu den Kenndaten verschiedener Powerbanks beim Entladen aufgenommen und ausgewertet werden können. Ebenso werden Beispielmessungen verschiedener Powerbanks gezeigt und diskutiert.

DD 16.66 Wed 16:30 P-SR 1-4

Gestaltung Inklusiver Lernsettings auf Basis grundlegender Handlungsempfehlungen — ●LARISSA FÜHNER und ALEXANDER PUSCH — Universität Münster

Im Zuge der Inklusion an Schulen steht die Physikdidaktik vor der aktuellen Herausforderung den regulären Physikunterricht für die Bedürfnisse von Schülerinnen und Schülern mit verschiedenen Beeinträchtigungen des Lernens zu adaptieren und weiterzuentwickeln. Dabei können grundlegende Handlungsempfehlungen aus der sonderpädagogischen Praxisarbeit helfen, die Lernsituationen konkret auszugestalten. Auf diesem Poster stellen wir Teile unseres Seminarkonzepts zu inklusivem Physikunterricht vor. Dort zeigen wir zunächst typische Probleme von lernbeeinträchtigten Schülerinnen und Schülern bei der (experimentellen) Erarbeitung physikalischer Sachverhalte auf. Grundlegende, aus der Förderpädagogik etablierte, Handlungsempfehlungen werden anschließend zur Adaption und Umsetzung physikalischer Inhalte angewandt. Darauf aufbauend gestalten wir gemeinsam mit den Studierenden eine Unterrichtseinheit als Best-Practice-Beispiel, welche mit kooperierenden Förderschulen verschiedener Förderschwerpunkte durchgeführt und reflektiert wird. Diese praktische Anwendung der Handlungsempfehlungen auf schulisches Experimentieren soll den Studierenden dabei helfen, ein erstes Verständnis dafür zu entwickeln, wie eine bessere Teilhabe Lernender mit sonderpädagogischer Unterstützung im regulären Physikunterricht gelingen kann.

DD 16.67 Wed 16:30 P-SR 1-4

Multimediale Unterstützungsangebote im Unterricht zu Stromkreisen — ●FRANZISKA KLAUTKE und HEIKE THEYSSSEN — Universität Duisburg-Essen

Die zunehmende Heterogenität an Schulen und im Fachunterricht verlangt die Entwicklung von Ansätzen, um allen Lernenden eine aktive Teilnahme zu ermöglichen. Einen solchen Ansatz stellt das Universal Design for Learning (UDL) dar, dessen Ziel darin besteht, Lernbarrieren zu reduzieren und Zugangsmöglichkeiten zu offerieren. Die Prinzipien des UDL können zur Gestaltung von Arbeitsmaterialien verwen-

det werden. Auf diesem Poster wird eine derartig gestaltete Lerngelegenheit "Licht im Puppenhaus" präsentiert, in der durch multimediale Unterstützungsangebote und Wahlaufgaben zahlreiche Prinzipien des UDL umgesetzt wurden. Die Lernmaterialien wurden mit zwei sechsten Klassen einer Gesamtschule erprobt und bezüglich des Nutzungsverhaltens der Unterstützungsangebote analysiert. Vorgestellt werden die Konzeption der Lerngelegenheit sowie die Ergebnisse der Erprobung und eine Einschätzung der Lernenden bezüglich der Unterstützungsangebote.

DD 16.68 Wed 16:30 P-SR 1-4

Experimentieren im Physikunterricht für Schüler*innen mit dem Bildungsgang Geistige Entwicklung — ●HANNAH WECK — Institut für Physikdidaktik - Universität zu Köln

Nach Kircher (2015) sind Schülerexperimente ein fester Bestandteil des Physikunterrichts. Für die Partizipation aller Schüler*innen ist es daher notwendig, Barrieren zu kompensieren (vgl. UN-BRK, 2006). Bislang gibt es jedoch wenige Untersuchungen, wie dies für Schüler*innen

im Bildungsgang Geistige Entwicklung gelingen kann.

In Anlehnung an das UDL-Konzept (Universal-Design-for-Learning) wurden Arbeitsmaterialien konzipiert. Diese wurden durch Design-Based-Research in einer Unterrichtreihe für Schüler*innen im Bildungsgang Geistige Entwicklung erprobt (N=17) und optimiert. Die Schüler*innen hatten bislang keinen experimentellen Naturwissenschaftsunterricht. Mithilfe von digitalen Medien, im Speziellen Tablets, und durch selbständiges Experimentieren sollen allen Schüler*innen variable Zugänge zum Lerngegenstand ermöglicht werden.

Die Auswertungen der videografierten Unterrichtseinheiten zeigen, dass der Einsatz von Tablets die kognitive Belastung aller Schüler*innen reduziert (vgl. "Cognitive Load Theory"). Sie switchen selbstständig zwischen verschiedenen (medialen) Zugangsoptionen (Audios, Fotos, Videos, Schrift, ...) und erfragen bzw. benötigen weniger Unterstützung durch die Lehrkraft. Dadurch wird ihnen ermöglicht, z.B. Experimente (nach einer Versuchsanleitung) aufzubauen, (vorgegebene) Variablen zu variieren, Experimentierfehler selbstständig zu minimieren und Versuchsbeobachtungen zu protokollieren.