

## Physics Education Division Fachverband Didaktik der Physik (DD)

Johannes Grebe-Ellis  
Bergische Universität Wuppertal  
Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften  
Physik und ihre Didaktik  
Gaußstr. 20  
42119 Wuppertal  
grebe-ellis@uni-wuppertal.de

### Übersicht der Hauptvorträge und Fachsitzungen

(Hörsaalzentrum Campus Poppelsdorf, Endenicher Allee 19 C, 53115 Bonn; Hörsäle: P-HS 1, P-HS 3, P-HS 4, P-HS 5, P-HS 6, P-HS 7, Seminarräume P-SR 1, P-SR 2, P-SR 3, P-SR 4; Poster P-SR 1-4)

#### Hauptvorträge

DD 1.1	Tue	17:00–17:55	P-HS 1	<b>Von Naturphänomenen und solchen jenseits unserer Wahrnehmung</b> — ●MICHAEL VOLLMER
DD 11.1	Wed	14:00–14:55	P-HS 1	<b>Kulturgenetisch lehren und lernen in den Naturwissenschaften</b> — ●MARC EYER
DD 28.1	Thu	15:05–16:00	P-HS 1	<b>Welches Wissen bringen Physikstudierende am Studienbeginn mit? Empirische Forschung zu Eingangsvoraussetzungen und Wissenszuwachs in der Studieneingangsphase</b> — ●ANDREAS BOROWSKI

#### Fachsitzungen

DD 1.1–1.1	Tue	17:00–17:55	P-HS 1	<b>Hauptvortrag 1</b>
DD 2.1–2.4	Tue	18:00–19:20	P-HS 3	<b>Hochschuldidaktik 1</b>
DD 3.1–3.4	Tue	18:00–19:20	P-HS 4	<b>Lehr- und Lernforschung 1</b>
DD 4.1–4.4	Tue	18:00–19:20	P-HS 5	<b>Astronomie</b>
DD 5.1–5.5	Tue	18:00–21:00	P-HS 6	<b>Quantenphysik</b>
DD 6.1–6.5	Wed	11:00–12:40	P-HS 3	<b>Neue Konzepte 1</b>
DD 7.1–7.5	Wed	11:00–12:40	P-HS 4	<b>Neue Medien 1</b>
DD 8.1–8.1	Wed	11:00–12:40	P-HS 5	<b>Workshop Klausurtagung</b>
DD 9.1–9.5	Wed	11:00–12:40	P-HS 6	<b>Praktika/neue Praktikumsversuche</b>
DD 10.1–10.5	Wed	11:00–12:40	P-HS 7	<b>Lehreraus- und Lehrerfortbildung 1</b>
DD 11.1–11.1	Wed	14:00–14:55	P-HS 1	<b>Hauptvortrag 2</b>
DD 12.1–12.3	Wed	15:00–16:00	P-HS 3	<b>Neue Konzepte 2</b>
DD 13.1–13.3	Wed	15:00–16:00	P-HS 4	<b>Lehr- und Lernforschung 2</b>
DD 14.1–14.3	Wed	15:00–16:00	P-HS 5	<b>Neue Medien 2</b>
DD 15.1–15.3	Wed	15:00–16:00	P-HS 6	<b>Hochschuldidaktik 2</b>
DD 16.1–16.68	Wed	16:30–18:00	P-SR 1-4	<b>Postersitzung</b>
DD 17	Wed	18:00–19:45	P-HS 1	<b>Mitgliederversammlung DD</b>
DD 18.1–18.5	Thu	11:00–12:40	P-HS 3	<b>Experimente 1</b>
DD 19.1–19.5	Thu	11:00–12:40	P-HS 4	<b>Lehreraus- und Lehrerfortbildung 2</b>
DD 20.1–20.5	Thu	11:00–12:40	P-HS 5	<b>Lehr- und Lernforschung 3</b>
DD 21.1–21.5	Thu	11:00–12:40	P-HS 6	<b>Neue Konzepte 3</b>
DD 22.1–22.5	Thu	11:00–12:40	P-HS 7	<b>Sonstiges</b>
DD 23.1–23.3	Thu	14:00–15:00	P-HS 3	<b>Experimente 2</b>
DD 24.1–24.3	Thu	14:00–15:00	P-HS 4	<b>Neue Medien 3</b>
DD 25.1–25.3	Thu	14:00–15:00	P-HS 5	<b>Neue Konzepte 4</b>
DD 26.1–26.3	Thu	14:00–15:00	P-HS 6	<b>Physikdidaktik und Inklusion</b>
DD 27.1–27.1	Thu	13:30–15:00	P-HS 7	<b>Workshop Studienreform-Forum</b>
DD 28.1–28.1	Thu	15:05–16:00	P-HS 1	<b>Hauptvortrag 3</b>

## **Mitgliederversammlung Fachverband Didaktik der Physik**

Mittwoch, 01.04.2020 18:00–19:45 P-HS 1

1. Genehmigung der Tagesordnung
2. Genehmigung des Protokolls vom 26.03.2019
3. Bericht des Vorstandes
4. Berichte aus den Arbeitsgruppen
5. Anträge von Mitgliedern
6. Termine
7. Verschiedenes

## **Sitzung des Vorstands FV DD**

Dienstag, 31.03.2020 11:00 P-SR 1

## **Arbeitstreffen der AG Multimedia**

Dienstag, 31.03.2020 11:00 P-SR 2

## **Arbeitstreffen der AG Astronomie**

Dienstag, 31.03.2020 11:00 P-SR 3

## **Mitgliederversammlung der AG Schule**

Dienstag, 31.03.2020 11:00 P-SR 4

## DD 1: Hauptvortrag 1

Time: Tuesday 17:00–17:55

Location: P-HS 1

**Invited Talk**

DD 1.1 Tue 17:00 P-HS 1

**Von Naturphänomenen und solchen jenseits unserer Wahrnehmung** — ●MICHAEL VOLLMER — TH Brandenburg, Brandenburg an der Havel

Phänomene in unserer Umwelt, insbesondere der Natur, sind besonders geeignet, Interesse für Physik bei Schülern und Studenten zu wecken und zu vertiefen. Viele der faszinierendsten Wahrnehmungen gewinnen wir durch unsere Augen, allerdings weisen sie leider auch Beschränkungen auf.

Überwinden dieser Begrenzungen führt zu neuen vielfältigen Entdeckungen. Anhand der Variation dreier die Augenwahrnehmung beeinflussenden Variablen (Raum, Zeit und Wellenlänge) wird die große Vielfalt sich neu erschließender Phänomene für die Lehre an ausgewählten Beispielen exemplarisch diskutiert. Physikalisch wird der Bogen gespannt von Mikroskopie zu Satellitentechnik, von Zeitraffer zu Highspeedaufnahmen sowie von UV Photographie bis hin zu IR Smartphonekameras.

## DD 2: Hochschuldidaktik 1

Time: Tuesday 18:00–19:20

Location: P-HS 3

DD 2.1 Tue 18:00 P-HS 3

**Conceptual Online Physics Instruction Modules im Frühstudium** — ●SEBASTIAN GRÖBER und JOSEF SNIATECKI — TU Kaiserslautern, Fachbereich Physik, Erwin-Schrödinger-Str. 46, 67663 Kaiserslautern

Seit 1998 bietet die TU Kaiserslautern für Schüler ein Frühstudium der Physik als Fernstudium an. In diesem Zeitraum hat die rasante Entwicklung digitaler Medien immer wieder zu Anpassungen in der Vermittlung universitärer Lerninhalte an diese spezielle Zielgruppe geführt. Aktuell werden Conceptual Online Physics Instruction Modules eingesetzt, um zielgerichteter als es mit traditionellen Präsenz-Vorlesungen möglich ist, konzeptionelles Wissen zu vermitteln. Die Konzeption der Lernmodule basiert auf Fehlvorstellungen zu schulischen und universitären Lerninhalten sowie instruktionsbedingten Lernschwierigkeiten von Präsenz-Vorlesungen. Komponenten der Lernmodule sind Videosequenzen mit begleitenden MC-Aufgaben und videographierte Experimente, die nach dem Predict-Observe-Explain-Prinzip durchgeführt werden. Die Lernmodule sind für die Nutzung am PC und auf Tablets ausgelegt.

Am Beispiel des Lernmoduls \*Dynamik starrer Körper\* im Kurs Experimentalphysik 1 wird die Struktur und die Konzeption der Lernmodule vorgestellt. Fehlvorstellungen und Instruktionsprobleme eines inhaltlich umfangreichen, konzeptionell anspruchsvollen Themas werden thematisiert. Ergebnisse einer Evaluation der Lernwirksamkeit des Lernmoduls mit einem Konzepttest und durch User-Tracking der Lernmodulnutzung werden präsentiert.

DD 2.2 Tue 18:20 P-HS 3

**Lehren und Lernen mit dem smarten Physiklabor** — ●ANDREAS KAPS, PETER RIEGER und FRANK STALLMACH — Universität Leipzig, Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Abteilung Didaktik der Physik, Prager Str. 36, 04317 Leipzig

Smartphones und andere mobile Rechner sind aus dem Leben der Studierenden und Lehrkräfte nicht mehr wegzudenken. Diese mobilen Geräte verfügen zum Sichern Ihrer Funktionalität und Bedienerfreundlichkeit über eine ausgereifte physikalische Messtechnik, die auf internen digitalen Sensoren beruht und mit der Hilfe von Apps genutzt werden kann. Wie eine Reihe von fachdidaktischen Veröffentlichungen zeigt, können Smartphones auch als mobiles, smartes Physiklabor genutzt werden, um Gesetzmäßigkeiten und physikalische Effekte selber zu erfahren und in Experimenten zu überprüfen. Ziel des Lehrprojekts ist es, zukünftigen Physiklehrenden die modernen Möglichkeiten des mobilen, smarten Physiklabors im problem- bzw. forschungsorientierten physikalischen Lernen und Lehren sowohl während der Fach- als auch in der Fachdidaktik-Ausbildung kompetenzorientiert zu vermitteln. Unser Ansatz mit dem smarten Physiklabor ermöglicht den Studierenden die Auseinandersetzung mit physikalischen Inhalten auf innovative Art und Weise an realen Problemstellungen mit variierendem Schwierigkeitsgrad. Durch das eigenständige Experimentieren erwarten wir deutlichen Anstieg der kognitiven Wirksamkeit der Physikausbildung, da der Fokus nicht auf der Messwertaufnahme liegt, sondern auf dem Messergebnis. Somit steht deutlich mehr kognitives Potenzial für das physikalische Problem und die Lösung desselben zur Verfügung.

DD 2.3 Tue 18:40 P-HS 3

**Problemorientierung im Physikpraktikum für Nebenfächler** — ●DOMINIK GIEL — Hochschule Offenburg

In der Ingenieurausbildung vieler Hochschulen für angewandte Wissenschaft (HAW) folgt auf die Einführungsvorlesung in Physik häufig im zweiten Semester das Physik-Labor. Die Studienanfänger befassen sich daher über das Fach Physik erstmals mit dem Abfassen eigener wissenschaftlicher Berichte, der Auswertung von Experimenten, der korrekten Verwendung der Fachterminologie, der Abschätzung und Diskussion von Messunsicherheiten und der Einhaltung einer vorgegebenen Form. Da zahlreiche Vorgaben willkürlich erscheinen, werden sie häufig nicht oder nur nach Aufforderung umgesetzt, was für Lehrende und Studierende gleichermaßen unangenehm ist.

Wir beschreiben eine neu konzipierte, dem Physik-Praktikum vorgeschaltete Veranstaltung "Laborpraxis", die einen problemorientierten Ansatz verfolgt, um die Studierenden an das wissenschaftliche Arbeiten und das Verfassen eines Laborberichtes heranzuführen. Eine experimentelle Aufgabe aus dem späteren Berufsfeld der Ingenieure wird von jeweils drei Studierenden selbstständig bearbeitet. Der Lösungsweg ist nicht vorgegeben, die Gruppen erhalten aber durch vier Meilensteine eine Hilfestellung zum Beispiel zur Literaturrecherche, zur Auswertung von Datensätzen, zur Zitierung wissenschaftlicher Quellen oder der Gliederung des Berichtes. Zu jedem der Meilensteine erhalten die Gruppen die Möglichkeit, sich über die bisher erreichten Ergebnisse auszutauschen. Wir stellen die ersten Erfahrungen mit diesem Ansatz vor.

DD 2.4 Tue 19:00 P-HS 3

**Gemeinsames Unterrichten von Physik und Mathematik** — ●RAINER LÜTTICKE — Hochschule Bochum, Labor für Didaktik der Physik und E-Learning

In vielen Studiengängen wird als Grundlagenfach Physik unterrichtet. Das Problem dabei ist häufig, dass die dafür benötigte Mathematik erst zeitlich später im Fach Mathematik gelehrt wird. Es muss also entweder im Fach Physik auf mathematische Inhalte vorgegriffen werden oder es können physikalische Zusammenhänge nur eingeschränkt dargestellt werden. Um dieses Problem zu lösen, wurde im Bachelor-Studiengang "Nachhaltige Entwicklung" an der Hochschule Bochum das Fach "Physikalisch-mathematische Grundlagen" eingeführt. Es geht über zwei Semester und umfasst insgesamt 15 ECTS bei 12 SWS, 5 ECTS im ersten Semester und 10 ECTS im zweiten. Der Schwerpunkt wurde in das zweite Semester gelegt, weil die Studierenden des ersten Semesters oft Schwierigkeiten mit den Abläufen eines Studiums haben. Die physikalischen Themen geben den inhaltlichen Aufbau vor. Die jeweils benötigte Mathematik wird entsprechend dazu unterrichtet. Dies hat auch den weiteren Vorteil, dass die Mathematik nicht abstrakt gelehrt wird, sondern immer gleich mit den physikalischen Beispielen verknüpft ist. Die Evaluationen, die jedes Semester durch Fragebögen an die Studierenden durchgeführt werden, zeigen, dass die Studierenden mit diesem Lehrformat sehr zufrieden sind. Die Ergebnisse der Klausuren in diesem Fach sind besser als Ergebnisse vergleichbarer Klausuren in Physik oder Mathematik in anderen Studiengängen an der Hochschule Bochum.

## DD 3: Lehr- und Lernforschung 1

Time: Tuesday 18:00–19:20

Location: P-HS 4

DD 3.1 Tue 18:00 P-HS 4

**Wie kann ich das jetzt hinbiegen? Ergebnisse einer Videostudie zu Handlungen beim Umgang mit unsicheren experimentellen Daten** — ●CHRISTOPH HOLZ und SUSANNE HEINICKE — WWU Münster, Deutschland

Die Bewertung der Qualität experimenteller Daten ist für physikalische Forschung grundlegend und ist damit auch eine große Chance für das Erlernen physikalischer Arbeitsweisen im Physikunterricht. Gerade für Novizen scheint der Umgang mit begrenzt genauen Daten im Unterricht sehr große Probleme zu bereiten. Zu Teilen werden quantitative Experimente daher sogar gezielt vermieden. Das Handeln von Lehrkräften in Bezug auf unsichere quantitative Daten wurde in der bisherigen Forschung bislang nicht maßgeblich untersucht.

In diesem Projekt führten angehende Lehrkräfte Unterrichtsminiaturen durch und mussten dabei mit experimentellen Daten umgehen. Durch Analyse von Videoaufnahmen der Durchführungen, sowie Kombination mit begleitend eingesetzten Instrumenten (insbesondere die Erhebung fachmethodischen Wissens und abschließende videogestützte Interviews) werden die Handlungen analysiert und tiefgehend untersucht.

In diesem Vortrag werden Ergebnisse des Projekts vorgestellt und diskutiert. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf dem Vergleich der Handlungsmuster, die N=22 Novizen in vergleichbaren Situationen aufzeigen. Besonders eingegangen wird auf die Verknüpfung dieser Handlungen zu fachmethodischem Wissen und Aussagen zu den Situationen innerhalb der stimulated recall Interviews.

DD 3.2 Tue 18:20 P-HS 4

**Universitätsbesuche: Aktuelle Forschung als Lerngegenstand für Schüler\*innen** — ●ANDREAS BEDNAREK und RITA WODZINSKI — Didaktik der Physik, Universität Kassel

Universitätsbesuche sind eine häufig genutzte Gelegenheit, um Schüler\*innen Einblicke in aktuelle Forschung zu gewähren. Um dabei gezielt das Wissenschaftsverständnis der Schüler\*innen zu adressieren, sind didaktische Konzepte zur Gestaltung der Universitätsbesuche und zur Einbettung in Unterricht hilfreich. Im Sinne eines Design-Based-Research-Ansatzes (Reinmann, 2005) sollen entsprechende didaktische Konzepte mit Bezug auf die Forschergruppen der Universität Kassel entwickelt werden. In einem ersten Schritt wird dazu mittels leitfadengestützter Interviews mit Schüler\*innen analysiert, welche Vorstellungen und Erwartungen vor einem Universitätsbesuch vorliegen und welche Wirkungen Universitätsbesuche auf Schüler\*innen haben. Auf diese Weise sollen Merkmale herausgearbeitet werden, die das Gelingen von Universitätsbesuchen beeinflussen.

Im Vortrag werden erste Ergebnisse der Interviews sowie das didaktische Konzept der bisher durchgeführten Universitätsbesuche vorgestellt.

Die Arbeit ist in das Forschungsvorhaben „Contemporary Science @ School“ eingebettet, welches ein Teil des PRONET2-Projekts der Qualitätsoffensive Lehrerbildung an der Universität Kassel ist.

DD 3.3 Tue 18:40 P-HS 4

**Fixed und Growth Mindset: Selbstbilder von Schüler\*innen in Physik** — ●LAURA GOLDHORN<sup>1</sup>, THOMAS WILHELM<sup>1</sup>, VERENA SPATZ<sup>2</sup> und JANA REHBERG<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Goethe-Universität Frankfurt — <sup>2</sup>Technische Universität Darmstadt

Kann jede\*r Physik lernen? Hat man selbst Einfluss darauf oder benötigt man für Physik eine besondere Begabung? Nach Dweck ist die Antwort auf diese und ähnliche Fragen abhängig vom Mindset oder Selbstbild. Menschen mit dem "Fixed Mindset" sehen Begabung als Grundlage für (Lern-)Erfolge, Menschen mit dem "Growth Mindset" verstehen das eigene Potential nicht durch Begabung determiniert, sondern stets entwickelbar. Das Mindset bildet die Basis für Denk- und Handlungsmuster, davon abhängig werden also beispielsweise Erfolgserlebnisse unterschiedlich attribuiert und Herausforderungen werden entweder gemieden oder als Lerngelegenheit wahrgenommen. Der Fokus der Mindset-Theorie liegt jedoch auf deren Veränderbarkeit, so dass mit geeigneten Interventionen das Growth Mindset und damit eine lernförderliche Haltung gestärkt werden kann.

Im aktuellen Forschungsvorhaben wurde ein Fragebogen entwickelt und erprobt, um das Mindset von Schüler\*innen im Physikunterricht zu erheben. In einer Querschnittsstudie wird damit die Mindset-Verteilung in verschiedenen Jahrgangsstufen untersucht und mögliche Korrelationen des physikbezogenen Mindsets zu äußeren Gegebenheiten (z.B. Geschlecht und Schulart) sollen identifiziert werden.

Im Vortrag werden das Erhebungsinstrument und erste Ergebnisse der Querschnittserhebung vorgestellt.

