

## 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

(Hörsaal H05; Seminarräume S01, S02, S03, S05; Poster C.A.R.L. Foyer)

#### Preisträgervortrag

DD 8.1 Di 9:45–10:30 H05 **Ein Plädoyer für die Neugier** — •THOMAS BIEDERMANN

#### Hauptvorträge

DD 1.1 Mo 14:45–15:30 H05 **Theoriebasierte Lernsettings zur Förderung des Verständnisses physikalischer Konzepte und Modelle** — •SUSANNE WESSNIGK  
 DD 14.1 Di 14:00–14:45 H05 **Physikunterricht an Waldorfschulen – eine Bilanz nach 100 Jahren** — •WILFRIED SOMMER  
 DD 26.1 Mi 12:05–12:50 H05 **Mathematische Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge: Was erwarten Hochschullehrende?** — •IRENE NEUMANN

#### Fachsitzungen

DD 1.1–1.1	Mo	14:45–15:30	H05	<b>Hauptvortrag 1</b>
DD 2.1–2.56	Mo	15:50–17:20	C.A.R.L. Foyer EG	<b>Postersitzung</b>
DD 3.1–3.3	Mo	17:30–18:30	S01	<b>Lehr- und Lernforschung 1</b>
DD 4.1–4.3	Mo	17:30–18:30	S02	<b>Sonstiges 1</b>
DD 5.1–5.3	Mo	17:30–18:30	S03	<b>Anregungen aus dem Unterricht für den Unterricht</b>
DD 6.1–6.3	Mo	17:30–18:30	S05	<b>Neue Medien 1</b>
DD 7.1–7.3	Mo	17:30–18:30	H05	<b>Astronomie 1</b>
DD 8.1–8.1	Di	9:45–10:30	H05	<b>Preisträgervortrag</b>
DD 9.1–9.5	Di	11:00–12:40	S01	<b>Neue Konzepte 1</b>
DD 10.1–10.5	Di	11:00–12:40	S02	<b>Lehr- und Lernforschung 2</b>
DD 11.1–11.1	Di	11:00–12:40	H05	<b>Workshop zur Vermittlung von Teilchenphysik</b>
DD 12.1–12.4	Di	11:00–12:20	S03	<b>Sonstiges 2</b>
DD 13.1–13.5	Di	11:00–12:40	S05	<b>Lehreraus- und Lehrerfortbildung</b>
DD 14.1–14.1	Di	14:00–14:45	H05	<b>Hauptvortrag 2</b>
DD 15.1–15.5	Di	14:50–17:00	S01	<b>Neue Konzepte 2</b>
DD 16.1–16.4	Di	14:50–16:40	S02	<b>Experimente</b>
DD 17.1–17.5	Di	14:50–17:00	S03	<b>Lehr- und Lernforschung 3</b>
DD 18.1–18.5	Di	14:50–17:00	S05	<b>Hochschuldidaktik 1</b>
DD 19.1–19.5	Di	14:50–17:00	H05	<b>Astronomie 2</b>
DD 20	Di	17:15–19:00	H05	<b>Mitgliederversammlung des FV Didaktik der Physik</b>
DD 21.1–21.5	Mi	10:00–12:00	S01	<b>Praktikumsversuche / Neue Konzepte 3</b>
DD 22.1–22.5	Mi	10:00–12:00	S02	<b>Neue Medien 2</b>
DD 23.1–23.5	Mi	10:00–12:00	S03	<b>Hochschuldidaktik 2</b>
DD 24.1–24.5	Mi	10:00–12:00	S05	<b>Lehrerbildung / Inklusion</b>
DD 25.1–25.2	Mi	10:00–12:00	H05	<b>Forum Studienreform</b>
DD 26.1–26.1	Mi	12:05–12:50	H05	<b>Hauptvortrag 3</b>