DD 3.4 Tue 19:00 P-HS 4

**Untersuchung des Mindsets von Studierenden im Fach Physik** — ●JANA REHBERG<sup>1</sup>, THOMAS WILHELM<sup>1</sup>, VERENA SPATZ<sup>2</sup> und LAURA GOLDHORN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Universität Frankfurt — <sup>2</sup>TU Darmstadt

Der Begriff des Growth-Mindsets nach Dweck bezeichnet das dynamische Selbstbild einer Person, die Eigenschaften wie Intelligenz als durch den eigenen Einsatz veränderbar betrachtet. Demgegenüber steht das Fixed-Mindset. Personen mit diesem statischen Selbstbild gehen davon aus, dass (Miss-)Erfolge auf (Nicht-)Begabung zurückzuführen sind. Studien konnten aufzeigen, dass ein Growth-Mindset eine lernförderliche Haltung begünstigt, jedoch ein Fixed-Mindset zu einem lernvermeidenden Verhalten führen kann. Darüber hinaus existieren Interventionsstudien, die einen Zusammenhang zwischen einer Verschiebung hin zum Growth-Mindset mit einer fachlichen Verbesserung im Bereich der MINT-Fächer belegen konnten.

Daher wird in einer laufenden Studie das vorhandene Mindset von Studierenden im Fach Physik erhoben und anschließend untersucht, inwieweit dieses durch eine Intervention positiv beeinflusst werden kann. Zur Erfassung wurde ein eigener Fragebogen auf Grundlage erprobter Konstrukte aufgebaut und bereits erfolgreich pilotiert. Mit dem entstandenen Testinstrument wurden im WS 19/20 sowohl Haupt- als auch Nebenfachstudierende im ersten Semester an vier deutschen Universitäten befragt. Der Vortrag stellt Ergebnisse dieser Erhebung vor.

## DD 4: Astronomie

Time: Tuesday 18:00–19:20

Location: P-HS 5

DD 4.1 Tue 18:00 P-HS 5

**Entfernungsbestimmung mit der Cepheiden-Methode am Beispiel des Sternhaufens M5** — ●THOMAS HEBBEKER — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Die Messung der Entfernungen zu Planeten, Sternen und Galaxien ist gleichzeitig fundamental und schwierig. Im Bereich von einigen Hundert bis zu vielen Tausend Lichtjahren hat sich in den letzten Jahrzehnten die Cepheiden-Methode etabliert. Diese nutzt aus, dass es für eine bestimmte Klasse von veränderlichen Sternen, den Cepheiden, einen Zusammenhang zwischen der relativ leicht messbaren Periode der Helligkeitsschwankungen und der absoluten Helligkeit gibt. Misst man gleichzeitig auch die scheinbare Helligkeit des Sterns, so kann man sofort den Abstand zur Erde bestimmen. Im Vortrag wird gezeigt, wie man die Entfernung des Kugelsternhaufens M5 anhand des veränderlichen Sterns V42 mit einem kleineren Teleskop und einfacher

Datenauswertung auf etwa 10% genau bestimmen kann.

DD 4.2 Tue 18:20 P-HS 5

**The Glass "Gravitational" Lens Experiment** — ●SILVIA SIMIONATO — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller Universität, Jena, Deutschland

Light deflection, in particular the gravitational lens effect, is an interesting topic, worthy of being introduced at the end of secondary school and beginning of university. This is a current and fascinating theme and it can be approached with simplified methods. Moreover, it involves many subjects treated in physics and mathematics. Therefore, it is a useful educational tool in teaching physics and mathematics using examples from astronomy, which always engage and attract most of the students.

The idea is to visualise light on curved paths under the influence

of gravity. The way is to introduce this phenomenon with the help of astonishing images from the best telescopes, together with simulations performed with the software Geogebra and special glass lenses. We designed and manufactured five lenses with peculiar shapes combining general relativity and optics. They are specifically formulated to reproduce the images of any source, whose light is deflected from different types of celestial objects. Thus, it is possible to obtain in classroom gravitational lensing effects similar to those present in the universe.

Thanks to Geogebra, we will explore how many and which images is possible to have with the gravitational lensing. Then we will see how to deduce the shape of a glass lens, so that it represents a specific mass distribution and reproduces the related images. In conclusion, we will see some of our lenses in action.

DD 4.3 Tue 18:40 P-HS 5

**Das Stellarium Gornrergrat** — ●SASCHA HOHMANN — Universität Siegen, Didaktik der Physik

Der Gornrergrat in der Nähe des Matterhorns in der Schweiz ist einer der besten Standorte für astronomische Forschung in Mitteleuropa. Bis 2010 wurde hier internationale Forschung betrieben, seitdem wird das Observatorium als pädagogisches robotisches Teleskop mit hervorragenden Instrumenten genutzt.

Lehrende können für unterschiedliche Altersstufen über ein Webportal verschiedene pädagogische Aktivitäten buchen. Zu jeder Aktivität

stehen Erläuterungen, Arbeitsblätter sowie Beobachtungsaufträge zur Verfügung, die von den Lernenden selbstständig online gebucht und daraufhin vom Teleskop eigenständig aufgenommen werden können. Diese sind wenig später auf dem Portal abrufbar und können ausgewertet werden.

In diesem Vortrag sollen das Grundkonzept des Stellarium Gornrergrat sowie einige Beispielaktivitäten vorgestellt werden.

DD 4.4 Tue 19:00 P-HS 5

**Explanation of the Rapid Enlargement of Distances in the Early Universe** — ●HANS-OTTO CARMESIN — Gymnasium Athenaeum, Stade — Studienseminar Stade — Universität Bremen

First, we summarize the nature of an explanation. Secondly, the basic concepts of gravity and quantum physics give rise to a cognitive conflict resulting in the demand for an extreme and very rapid enlargement of distances in the early universe. Thirdly, we apply model experiments in order to achieve a new concept. Fourthly, we test that new concept and obtain detailed as well as precise accordance with observations. Fifthly, we show that the proposed 'inflaton model' does not achieve the criteria of an explanation introduced above. Sixthly, we summarize experiences with teaching (Carmesin, H.-O. (2019): Die Grundschrwingungen des Universums – The Cosmic Unification. With 8 fundamental solutions based on G, c and h).

## DD 5: Quantenphysik

Time: Tuesday 18:00–21:00

Location: P-HS 6

DD 5.1 Tue 18:00 P-HS 6

**Von Koinzidenzen zu Wesenszügen der Quantenphysik: Erste Ergebnisse einer summativen Evaluation des Erlanger Unterrichtskonzepts zur Quantenoptik** — ●PHILIPP BITZENBAUER und JAN-PETER MEYN — Didaktik der Physik, FAU Erlangen-Nürnberg

Mit dem Erlanger Unterrichtskonzept zur Quantenoptik soll das Ziel verfolgt werden, eine moderne Sichtweise auf die Quantenphysik zu vermitteln. Lernende sollen anschlussfähiges Wissen bis hin zu den Wesenszügen der Quantenphysik aufbauen. Die Behandlung technischer Details im Kontext von Einzelphotonenexperimenten mit Einblicken in quantenphysikalische Laborsituationen lässt aus einer unverbindlichen, geheimnisumwitterten Beschreibung eine faszinierende Wissenschaft mit möglichem Ausblick auf moderne Anwendungen werden. Im Rahmen einer summativen Evaluation mit Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe wird das Konzept evaluiert. Ein mixed-methods-Ansatz wurde gewählt, um verschiedene Perspektiven auf die Lernprozesse nachzeichnen zu können. Erste Ergebnisse aus einem Fragebogen zum Begriffsverständnis "Quantenoptik" im Prä-Post-Follow-Up-Testdesign, einem Vorstellungsfragebogen zur Quantenphysik von Müller (2003) sowie aus leitfadengestützten Interviews werden vorgestellt. Es zeigt sich: Lernende gelangen zu einem angemessenen Begriffsverständnis zur Quantenoptik und bauen ein überwiegend adäquates Verständnis der Wesenszüge auf, aber die Teilchenvorstellung von Photonen ist sehr stabil.

DD 5.2 Tue 18:20 P-HS 6

**Quantum Awareness im Ingenieurwesen: Welche Kompetenzen werden in der Industrie von morgen gebraucht?** — ●FRANZISKA GERKE<sup>1</sup>, RAINER MÜLLER<sup>1</sup>, PHILIPP BITZENBAUER<sup>2</sup>, MALTE UBBEN<sup>3</sup> und KIM-ALESSANDRO WEBER<sup>4</sup> — <sup>1</sup>TU Braunschweig, Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften — <sup>2</sup>FAU Erlangen, Physikalisches Institut — <sup>3</sup>WWU Münster, Institut für Didaktik der Physik — <sup>4</sup>LU Hannover, Institut für Quantenoptik

Quantentechnologien gewinnen rasant an Bedeutung und „Quantum Awareness“ wird auch im Ingenieurwesen immer wichtiger. Damit ergeben sich in der universitären Lehre neue Herausforderungen zur Ausbildung von „Quantum Engineers“. Hier setzt das Projekt an: Es werden Kenntnisse und Kompetenzen im Bereich der Quanteninformatikstechnologien identifiziert, die teilweise schon jetzt, vor allem aber in Zukunft, in der Wirtschaft benötigt werden. Diese werden strukturiert, um schließlich messbare Kompetenzstufen abzuleiten.

Mit einer Delphi-Studie soll eine Prognose des Bedarfs von und den Anforderungen an „Quantum Engineers“ ermittelt werden. Die Ergebnisse bilden dann die Basis zur Entwicklung eines Kompetenzmodells oder Rahmenkonzeptes. Der Vortrag thematisiert das methodi-

sche Vorgehen und den aktuellen Stand der Studie.

DD 5.3 Tue 18:40 P-HS 6

**MiReQu - Mixed Reality Lernumgebungen zur Förderung fachlicher Kompetenzentwicklung in den Quantentechnologien.** — ●PAUL SCHLUMMER<sup>1</sup>, JONAS LAUSTRÖBER<sup>2</sup>, REINHARD SCHULZ-SCHAEFFER<sup>2</sup>, ADRIAN ABAZI<sup>3</sup>, CARSTEN SCHUCK<sup>3</sup>, WOLFRAM H. P. PERNICE<sup>3</sup>, STEFAN HEUSLER<sup>1</sup> und DANIEL LAUMANN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Didaktik der Physik, WWU Münster — <sup>2</sup>Department Design, HAW Hamburg — <sup>3</sup>Center for Nanotechnology, WWU Münster

In der Quantenoptik existieren Lehrangebote mit Einzelphotonenquellen, die zentrale Konzepte der Quantenphysik wie Verschränkung für Lernende im Experiment erfahrbar machen sollen, allerdings weit davon entfernt sind, wirklich *anschaulich* zu sein. Die theoretische Modellierung abstrakter Konzepte und deren Interpretation bei der Anwendung auf das reale Experiment stellen hierbei eine Herausforderung für Lernende dar.

Daher stellt sich bei quantenoptischen Experimenten aus didaktischer Sicht in besonderem Maße die Frage nach Gestaltungsprinzipien, die einen integrativen Umgang mit Repräsentationen auf verschiedenen Darstellungsebenen ermöglichen und die Handlungsebene einbeziehen.

Im Projekt MiReQu soll erstmals geklärt werden, ob und wie die Lücke zwischen experimenteller und abstrakter Modellebene durch integrativen Einsatz von Mixed-Reality Lernumgebungen im Kontext von Praktikumsversuchen zu verschränkten Photonen verkleinert werden kann. Schwerpunkte bilden die Entwicklung passgenauer virtueller Erkenntnisinstrumente und die empirische Untersuchung von erweiterten Designprinzipien des multimedialen Lernens.

DD 5.4 Tue 19:00 P-HS 6

**Quantum Physics in Education: Classroom Response Systeme und AR-Demonstrator** — ●SEBASTIAN ZANGERLE, TOBIAS LAUSCH, JOCHEN KUHN und ARTUR WIDERA — TU Kaiserslautern

Ein fachwissenschaftlicher Forschungsschwerpunkt experimentalphysikalischer und theoretischer Arbeitsgruppen des Fachbereichs Physik der TU Kaiserslautern sind quantenphysikalische Phänomene. Zudem spielt das Thema Quantenphysik auch in Konzepten der universitäts- und schulbezogenen Lehre an der TU Kaiserslautern eine große Rolle. In dem Beitrag wird in diesem Kontext von zwei Projekten berichtet: Einsatz und Lernwirkung eines Classroom Response Systems in der Experimentalphysik 3 sowie ein Augmented Reality-Demonstrator zum Themenbereich Verschränkung.

**Discussion** DD 5.5 Tue 19:20 P-HS 6  
**Diskussion zur EU-Förderung von Quantum Education im Rahmen von FP 9** — ●STEFAN HEUSLER ET AL. — Universität

Münster

Im Anschluss an die Vorträge der Session Quantenphysik (DD 5) tref-

fen sich alle an der EU-Förderung von Quantum Education im Rahmen von FP9 Interessierten zur Information über den Projektrahmen und zur Planung des weiteren Vorgehens.

## DD 6: Neue Konzepte 1

Time: Wednesday 11:00–12:40

Location: P-HS 3

DD 6.1 Wed 11:00 P-HS 3

**Research-based Learning with Digital Elements - A Project Laboratory** — ●ZÜLEYHA YENICE CAMPBELL<sup>1</sup>, FRANZ-JOSEF SCHMITT<sup>2</sup>, and CHRISTIAN SCHRÖDER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Technische Universität Berlin — <sup>2</sup>Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Research-based learning and project-based learning motivate students to identify with different subjects. The broad spectrum of laboratory courses offered in the MINT<sup>gruen</sup> orientation program at the Technische Universität Berlin follows the concept of research-based learning and allows students to freely choose a project they have designed themselves. MINT<sup>gruen</sup> offers laboratory courses in fields such as robotics, mechatronics, fluid mechanics, environmental research, programming, mathematics, gender studies, physics and chemistry. The online project laboratory chemistry is a course with digital elements such as a content management system and collaborative writing platforms as well as student blogs in which the experiments are presented. The concept of the course requires students to produce small instructional videos that are published on blogs together with the protocols. In this way, a growing pool of new videos on various experiments was created and the projects were made accessible to the general public. This course was awarded by "Gesellschaft von Freunden der TU Berlin e.V." with a teaching price 2019.

DD 6.2 Wed 11:20 P-HS 3

**The construction and design of low-cost ambient dust sensors within the framework of the Innovationssemester of the Wissensregion Duesseldorf, an innovative, interdisciplinary and integrative didactical concept** — ●KONRADIN WEBER<sup>1</sup>, JANA BERGFORT<sup>1</sup>, JAKOB SCHEUMANN<sup>2</sup>, MARLENE REUTER<sup>1</sup>, DENISE JENAL<sup>2</sup>, TIM KRAMER<sup>1</sup>, TOBIAS POHL<sup>1</sup>, and CHRISTIAN FISCHER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>University of Applied Sciences, Muensterstr. 156, 40476 Duesseldorf, Germany — <sup>2</sup>Heinrich Heine University Duesseldorf, Universitaetsstr. 1, 40225 Duesseldorf, Germany

The Innovationssemester of the Wissensregion Duesseldorf is a new didactical approach of learning and teaching, where young people of different disciplines and institutions work together in joint projects. These institutions comprise in Duesseldorf the university, the universities of applied sciences, institutions of craftsmen, industry and administration. The Wissensregion Duesseldorf offers projects and courses addressing projects of social relevance or technical importance. This contribution focuses on the project of construction and design of low-cost ambient dust sensors. Some highlights of this project are: Co-teaching is applied with different instructors for technical and medical topics of air pollution. The students coming from different disciplines and institutions can help each other in studying different aspects of the project. Own dust measurements by the students can give a personal insight and relation to the topic of air pollution. Actual dust measurement results gained by students will be presented within this contribution.

DD 6.3 Wed 11:40 P-HS 3

**Die schiefe Ebene als fächerübergreifendes Lehr- und Lernmodell** — ●JULIANE KÖNIG-BIRK und THOMAS POSPIECH — Fakultät für Technische Prozesse, Hochschule Heilbronn

An der Hochschule Heilbronn wurde ein fächerübergreifendes Lehr- und Lernmodell entwickelt, das den Übergang von der Schule zur Hochschule speziell in den Fächern Mathematik und Physik erleichtern soll. Bedingt durch die unterschiedlichen Schularten, die zu einer Hochschulzugangsberechtigung führen, ist die Heterogenität im Wissensstand in diesen Fächern besonders groß. Das Modell begleitet die Studierenden dann bis ins Hauptstudium. In thematisch enger Verzahnung mit dem Modell wurde an der Hochschule Heilbronn ein verpflichtender Mathe-Grundlagentest als Qualitätssicherungsmittel eingeführt.

Das Lehr- und Lernmodell stellt eine schiefe Ebene dar, deren Neigungswinkel geändert werden kann. Ein darauf befindlicher Ball soll nach der Auslenkung wieder in die Ruhelage gebracht werden. Um das Modell theoretisch zu erfassen, wird Schulstoff wie trigonometrische Funktionen, kinetische und potentielle Energie aufgefrischt. Im Grundstudium wird das Modell bis zu einer linearen Differentialgleichung 2. Ordnung samt deren Lösung besprochen. Im Hauptstudium wird in der Regelungs-, Steuerungs- und Automatisierungstechnik die entsprechende Übertragungsfunktion veranschaulicht und das Modell durch die Themengebiete Sensortechnik und Aktorik erweitert.

Das Lehr- und Lernmodell gibt es als Video und Experiment zum Ausprobieren und Erfahren.

DD 6.4 Wed 12:00 P-HS 3

**Kreisbewegungen erklären mit abzählbaren radialen Stößen** — ●BRUNO HARTMANN — Humboldt-Universität Berlin

Wir entwickeln einen neuen dynamischen Zugang für das Unterrichten der Kreisbewegung. Nach dem Trägheitsprinzip bewegen sich Körper ohne äußere Beeinflussung gleichförmig und geradeaus. Mit einem Stoß kann die Bewegung zur Seite abgelenkt werden. Durch fortgesetztes Ablenken kann ein vollständiger Kreis entstehen. Mit Hilfe von Standardstößen, die alle die gleiche Stärke und eine wohldefinierte Richtung haben, konstruieren die Schüler Kreisbewegungen mit unterschiedlichen Radien, Bahngeschwindigkeiten und Massen. Durch Abzählen der anschaulichen Standardstöße werden alle Einflussfaktoren auf die Radialkraft quantifiziert. Die angegebenen Unterrichtsbeispiele wurden im gymnasialen Physikunterricht erprobt.

DD 6.5 Wed 12:20 P-HS 3

**Lernen aus Widersprüchen - ein Ansatz für Universal Design** — HANNAH TH. WECK<sup>1</sup>, ●STEFAN BRACKERTZ<sup>2</sup> und ANDREAS SCHULZ<sup>2,3</sup> — <sup>1</sup>Physikdidaktik Universität zu Köln — <sup>2</sup>Universität zu Köln — <sup>3</sup>Universität Bonn

Das 2017 vorgestellte Konzept "Lernen aus Widersprüchen", das ursprünglich im Kölner Schülerlabor entwickelt wurde, wurde inzwischen auch erfolgreich für die Hochschullehre adaptiert und erprobt.

Im Vortrag werden die Ergebnisse vorgestellt und eine theoretische Einordnung gegeben. Ausgangspunkt dafür sind die Ergebnisse von Trautmann und Wischer zur Frage, warum Binnendifferenzierung oft die in sie gesetzten Erwartungen enttäuscht. Im Anschluss an eine Analyse der spezifischen Herausforderungen und Möglichkeiten der Naturwissenschaften im Hinblick auf Heterogenität wird in den Blick genommen, wie es gelingen kann, dass trotz verschiedener Lernvoraussetzungen und hoher Individualität tatsächlich gemeinsames Lernen stattfindet.

## DD 7: Neue Medien 1

Time: Wednesday 11:00–12:40

Location: P-HS 4

DD 7.1 Wed 11:00 P-HS 4

**Reduktion der kognitiven Belastung durch den Einsatz von Augmented Reality Experimentierumgebungen** — ●DÖRTE SONNTAG, VINCENT STEI und OLIVER BODENSIEK — Technische Universität Braunschweig, Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften, Abteilung Physik und Physikdidaktik

Die erweiterte Realität (AR) bietet als Ergänzung einer realen Experimentierumgebung die Möglichkeit virtuelle und real-physikalische Lernräume zu integrieren und dadurch eine stärkere Vernetzung zwischen Theorie und Experiment bei den Lernenden zu erzielen. In diesem Beitrag wird eine Vergleichsstudie im Prä-Post-Design mit Schülerinnen und Schülern der 10. Klasse (N=54) im Hinblick auf Motivation,

konzeptuelles Verständnis sowie kognitive Belastung am Beispiel eines Experiments aus der Elektrizitätslehre untersucht. Während sich in der Motivation der beiden Gruppen keine Unterschiede zeigen, können bei der Versuchsgruppe ein signifikant verbessertes konzeptuelles Verständnis und insbesondere eine stark ausgeprägte Reduktion der kognitiven Belastung im Prä-Post-Vergleich festgestellt werden.

DD 7.2 Wed 11:20 P-HS 4

**Simulationen im (inklusive) Nawi-Unterricht: Erhebung des Status Quo** — •LISA STINKEN-RÖSNER und SIMONE ABELS — Leuphana Universität Lüneburg

Das Angebot an digitalen Medien für den Unterricht ist in den letzten Jahrzehnten stets gewachsen. Insbesondere für die naturwissenschaftlichen Fächer werden dabei teilweise sehr spezifische Angebote wie z.B. Simulationen entwickelt. Diese können unter anderem eingesetzt werden, um Barrieren des Realexperiments abzubauen oder um individuelle Lernvoraussetzungen zu berücksichtigen.

Die steigende Anzahl an frei verfügbaren Simulationen, positive Forschungsergebnisse bezüglich deren Einsatz sowie explizite Nutzungsempfehlung durch die Lehrpläne lassen vermuten, dass Simulationen bereits fester Bestandteil des Unterrichtsalltags sind. Ob dies jedoch der Realität entspricht, ist bisher nicht nachgewiesen.

Zur Erhebung des Status Quo wird im Rahmen einer Lehrer\*innenbefragung der Einsatz von Simulationen im naturwissenschaftlichen Unterricht untersucht. Es wird analysiert, auf welche Anbieter Lehrkräfte zurückgreifen, welche Kriterien sie bei der Auswahl von Simulationen anwenden und in welchem Ausmaß Simulationen von ihnen im inklusiven Fachunterricht eingesetzt werden.

DD 7.3 Wed 11:40 P-HS 4

**Physikunterricht mit dem Tablet** — •JONAS KLIMMT, SILVANA FISCHER und HOLGER CARTARIUS — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena

Durch Smartphones und Tablets, welche im Gegensatz zu den meisten Versuchsmaterialien in der Regel allen SuS zur Verfügung stehen, ist heutzutage eine große Zahl an Sensoren zur Messung physikalischer Größen leicht zugänglich und kann den Weg zu einem alltagsnahen Physikunterricht ebnen. Apps wie „Phyphox“ von der RWTH Aachen oder auch „Sci Journal“ von Google machen es möglich, diese Daten zu erfassen und auszuwerten. Hierzu steht bereits eine Vielzahl an fertigen Versuchen bereit, die sofort von SuS in der Schule, aber auch zu Hause durchgeführt werden können. Auch die gängigen Lehrmittelhersteller haben die Möglichkeiten des Smartphones erkannt und bieten Erweiterungen zu den im Smartphone vorhandenen Sensoren an, um bspw. Temperaturen, hohe magnetische Flussdichten oder auch Kräfte messen zu können. Am Beispiel eines Tablets, welches als Frequenzgenerator genutzt wird, soll in der Präsentation auf die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen dieser modernen Experimentiermittel eingegangen

werden. Außerdem werden Versuchsanleitungen als Anregung zum Einsatz im eigenen Unterricht bzw. in der eigenen Vorlesung gegeben.

DD 7.4 Wed 12:00 P-HS 4

**Kollaborative Smartphone-Experimente mit phyphox** — •SEBASTIAN STAACKS, DOMINIK DORSEL, SIMON HÜTZ, HEIDRUN HEINKE und CHRISTOPH STAMPFER — 1. und 2. Physikalisches Institut, RWTH Aachen University, Germany

Die Experimentier-App "phyphox" der RWTH Aachen University erfreut sich großer Beliebtheit und ermöglicht in verschiedensten Lehrszenarien die Sensoren moderner Smartphones als individuelles Messwerkzeug einzusetzen. Um diese individuellen Messergebnisse zu kollaborativen Projekten zusammenfügen zu können, wurde phyphox um eine Netzwerkschnittstelle erweitert, die es den Lernenden ermöglicht, ihre Messergebnisse an einen zentralen Server zu übermitteln und so einen gemeinsamen großen Datensatz zu generieren.

Die sich hieraus ergebenden Einsatzszenarien sind vielfältig. Ein simultanes Experiment hunderter Studierender im Hörsaal mit direkter Darstellung der Ergebnisse ist ebenso möglich wie ein weltweit zeitlich koordiniertes Projekt, bei welchem Daten über den ganzen Globus verteilt ermittelt und gesammelt werden. Darüber hinaus können Messdaten längerfristig akkumuliert werden, was uns beispielsweise den Aufbau einer Datenbank zur Verfügbarkeit und den technischen Eigenschaften der Sensoren in hunderten Smartphone-Modellen ermöglicht.

DD 7.5 Wed 12:20 P-HS 4

**phyphox als Visualisierungstool für Sensordaten aus Arduino-gestützten Messmodulen** — •DOMINIK DORSEL<sup>1</sup>, ALEXANDER KRAMPE<sup>2</sup>, SEBASTIAN STAACKS<sup>1</sup>, HEIDRUN HEINKE<sup>2</sup> und CHRISTOPH STAMPFER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>2. Physikalisches Institut IIA, RWTH Aachen University — <sup>2</sup>1. Physikalisches Institut IA, RWTH Aachen University

Messapparaturen auf Arduino-Basis bieten viele Vorteile bei der Entwicklung von Messmodulen für verschiedenste Experimente. Neben dem günstigen Preis eröffnet die Vielfalt an verfügbaren Sensoren unzählige Einsatzmöglichkeiten. Für einen ersten Einstieg in den Umgang mit Mikrocontrollern existieren bereits unzählige Tutorials & Workshops. Die Darstellung der gewonnenen Messdaten wird allerdings oft nur am Rande und unzureichend behandelt. In diesem Vortrag wird gezeigt, wie mit einem Bluetooth-fähigen Arduino aufgenommene Messdaten mit nur 4 Zeilen Code mit Hilfe der App phyphox dargestellt werden können. phyphox ist eine weitverbreitete App für Smartphone-basierte Experimente mit einer Vielzahl an Darstellungs- und Analysemöglichkeiten, die für die Visualisierung der Messdaten genutzt werden können. Um eine einfache Datenübertragung von Arduino-gesteuerten Sensoren zu ermöglichen, wurde eine Arduino-Bibliothek entwickelt, deren Einsatz beispielhaft demonstriert wird.

## DD 8: Workshop Klausurtagung

Time: Wednesday 11:00–12:40

Location: P-HS 5

### Discussion

DD 8.1 Wed 11:00 P-HS 5

**Entwicklungsworkshop zur Vorbereitung der Klausurtagung «Physikdidaktik – Quo vadis?»** — •JOHANNES GREBE-ELLIS<sup>1</sup>, SUSANNE HEINICKE<sup>2</sup>, HEIKO KRABBE<sup>3</sup>, DANIEL LAUMANN<sup>2</sup>, HORST SCHECKER<sup>4</sup>, RÜDIGER SCHOLZ<sup>5</sup>, HEIKE THEYSSEN<sup>6</sup> und RITA WODZINSKI<sup>7</sup> — <sup>1</sup>Uni Wuppertal — <sup>2</sup>Uni Münster — <sup>3</sup>Uni Bochum — <sup>4</sup>Uni Bremen — <sup>5</sup>Uni Hannover — <sup>6</sup>Uni Duisburg-Essen — <sup>7</sup>Uni Kassel

Zur Vorbereitung der für Herbst 2020 geplanten Klausurtagung «Physikdidaktik – Quo vadis?» laden wir zu einem Entwicklungsworkshop ein. Auf der Tagung sollen, ausgehend von einer Bestandsaufnahme, Perspektiven für zukünftige Entwicklungs- und Forschungsbereiche diskutiert werden. Als Vorbereitung darauf wollen wir im Entwicklungs-

workshop nach der Vorstellung des Planungsstands zunächst Wünsche, Ideen und Anliegen sammeln, die bei der Tagung berücksichtigt werden sollten. Anschließend wollen wir Vorschläge für eine überblicksartige Charakterisierung der verschiedenen Forschungs- und Entwicklungsfelder der Physikdidaktik im deutschsprachigen Raum erarbeiten. Ziel dieses Schrittes ist die Erstellung einer Struktur unserer Disziplin, auf deren Grundlage im weiteren Vorlauf zur Tagung durch die Einbeziehung von Vertreterinnen und Vertretern der verschiedenen Forschungsrichtungen zusammenfassende Darstellungen der Arbeitsfelder erarbeitet werden. Diese sollen auf der Tagung vorgestellt werden, um ein möglichst vollständiges Bild der gegenwärtigen Situation der Physikdidaktik im deutschsprachigen Raum zu gewinnen und um darauf aufbauend Perspektiven zu beschreiben.

## DD 9: Praktika/neue Praktikumsversuche

Time: Wednesday 11:00–12:40

Location: P-HS 6

DD 9.1 Wed 11:00 P-HS 6

**Softwarelösung zur vereinfachten Datenaufnahme für Arduinos bei Schüler- und Demonstrationsversuchen im Physikunterricht** — ●MARTIN DÖPEL und HOLGER CARTARIUS — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

Die kostengünstigen und einfach zu programmierenden Arduino-Mikrocontroller erlauben es Lehrenden, ihre Physiksammlungen sinnvoll zu ergänzen. Ziel des hier vorzustellenden Projekts ist die Entwicklung einer Software, die die Datenaufnahme und -aufbereitung mit dem Arduino vereinfacht und von Schülerinnen und Schülern bei eigenen Experimenten aus allen Bereichen der Physik einfach zu benutzen ist. Art und Umfang der Datenaufbereitung soll durch den Lehrenden voreinstellbar sein, sodass während des Experiments lediglich eine rudimentäre grafische Oberfläche nötig ist und Lehrende die Software entsprechend ihrer Lernziele flexibel einsetzen können. Fachdidaktische Überlegungen zur Gestaltung der Oberfläche und zum Einsatz werden diskutiert.

DD 9.2 Wed 11:20 P-HS 6

**Optische Kohärenztomographie im Praktikum** — ●MARIAN CHRISTNER<sup>1</sup>, KAI PIEPER<sup>1</sup>, ANTJE BERGMANN<sup>1</sup>, JENS KÜCHENMEISTER<sup>2</sup> und CARSTEN ROCKSTUHL<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Theoretische Festkörperphysik, KIT — <sup>2</sup>Thorlabs GmbH

Die optische Kohärenztomographie ist ein bildgebendes Verfahren, bei dem Grenzflächen im Volumen einer Probe vermessen werden und so ein dreidimensionales Bild der betrachteten Struktur ergeben. Sie findet seit der Entwicklung in den frühen 1990er Jahren beispielsweise in der Augenheilkunde ihre Anwendung und bietet dabei die Möglichkeit, nichtinvasiv Aufnahmen der Netzhaut durchzuführen. Im Wesentlichen wird im hier vorgestellten optischen Kohärenztomographen ein Weißlicht-Michelson-Interferometer mit einem Mikroskop kombiniert. Einer der Spiegel im Interferometer wird durch eine Probe ersetzt, welche reflektierende Grenzflächen im Inneren besitzt. Durch die Beleuchtung mit weißem Licht kommt es zur Interferenz, wenn eine der Grenzflächen der Probe ungefähr den gleichen Abstand zum Strahlteiler einnimmt wie der Referenzspiegel. Wird die Probe in axialer Richtung bewegt, können diese Aufnahmen mit einem Mikroskop vergrößert und schließlich mit einer Kamera aufgenommen werden. Eine geeignete Nachverarbeitung ermöglicht es, aus den aufgenommenen Messdaten ein dreidimensionales Bild der Probe mit ihren Tiefeninformationen zu rekonstruieren. Mit dem hier vorgestellten Aufbau kann dank der Beschränkung auf die essenziellen Komponenten das Funktionsprinzip der optischen Kohärenztomographie anschaulich und leicht zugänglich in einem Praktikumsversuch für Studierende dargestellt werden.

DD 9.3 Wed 11:40 P-HS 6

**Konzeption und Aufbau eines Didaktikpraktikums zur Digitalisierung für Lehramtsstudierende** — ●KATHARINA STÜTZ und RONNY NAWRODT — Universität Stuttgart, 5. Physikalisches Institut, Abt. Physik und ihre Didaktik, Pfaffenwaldring 57, 70569 Stuttgart

Physiklehrer müssen bei der Durchführung von Experimenten im Schulunterricht viele verschiedene fachliche und fachdidaktische Einzelheiten kennen, verwenden und einschätzen können. Mit der Erweiterung der Fachdidaktik im Lehramtsstudium in Baden-Württemberg ist in der Fachdidaktik ein weiteres Modul im Masterstudium hinzu-

gekommen. Thematisch soll sich der erste Abschnitt des Moduls mit der Einführung und dem Vergleich verschiedener Systeme zur Digitalisierung von Experimenten befassen. In diesem Wintersemester wurde nun das Konzept dafür mit einer Gruppe von 8 Studierenden getestet. Hier wird nun das Konzept anhand eines exemplarischen Beispiels vorgestellt und die ersten Eindrücke präsentiert.

DD 9.4 Wed 12:00 P-HS 6

**Messwerterfassung mit dem Raspberry Pi** — ●DOMINIK BRAIG und GÜNTER QUAST — Karlsruher Institut für Technologie

Vorgestellt wird eine Erweiterung für das im letzten Jahr vorgestellte digitale Messwerterfassungssystem PhyPiDAQ. Wegen der hohen Kosten blieb digitale Messtechnik bisher meist in Lehrerhand, doch die kostengünstige Realisierung mit preiswerten, kommerziellen Sensoren und einem Einplatinen-Computer (Raspberry Pi) erlaubt heute die Bereitstellung im Klassensatz. Schüler können damit durch eigenes Tun ein Grundverständnis digitaler Messwerterfassung erlangen, das heute in vielen Studiengängen und Berufsfeldern zunehmend gefragt ist.

Im Vortrag wird ein Entwurf für eine analoge Platine zur aktiven Messbereichserweiterung vorgestellt, die ein weites Feld an Experimentiermöglichkeiten erschließt. Moderne Verstärker-Chips mit sehr hohem Innenwiderstand oder hohem Verstärkungsfaktor erlauben die Realisierung von Messungen in der Elektrostatik, die Aufzeichnung kleiner Ströme von Quellen mit hohem Ausgangswiderstand und Spannungsmessungen im Mikrovolt-Bereich. Das frei verfügbare Platindesign erweitert die Möglichkeiten des quelloffenen Messwerterfassungssystems PhyPiDAQ. Alle Komponenten sind durch Steckbrücken frei kombinierbar und in einem praktischen Messkoffer mit Spannungsversorgung, Raspberry Pi, Analog-Digital-Wandler und analoger Vorschaltplatine integriert.

DD 9.5 Wed 12:20 P-HS 6

**Student centered research based projects are highly motivating** — FRANZ-JOSEF SCHMITT<sup>1</sup>, NEDILJKO BUDISA<sup>2</sup>, and ●REINHARD KRAUSE-REHBERG<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institute of Physics, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg — <sup>2</sup>Tier 1 Canada Research Chair (CRC) for chemical synthetic biology, University of Manitoba

Student-centered research based projects allow students to design their own research program. "iGEM - Synthetic Biology" at Technische Universität Berlin (TUB) was introduced in 2014 teaching the basics of biological chemistry and complex laboratory work while allowing for the development and organization of a research project by the students themselves. Finally the students present their results during the international "BIOMOD" or "iGEM" competition.

At Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU) pupils can conduct experiments for the "jugend forscht" competition held each year. Actually a pupil designs microscopic positron sources for spectroscopy for the participation in 2020.

The Orientierungspraktikum at MLU encourages master of physics students to conduct research oriented mini projects in the working groups of the physics department with advanced projects like x-ray absorption by nanoparticles or characterisation of nano pores in glasses by positron annihilation spectroscopy.

The concept of Student centered research based projects is aimed to be introduced into the practicum master of physics as mandatory part of the curriculum at MLU. Chances and risks of such an approach are shortly discussed.

## DD 10: Lehreraus- und Lehrerfortbildung 1

Time: Wednesday 11:00–12:40

Location: P-HS 7

DD 10.1 Wed 11:00 P-HS 7

**Nährböden für den Digitalen Wandel? Eine Studie zu Überzeugungen und Interessen von Grundschullehramtsstudierenden und -lehrkräften bezüglich informatischer Inhalte** — ●MARTIN BRÄMER und HILDE KÖSTER — Habelschwerdter Allee 45, 14195 Berlin

'Informatische Bildung' als Teil des Sachunterrichts, wie von der KMK (2017) oder auch vermehrt von sachunterrichtsdidaktischer Seite

(bspw. Goecke et al. 2018; Straube et al. 2013; 2018) gefordert, benötigt einerseits parallele Weiterbildungen aktiver Lehrkräfte und andererseits die Berücksichtigung dieses Themenfelds innerhalb der universitären Lehrkräftebildung. Über die Vorstellungen und Überzeugungen von angehenden und praktizierenden Lehrkräften zu den Möglichkeiten einer Vermittlung informatischer Inhalte im Sachunterricht und somit den 'Nährböden' für solche Bildungsangebote existieren bisher jedoch kaum gesicherte Erkenntnisse (vgl. Funke et al. 2016; Best 2017; Best



& Marggraf 2015). Um Hinweise darüber zu erhalten, inwiefern aktive und zukünftige Sachunterrichtslehrkräfte sich in der Lage sehen, Unterricht für eine 'Bildung in der digitalen Welt' (KMK 2017) zu realisieren, wurden innerhalb der durch das BMBF geförderten Projekte K2teach und LemaS/DiaMINT Sachunterricht aktive Grundschullehrkräfte und Studierende des Lehramts an Grundschulen befragt. Der Vortrag präsentiert erste Ergebnisse dieser Befragung.