DD 27.1–27.1 Mi 13:30–15:00 H05

Forum Studienreform

## Mitgliederversammlung Fachverband Didaktik der Physik

Dienstag, 26.03.2019 17:15–19:00 H05

1. Genehmigung der Tagesordnung
2. Genehmigung des Protokolls vom 20.03.2018
3. Bericht des Vorstandes
4. Berichte aus den Arbeitsgruppen
5. Anträge von Mitgliedern
6. Termine
7. Verschiedenes

## Arbeitstreffen der AG Multimedia

Mittwoch, 27.03.2019 13:30 S01

## Arbeitstreffen der AG Astronomie

Mittwoch, 27.03.2019 13:30 S02

## Mitgliederversammlung der AG Schule

Mittwoch, 27.03.2019 13:30 S03

## Forum Studienreform: „Auf Vorrat lernen oder Fragen nachgehen?“

Studentische Initiative zum Austausch von Erfahrungen und Diskussion von Entwicklungskontroversen bei der Weiterentwicklung von Physik-Studiengängen ([studienreform-forum.de](http://studienreform-forum.de)): **Mittwoch, 27.03.2019**, H05

1. **Essay-Wettbewerb:** Präsentationen der Preisträger\*innen 10:00–11:00 H05
2. **Postersession:** Praktische Antworten und Erfahrungsaustausch 11:00–12:00 C.A.R.L. Foyer EG
3. **Podiumsdiskussion:** „Auf Vorrat lernen oder Fragen nachgehen?“ 13:30–15:00 H05

## DD 1: Hauptvortrag 1

Zeit: Montag 14:45–15:30

Raum: H05

**Hauptvortrag**

DD 1.1 Mo 14:45 H05

**Theoriebasierte Lernsettings zur Förderung des Verständnisses physikalischer Konzepte und Modelle** — ●SUSANNE WESSNIGK — Leibniz Universität Hannover

Die Verständnisenwicklung physikalischer Konzepte und Modelle wie Energie oder das Quantenmodell in der Schule wird substantiell durch die Qualität von Lernsettings beeinflusst. Dabei erweisen sich die individuellen Lernwege der Schülerinnen und Schüler als Herausforderung: die Theorien über Wissensintegration bzw. über Konzeptwechsel geben hier einen Einblick. Die Berücksichtigung von fachlichen und fachdidaktischen Perspektiven sowie die Beobachtung und Analyse der Lernprozesse weisen auf erreichbare Ziele hin. Sie bieten wichtige Beiträge

für die inhaltliche und methodische Optimierung eines Lernangebots und die Förderung von Lernprozessen. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund wichtig, dass der aktive Umgang mit neuen Konzepten sowie die Verallgemeinerung von Lösungsansätzen im deutschen Physikunterricht vergleichsweise kurz kommen. Im Rahmen dieses Beitrags soll an zwei Beispielen die Entwicklung und Evaluation von Lernsettings besprochen werden, in denen der Erwerb neuer Konzepte bzw. Modelle fokussiert wird. Dabei geht es um das Schülerlabor foeXlab als Outreachprojekt des SFB CR 1227 DQ-mat (Designed Quantum States of Matter), das als Tandemprojekt mit fachdidaktischer und fachwissenschaftlicher Leitung entwickelt wurde. Im Projekt EmIR (Energieentwertung mit IR) wurde ein Energielehrgang entwickelt und in informeller und formeller Lernumgebung getestet.

## DD 2: Postersitzung

Zeit: Montag 15:50–17:20

Raum: C.A.R.L. Foyer EG

DD 2.1 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG

**Vom Experiment zu den Wesenszügen: Modularisiertes Unterrichtskonzept zur Quantenphysik mit IBEs und Realexperimenten** — ●PHILIPP BITZENBAUER und JAN-PETER MEYN — FAU Erlangen-Nürnberg, Deutschland