DD 10.2 Wed 11:20 P-HS 7

**Fachdidaktische Analyse der geometrischen Optik als Themenbereich für fächerverbindendes Lernen** — ●JOCHEN GEPPERT<sup>1</sup> und INA STRICKER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Didaktik der Mathematik, Universität Siegen — <sup>2</sup>Didaktik der Physik, Universität Siegen

Im Rahmen des internationalen Kooperationsprojekts Inter-Tetra, unter Beteiligung der Mathematik- und Physikdidaktik der Universität Siegen sowie den entsprechenden Instituten der Hanoi National University of Education, wird unter anderem ein Modul zu fachdidaktisch-verbindendem Lehren und Lernen in den Lehramtsstudiengängen Mathematik und Physik in Vietnam entwickelt. Neben dem Vergleich fachdidaktischer Theorien beider Unterrichtsfächer sollen solche Themenbereiche im Hinblick auf die unterschiedlichen stoffdidaktischen Herangehensweisen beider Disziplinen analysiert werden, welche ein hohes Potential für fächerverbindendes Unterrichten aufweisen. Im Vortrag wird eine solche Analyse für ausgewählte Bereiche der geometrischen Optik und für Strahlensätze vorgestellt. Für konkrete Unterrichtsvorhaben soll im nachfolgenden Schritt die Anpassung auf das vietnamesische Schulsystem erfolgen.

DD 10.3 Wed 11:40 P-HS 7

**Beliefs zur Theoretischen Physik, der unbekannt Seite der Physik** — ANJA SCHULZ, ●MARION ZÖGGLER und ALEXANDER STRAHL — Universität Salzburg, Österreich

Sowohl die Physikdidaktik als auch die meisten mitteleuropäischen Bildungsvorgaben für den Physikunterricht an den Sekundarschulen geben fachbezogene Ziele vor und fordern die Einbindung von Arbeitsmethoden, die zur Gewinnung und Sicherung neuer Erkenntnisse beitragen. Doch der Frage: Was ist Physik? wird im Unterricht im Allgemeinen zu wenig tiefgründig nachgegangen. Im folgenden Beitrag geht es um das wissenschaftstheoretische Verständnis von physikalischen Theorien. Um Lehr- und Lernziele zu erreichen, ist eine Auseinandersetzung mit dem Wesen der Physik, im Besonderen mit der Bedeutung der Begriffe Theorie, Gesetz, Modell und Hypothese unabdingbar. Nur so können die Lernenden ein annehmbares Verständnis über die Theoriebildung in der Physik entwickeln. Dabei nimmt die Theoretische Physik eine besondere Stellung ein, bei der auch die verschiedenartige Rolle der Mathematik deutlich wird. Um die Vorstellungen der Schüler\_innen über das Wesen der Physik zu erkunden, wurde zunächst ein Fragebogen in quantitativer Form erstellt, der die derzeitigen Beliefs über die Physik der Schüler\_innen, im Alter zwischen 17 und 20 Jahren, testen sollte. Im Rahmen des Beitrages sollen die wesentlichen Ergebnisse der explorativen Datenerhebung, bei der 191 Probanden getestet wurden, veranschaulicht dargestellt und im Anschluss diskutiert werden.

DD 10.4 Wed 12:00 P-HS 7

**The Development of personal and professional attributes of students in a physics content media course** — ●KATHLEEN FALCONER and STEFAN HOFFMANN — Insitut für Physikdidaktik, Universität zu Köln, Deutschland

The Medienpraktikum I and II were courses developed to improve the media competences of HRSeG (Haupt-, Real, Sekundar-Gesamtschule), SoPäd (Sonderpädagogik), and GymGe (Gymnasium Gesamtschule) physics education students. The courses focus on the use and production of media, including videos, simulations, animations, eBooks, etc. Using a Problem Based Learning (PBL) approach, the students work on creation, implementation and embedding of a media product for a particular context. While the personal and professional attributes of successful students in physics have been studied, physics students who create physics content media for use in the classroom have not been studied. We will discuss the changes in the personal and professional attributes of students in the Medienpraktikum courses. Students\* reflective writings and pre/post online surveys were analyzed using grounded theory. In a preliminary analysis, the students\* view of self-management and self-motivation, especially in regards to peer/group learning seems to develop through their experiences in the course. There is mixed evidence for change in the students\* worldview viability of the creation of media for classrooms. Their view of the usage and utility of media seems to be changeable.

DD 10.5 Wed 12:20 P-HS 7

**Entfaltung der Rollen der Mentor\*innen und Tutor\*innen im Learning-by-Teaching-Konzept der Physiklehrerausbildung** — ●STEFAN HOFFMANN and KATHLEEN FALCONER — Insitut für Physikdidaktik, Universität zu Köln, Deutschland

In der Ausbildung von Physiklehrer\*innen setzt man in Köln in den typischen Erstsemesterkursen in Experimentalphysik bereits seit über 10 Jahren auf tutorielle Konzepte, in denen Physikstudierende direkt zu Studienbeginn erste Lehrerfahrung in der Leitung von kleinen Lerngruppen sammeln können. Traditionelle Vorlesungen wurden durch aktivierendere Formate und ein verschiedene Schulformen und -fächer integrierendes Lehr-Lern-Konzept ersetzt: Learning by Teaching. Die Forschung zur Entwicklung und Verfeinerung des Konzepts verwendete das Modell des \*Lehrers als Reflexionspraktiker\* der Aktionsforschung (vgl. Kemmis & McTaggart 1988). Dabei waren Lehrende gleichzeitig in der Rolle von Forschern, die Ihre eigene Lehrpraxis erforschten. Der Fokus lag zunächst auf der Rolle der Lehrenden und auf Umfang und Ablauf der studentischen Aktivitäten. In der weiteren Entwicklung fand eine deutliche Entfaltung der Handlungsfähigkeit der beteiligten Rollen der Mentor\*innen und Tutor\*innen statt. Der Vortrag konzentriert sich auf die stetige Weiterentwicklung mittels Methoden der Partizipatorischen und Emanzipatorischen Aktionsforschung (vgl. Eilks 2018). Besonders deutlich werden die Entwicklungen durch Betrachtung der einzelnen am Learning by Teaching beteiligten Rollen (Tutor\*innen, Tutees, Mentor\*innen,\* Lehrende) und deren Evolution im Rahmen des Action Research Personality Continuum (Gibbs 2016).

## DD 11: Hauptvortrag 2

Time: Wednesday 14:00–14:55

Location: P-HS 1

### Invited Talk

DD 11.1 Wed 14:00 P-HS 1

**Kulturgenetisch lehren und lernen in den Naturwissenschaften** — ●MARC EYER — Pädagogische Hochschule Bern

Im Vortrag wird das genetische Lehren und Lernen, das sich gemeinhin auf die Genese des individuellen Wissens der Lernenden oder des gemeinsamen Wissens einer Gruppe bezieht, um die Dimension der Kulturgenese erweitert. Es wird die These zugrunde gelegt, dass das genetische Lehren und Lernen in den Naturwissenschaften besser gelingt, wenn die Komposition des Unterrichts auf die Kulturgenese des Unterrichtsgegenstandes abgestimmt ist, bzw. wenn sie diese zur Grundlinie der Unterrichtsgestaltung macht. Dabei wird die Kulturgenese grob in drei paradigmatische Epochen unterteilt: in die Aristotelik (Epoche der Anthropozentrik), die Klassik (Epoche des klassisch-

naturwissenschaftlichen Denkens) und die Moderne (Epoche der universellen Verallgemeinerung). Im Vortrag wird argumentiert, dass die alltägliche Weltanschauung der Lernenden trotz allen wissenschaftlichen Fortschritts der heutigen Gesellschaft in der Aristotelik wurzelt, dass die Mittelschule im Allgemeinen aber den Anspruch hat, die klassisch-naturwissenschaftliche Methodik zu vermitteln, dass die moderne Wissenschaft allerdings abermals an ganz einem anderen Ort steht und ihr auch ganz ein anderes Weltbild zugrunde liegt. Um dieser Diskrepanz zu begegnen und die oft unüberwindbaren Gräben zwischen Alltag (Aristotelik), Schule (Klassik) und Wissenschaft (Moderne) zu schließen, ist es wichtig, den Gang durch die Kulturgeschichte des Unterrichtsgegenstandes zu machen. Die These wird am Beispiel eines konkreten Unterrichtsbeispiels erläutert und diskutiert.

## DD 12: Neue Konzepte 2

Time: Wednesday 15:00–16:00

Location: P-HS 3

DD 12.1 Wed 15:00 P-HS 3

**Nukleare Brennstoffe: ein heißes Thema** — ●AXEL-THILO PROKOP, RICHARD KEMMLER, OLIVER FECHTIG und RONNY NAWRODT — Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 57, 70550 Stuttgart

Die Energiegewinnung basierend auf der Spaltung von schweren Kernen spielt in Hinblick auf den "Atomausstieg" Deutschlands scheinbar hierzulande keine Rolle mehr. Ob man es auf globaler oder europäischer Ebene betrachtet: Die Kapazitäten zur Energiegewinnung aus Kernenergie steigen. Praktisch ungelöst bleibt dabei das Problem der Endlagerung. Exemplarisch soll hier nun die Aktivität eines typischen Urandioxid-Brennelements vor und nach dem Abbrand betrachtet werden. Eine Einordnung in den Gesamtzusammenhang "Radioaktivität" als Thema des Physikunterrichts wird hergestellt.

DD 12.2 Wed 15:20 P-HS 3

**Virtuelle Sektormodelle (ViSeMo)** — ●SVEN WEISSENBORN, UTE KRAUS und CORVIN ZAHN — Universität Hildesheim

Trotz der allgemeinen Faszination für die Allgemeine Relativitätstheorie hat diese noch kaum Einzug in die deutsche Schullandschaft finden können. Erklärungen, die häufig im populärwissenschaftlichen Bereich gegeben werden, mögen ein breiteres Verständnis des Themas fördern, sind jedoch oft nicht so präzise, wie es für ein schulisches Umfeld erforderlich ist. Um diesem Defizit zu begegnen, verwenden wir einen auf sogenannten Sektormodellen basierenden Zugang, mit dem die Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie ohne höhere Mathematik vermittelt werden können. Das vorgestellte Projekt ergänzt bestehende Arbeiten um eine neue digitale Realisierung, die einen schnelleren,

ortsunabhängigen Zugriff auf eine virtuelle Variante ermöglicht und das Modell um speziell entwickelte Methoden erweitert.

DD 12.3 Wed 15:40 P-HS 3

**STEAM und Design Thinking im Science Lab** — ●ANDRÉ BRESGES und LARS MÖHRING — Institut für Physikdidaktik, Universität zu Köln, Gronewaldstraße 2, 50931 Köln

STEAM Education (Science, Technology, Engineering, Arts and Math) ist Ergebnis einer gemeinsamen Arbeitsgruppe der National Science Foundation NSF und der National Education Association NEA, die für die mathematisch-naturwissenschaftlich-technische Bildung eine stärkere Hinwendung zur Gestaltungs- und Produktorientierung durch Konzepte aus Kunst- und Designforschung einfordert (Allina, 2018). Die Volksrepublik China unterstützt seit 2013 offiziell die Entwicklung von STEAM Curricula. Die Städte Peking und Shanghai führen seit 2014 STEAM in ihren öffentlichen Schulen ein, Shenzhen seit 2016 mit dem Ziel 300 STEAM Education Center in der Stadt bereit zu stellen. STEAM Konzepte sind gekennzeichnet durch eine Betonung des forschenden Lernens, spielerischen Explorierens, kooperativen Lernformen und intensiver Nutzung digitaler Werkzeuge bis hin zu Programmierung, Robotik und KI. Häufig wird Design Thinking als Methode genutzt, um längerer Unterrichtsprojekte mit Phasen eigener Forschung zu strukturieren. Wir untersuchen in den Science Labs der Qualitätsoffensive Lehrerbildung mit exemplarischen Projekten das Potenzial von STEAM und Design Thinking. Ein hochschuldidaktischer Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung berufsbezogener Selbstkonzepte von angehenden Lehrkräften (Retelsdorf, 2015). Ergebnisse aus wissenschaftlichen Abschlussarbeiten werden auf der Postersitzung gezeigt.

## DD 13: Lehr- und Lernforschung 2

Time: Wednesday 15:00–16:00

Location: P-HS 4

DD 13.1 Wed 15:00 P-HS 4

**Entwicklung und Validierung eines Fragebogens zum Verständnis der Schulquantenphysik des Photons** — ●MORITZ WAITZMANN<sup>1</sup>, RÜDIGER SCHOLZ<sup>2</sup> und SUSANNE WESSNIGK<sup>1</sup> — <sup>1</sup>IDMP - AG Physikdidaktik, Leibniz Universität Hannover — <sup>2</sup>Institut für Quantenoptik, Leibniz Universität Hannover

Zugänge zur Schulquantenphysik wurden bereits in der Vergangenheit entwickelt und mittels Fragebogen evaluiert. Thematische Schwerpunkte der Zugänge sowie deren Testinstrumente sind zum Beispiel die Atomphysik, der Doppelspaltversuch mit Elektronen oder der Kontrast zur klassischen Physik. Neuere Ansätze verfolgen die Idee, Quantenphysik über Einzelphotonenexperimente einzuführen. Im Schülerlabor foeXlab des SFB 1227 DQ-mat wird diese Idee ebenfalls verfolgt. Mit einer Kombination aus einem Strahlteiler-Experiment und einem Michelson-Interferometer können sowohl die Unteilbarkeit des Photons als auch dessen Interferenzfähigkeit demonstriert werden. Die didaktische Begleitforschung zielt darauf ab, den Einfluss und die Wirkung des Experiments auf die Konzeptentwicklung Quantenphysik zu untersuchen. Im Rahmen dessen wurde ein Fragebogen entwickelt, der die Themengebiete Superposition und Wahrscheinlichkeitsamplituden, Quanteneigenschaften von Photonen und Elektronen, Messen sowie die Wellenoptik abdeckt. Dazu wurden bereits bestehende Fragebögen adaptiert und zusätzliche Items entwickelt. In einem mehrschrittigen Prozess aus Expertenratings, Interviews und einer Rasch Analyse, wird die Validität des Fragebogens untersucht. Entwicklung und Validierung werden im Beitrag skizziert.

DD 13.2 Wed 15:20 P-HS 4

**(Weiter-) Entwicklung eines Klimawandel-Testinstruments** — ●THOMAS SCHUBATZKY, ALINA PICHLER und CLAUDIA HAAGENSCHÜTZENHÖFER — Fachbereich Physikdidaktik, Universität Graz, Österreich

Der Klimawandel als Lerngegenstand des NaWi-Unterrichts erfährt zunehmend an Bedeutung. Neben der Festlegung von climate action als eines der Ziele von BNE findet auch eine verstärkte Integra-

tion in Fachlehrpläne statt. Ein basales Verständnis der naturwissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels wird insgesamt als eines der Schlüsselemente identifiziert, um SchülerInnen für eine gesellschaftliche Teilhabe an der Klimawandeldiskussion vorzubereiten. Um den Wissensstand von SchülerInnen der Sek II über diese Grundlagenkonzepte einschätzen zu können, wurde ein Multiple-Choice Testinstrument (weiter-) entwickelt. Dieses setzt sich aus insgesamt 30 Items zusammen, die teilweise aus dem CCCI entnommen (28), übersetzt und modifiziert wurden sowie aus neu entwickelten Items (2). Als Auswahlkriterien für die im Testinstrument adressierten Klimawandel-Konzepte fungieren eine australische Delphi-Studie (Jarrett, 2011) sowie eine eigens durchgeführte Experteninterview-Studie (N=10). In der ersten Entwicklungsphase wurde das Multiple-Choice Testinstrument bei ca. 300 SchülerInnen der 9. bis 12. Jgst. in Österreich eingesetzt und erprobt. Die Ergebnisse wurden einer Rasch-Analyse unterzogen, um weitere Hinweise für die Weiterentwicklung des Testinstruments zu erhalten. Im Vortrag werden die Klimawandel-Konzepte, Testergebnisse sowie Implikationen für die Weiterentwicklung des Tests vorgestellt.

DD 13.3 Wed 15:40 P-HS 4

**Was Sie schon immer über p-Werte wissen wollten, aber bisher nicht zu fragen wagten** — ●OLIVER PASSON und JOHANNES GREBE-ELLIS — Bergische Universität Wuppertal

In den letzten Jahren hat die Forderung nach "Evidenzbasierung" auch in den naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken zu einer vermehrten Anzahl empirischer Arbeiten geführt - etwa Interventionsstudien im Kontrollgruppendesign. Seit vielen Jahrzehnten gibt es jedoch eine kontroverse Debatte zur Schwierigkeit der Interpretation der auf diese Weise gewonnenen Daten. Besondere Aufmerksamkeit hat hier die Deutung des sog. p-Werts beim Hypothesentest als Gegenstand zahlreicher Missverständnisse erfahren. Dies gipfelte jüngst in der Empfehlung der Amerikanischen Gesellschaft für Statistik (ASA), den Begriff "statistisch signifikant" nicht mehr zu verwenden (Wasserstein et al. 2019, Am. Stat. 73: sup1, 1-19). Wir diskutieren einige dieser Schwierigkeiten, beleuchten ihre Wurzeln und geben Hinweise auf mögliche Lösungsansätze.

## DD 14: Neue Medien 2

Time: Wednesday 15:00–16:00

Location: P-HS 5

DD 14.1 Wed 15:00 P-HS 5

**Augmented Reality-Experimente mit GeoGebra** — ●ALBERT TEICHREW und ROGER ERB — Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt am Main

Mit der Geometrie-Software GeoGebra lassen sich 3D-Objekte zur Visualisierung abstrakter Ideen dynamisch modellieren. Mit der App GeoGebra 3D Grafikrechner können die Modelle auch auf einem Smartphone oder Tablet aufgerufen und bearbeitet werden. Darüber hinaus ist es möglich, sie mit der Augmented Reality-Funktion auf beliebige Strukturen einzublenden. Bei Veränderung der Position des Mobilgeräts bleiben die virtuellen Objekte fest an der zugewiesenen Stelle des von der Kamera eingefangenen Bildes. Der Modellinhalt lässt sich allerdings dynamisch an reale Gegebenheiten anpassen. Auf diese Weise wird eine leicht umsetzbare Erweiterung realer Experimente mit idealen Darstellungen ermöglicht, die als Augmented Reality-Experimente bezeichnet werden. Dabei erweitern virtuelle Bestandteile reale Strukturen dort, wo nicht beobachtbare Elemente zum Verständnis des Experiments beitragen und den Vergleich von Modell und Realität erleichtern. Der Einsatz von Augmented Reality-Experimenten zum Lehren und Lernen der Physik wird anhand von Beispielen aus Mechanik, Elektrizitätslehre und Optik erläutert.

DD 14.2 Wed 15:20 P-HS 5

**Augmented Reality als Assistenzsysteme beim Experimentieren in Physik: Chancen, Risiken und Nebenwirkungen** — ●JOCHEN KUHN<sup>1</sup>, FABIAN BEIL<sup>1</sup>, SEBASTIAN KAPP<sup>1</sup>, PAUL LUKOWICZ<sup>3</sup>, MARTIN P. STRZYS<sup>1</sup>, MICHAEL THEES<sup>1</sup> und NORBERT WEHN<sup>2</sup> — <sup>1</sup>TU Kaiserslautern, FB Physik/Didaktik der Physik, Kaiserslautern — <sup>2</sup>TU Kaiserslautern, FB EIT/Mikroelektronische Systeme, Kaiserslautern — <sup>3</sup>Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) GmbH, Kaiserslautern

Die Verwendung von Augmented Reality (AR)-Technologien, welche die Realität durch Einblenden von virtuellen Zusatzinformationen erweitern, nimmt gerade auch im Bildungsbereich immer mehr zu. In dem Vortrag wird der Einsatz von AR beim Experimentieren in Schule und Hochschule diskutiert. Ausgehend von Theorien des Konzept- und Multimedialernens werden verschiedene Umsetzungsbeispiele von

AR-Assistenzsystemen in physikalischen Laborpraktika erläutert. Dabei werden physikalische Größen als virtuelle Darstellungen, wie z.B. Grafiken oder Zahlenwerte, dargestellt und in Echtzeit in der Nähe des entsprechenden Objekts im Laborexperiment eingeblendet, um kognitive Prozesse zu unterstützen. Dieses Integrieren von Zusatzinformationen trägt einerseits der Bedeutung von multiplen Repräsentationen beim Lernen in den MINT-Fächern Rechnung und entspricht andererseits den Prinzipien der räumlichen und zeitlichen Kontiguität aus multimedialen Lerntheorien und soll redundante visuelle Suchprozesse reduzieren. Basierend auf diesen Beispielen werden erste Studien zur Effektivität dieses Einsatzes berichtet und diskutiert.

DD 14.3 Wed 15:40 P-HS 5

**Quantitative Phänomene rund ums Fliegen: Erfassung realer Flugdaten mit der App "Flightradar24"** — ●PATRIK VOGT<sup>1</sup> und LUTZ KASPER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Lehrerfort- und -weiterbildung (ILF) Mainz — <sup>2</sup>PH Schwäbisch Gmünd, Abteilung Physik

Nicht erst die kontinuierlich steigende Flugintensität führt häufig dazu, dass man sich beim Blick zum Himmel fragt, wohin ein zu sehendes Flugzeug wohl fliegen wird. Ausgehend von der beobachteten Flugrichtung kann man zwar Vermutungen anstellen, aber selten überprüfen, ob diese tatsächlich korrekt sind. Die App "Flightradar24 - Flugradar" bietet die Möglichkeit, eine solche Vermutung zu verifizieren. Hierzu visiert man das Flugzeug mit dem Smartphone oder Tablet an und bekommt in das Live-Bild des Kameraobjektivs Augmented Reality-Informationen des Flugs angezeigt. Auch aus physikalischer Sicht interessante Daten sind abrufbar, nämlich die momentane Höhe des Flugzeugs, seine verschiedenen Geschwindigkeiten, seine derzeitige Position, die vorliegende Windgeschwindigkeit sowie die Außentemperatur. Aus physikalischer Sicht entspricht dies einer Messwerterfassung, sodass die Applikation auch für physikalische Experimente zweckentfremdet werden kann. Im Vortrag werden eine Reihe quantitativer Betrachtungen vorgestellt, welche auf den Daten eines aufgezeichneten Fluges von Frankfurt nach Barcelona beruhen. Diskutiert werden u. a. die Höhenabhängigkeit der Temperatur, die Beschleunigung beim Start sowie die Gleitzahl des Flugzeugs, eine aus aerodynamischer Sicht ganz entscheidende Kennzahl.

## DD 15: Hochschuldidaktik 2

Time: Wednesday 15:00–16:00

Location: P-HS 6

DD 15.1 Wed 15:00 P-HS 6

**Fachschreibdidaktik Physik** — ●SARAH HERFURTH — Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe, Deutschland

Dieses Projekt hat zum Ziel Mustertexte zu finden, die in der Schreiblehre für Studierende der Physik am KIT eingesetzt werden können. Die Textauswahl erfolgt in einem interdisziplinären Prozess. Dabei werden aus den unterschiedlichen Expertisen, unter der Leitung einer Fachwissenschaftlerin (Geophysikerin) und der Beteiligung eines Schreibdidaktikers, "gute Texte" definiert, welche später in Übungen einfließen. Das Mustertextkorpus, bestehend aus Abschlussarbeiten des KITs, bildet alle Teile einer experimentellen Arbeit in der Physik ab.

Der Auswahlprozess ist in sechs Schritte gegliedert: 1. Auswahl der Texte aus fachlicher Sicht. 2. Parallele und unabhängige Prüfung durch die Fachwissenschaftlerin und den Schreididaktiker. 3. Gemeinsamer Kriterienkatalog und Mustertextkorpus. 4. Kriterien und Mustertextkorpus werden gemeinsam mit weiteren erfahrenen Fachwissenschaftler\*innen überprüft. 5. Aufbereitung für die Lehre - größere Textbausteine zur Diskussion, Passagen aus Originaltexten für kleinschrittige Übungen zum formelhaften Gebrauch von Fachsprache. 6. Dokumentation des Vorgehens, um eine reproduzierbare Methode zu erlangen.

Aktuell befindet sich das Projekt bei Schritt 4 und soll im kommenden Sommersemester in Schritt 5 überführt werden. Erste Übungen sollen dann in Seminaren zum Schreiben einer Bachelor- bzw. Masterarbeit bereits Anwendung finden.

DD 15.2 Wed 15:20 P-HS 6

**Interaktive und aktivierende Lehrkonzepte in der Theoretischen Physik** — ●PHILIPP SCHEIGER<sup>1,2</sup>, RONNY NAWRODT<sup>1</sup> und

HOLGER CARTARIUS<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart, 70569 Stuttgart — <sup>2</sup>Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

In den letzten Jahrzehnten wurden viele interaktive sowie aktivierende Lehrkonzepte für den Schulunterricht oder für universitäre Einführungsvorlesungen in der Physik konzipiert und etabliert. Als Beispiel seien hier die "Peer Instruction" oder "Worked Examples" genannt. Eine Verbesserung des Lernerfolgs bei Schüler\*innen, bzw. bei Studierenden mithilfe solcher Lehrkonzepte ist hinreichend belegt. In fortgeschritteneren Themenfeldern wie der Theoretischen Physik in den Gebieten Mechanik, Quantenmechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik und der statistischen Physik gibt es jedoch im deutschsprachigen Raum noch kaum konkrete Umsetzungen dieser Konzepte.

In diesem Vortrag werden Beispiele vorgestellt, wie interaktive und aktivierende Lehrkonzepte in Universitätsvorlesungen zur Theoretischen Physik mit einem hohen mathematischen Anteil aufgebaut und angewendet werden können. Die vorgestellten Beispiele werden seit dem Wintersemester 18/19 in einem Seminar begleitend zur Vorlesung für Theoretische Physik für das gymnasiale Lehramt erprobt und weiterentwickelt. Diese Vorlesung hat die oben genannten inhaltlichen Schwerpunkte Mechanik, Quantenmechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik und statistische Physik. Im Seminar werden die neuen Konzepte folglich in diesem Themenspektrum umgesetzt.

DD 15.3 Wed 15:40 P-HS 6

**Das Studienreform-Forum Physik: Anliegen, Entstehung und aktueller Stand** — ●MANUEL LÄNGLE<sup>1</sup>, STEFAN BRACKERTZ<sup>2</sup>, DANIELA KERN-MICHLER<sup>3</sup> und AMR EL MINAWY<sup>4</sup> — <sup>1</sup>Universität Wien

— <sup>2</sup>Universität zu Köln — <sup>3</sup>Goethe-Universität Frankfurt am Main  
— <sup>4</sup>Humboldt Universität Berlin

Erfolglos auf der Suche nach wissenschaftlichen Erkenntnissen zu Studienreformen ergriffen Physik-Studierende die Initiative, selbst dafür zu sorgen, dass welche entstehen. Daraus ist das Studienreform-Forum entstanden, das dieses Jahr erneut im Rahmen der DPG-Frühjahrstagung als Gast des FV Didaktik der Physik stattfindet. Es

beschäftigt sich einerseits mit der Systematisierung der Studienreformen der letzten Jahre. Andererseits werden Grundsatzfragen der Studienreform theoretisch beleuchtet und beides zueinander ins Verhältnis gestellt.

Im Vortrag werden die Überlegungen dahinter, die bisherigen Ergebnisse und Perspektiven für die Zukunft vorgestellt.

Weitere Infos: [www.studienreform-forum.de](http://www.studienreform-forum.de)

## 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 Studiererfolgsquote 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 Studie-

renden 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 SCHEER<sup>1</sup>, AZADEH GHANBARI<sup>2</sup>, GUNNAR FRIEGE<sup>1</sup> und RAINER MÜLLER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Didaktik der Mathematik und Physik, AG Physikdidaktik, Leibniz Universität Hannover — <sup>2</sup>Institut 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 sachangemessenen 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<sup>1,2</sup> und FRANK BERTOLDI<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Universität Bonn, Physikalisches Institut, Nussallee 12, 53115 Bonn — <sup>2</sup>RWTH Aachen University, I. Physikalisches Institut IA, Sommerfeldstr. 14, 52074 Aachen — <sup>3</sup>Universität 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 Maximilians 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 BRÜGGEMANN 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 naturwissenschaftli-

cher 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 Echtzeit-Messungen 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 eines 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 Studieneingangsphase: 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 Studieneingangsphase 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 Aufgabenlösungserklärungen 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-Lernmodulen 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 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 KAPP<sup>1</sup>, MICHAEL THEES<sup>1</sup>, FABIAN BEIL<sup>1</sup>, THOMAS WEATHERBY<sup>2</sup>, JAN-PHILIPP BURDE<sup>3</sup>, THOMAS WILHELM<sup>2</sup> und JOCHEN KUHN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Technische Universität Kaiserslautern — <sup>2</sup>Goethe-Universität Frankfurt am Main — <sup>3</sup>Eberhard 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 mimesons", 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 KRAMPE<sup>1</sup>, DOMINIK DORSEL<sup>2</sup>, SEBASTIAN STAACKS<sup>2</sup> und HEIDRUN HEINKE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>. Physikalisches Institut IA, RWTH Aachen University — <sup>2</sup>. Physikalisches 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 gefilterter 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 einfachster 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 Lehrerausbildung.

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<sup>1,2</sup>, •ULRICH BLUM<sup>1</sup>, CARSTEN KAUS<sup>2</sup>, CHRISTINA LÜDERS<sup>2</sup> und HEIDRUN HEINKE<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Universität Bonn, Physikalisches Institut, Nussallee 12, 53115 Bonn — <sup>2</sup>RWTH 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 Heimschlafvariante 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 Leitfadenterviews 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 SCHILLING<sup>1</sup>, •MICHAEL DAAM<sup>2</sup>, ANTJE BERGMANN<sup>2</sup> und GÜNTER QUAST<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle Teilchenphysik, KIT — <sup>2</sup>Institut für Theoretische Festkörperphysik, KIT

Die Messung der Lichtgeschwindigkeit ist ein zentrales Praktikumsexperiment 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<sup>1,2</sup> und MARC D. SACHER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Universität Paderborn, Department Physik, Physikalisches Grundpraktikum — <sup>2</sup>Universität 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 Aufgabebearbeitung. 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 GNACKE<sup>1</sup>, DOMINIK DORSEL<sup>2</sup>, RALF DETEMPLE<sup>1</sup>, SEBASTIAN STAACKS<sup>2</sup> und HEIDRUN HEINKE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>1. Physikalisches Institut IA, RWTH Aachen University — <sup>2</sup>2. 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 MERLEMIS<sup>1</sup> and IOANNIS SIANOUDIS<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Department of Surveying and Geoinformatics, University of West Attica, Athens, Greece, merlemis@uniwa.gr — <sup>2</sup>Department 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 SIANOUDIS<sup>1</sup>, NIKOLAOS MERLEMIS<sup>2</sup>, and KATERINA SKOUROLIAKOU<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Department of Biomedical Sciences — <sup>2</sup>Department of Surveying and Geoinformatics — <sup>3</sup>Department 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 WIESNER<sup>1</sup>, ●GIANINA GARTMANN<sup>2</sup> und THOMAS WILHELM<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Lehrstuhl Didaktik der Physik, LMU München — <sup>2</sup>Institut 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](http://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 Exoplanetentransit 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** — ●ELEEN 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 PEROVIC<sup>1</sup> and HANS-OTTO CARMESIN<sup>1,2,3</sup> — <sup>1</sup>Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — <sup>2</sup>Studienseminar Stade, Bahnhofstr. 5, 21682 Stade — <sup>3</sup>Universität 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 Grundschnwingungen 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 HEEREN<sup>1</sup>, HANS-OTTO CARMESIN<sup>1,2,3</sup>, and PAUL SAWITZKI<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — <sup>2</sup>Bahnhofstraße — <sup>3</sup>Universität 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

Grundschnwingungen 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 SCHÖNEBERG<sup>1</sup> and HANS-OTTO CARMESIN<sup>1,2,3</sup> — <sup>1</sup>Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — <sup>2</sup>Bahnhofstraße — <sup>3</sup>Universität 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 Grundschnwingungen 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 RADEMACKER<sup>1</sup> and HANS-OTTO CARMESIN<sup>1,2,3</sup> — <sup>1</sup>Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — <sup>2</sup>Bahnhofstraße — <sup>3</sup>5

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 Grundschnwingungen 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<sup>1,2,3</sup> and ●MAXIMILIAN CARMESIN<sup>4</sup> — <sup>1</sup>Gymnasium Athenaeum, Stade — <sup>2</sup>Studienseminar Stade, Stade — <sup>3</sup>Universität Bremen — <sup>4</sup>Arndt 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 Drehschnwingungen 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 Drehschwingung 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 Studienanfängerinnen 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 ma-

thematischen 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 Öffentlichkeitsarbeit. 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 MINILAWY<sup>1</sup>, STEFAN BRACKERTZ<sup>2</sup>, DANIELA KERN-MICHLER<sup>3</sup> und MANUEL LÄNGLE<sup>4</sup> — <sup>1</sup>Humboldt Universität Berlin — <sup>2</sup>Universität zu Köln — <sup>3</sup>Goethe-Universität Frankfurt am Main — <sup>4</sup>Universität 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. LHOTZKY<sup>1</sup>, FREDERIC SCHIMMELPFENNIG<sup>2</sup> und KLAUS WENDT<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz — <sup>2</sup>Institut 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 Naben- 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-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<sup>1,2</sup>, SASCHA SCHMELING<sup>1</sup>, THOMAS WILHELM<sup>2</sup> und JULIA WOITHE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>CERN — <sup>2</sup>Institut 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 ZAUNICK<sup>1</sup>, MARVIN PETER<sup>1</sup>, LUKAS NIES<sup>2</sup> und KAI-THOMAS BRINKMANN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>II. Physikalisches Institut, Justus-Liebig-Universität Giessen — <sup>2</sup>CERN, 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, Dosimetrie, 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-Ressourcen 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 vier-tägiger Workshop nur für Schülerinnen ins Leben gerufen. Die Teil-

nehmerinnen 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 Naturwissenschafts-didaktik** — ●HELMUT MÖHLENKAMP<sup>1</sup>, FRANK KERNER<sup>2</sup>, HORST KRAUS<sup>3</sup>, LORENA GONZÁLEZ<sup>4</sup>, SARAH SCHEDER<sup>5</sup>, SVEN KLEINHANS<sup>6</sup>, HANNAH WECK<sup>7</sup> und ALEXANDER KÜPPER<sup>7</sup> — <sup>1</sup>Gesamtschule Hürth — <sup>2</sup>Realschule Hackenbroich — <sup>3</sup>Gesamtschule Holweide — <sup>4</sup>Gesamtschule-Katharina-Henoth — <sup>5</sup>Gesamtschule Mülheim — <sup>6</sup>Heliosschule (Sekundarstufe) — <sup>7</sup>Physikdidaktik - 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 LehrerInnenaus- 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 Seminarkonzeptes 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 THEYSSEN — 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 verwendet 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 Unterstützungs-

angebote.

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.

## DD 17: Mitgliederversammlung DD

Time: Wednesday 18:00–19:45

Location: P-HS 1

Tagsordnung siehe Übersicht am Beginn des Programms von DD.

## DD 18: Experimente 1

Time: Thursday 11:00–12:40

Location: P-HS 3

DD 18.1 Thu 11:00 P-HS 3  
**Energieumwandlung im Haushalt – Entwicklung eines Workshops** — ●SVEN ULLRICH, SILVANA FISCHER und HOLGER CARTARIUS — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

Das Thema des Klimaschutzes und Energiesparens ist wichtig. In der Umgangssprache werden schnell viele Themen angesprochen, ohne den physikalischen Hintergrund zu bedenken. Ein Beispiel ist der „Stromverbrauch“, doch wird hier wirklich Strom verbraucht?

Das Ziel dieser Arbeit ist ein altersdifferenzierter Workshop zum MiNT-Festival 2020 in Jena, in dem Schülerinnen und Schüler sowohl aus der Sekundarstufe 1 als auch der Sekundarstufe 2 zum Thema Energieverbraucher im Haushalt verschiedene Experimente durchführen und sich die Themen Energieumwandlungen und „Energieverbrauch“ bewusst machen.

DD 18.2 Thu 11:20 P-HS 3  
**Akustikexperimente für das Schülerlabor** — ●ELISA HELBIG<sup>1</sup>, SILVANA FISCHER<sup>1</sup>, RONNY NAWRODT<sup>2</sup> und HOLGER CARTARIUS<sup>1</sup> — <sup>1</sup>AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena — <sup>2</sup>Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart, 70550 Stuttgart

Das Themenfeld Akustik bietet vielfältige Möglichkeiten, um im Schulunterricht an die Alltagswelt der Schülerinnen und Schüler anzuknüpfen. Schülerzentrierte Experimente zum Thema können innerhalb der Schule jedoch nur selten durchgeführt werden, da mehrere Räume zur Verfügung stehen müssten, um gegenseitige Störungen zu vermeiden. Aus diesem Grund bietet sich der Besuch eines Schülerlabors an.

Vorgestellt wird eine Experimentierreihe, die für das Schülerlabor Physik der Friedrich-Schiller-Universität Jena entwickelt wurde. Ihre differenzierte Struktur soll die Nachfrage verschiedener Schulformen der Umgebung abdecken. Eine Besonderheit ist die Einbindung akustischer Bezüge zur Tierwelt, um das Interesse der Schülerinnen und Schüler durch eine geeignete überfachliche Verknüpfung zur Biologie

zusätzlich zu erhöhen.

DD 18.3 Thu 11:40 P-HS 3  
**Experimente und Lerneinheiten zur modernen Physik im Schülerlabor** — ●JÖRG SCHNEIDER, HOLGER CARTARIUS und SILVANA FISCHER — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

Die Quantenmechanik und die (spezielle) Relativitätstheorie sind im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe fest verankert. Experimente zu diesen Themen sind allerdings meist sehr komplexer und finanziell aufwendiger Natur. Den meisten Schulen fehlt es entsprechend an Möglichkeiten und Ressourcen, diese im Rahmen des regulären Unterrichts anzuschaffen oder durchzuführen.

Eine Möglichkeit der Abhilfe kann und soll das Schülerlabor Physik der Friedrich-Schiller-Universität Jena darbieten. Einige einfache Versuche zur Quantenmechanik sind bereits vorhanden. Dieses Angebot soll nun durch weitere neue Versuchsreihen und damit einhergehende Lerneinheiten erweitert werden.

Auch der Themenbereich der Relativitätstheorie soll hierbei Einzug finden. Im Rahmen des Schülerlabors ist es jedoch nicht möglich, im Experiment die notwendigen Geschwindigkeiten und Massen zu erreichen, um relativistische Effekte beobachten zu können. Stattdessen sollen Analogexperimente entwickelt werden, welche den Schülerinnen und Schülern verschiedene Aspekte und Prinzipien der speziellen und auch allgemeinen Relativitätstheorie veranschaulichen und näherbringen sollen.

Im Rahmen des Vortrags sollen erste Ideen und Experimente vorgestellt werden.