Interaktive Bildschirmexperimente (IBEs) fördern den Lernzuwachs signifikant insbesondere dann, wenn die Vermittlung von Fachwissen im Mittelpunkt des Experimentierens steht (Pitton, 2006). Die Ergebnisse der Delphi-Studie von Weber zur Planung einer bedarfsgerechten Lehrerfortbildung zur Quantenphysik zeigen außerdem, dass Lehrkräfte besonderes Interesse an Simulationen und Realexperimenten in der Quantenphysik haben (Weber, 2018). Darauf fußend wird ein neu entwickeltes modularisiertes Konzept zur Quantenphysik vorgestellt: es soll die Vorteile von IBEs mit denen eines transportablen quantenoptischen Experimentiersystems vereinen. Dabei steht die Vermittlung von Wesenszügen der Quantenphysik im Vordergrund. Geplant ist die Evaluation des Konzepts in zwei Unterrichtsszenarien, nämlich einmal nur mit IBEs und einmal mit IBEs unter Einbezug der Realexperimente. Die Klärung der Frage nach dem Zugewinn beim langfristigen Wissenserwerb, der sich für Schülerinnen und Schüler durch den Einbezug von Realexperimenten in der Quantenphysik ergibt, ist das Ziel.

DD 2.2 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG

**Die Serie "Genius" als NoS-Lerngelegenheit in Schule und Hochschule** — ●ANTJE HEINE und ERIK HEINE — Technische Universität Dresden

Filme und Serien stellen eine mögliche Quelle von Schüler\*innen- und Studierendenvorstellungen über die Natur der Naturwissenschaften (Nature of Science, NoS) dar und können sowohl adäquate als auch inadäquate Vorstellungen fördern. Solche Medien können jedoch auch für eine explizite Thematisierung von NoS-Aspekten genutzt werden.

Im Rahmen dieses Projektes soll in einem ersten Schritt die Serie "Genius", in der das Leben und Wirken Einsteins dargestellt wird, hinsichtlich ihrer Eignung für den Einsatz im Physikunterricht und der Lehramtsausbildung untersucht werden. Im Zusammenhang damit stellt sich die Frage, inwieweit sich Szenen mit NoS-Bezug identifizieren lassen, und wenn ja, welche Aspekte zum Wesen der Physik eine Rolle spielen.

Dazu wurde ein Kategoriensystem deduktiv-induktiv entwickelt, getestet und überarbeitet. Erste Ergebnisse der Videoanalyse werden dargestellt sowie Einsatzmöglichkeiten der Serie in der Lehramtsausbildung und im Physikunterricht.

DD 2.3 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG

**Radioaktivität- eine didaktische Rekonstruktion** — ●AXEL-THILO PROKOP und RONNY NAWRODT — Universität Stuttgart Physik und ihre Didaktik Pfaffenwaldring 57 70550 Stuttgart Deutschland

Der Begriff "Radioaktivität" ist wohl zweifelsohne einer der meistbekanntesten Begriffe der Physik. Viele Schulen sind aber nicht mehr in der Lage Materialien für authentische Versuche zu diesem Thema zur Verfügung zu stellen. In diesem Beitrag wird ein Beispiel entworfen, wie authentisches Material zum Thema "Radioaktivität" didaktisch

rekonstruiert werden kann. Neben der im Fokus liegenden Beschreibung typischer Präkonzepte zur Radioaktivität ist auch die praktische Umsetzung im Lehr-Lern-Labor ein zentrales Anliegen dieser Arbeit.

DD 2.4 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG

**Die Plattform „FLexKom“ zur Förderung experimenteller Kompetenzen - Konzept und Einsatzbeispiele** — ●SIMON GOERTZ, HEIDRUN HEINKE, JOSEF RIESE und PATRICK KLEIN — RWTH Aachen University

Durch die PISA-Studien hat sich in Deutschland eine Diskussion im Bildungssystem ergeben, die in den Bildungsstandards wie in den Kernlehrplänen zu einer Kompetenzorientierung geführt hat. „Das Experiment hat eine zentrale Bedeutung für die naturwissenschaftliche Erkenntnismethode und somit auch eine zentrale Stellung im Physikunterricht“ (Kernlehrplan NRW Physik Sek I). Um diese herausragende Rolle experimenteller Kompetenzen gezielt im Unterricht zu etablieren, wurde die Plattform FLexKom konzipiert, die Unterrichtsmaterialien zum **F**ördern und **L**ernen **e**xperimenteller **K**ompetenzen bereitstellt. Dabei werden einzelne Module angeboten, die individuell zusammengestellt und beispielsweise als Lernzirkel eingesetzt werden können. Die Module adressieren wichtige Aspekte experimenteller Kompetenzen wie die Hypothesenbildung, die Variablenkontrolle oder den Umgang mit Messunsicherheiten und sind für einen Einsatz ab der siebten Klasse entwickelt worden. Auf dem Poster werden zum einen der Aufbau und das Konzept der Plattform vorgestellt. Zum anderen soll ein Einblick in die Module ermöglicht werden, indem zwei ausgewählte Module zum Umgang mit Messunsicherheiten näher erläutert werden. Diese beiden Module stellen einen Einstieg in die Thematik der Messunsicherheiten dar und sollen Lernende für die Bedeutung von Messunsicherheiten im Erkenntnisgewinnungsprozess sensibilisieren.

DD 2.5 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG

**Einführung in die Mechanik mit Drohnen in großen Vorlesungen (mit Experimenten)** — ●ANDRÉ BRESGES und LARS MÖHRING — Institut für Physikdidaktik, Universität zu Köln, Gronewaldstraße 2, 50931 Köln

Die Bestimmung des Ortes eines Körpers aus der Kenntnis seines Startpunktes, seiner Geschwindigkeit und Beschleunigung ist eine der Grundprobleme im Mechanikunterricht. Kontextbezogene Aktivitäten stellen häufig das Verhalten von Autos, Schiffen oder Zügen in den Vordergrund. Mit dem Auftreten kostengünstiger Flugdrohnen ist eine neue Möglichkeit entstanden, die dazu anregt das Verhalten eines Objektes im 3-dimensionalen Raum zu untersuchen. Die von uns verwendeten Drohnen sind in der Sprache SCRATCH programmierbar, so dass ein Predict-Observe-Explain Zyklus möglich ist der physikalische Fachwissen, Messen und Beobachten, digitale Kompetenzen und physikalische Modellbildung zugleich fördert.

An diesem Poster geben wir Teilnehmern die Möglichkeit, das Konzept selbst auszuprobieren. Drohnen werden gestellt!

DD 2.6 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG

**Kräftegleichgewicht vs. Wechselwirkungsgesetz - Konzeption**

**und Evaluation zweier Unterstützungsmaßnahmen zur Unterscheidung beider Konzepte** — ●JULIA WÖLLERMANN, MICHAEL KAHNT und ROLAND BERGER — Universität Osnabrück, FB Physik, Physikdidaktik, Barbarastr. 7, 49076 Osnabrück

Die Newtonsche Mechanik ist für Schülerinnen und Schüler mit zahlreichen Lernschwierigkeiten verbunden. Insbesondere die Unterscheidung von Kräftegleichgewicht und Wechselwirkungsgesetz bereitet Schülerinnen und Schülern große Probleme.

Um die Unterscheidung zwischen diesen beiden Konzepten zu unterstützen, wurde eine Unterrichtssequenz für die 8. Jahrgangsstufe entwickelt, in der Free-body-Diagramme [1] eine zentrale Rolle spielen. Unsere Hypothese ist, dass diese grafische Hilfe im Vergleich zu einer eher formalen Hilfe besonders lernwirksam ist.

In einem Untersuchungsplan mit Vor- und Nachtest wurden jeweils sechs Klassen an Gymnasien in einer dieser beiden Hilfearten unterrichtet. Die Erhebung ist abgeschlossen und wird derzeit ausgewertet. Auf dem Poster werden die Testergebnisse in Bezug auf die Faktoren Messzeitpunkt und Art der Hilfe vorgestellt.

[1] Rosengrant, D., Van Heuvelen, A. & Etkina, E. (2009). Do students use and understand free-body diagrams? Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res., 5, S. 3-4.