DD 18.4 Thu 12:00 P-HS 3  
**Gestaltung von Unterrichtseinheiten mit einem Lernbaukasten** — ●ERIC BREITBARTH, SILVANA FISCHER und HOLGER CARTARIUS — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

Die Anzahl an Baukästen, die für die Durchführung von Experimen-

ten im Unterricht genutzt werden können, ist immens. Jedoch sind die Bauteile häufig recht klein oder zerbrechlich und für Demonstrationsversuche ungeeignet. Präsentiert wird ein Baukasten, der bereits Grundlage für einen Workshop zum MINT-Festival an der Friedrich-Schiller-Universität in Jena war, in dem Schülerinnen und Schüler die Wirkung von fester Rolle, loser Rolle und Flaschenzug untersuchten. Darauf aufbauend soll ein Ausblick für Möglichkeiten diverser Konzepte zur Unterrichtsgestaltung gegeben werden, mit denen Unterrichtsinhalte und Experimente anschaulich gestaltet werden können.

DD 18.5 Thu 12:20 P-HS 3

**Gegenüberstellung des natürlichen und des anthropogenen Klimawandels im Physikunterricht mithilfe von Modellexperimenten** — •FELIX DRAEGER, SYLVANA FISCHER und HOLGER CAR-

TARIUS — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

Der Klimawandel ist mit seinen Folgen ein Schlüsselproblem unserer Gegenwart und der sich abzeichnenden Zukunft. Eine wichtige Aufgabe des naturwissenschaftlichen Unterrichts besteht darin, den Schüler\*innen die nötigen Kenntnisse und Kompetenzen zu vermitteln, um öffentliche Debatten nachvollziehen zu können und daraus resultierende Entscheidungsprozesse mündig mitzugestalten. Ziel dieser Arbeit ist es, hierzu einen Beitrag zu leisten, indem ein Katalog aus Modellexperimenten für den Einsatz an Mittelstufen erstellt wird, durch den grundlegende Effekte des Klimawandels erarbeitet und veranschaulicht werden können. Wir stellen diesen Katalog anhand einiger ausgewählter Experimente vor und besprechen mögliche Rahmenbedingungen für die Durchführung dieser im schulischen Kontext.

## DD 19: Lehreraus- und Lehrerfortbildung 2

Time: Thursday 11:00–12:40

Location: P-HS 4

DD 19.1 Thu 11:00 P-HS 4

**Die subjektive Bedeutung von physikalischem Fachwissen für Physiklehrerstudierende im Grundstudium** — •TILMANN JOHN und ERICH STARAUSCHEK — PSE Stuttgart-Ludwigsburg

Einige Ansätze versuchen, die lehramtsspezifischen physikalischen Inhalte stärker in den Fokus des Studiums zu rücken und das PCK als Facette des Professionswissens auf diese abzustimmen (z. B. Glowinski et al. 2018, John & Starauschek 2018). Interventionen dieser Art sollten die subjektive Bedeutung des physikalischen Fachwissens der Lehramtsstudenten verändern. Wir vergleichen in einer Interviewstudie die Aussagen von Studierenden einer Pädagogischen Hochschule, die an einer Intervention teilgenommen haben, die auf kumulatives Lehren und Lernen fokussiert, mit Aussagen von Studierenden einer Universität ohne diese Intervention.

DD 19.2 Thu 11:20 P-HS 4

**Diagnostische Performanz Lehramtsstudierender bei der Bearbeitung von Textvignetten** — •BARBARA STEFFENTORWEIHEN und HEIKE THEYSSEN — Universität Duisburg-Essen

Eine zentrale Fähigkeit im Lehrberuf ist das Diagnostizieren von Lernständen und -prozessen bei Schülerinnen und Schülern. Zur möglichst frühen Unterstützung der Entwicklung dieser Fähigkeit erhalten Lehramtsstudierende der Physik an der Universität Duisburg-Essen in einer Lehrveranstaltung diverse Lerngelegenheiten. Dazu zählen u. a. Theorieanteile zur Diagnostik, Bearbeitungen von Textvignetten im Hinblick auf Diagnostik sowie Diagnostik "on the fly" im Lehr-Lern-Labor (PraxisLab Physik). Um die diagnostische Performanz und deren Entwicklung qualitativ zu untersuchen, werden unterschiedliche Instrumente zur Datenerhebung eingesetzt und aufeinander bezogen analysiert. Dazu gehören ausgewählte Textvignetten sowie schriftliche Reflexionen über die erlebten Situationen im Lehr-Lern-Labor. Im Vortrag liegt der Fokus auf der Auswertung der Bearbeitungen der Textvignetten und den Ergebnissen. Insbesondere wird hierbei die Qualität der einzelnen Diagnosen der Studierenden betrachtet. Das "PraxisLab Physik" ist eingebunden in das im Rahmen der "Qualitätsoffensive Lehrerbildung" vom BMBF geförderte Projekt "Professionalisierung durch Vielfalt (ProViel)" ([www.uni-due.de/proviel/](http://www.uni-due.de/proviel/)).

DD 19.3 Thu 11:40 P-HS 4

**Veränderung der Einstellungen von Lehramtsstudierenden zum Einsatz digitaler Messwerterfassung durch die Auseinandersetzung mit dem Arduino im didaktischen Experimentierpraktikum** — •CHRISTOPHER KURTH, DANIEL WALPERT und RITA WODZINSKI — Universität Kassel, Didaktik der Physik, Heinrich-Plett-Straße 40, 34109 Kassel

Erfahrungen zeigen, dass eine Reihe von Lehramtsstudierenden generelle Vorbehalte gegenüber dem Einsatz von digitalen Messwerterfassungssystemen, insbesondere in Schülerexperimenten hat. Als Gründe werden die häufig geringe Zahl an Geräten, der Blackbox-Charakter und das Vernachlässigen händischer Arbeitsweisen genannt.

Um diesen Vorbehalten zu begegnen, wurden im didaktischen Experimentierpraktikum im Wintersemester 17/18 Möglichkeiten zur Auseinandersetzung mit Einsatzmöglichkeiten des Arduinos zur Messwerterfassung im Physikunterricht geschaffen. Die Studierenden führen darin Experimente zu den Themengebieten Mechanik, E-Lehre, Wär-

me & Energie und Optik durch, die mittels Online-Tutorials und Videoanleitungen angeleitet werden, und analysieren diese unter didaktischen Gesichtspunkten.

Im Vortrag werden die Experimente exemplarisch vorgestellt, ein Einblick in das Online-Tutorial gegeben und über die Ergebnisse der begleitenden, kleinen Evaluationsstudie (Wintersemester 17/18 bis Wintersemester 19/20) berichtet.

DD 19.4 Thu 12:00 P-HS 4

**Entwicklung und Evaluation von Lernarrangements zur Veränderung der Einstellung und Akzeptanz von Lehramtsstudierenden gegenüber der Vermittlung digitaler Kompetenzen** — •DANIEL WALPERT und RITA WODZINSKI — Universität Kassel, Didaktik der Physik, Heinrich-Plett-Straße 40, 34132 Kassel

Die Vermittlung digitaler Kompetenzen kann nur integrativ in den Unterrichtsfächern erfolgen (KMK-Beschluss). Für eine gelungene Umsetzung ist es daher erforderlich, dass alle (angehenden) Lehrkräfte mit dem Einsatz digitaler Medien vertraut sind und ihnen das darin enthaltene Potenzial bewusst ist. Im Physikunterricht stellt die digitale Messwerterfassung einen Anknüpfungspunkt zur Digitalisierung dar.

Im Fokus des Forschungsvorhabens steht die Entwicklung und Evaluation von Lernarrangements, die das Ziel verfolgen eine Veränderung der Einstellungen und Akzeptanz angehender Lehrkräfte gegenüber der Vermittlung digitaler Kompetenzen (am Beispiel digitaler Messwerterfassung) im Physikunterricht zu bewirken.

Mögliche Einflussfaktoren auf eine Einstellungsänderung sind (in Anlehnung an das TPACK-Modell) unter anderem die digitalen Kompetenzen der Studierenden, die wahrgenommene Relevanz digitaler Kompetenzen, die Selbstwirksamkeitserwartung und die Einschätzung zur Umsetzbarkeit im Regelunterricht.

Im Vortrag wird ein Überblick über das Forschungsvorhaben gegeben. Insbesondere wird erläutert, wie die genannten Einflussfaktoren im Fachpraktikum, im didaktischen Experimentierpraktikum und in einem Lehr-Lernlabor-Setting adressiert werden sollen.

DD 19.5 Thu 12:20 P-HS 4

**Experimentierkoffer zur Erprobung schülerzentrierter Unterrichtsphasen** — •LARS-JOCHEN THOMS und RAIMUND GIRWIDZ — Ludwig-Maximilians-Universität München

Im neuen bayerischen „LehrplanPLUS“ ist die Durchführung bestimmter Schülerexperimente verbindlich vorgeschrieben. Diese Versuche eignen sich hervorragend zum Gestalten und Einüben schülerzentrierter Unterrichtsphasen. Experimentierkoffer wurden zusammengestellt, mit denen Studierende in Schulen gehen, um dort das Anleiten schülerzentrierter Unterrichtsphasen zu erproben. Die zentralen Lerninhalte für die Studierenden liegen in diesem Projekt nicht bei der Auswahl, Planung und Durchführung von Experimenten, sondern bei der Entwicklung von Arbeitsmaterialien für lernerzentrierten Unterricht sowie im Erwerb prozessbezogener Kompetenzen und angewandter Lehrprofessionalisierung. Da die durchzuführenden Versuche verbindlich im Lehrplan vorgeschrieben sind, äußerten Lehrkräfte bereits wiederholt ein großes Interesse und eine hohe Bereitschaft, Studierende diese Unterrichtsphasen durchführen zu lassen. Alle Beteiligten profitieren durch die direkte Anknüpfung an aktuelle fachdidaktische Lehr-Lern-Forschung von einer zusätzlichen Möglichkeit, neue Verfahrensweisen

und die Verwendung neuer Medien im Unterrichtseinsatz einüben zu können. Ergänzend und erweiternd werden zur Festigung des Gelernten leicht an den Lehrplan anknüpfbare vertiefende Inhalte bereitgestellt

(z. B. physikalisches Spielzeug). Im Vortrag werden das Projekt und dessen Integration in den Seminarbetrieb, ein Experimentierkoffer als Beispiel sowie erste Evaluationsergebnisse vorgestellt.

## DD 20: Lehr- und Lernforschung 3

Time: Thursday 11:00–12:40

Location: P-HS 5

DD 20.1 Thu 11:00 P-HS 5

**Ein Ton besteht aus Abermillionen Teilchen – Sichtweisen von Kindern auf Schall** — ●SONJA VEITH — Leibniz Universität Hannover

Die Rekonstruktion von Schüler\*innenperspektiven als Grundlage von didaktischen Strukturierungen ist ein wichtiges Forschungsgebiet. Das Thema Schall ist, aufgrund seiner Lebensnähe und Komplexität, ein interessantes Unterrichtsthema für verschiedene Altersstufen.

Als Erhebungsdesign ist deswegen eine Querschnittstudie gewählt worden, in der von der Grundschule bis in die Oberstufe Vorstellungen erforscht und verglichen werden sollen. Vorgestellt werden die Ergebnisse der Interviewstudie mit Grundschulkindern mit handlungsorientierten Anteilen. Diese wurde im phänomenografischen Forschungsparadigma durchgeführt und ausgewertet (Marton und Booth 1997). Bei der Erhebung kam eine Black Box (Rode und Friege 2017) zum Einsatz, um Modellvorstellungen bei den Kindern anzuregen, und ein Schlierenaufbau (Crockett und Rueckner 2018), mit dem sich Schall sichtbar machen lässt, um das Phänomen Schall auf verschiedenen Wahrnehmungsebene anzusprechen.

DD 20.2 Thu 11:20 P-HS 5

**MINT-Lehrer-Nachwuchsförderung: Entwicklung eines Testinstruments zur Untersuchung von Schülerkonzepten zu den Tätigkeiten von Lehrkräften** — ●CARSTEN KAUS<sup>1</sup>, CHRISTINA LÜDERS<sup>1</sup>, JAN HEYSEL<sup>1,2</sup> und HEIDRUN HEINKE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>RWTH Aachen University — <sup>2</sup>Universität Bonn

MINT-Lehrkräfte fehlen bereits jetzt an den deutschen Schulen. Dieser Mangel wird in den nächsten Jahren nochmals deutlich größer werden. Das 2013 begonnene MILENa-Programm ist ein Ansatz diesem Lehrermangel entgegenzuwirken. Die Kernidee des Programms ist, dass SchülerInnen der Jahrgangsstufen 10 (EF) oder 11 (Q1) bereits während ihrer Schulzeit erste Lehrerfahrungen in MINT-Fächern sammeln. Diese werden von universitären Veranstaltungen (aktuell der RWTH-Aachen und der Universität Bonn) begleitet. Hierdurch sollen die SchülerInnen ein umfassenderes Bild vom Lehrberuf und von den Studienmöglichkeiten in den MINT-Fächern erhalten. Diese bessere Informiertheit vor Aufnahme eines Studiums soll letztendlich zu einer größeren Anzahl an MINT-Lehramts-Absolventen beitragen. Begleitend zum MILENa-Programm soll theoriegeleitet ein Fragebogen entwickelt werden, der den Fokus insbesondere auf die von den SchülerInnen wahrgenommenen Tätigkeiten von Lehrkräften legt. Dieser Fragebogen soll mit Hilfe der SchülerInnen des MILENa-Programms getestet und evaluiert werden. Zusätzlich zielt die Studie auf genauere Aussagen zur Wirksamkeit des MILENa-Programms sowie auf konkrete Anhaltspunkte für eine konstruktive Weiterentwicklung des Programmes.

DD 20.3 Thu 11:40 P-HS 5

**Der Einfluss der Pinkifizierung von Experimentierkästen auf Geschlechterstereotype im MINT-Bereich** — ●VERENA AUER, CHRISTOPHER HINTERHAUSER und ALEXANDER STRAHL — Universität Salzburg, School of Education, AG Didaktik der Physik

Seit vielen Jahren wird versucht, Schülerinnen gezielt für Technik und Naturwissenschaften zu begeistern. Ein Blick auf den Status Quo im beruflichen und universitären MINT-Feld verdeutlicht aber, dass es bisher nicht gelang, das Klischee der männlichen Technik und Naturwissenschaften abzulegen und den Frauenanteil in diesen Bereichen zu erhöhen. Von fehlenden Vorbildern für Mädchen bis hin zur Analyse der Einschätzung der eigenen Fähigkeiten von Mädchen in den MINT-Fächern gibt es zahlreiche Studien, in denen bereits eine Vielzahl von möglichen Einflussfaktoren beleuchtet wurden. Der Ansatz der Pinki-

fizierung wurde bisher noch wenig beleuchtet. Bei der Pinkifizierung handelt es sich um eine soziale Konstruktion, welche die Farbe Rosa den Mädchen und die Farbe Blau den Jungen zuordnet. Gerade Spielwarenhersteller setzen gezielt auf die geschlechtsspezifische Vermarktung, was infolgedessen auf die Vermännlichung von Technik und den Naturwissenschaften und dementsprechend auf die Stereotypisierung Einfluss nehmen kann. Für den MINT-Bereich sind dabei die sog. Experimentierkästen von Bedeutung, deren Gestaltung in den meisten Fällen eindeutig das männliche oder weibliche Geschlecht anspricht. In der vorgestellten Studie wurde der Frage nachgegangen, inwiefern die Pinkifizierung von Experimentierkästen im MINT-Bereich zum Erhalt oder zur Reduktion von Geschlechterstereotypen beiträgt.

DD 20.4 Thu 12:00 P-HS 5

**Lernen mit multiplen Repräsentationen in Physik-Experimenten mit mobiler Videoanalyse** — SEBASTIAN BECKER<sup>1</sup>, ●ALEXANDER GÖSSLING<sup>2</sup>, PASCAL KLEIN<sup>1</sup> und JOCHEN KUHN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Technische Universität Kaiserslautern, Erwin-Schrödinger-Str. 1, 67663 Kaiserslautern — <sup>2</sup>Marienschule Bielefeld, Sieboldstraße 4a, 33611 Bielefeld

Obwohl physikalische Experimente beim naturwissenschaftlichen Lernen eine Schlüsselrolle einnehmen, haben Wirksamkeitsstudien zur Integration digitaler, multimedialer Lernwerkzeuge in Experiment-basierten Lernprozessen noch immer Seltenheitswert. Dabei bieten diese im Besonderen die Möglichkeit, den experimentellen Lernprozess durch eine Visualisierung von Messdaten in multiplen, externen Repräsentationsformen (MER) zu unterstützen. MER wird für das Lernen in den Naturwissenschaften im Allgemeinen eine lernwirksame Rolle zugeschrieben, insbesondere bezüglich des konzeptionellen Verständnisses. In diesem Beitrag werden die Ergebnisse von quasi-experimentellen Feldstudien zur Untersuchung der Wirkung eines speziellen digitalen Lernwerkzeugs, der Tablet-PC-gestützten Videoanalyse, in einem Experiment-basierten Unterrichtsszenario vorgestellt. Durch den Vergleich mit traditionell unterrichteten Kontrollgruppen konnte die lernförderliche Wirkung bezüglich konzeptionellen Verständnisses replizierbar nachgewiesen werden. Darüber hinaus konnte belegt werden, dass Schülerinnen und Schüler durch das Experimentieren mit dem Tablet-PC signifikant geringer kognitiv belastet werden.

DD 20.5 Thu 12:20 P-HS 5

**Problemlösestrategien bei physikalischen Aufgaben mit linearen Graphen: Eine Eye-Tracking-Analyse** — ●STEFAN KÜCHEMANN, SEBASTIAN BECKER, PASCAL KLEIN und JOCHEN KUHN — Fachbereich Physik - Didaktik der Physik, TU Kaiserslautern, Erwin-Schrödinger-Straße 46, 67663 Kaiserslautern

Lineare Graphen sind wesentliche Formate, um konzeptionelles Wissen in der Physik - insbesondere in der Kinematik - zu testen und zu instruieren. Obwohl es ein breites Forschungsinteresse in diesem Gebiet gibt, in der die Validität und Reliabilität solcher Tests untersucht werden, ist wenig über die kognitiven Prozesse der Lernenden bei der Lösung von Problemen mit linearen Graphen bekannt. In dieser Arbeit untersuchen wir das Blickverhalten von Oberstufenschülerinnen und -schülern, die quantitative Aufgaben des weitverbreiteten *Test of Students' Understanding of Graphs in Kinematics* (TUG-K) lösen, welche das Steigungs- und Flächenkonzept adressieren. Insbesondere zeichnen sich signifikante Unterschiede in der visuellen Aufmerksamkeitsverteilung und der Vernetzung relevanter Informationen zwischen Lernenden mit korrekter und mit inkorrekt Lösung ab. Das Blickverhalten und die mathematische Lösungsstrategie wurden retrospektiv durch lautes Denken bei Betrachtung des eigenen Blickmusters miteinander verknüpft.



## DD 21: Neue Konzepte 3

Time: Thursday 11:00–12:40

Location: P-HS 6

DD 21.1 Thu 11:00 P-HS 6

**Von Schnee- und Elektronenlawinen: Entwicklung eines Erklärvideos zu Einzelphotonendetektoren** — PHILIPP BITZENBAUER, ANNA DONHAUSER und JAN-PETER MEYN — Didaktik der Physik, FAU Erlangen

Analogiebildung ist ein methodisches Werkzeug zur Förderung naturwissenschaftlicher Lernprozesse. Für die Nutzung von Analogien im Unterricht entwickelte Kircher ein schematisches Muster. Auf dessen Grundlage wurde für das Erlanger Unterrichtskonzept zur Quantenoptik und für die Vermittlung des Lernbereichs "Einzelphotonendetektoren" eine Analogie erarbeitet. Die Funktionsweise dieser Einzelphotonendetektoren wird den Lernenden dabei in Analogie zum Entstehen und Abgehen von Schneelawinen zugänglich gemacht. Ein für die Vermittlung dieser Analogie konzipiertes Erklärvideo führt die Schülerinnen und Schülern im Rahmen einer Unterrichtssequenz schrittweise durch die funktionalen Zusammenhänge und Entsprechungen. Die Akzeptanz der Analogie als Lernhilfe wurde in Akzeptanzbefragungen mit Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe evaluiert. Die Analogie, deren Visualisierung, die Kozeption des Erklärvideos sowie die Ergebnisse der Akzeptanzbefragung werden vorgestellt.