DD 2.7 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**SchriFT II-Interventionsstudie: Sprachförderung im Physikunterricht mittels eines textsorten-basierten Lehr-Lern-Modells ("Genre-Cycle") zur Textsorte "Versuchsprotokoll"** — ●PHILIP TIMMERMAN und HEIKO KRABBE — Ruhr-Universität Bochum, AG Didaktik der Physik

In der Fortsetzung des interdisziplinären BMBF-Verbundprojekts "Schreiben im Fachunterricht der Sekundarstufe I unter Einbeziehung des Türkischen, SchriFT II" (2017-2020) der Universität Duisburg-Essen und der Ruhr-Universität Bochum wird untersucht, inwiefern gezieltes Einüben der sprachlich-kognitiven Handlungen BESCHREIBEN, ERKLÄREN und BEGRÜNDEN in Textsorten (z. B. im Versuchsprotokoll des Physikunterrichts), eine fächerübergreifende Koordination der Sprachförderung in den Fächern Geschichte, Physik, Politik und Technik mit dem Deutsch- und türkischem Herkunftssprachenunterricht ermöglicht. Dazu ist ab dem 2. Halbjahr des laufenden Schuljahres 2018/19 eine Intervention im Prä-, Post-, Follow-Up-Design zur Sprachförderung im Physikunterricht (Jahrgangsstufe 8 an Gesamtschulen in NRW) gemäß eines textsorten-basierten Lehr-Lern-Modells ("Genre-Cycle") (Rothly 1994, 1996; Rose, 2010; Rose & Martin, 2012) zur Textsorte "Versuchsprotokoll" mit Fokus auf die o. g. sprachlich-kognitiven Handlungen geplant. Das Poster stellt die drei aufeinanderfolgenden und jeweils auf 270 Unterrichtsminuten ausgelegten Durchgänge des Genre-Cycles zum BESCHREIBEN, ERKLÄREN und BEGRÜNDEN zur Textsorte des Versuchsprotokolls im Physikunterricht im Rahmen der Intervention vor.

DD 2.8 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Variablenkontrollstrategie individuell fördern mit Lösungsbeispielen oder gestuften Lernhilfen?** — ●RASMUS VIEFERS, NICO SCHREIBER und HEIKE THEYSSSEN — Universität Duisburg-Essen

Bereits in der Grundschule sollen Schülerinnen und Schüler das für das Experimentieren wichtige Konzept der Variablenkontrollstrategie (VKS) verstehen und anwenden können. Studien belegen, dass die VKS in der Grundschule vermittelbar ist. Allerdings sind Aufgaben zum Erwerb dieses Konzeptes mit einer hohen kognitiven Belastung verbunden und die Anwendung der VKS beim Experimentieren ist häufig fehlerbelastet. Um diesen Problemen entgegenzuwirken, sind Unterstützungsangebote notwendig. Als solche Angebote bieten sich das Lernen mit gestuften Lernhilfen oder Lösungsbeispielen an. Beiden gemeinsam ist die Reduzierung der kognitiven Belastung. Unterschiede finden sich u. a. in der Autonomie und der notwendigen Lesefähigkeit. Vor dem Hintergrund einer heterogenen Lerngruppe können diese Unterschiede relevant werden, da sie zu einer Über- oder Unterforderung bestimmter Lerngruppen führen können. Daher wurden beide Unterstützungsangebote in einer Interventionsstudie bzgl. ihrer Wirkung auf die Förderung der VKS in der vierten Klasse, differenziert nach Lernvoraussetzungen, kontrastierend untersucht. Auf dem Poster werden Ergebnisse dieser Studie gezeigt.