DD 21.2 Thu 11:20 P-HS 6

**Vergleich von Zugängen zur Mechanik in der Sekundarstufe I** — MARCO SEITER<sup>1</sup>, HEIKO KRABBE<sup>1</sup> und THOMAS WILHELM<sup>2</sup> — <sup>1</sup>AG Didaktik der Physik, Ruhr-Universität Bochum — <sup>2</sup>Institut für die Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt am Main

Forschung zeigt, dass SchülerInnen große Lernschwierigkeiten beim physikalischen Kraftbegriff haben. Auch nach dem Unterricht verfügen sie über kein angemessenes Verständnis (Schecker et al., 2018).

Mit dem Münchener Mechanikkurs wurde ein alternativer Zugang entwickelt. Besonderheit ist die Betrachtung zweidimensionaler Bewegungen unter Kraftstößen. Dabei wird vollständig auf die Beschleunigung verzichtet, indem die Zusatzgeschwindigkeit betrachtet wird. Der Münchener Mechanikkurs wurde in mehreren Studien im Vergleich zu nicht genauer spezifiziertem "konventionellen" Unterricht erfolgreich evaluiert (Wodzinski, 1996; Tobias, 2010). Allerdings wurden dabei neben der Elementarisierung auch andere Parameter (bspw. Medien) verändert, wodurch der Erfolg nicht genau zugeordnet werden kann.

Eine Konsolidierungsstudie soll nun die Ergebnisse im Vergleich zu einem standardisierten Lehrgang replizieren. Dem Münchener Mechanikkurs wird ein neuer eindimensionaler Lehrgang mit konstanten Kräften gegenübergestellt, der alle anderen Parameter kontrolliert. Hierbei unterrichtet im Schuljahr 19/20 eine Gruppe von Lehrkräften (N=11) nach dem zweidimensionalen mit insgesamt 15 Klassen und eine andere Gruppe (N=11) nach dem eindimensionalen Konzept mit 15 Klassen. In dem Vortrag werden das Studiendesign, die beiden Lehrgänge und erste Ergebnisse vorgestellt.

DD 21.3 Thu 11:40 P-HS 6

**Beschreiben, Erklären und Begründen im Versuchsprotokoll: Erste Ergebnisse des SchriFT-II-Projektes im Fach Physik** — PHILIP TIMMERMAN und HEIKO KRABBE — Ruhr-Universität Bochum, AG Didaktik der Physik

In der Fortsetzung des interdisziplinären BMBF-Verbundprojektes "Schreiben im Fachunterricht der Sekundarstufe 1 unter Einbeziehung des Türkischen, SchriFT II" (2017-2020) wird erforscht, inwiefern gezieltes Einüben der sprachlich-kognitiven Handlungen BESCHREIBEN, ERKLÄREN und BEGRÜNDEN in fachspezifischen Textsorten eine fächerübergreifende Koordination der Sprachförderung in den Fächern Geschichte, Physik, Politik und Technik mit dem Deutsch- und türkischem Herkunftssprachenunterricht ermöglicht.

Nach Schmölzer-Eibinger et al. (2017) können nicht alle Schülerinnen und Schüler (SuS) von Anfang an etwas beschreiben, erklären oder

begründen - dies sollte auch im Fachunterricht entwickelt werden.

In einer Intervention in zehn 8. Klassen an NRW-Gesamtschulen wird untersucht, inwieweit SuS das Schreiben von Versuchsprotokollen im Physikunterricht sprachlich, funktional und technisch erwerben, indem sie differenzierte Textprozeduren (Feilke, 2014) mithilfe des "Genre-Cycles" (Rose & Martin, 2012) in Einheiten von je 270 Minuten zu den Themen elektrische Ladung (beschreiben), Stromstärke (erklären) und Spannung (begründen) üben. Es gibt zwei Interventionsgruppen: eine konzentriert sich auf die spezifischen Handlungsmuster, die andere auf die sprachlichen Ausdrucksmittel der drei Handlungen. Der Vortrag gibt Einblicke in die Intervention und zeigt Ergebnisse auf.

DD 21.4 Thu 12:00 P-HS 6

**Die Fahrradkette als tragende Analogie im Elektrizitätslehreunterricht der Mittelstufe** — MICHAEL KAHNT und ROLAND BERGER — Universität Osnabrück, Arbeitsgruppe Physikdidaktik

Im Elektrizitätslehreunterricht der Mittelstufe sind verschiedene Analogien verbreitet, um den Schülerinnen und Schülern z. B. die Idee des geschlossenen Stromkreislaufs, die Kontinuitätsvorstellung des Elektronenstroms zur Vorbeugung der Stromverbrauchsvorstellung oder den Spannungs- oder Potenzialbegriff verständlich zu machen. Alle Analogien haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile. Die Fahrradkette als Analogie zeichnet sich u. a. dadurch aus, dass sie den Schülerinnen und Schülern sehr vertraut ist. Daher ist ein Unterricht für die Elektrizitätslehre der Mittelstufe entwickelt worden, in dem durchgängig auf die Fahrradkette (und Riemenantriebe) zurückgegriffen wird. Wichtige Aspekte des Unterrichts sind z. B. die gleichzeitige Einführung der Begriffe Spannung, elektrischer Strom und Widerstand sowie die Arbeit mit dem Potenzial und der Spannung als Potenzialunterschied. Empirische Untersuchungen zeigen, dass Unterrichtskonzeptionen, die den Potenzialbegriff verwenden (z. B. Burde, 2018, Gleixner, 1998) eine hohe Lernwirksamkeit erzielen, speziell hinsichtlich der Differenzierung von elektrischem Strom und Spannung. Der entwickelte Unterricht wurde in vier neunten Klassen eines Gymnasiums durchgeführt, evaluiert und wird nun für eine nachfolgende Studie optimiert. Im Vortrag werden wichtige Unterrichtsinhalte vorgestellt sowie von den Ergebnissen der Unterrichtsvaluation berichtet.

DD 21.5 Thu 12:20 P-HS 6

**Ein kontextstrukturiertes Unterrichtskonzept mit Potenzial** — JAN-PHILIPP BURDE<sup>1</sup>, LIZA DOPATKA<sup>2</sup>, VERENA SPATZ<sup>2</sup>, MARTIN HOPF<sup>3</sup>, THOMAS WILHELM<sup>4</sup>, THOMAS SCHUBATZKY<sup>5</sup>, CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER<sup>5</sup> und LANA IVANJEK<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Universität Tübingen — <sup>2</sup>TU Darmstadt — <sup>3</sup>Universität Wien — <sup>4</sup>Goethe-Universität Frankfurt — <sup>5</sup>Karl-Franzens-Universität Graz

Ein Ziel des binationalen Projektes "Elektrizitätslehre mit Potenzial – Elektrizitätslehre mit Kontexten" (EPo-EKo) besteht darin, den Elektrizitätslehreunterricht lernwirksamer und interessanter zu gestalten. Im Vorjahr wurde deshalb zunächst das Frankfurter Unterrichtskonzept weiterentwickelt, das sich als lernförderlicher als der traditionelle Unterricht erwiesen hat, allerdings rein fachsystematisch ausgerichtet ist. Spätestens seit den KMK-Beschlüssen wird jedoch eine stärkere Kontextorientierung im Physikunterricht angestrebt. Vor dem Hintergrund, dass bisher jedoch kein kontextorientiertes und empirisch evaluiertes Unterrichtskonzept zu einfachen Stromkreisen existiert, wurde im Rahmen des EPo-EKo-Projektes ein kontextstrukturiertes Unterrichtskonzept auf Basis der Sachstruktur des bereits erfolgreichen Frankfurter Unterrichtskonzepts entwickelt. Indem die jeweiligen fachlichen Inhalte an möglichst interessanten und authentischen Fragestellungen erarbeitet werden, dabei aber auf die bewährte Sachstruktur des Frankfurter Unterrichtskonzepts zurückgegriffen wird, soll das Interesse und das konzeptionelle Verständnis der Lernenden gleichermaßen gefördert werden. Im Vortrag werden die Grundideen des kontextstrukturierten Unterrichtskonzepts an diversen Beispielen vorgestellt.

## DD 22: Sonstiges

Time: Thursday 11:00–12:40

Location: P-HS 7

DD 22.1 Thu 11:00 P-HS 7

**Wasserspiele in der Phänomenta Flensburg** — ●BERNADETTE SCHORN — Abteilung für Physik und ihre Didaktik und Geschichte, Europa-Universität Flensburg

Für den Frühsommer 2020 ist im Science Center Phänomenta in Flensburg eine Sonderausstellung zum Thema Wasser geplant. Mithilfe von interaktiven Exponaten sollen physikalische Aspekte im Kontext Wasser veranschaulicht und erschließbar gemacht werden. In der Ausstellung werden einige bereits am phaeno Wolfsburg erprobte Stationen verwendet. Zudem werden in Zusammenarbeit von der Europa-Universität Flensburg, der Phänomenta und der Flensburger Schiffbau-Gesellschaft konzipierte Exponate einen Teil der Ausstellung bilden. Im Rahmen des Vortrags werden konzeptionelle Überlegungen und die entsprechende Umsetzung sowie die begleitende Evaluation der Ausstellung vorgestellt.

DD 22.2 Thu 11:20 P-HS 7

**Schwimmen in der Luft. Mikroskopische Effekte im Alltag** — ●H. JOACHIM SCHLICHTING — Fachbereich Physik Universität Münster 48149 Münster

Alltagsphysik ist nicht auf klassisch-makroskopische Sachverhalte beschränkt. Manche Phänomene reichen bis in die Nanophysik hinein. Sie regen dazu an, sich mit dem oft antiintuitiven Verhalten natürlicher Systeme in Größenbereichen unterhalb der Wahrnehmungsschwelle zu befassen. Einige Aspekte werden beispielhaft aufgezeigt und zur Diskussion gestellt.

DD 22.3 Thu 11:40 P-HS 7

**Farbexperimente mit RGB-Leuchtdioden** — CHRISTIAN HANISCH, ●WOLFGANG OEHME und MICHAEL ZIESE — Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Universität Leipzig

An die optische Bank angepasste Leuchten mit RGB-Leuchtdioden gestatten es, unterschiedliche Farbfelder zu erzeugen, zu überlagern, mit Prismen zu zerlegen und mit den Grundregeln der additiven Farbmischung zu analysieren. Im Vortrag wird die Experimentieranordnung vorgestellt und das Vorgehen anhand ausgewählter Beispiele erläutert.

DD 22.4 Thu 12:00 P-HS 7

**Radiometrie des farbigen Schattens** — ●MATTHIAS RANG<sup>1</sup> und JOHANNES GREBE-ELLIS<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Forschungsinstitut am Goetheanum, Dornach — <sup>2</sup>Bergische Universität Wuppertal

Es wird eine strahlungsphysikalische Beschreibung des so genannten farbigen Schattens vorgestellt. Das Phänomen wird üblicherweise zu den physiologischen Kontrastphänomenen gerechnet, mit denen das Auge durch Adaption auf variable Beleuchtungsbedingungen reagiert. Während im Fall der Farbkonstanz die Adaptionsleistung des Auges die Rekonstruktion der Eigenfarbigkeit von Körpern gestattet, ist für den farbigen Schatten gezeigt worden, dass eine unbunte Fläche ihre wahrgenommene Farbigkeit in Abhängigkeit von der Umgebungsbeleuchtung ändert, auch wenn das spektrale Profil der Fläche invariant ist. Dieser Widerspruch hat bisher den Eindruck erweckt, dass das Phänomen des farbigen Schattens einer radiometrischen Analyse nicht zugänglich ist. Wir haben im Gegensatz dazu eine radiometrische Beschreibung entwickelt, die ermöglicht, die bisher wahrnehmungsphysiologisch begründete Verwandtschaft zwischen Farbkonstanz und farbigem Schatten aus strahlungsphysikalischer Sicht zu verstehen.

DD 22.5 Thu 12:20 P-HS 7

**Theoretische Physik in der Schule** — ●JOHANNES BOCH — Universität Bonn/King's College London

Zentrale Konzepte der Theoretischen Physik (Symmetrie, Invarianz, Geometrie von Raum und Zeit, Wahrscheinlichkeit und Quantisierung u. a.) spielen im deutschen Schulunterricht kaum eine Rolle: In der Sekundarstufe I kommen sie in der Regel nicht, in der Sekundarstufe II allenfalls am Rande vor. Auch in der fachdidaktischen Diskussion fehlt bislang eine kritische Erörterung der Bedeutung dieser Konzepte im Physikunterricht.

Im Vortrag wird die These vertreten, dass eine stärkere Berücksichtigung der Theoretischen Physik im Schulunterricht in dreierlei Hinsicht Chancen bietet. Erstens kann sie Schülern das Weltbild der Physik besser im konzeptuellen Überblick vermitteln. Zweitens kann sie der Tendenz entgegenwirken, dass Schüler eine überwiegend empiristische Vorstellung von der Natur der Physik und ihrer Forschungspraxis entwickeln. Drittens könnte sie dazu beitragen, ein breiteres, auch mehr mathematisch orientiertes Schülerspektrum für die Physik zu begeistern.

## DD 23: Experimente 2

Time: Thursday 14:00–15:00

Location: P-HS 3

DD 23.1 Thu 14:00 P-HS 3

**Von Goethes farbigen Schatten zur Zweifarbenprojektion nach Land – Ein Experiment mittels zweier Beamer** — ●FRANZISKA BRANZ — Pädagogische Hochschule Weingarten

In seinen Experimenten zur Zweifarbenprojektion projiziert Edwin Land zwei Schwarz-Weiß-Aufnahmen einer natürlichen Szene mittels Dia-Projektoren übereinander. Es wird ein Rotfilter eingesetzt, sodass eine Aufnahme mit weißem, die andere mit rotem Licht projiziert wird. Werden beide Projektionen übereinandergelegt, entsteht ein fast natürlicher Farbeindruck der Szene. Die Zweifarbenprojektion deckt damit einen Widerspruch zur additiven Farbmischung auf, den bereits Goethe an farbigen Schatten beschrieb. Im Vortrag wird ein digitales Arbeitsmaterial vorgestellt, mit dem die Beobachtungen Goethes zu farbigen Schatten in die Zweifarbenprojektion nach Land überführt werden können. Widersprüche zur additiven Farbmischung werden durch das Arbeitsmaterial für Schülerinnen und Schüler sichtbar und erlebbar. Untersuchungen von Wilson und Brocklebank sollen dabei helfen, die Bedingungen für die Farbentstehung zu erkunden. Das von mir digitalisierte Experiment erfolgt mittels zweier Beamer und PowerPoint-Folien. Auf Vorteile und Grenzen des Arbeitsmaterials wird im Vortrag eingegangen.

DD 23.2 Thu 14:20 P-HS 3

**Detektor zum Messen von kosmischen Teilchen als Schülerprojekt** — ●MARVIN PETER<sup>1</sup>, HANS-GEORG ZAUNICK<sup>1</sup>, LUKAS NIES<sup>2</sup> und KAI-THOMAS BRINKMANN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>II. Physikalisches Institut, Justus-Liebig-Universität Giessen — <sup>2</sup>CERN, Genf/CH

Wir präsentieren ein preiswertes Detektorsystem für kosmische Strahlung, das aus einem Plastikszintillator mit SiPM-Auslese und einem Raspberry Pi-Minicomputer mit eigens entwickeltem Aufsteckboard besteht. Mithilfe eines auf dem Aufsteckboard befindlichen GPS-Moduls ist es möglich, auf wenige Nanosekunden genaue Zeitstempel für die Signale zu erzeugen und mehrere Stationen miteinander zu synchronisieren. Auch eine Energiemessung ist dank des integrierten ADCs realisierbar. Durch das Vernetzen von Messstationen erhoffen wir uns, mehr über die Herkunft der extraterrestrischen Teilchen zu erfahren. Dabei soll Schulen und Privatpersonen die Möglichkeit gegeben werden, eigenständig eine solche Detektorstation zu betreiben und vor allem Schülern sollen Einblicke in die Teilchenphysik, Elektronik und Informatik gewährt werden. So kann ihnen die Arbeitsweise von Physikern näher gebracht werden.

DD 23.3 Thu 14:40 P-HS 3

**Freihandkoffer Physik - zahlreiche Möglichkeiten mit einem Handgriff** — ●SILVIA ALEXANDRA HAVLENA<sup>1</sup>, VERENA AUER<sup>2</sup>, MARIE-CHRISTIN FRITZ<sup>2</sup>, AUGUSTINUS ASENBAUM<sup>2</sup> und ALEXANDER STRAHL<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Pädagogische Hochschule Salzburg Stefan Zweig, Institut für Didaktik, Unterrichts- und Schulentwicklung — <sup>2</sup>Universität Salzburg, School of Education, AG Didaktik der Physik

Das Experiment als fachspezifische Arbeitsweise hat festen Bestandteil im Physikunterricht. Gerade Freihandversuche bergen hier ein enormes Potential: mit einfachen Mitteln und somit ohne großen Geräteaufwand können grundlegende physikalische Phänomene beobachtet werden. Die Physikstudierenden der Universität Salzburg beschäftigen sich

bereits seit 2016 mit der Frage, welche Freihandversuche sich besonders gut für den Unterricht eignen. In Form eines eigens konzipierten Freihandkoffers werden zu diesem Zweck verschiedene Versuche zur Mechanik, Optik, Thermodynamik und Elektrizitätslehre zusammengetragen, im Rahmen der Lehrveranstaltung "Schulversuchspraktikum" erprobt und für den Einsatz im Unterricht optimiert. Alle Versuche werden außerdem von den Studierenden schriftlich dokumentiert und

als Versuchsanleitung, die ein effizientes Arbeiten mit dem Koffer ermöglicht, gesammelt. Am Ende der Lehrveranstaltung erhalten alle Studierenden ihren eigenen Freihandkoffer und können hierdurch im Unterricht sofort auf ein breites Repertoire möglicher Freihandversuche zurückgreifen. Im Vortrag wird zum einen auf die Evolution des Freihandkoffers eingegangen und zum anderen der Aufbau sowie die Inhalte verschiedener Kofferversionen präsentiert.

## DD 24: Neue Medien 3

Time: Thursday 14:00–15:00

Location: P-HS 4

DD 24.1 Thu 14:00 P-HS 4

**Vergleichsstudie zum Computereinsatz in der Newton'schen Mechanik** — ●JANNIS WEBER und THOMAS WILHELM — Goethe-Universität Frankfurt am Main

Die Grundaussagen der Newton'schen Mechanik sind aufgrund vielfältiger und dazu scheinbar widersprüchlicher Alltagswahrnehmungen für Schülerinnen und Schüler nur schwer zu erlernen. Dies zeigt sich immer wieder in einem nicht angemessenen Kraftverständnis und hartnäckigen Fehlvorstellungen im Bereich der Mechanik. Auch nach dem herkömmlichen Unterricht zeigen sich diese Probleme häufig weiterhin. Dies liegt auch daran, dass der Unterricht idealisierte Laborsituationen überbetont, die für Lernende häufig nichts mit der Realität zu tun haben. In der hier vorgestellten Studie geht es darum, zwei Zugänge zur Newton'schen Mechanik zu untersuchen, die die Behandlung von komplexen und authentischen Bewegungen ermöglichen, und herauszufinden, ob es einen Einfluss auf das Konzeptverständnis der Newton'schen Mechanik hat, auf welche Weise der Zusammenhang zwischen Kräften und Bewegung vertieft wird. Dazu wird eine kompakte Intervention nach dem traditionellen Physikunterricht durchgeführt, bei der eine Gruppe Bewegungen mit mathematischer Modellbildungssoftware modelliert, während die andere Gruppe Messdaten mithilfe der Videoanalyse aufnimmt und analysiert. Die Experimente und physikalischen Inhalte sind dabei für beide Gruppen identisch. Erhoben werden dabei neben dem Konzeptverständnis der Newton'schen Mechanik auch einige affektive Merkmale, der Cognitive Load und das Modellverständnis der Lernenden. Erste Ergebnisse der Hauptstudie werden vorgestellt.

DD 24.2 Thu 14:20 P-HS 4

**iVoltage - Einsatz einer Simulation im E-Lehre-Praktikum** — ●THOMAS WEATHERBY<sup>1</sup>, THOMAS WILHELM<sup>1</sup>, JAN-PHILIPP BURDE<sup>2</sup>, SEBASTIAN KAPP<sup>3</sup>, MICHAEL THEES<sup>3</sup>, FABIAN BEIL<sup>3</sup> und JOCHEN KUHN<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Uni Frankfurt, Deutschland — <sup>2</sup>AG Didaktik der Physik, Universität Tübingen, Deutschland — <sup>3</sup>AG Didaktik der Physik, Technische Universität Kaiserslautern, Deutschland

Mithilfe von verschiedenen Darstellungen können abstrakte physikalische Größen und deren Zusammenhänge Lernenden nähergebracht werden. Im Rahmen des Forschungsprojektes iVoltage (Investigation

of Visualisation with Multimedia Learning Technologies for Augmenting Electrical Experiments) wird die Effektivität von verschiedenen Medien sowie Darstellungen auf das Verständnis der Studierenden beim Thema "einfache Stromkreise" im Rahmen des Anfänger-Praktikums untersucht.

Im Vortrag wird eine Simulation vorgestellt, in der einfache Stromkreise durch Klicken zusammengestellt werden können. Das Potenzial wird durch einen Farbverlauf Blau-Weiß-Rot dargestellt und die Stromstärke durch jedes Bauteil durch die Dicke eines überlagerten Pfeiles. Die Spannungen und Stromstärken bei jedem Bauteil werden numerisch angezeigt, so dass auch eine quantitative Beschäftigung mit dem Thema möglich ist. Dazu werden Ergebnisse aus einer Mixed-Methods-Studie zum Einsatz der Simulation im Praktikum zu Elektrizitätslehre des Studiengangs Lehramt für Haupt- und Realschule an der Goethe Universität Frankfurt am Main präsentiert.

DD 24.3 Thu 14:40 P-HS 4

**Digitale Unterrichtsmaterialien zum Elektronengasmodell** — ●WOLFGANG LUTZ<sup>1</sup>, JAN-PHILIPP BURDE<sup>2</sup>, THOMAS WILHELM<sup>3</sup> und THOMAS TREFZGER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik und ihre Didaktik, Julius Maximilians Universität Würzburg — <sup>2</sup>Institut für Didaktik der Physik, Eberhard Karls Universität Tübingen — <sup>3</sup>Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

In der Studie von Burde (2018) führte das Elektronengasmodell bei Schülerinnen und Schülern zu einem besseren Verständnis der Grundgrößen  $U$ ,  $I$  und  $R$  und deren Wechselbeziehungen. Dabei wurden zur Entwicklung der Modellvorstellung ikonische Darstellungen genutzt, die nun durch selbstentwickelte realitätsnahe Animationen weiterentwickelt wurden. Auf diese Weise lässt sich die zugrundeliegende Modellvorstellung direkt auf ein Demonstrations- bzw. Schülerexperiment übertragen.

Die für den traditionellen Unterricht konzipierten Lerneinheiten wurden zusätzlich videographiert und können auch im Sinne eines Flipped Classrooms eingesetzt werden. Die Wirksamkeit beider Unterrichtsmethoden mit den Schwerpunkten Lernleistung und experimentelle Kompetenz soll mit einer Vergleichsstudie empirisch erfasst werden.

Im Vortrag werden die entwickelten Materialien exemplarisch vorgestellt und das Studiendesign detaillierter erläutert.

## DD 25: Neue Konzepte 4

Time: Thursday 14:00–15:00

Location: P-HS 5

DD 25.1 Thu 14:00 P-HS 5

**Strukturbildungen im Kontext Küste und Meer physikdidaktisch rekonstruieren** — ●KAI BLIESMER und MICHAEL KOMOREK — Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Im niedersächsischen Wattenmeer bieten außerschulische Lernorte vielfältige Bildungsformate, die die interessierte Öffentlichkeit für Besonderheit und Bedrohtheit von Küste und Meer sensibilisieren. Die Angebote fokussieren jedoch einseitig auf biologische Themen; korrespondierende Phänomene der unbelebten Natur wie Strömungen und Strukturbildungen werden nur am Rande thematisiert. Die Leitenden der Lernorte wünschen sich zwar mehr physikalische Zugänge in ihren Angeboten, benötigen aber eine Unterstützung bei deren Aufarbeitung und Integration. Deshalb wird in einem von der DBU geförderten Projekt eine Didaktische Rekonstruktion im Bereich Strömungen und Strukturbildungen im Kontext Küste und Meer durchgeführt. Hierzu gehört zunächst die Analyse der fachlichen Perspektive. Im Anschluss erfolgen

empirischen Untersuchungen, um die Perspektive von Besuchenden auf das Themenfeld zu erheben. Unterschiede und Gemeinsamkeiten beider Perspektiven werden herausgearbeitet, um davon ausgehend Bausteine für didaktische Strukturierungen zu entwickeln. Diese Bausteine und deren Genese werden mit den Lernleitenden diskutiert, denn ihre Sicht ist mit entscheidend für die Implementation neuer Exponate oder Lernstationen. Neben konkreten Vorschlägen für Exponate ist ein Produkt dieser fachdidaktischen Wissenschaftskommunikation eine Broschüre, die den Lernorten hilft, sich weiterzuentwickeln.

DD 25.2 Thu 14:20 P-HS 5

**Design-based Research in Schülerlaboren und an weiteren außerschulischen Lernorten** — ●MICHAEL KOMOREK und CHRISTIN SAJONS — Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Science Center, Schülerlabore, Wissenschaftsmuseen, Nationalparkhäuser u. a. haben eine hohe Attraktivität für Laien und Schüler/innen. An diesen Orten sollen sie freier, effektiver, selbstbestimmter und

nachhaltiger lernen und experimentieren können als in der Schule. Im Programm GINT ([www.uni-oldenburg.de/gint/](http://www.uni-oldenburg.de/gint/)) arbeiten 15 Doktorand/innen aus sieben Disziplinen von fünf Universitäten. Sie untersuchen empirisch, welche Angebots-Nutzungs-Prozesse an außerschulischen Lernorten, insbesondere in Schülerlaboren, ablaufen und wie diese zu charakterisieren sind. Im Vortrag wird berichtet, wie mit dem design-based research Ansatz konkrete Lernangebote analysiert und zusammen mit den Lernortbetreibenden verbessert werden und wie gleichzeitig generalisierbares Wissen über außerschulische Lernprozesse und Gelingensbedingungen gewonnen wird. Daten werden auch bei Lehrkräften und Lernortbetreibenden erhoben. Begleitende Befragung, verschiedene fokussierende Interviewformen und pre-post-Fragebögen werden als ökologisch valide Methoden genutzt. Datenbasierten Veränderungen der Lernangebote hinsichtlich Kontextualisierung, Problemorientierung und Selbstbestimmung haben zu deutlichen Verbesserungen beim fachlichen Lernen, bei der Wahrnehmung der Lernsituation und bei der Selbstwahrnehmung geführt. Im Programm werden zudem Formen der (komplementären) Vernetzung zwischen außerschulischen Lernorten erprobt und in Schulcurricula implementiert.

DD 25.3 Thu 14:40 P-HS 5

**Energiekonversion im Laser – physikalische Basiskonzepte im Schülerexperimentalkurs** — ●CARSTEN NOWAK — Georg-August-

Universität Göttingen, XLAB - Göttinger Experimentallabor für junge Leute

Laser sind für Schülerinnen und Schüler attraktive Systeme, in denen eine Reihe physikalischer Inhalte schulischer Curricula der Qualifikationsphase Anwendung finden. Insbesondere atom-, wellen- und quantenphysikalische Phänomene sind zentral für das Prinzip der Lichtverstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung und für Laseranwendungen.

Vor diesem Hintergrund wurde am XLAB - Göttinger Experimentallabor für junge Leute ein mehrtägiger Schülerexperimentalkurs entwickelt, in dem laserrelevante physikalische Phänomene mit Fokus auf die Basiskonzepte Energieumwandlung, Struktur von Atomen und Festkörpern sowie Wellen- und Quantenphänomene erarbeitet werden. Für den Experimentalkurs wurden optisch gepumpte Praseodym dotierte YLiF<sub>4</sub> Lasersysteme eingesetzt. Diese Lasersysteme sind mit Pumplicht und fundamentaler Laseroszillation im sichtbaren gut geeignet um durch Schülerinnen und Schüler aufgebaut zu werden und erlauben eine Vielzahl von Experimenten. Der Vortrag gibt einen Überblick über die Möglichkeiten von Grundlagenexperimenten (Lebensdauer der Elektronen im angeregten Zustand, Strahlungsleistung, Resonatorstabilität, transienten Zustände) und Experimenten zu Laseranwendungen (Lichtgeschwindigkeitsmessung, Interferometrie, Kohärenz) und stellt die physikalischen Inhalte im Kontext von Basiskonzepten dar.

## DD 26: Physikdidaktik und Inklusion

Time: Thursday 14:00–15:00

Location: P-HS 6

DD 26.1 Thu 14:00 P-HS 6

**Schülerexperimente im inklusiven Physikunterricht** — ●LAURA SÜHRIG<sup>1</sup>, KATJA HARTIG<sup>2</sup>, ROGER ERB<sup>1</sup>, HOLGER HORZ<sup>2</sup>, ALBERT TEICHREW<sup>1</sup>, MARK ULLRICH<sup>2</sup> und JAN WINKELMANN<sup>1</sup> —  
<sup>1</sup>Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt —  
<sup>2</sup>Pädagogische Psychologie, Goethe-Universität Frankfurt

Seit 2009 ist die UN-Behindertenrechtskonvention in Deutschland ratifiziert, dennoch mangelt es an Unterrichtskonzepten und Materialien für den inklusiven Naturwissenschaftsunterricht. Insbesondere das Fach Physik steht außerhalb des Fokus für inklusive oder sonderpädagogische Unterrichtsplanung. Um diese Lücke zu schließen, bedarf es neuer Konzepte für die Gestaltung eines inklusiven Physikunterrichts, die auf die Spezifika des Faches eingehen.

Innerhalb des Physikunterrichts wird das Experiment als das wichtigste Medium angesehen. Schülerexperimente mit verschiedenem Öffnungsgrad sind dabei als Gelegenheit zu konkretem physikalischem Arbeiten und dem Sammeln eigener Erfahrungen etabliert.

Im Rahmen des Projektes "Fortbildung zum inklusiven Experimentieren im Physikunterricht" (FINEX) soll eine Fortbildungsmaßnahme für Lehrkräfte zum inklusiven Experimentieren im Physikunterricht entwickelt und in einer Interventionsstudie evaluiert werden. Basierend auf eigenen Vorarbeiten wird ein beispielhaftes Unterrichtskonzept für inklusive problemorientierte Schülerexperimente im Themengebiet der Anfangsoptik vorgestellt, welches empirisch belegte Gelingensbedingungen für die Experimentierphase in inklusiven Lernumgebungen berücksichtigt.

DD 26.2 Thu 14:20 P-HS 6

**Lernen aus Widersprüchen: vom Schülerlabor zur Schulpraxis** — JONAS WILKENLOH<sup>1</sup>, STEFAN BRACKERTZ<sup>2</sup> und ●ANDREAS SCHULZ<sup>1,2</sup> —<sup>1</sup>Universität Bonn —<sup>2</sup>Universität zu Köln

Die in Köln aus Erfahrungen im Schülerlabor entwickelte Lernmethode \*Lernen aus Widersprüchen\* wurde jetzt für den inklusiven Physikunterricht in der Schule aufbereitet, um sie in einer 7. Klasse einer Gesamtschule in Bonn zu erproben und zu evaluieren:

Die Lerneinheit beginnt stets mit von (möglichst vielen) Schüler\*innen zusammengetragenen Vermutungen zum behandelten The-

ma, wobei alle (auch die auf Fehlvorstellungen beruhenden) zunächst als völlig gleichwertig behandelt werden, um so alle, also auch lernschwache, Schüler\*innen zu Äußerungen zu ermutigen und Widersprüche zu provozieren. Diese werden dann in heterogenen Kleingruppen durch Argumentieren und dann durch Experimente von den Schüler\*innen untersucht, sodass schließlich jede Kleingruppe zu einem gemeinsamen Ergebnis gelangt, das am Ende der Lerneinheit von jeder Gruppe plenar vorgetragen und daraufhin gemeinsam bewertet wird. Durch die Anwendung dieser Methodik wird der Erwerb der Kompetenzen Kommunikation, des Argumentierens und des Bewertens besonders gefördert.

Im Vortrag werden die Methodik und die damit erzielten Ergebnisse vor- und zur Diskussion gestellt.

DD 26.3 Thu 14:40 P-HS 6

**Lernen über Inklusion durch Experimentieren mit Beeinträchtigungen** — ●GUNNAR FRIEGE<sup>1</sup>, KIM-ALESSANDRO WEBER<sup>1,2</sup> und RÜDIGER SCHOLZ<sup>2</sup> —<sup>1</sup>IDMP-AG Physikdidaktik, Leibniz Universität Hannover —<sup>2</sup>IQO-PhysikPraktikum, Leibniz Universität Hannover

Deutsch als Zweitsprache, Digitalisierung und Inklusion sind Themen, die verstärkt in eine Modernisierung der Lehramtsausbildung rücken. Dabei sind nicht nur die Erziehungswissenschaften, die Pädagogik und die Sprachwissenschaften gefordert, sondern alle lehramtsrelevanten Fächer inklusive der zugehörigen Fachdidaktiken. Wie die Forderungen nach einer Umsetzung eines dieser gesellschaftlich bedeutenden Themen in einem Fach vorgenommen werden ist dabei sehr unterschiedlich und ein Aushandeln verschiedener Interessen.

Berichtet wird in diesem Beitrag über ein Kooperationsprojekt von Physik und Physikdidaktik an der Leibniz Universität Hannover zur Behandlung des Themas Inklusion im Fach Physik. Verortet wird die Thematik im Rahmen des Physikpraktikums auf dem Bachelorlevel. Studierende erfahren und reflektieren hier direkt durch Neugestaltung von etablierten Praktikumsversuchen eine körperliche Einschränkung und wie damit im Hinblick auf eine erfolgreiche Durchführung des physikalischen Versuchs umgegangen werden kann. Präsentiert werden die umgestalteten Versuche und Evaluationsergebnisse.

## DD 27: Workshop Studienreform-Forum

Time: Thursday 13:30–15:00

Location: P-HS 7

**Discussion** DD 27.1 Thu 13:30 P-HS 7  
**Workshop des Studienreform-Forums** — •STEFAN BRACKERTZ<sup>1</sup>, DANIELA KERN-MICHLER<sup>2</sup>, AMR EL MINAWY<sup>3</sup> und MANUEL LÄNGLE<sup>4</sup> — <sup>1</sup>Uni Köln — <sup>2</sup>Uni Frankfurt — <sup>3</sup>HU Berlin — <sup>4</sup>Uni Wien

Das Forum dient einerseits dem Austausch über und der Dokumentati- on von konkreten Studienreformprojekten. Andererseits werden gesell- schaftliche und persönliche Bedeutung des Physikstudiums reflektiert, der Status quo der Studienreform 20 Jahre nach Beginn der Bologna- Reform analysiert, über konkrete Forderungen debattiert und hoch- schuldidaktische Forschungsfragen aufgeworfen. Anknüpfend an den Auftakt im vergangenen Jahr in Aachen wird mit dem Workshop die Arbeit mit besonderer Berücksichtigung der folgenden drei Fragen fort- gesetzt:

1. *Wie lassen sich Studiengänge so konzipieren, dass sie möglichst flexibel studierbar sind und dennoch Orientierung geben?*

2. *Was bewirken eigentlich Restriktionen wie Klausurversuchsbe- schränkungen oder Modulvoraussetzungen und welche Daseinsberech- tigung haben sie?*

3. *Wie können Studierende Selbständigkeit erlernen? Was bedeutet Selbständigkeit im Rahmen eines Studiums überhaupt?*

Im Vorfeld der Tagung haben wir dazu aufgerufen, Essays und Pos- ter einzureichen. Entstanden sind einerseits Praxisberichte zu Refor- men oder Reformideen und andererseits Beiträge, die Grundsatzfra- gen der Weiterentwicklung von Physikstudiengängen beleuchten. Aus- gehend von diesen Beiträgen sollen die o.g. Fragen des diesjährigen Forums diskutiert werden. Abschließend sollen Konsense und Dissense zur Weiterarbeit festgehalten werden.

Weitere Infos: studienreform-forum.de

## DD 28: Hauptvortrag 3

Time: Thursday 15:05–16:00

Location: P-HS 1

**Invited Talk** DD 28.1 Thu 15:05 P-HS 1  
**Welches Wissen bringen Physikstudierende am Studienbe- ginn mit? Empirische Forschung zu Eingangsvoraussetzungen und Wissenszuwachs in der Studieneingangsphase** — •ANDREAS BOROWSKI — Universität Potsdam

Neben physikalischen Kenntnissen gehören mathematische Kenntnisse und Fertigkeiten zu den wichtigsten inhaltlichen Anforderungen eines Physikstudiums. Trotz der Einführung von speziellen Brückenkursen an den Universitäten sprechen Berichte von Lehrenden für zunehmen- de Heterogenität in Leistungsmerkmalen der Studierenden, die oft mit kompetenzorientierten Schulreformen und einer sich verändernden Zu- sammensetzung der Studierendenschaft in Verbindung gebracht wird.

In Bezug auf die mathematikbezogenen Eingangsanforderungen wird im Besonderen ein Rückgang elementarer Fertigkeiten befürchtet. Im Rahmen eines Projekts wurde ein Studieneingangstest für Physikstu- dierende von 1978, mit den Inhalten Mathematik und Physik erneut eingesetzt. Die aktuellen Testergebnisse von Studienanfängerinnen und -anfängern der Physik wurden mit den Ergebnissen von früher vergli- chen. Im Vortrag wird auch die Entwicklung des physikalischen Fach- wissens in unterschiedlichen Facetten über der Bachelor-Studium und über das Praxissemester hinweg betrachtet. Die Ergebnisse zeigen ins- gesamt, dass für eine gezielte Unterstützung der Studierenden das Fachwissen von Studierenden differenziert betrachtet werden muss. Im Rahmen des Vortrags werden hierzu Ideen diskutiert.