DD 2.9 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Entwicklung und Evaluation eines zweistufigen Testinstruments für Schülervorstellungen zur Anfangsoptik** — ●ALBERT TEICHREW und ROGER ERB — Institut für Didaktik der Physik, Goethe Universität Frankfurt

Die Kenntnis von alternativen Vorstellungen bei Schülerinnen und Schülern ist eine Voraussetzung für die Entwicklung von Lernumgebungen zur Förderung physikalisch gültiger Konzepte. Die erste Begegnung mit der Physik stellt häufig die Optik dar, weshalb hier eine frühzeitige Etablierung von anschlussfähigen Denkmodellen für die weitere Beschäftigung mit der Physik ausschlaggebend sein kann. Um gedankliche Strukturen aufzudecken, sind offene Erhebungsmethoden wie Interviews oder Concept Maps zielführend. Um die Wirksamkeit von Lernumgebungen zu evaluieren, werden jedoch verfahrensökonomischere Methoden benötigt. Allerdings ist die Aussagekraft von MC-Antworten bezüglich der Vorstellungen, auf denen eine Auswahl basiert, oft eingeschränkt. Einen Lösungsansatz stellen zweistufige Testverfahren dar, die mithilfe bereits bekannter Schülervorstellungen entwickelt werden. Als Indikator einer bestimmten Vorstellung wird dabei die übereinstimmende Kombination aus Vorhersage und Begründung einer dargestellten Ausgangssituation gesehen. Der Beitrag behandelt das Testverfahren sowie die Testentwicklung und präsentiert Ergebnisse aus Erhebungen und Itemanalysen.

DD 2.10 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Entwicklung und Anwendung eines Kategoriensystems zur Analyse von Lernaufgaben aus Physik- und INU-Schulbüchern** — ●RONJA LANGENDORF und SUSANNE SCHNEIDER — Universität Göttingen

Lernaufgaben nehmen im naturwissenschaftlichen Unterricht eine zentrale Rolle zur Entwicklung von Kompetenzen ein (Fischer und Draxler, 2001). Gleichzeitig ist die Einbettung von Aufgaben in authentische Kontexte wesentlich für die Bereitschaft der Schülerinnen und Schüler, sich mit dem Lerngegenstand zu beschäftigen (Müller, 2006). Im vorliegenden Beitrag wird der Frage nachgegangen, inwiefern sich Lernaufgaben aus Schulbüchern des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts (INU) von denen des fächergetrennten Physikunterrichts unterscheiden. Da gerade der integrierte naturwissenschaftliche Unterricht Möglichkeiten bietet, interdisziplinäre Kontexte aufzugreifen (Labudde, 2014), besteht hier die Hypothese, dass in dieser Unterrichtsform ein verstärkter Fokus auf authentische Kontexte in den Lernaufgaben gelegt wird. Zur Überprüfung wurden im Rahmen der vorliegenden Studie mithilfe eines literaturbasierten Kategoriensystems Lernaufgaben zum Kraft-Konzept aus Schulbüchern des Physikunterrichts und des INU hinsichtlich der Authentizität verglichen. Die Auswertungen zeigen, dass die Aufgabenstellungen der analysierten Lernaufgaben des INU signifikant öfter authentisch sind als die der Physiklehrbücher. Explorativ konnten Unterschiede im Grad der Mathematisierung und in der Aufgabenschwierigkeit gefunden werden.

DD 2.11 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Schülerwahrnehmung von Schwierigkeit des Physikunterrichts und der kognitiven Aktivierung durch die Lehrkraft** — BOBBY UMAAR FAREED und ●JAN WINKELMANN — Goethe-Universität Frankfurt Institut für Didaktik der Physik

Im Rahmen der hier vorgestellten Examensarbeit wurde der Frage nachgegangen, inwiefern Lehrerhandeln die Wahrnehmung fachmännischer Merkmale von Physikunterricht beeinflusst. Der Arbeit liegt die These zu Grunde, dass sich ein Unterricht von hoher Qualität (hier in hoher Ausprägung der Dimension \*kognitive Aktivierung\*) positiv auf die Schülerinnen und Schüler auswirkt: Die vorhandenen schwierigkeiterzeugenden Merkmale werden als weniger schwer wahrgenommen. Schwierigkeitserzeugende Merkmale des Physikunterrichts lassen sich deskriptiv formulieren, z.B. als Grad der Mathematisierung, die Fachsprache oder die Arbeit mit Modellen. Empirische Studien zur Wahrnehmung dieser Merkmale durch Schülerinnen und Schüler fehlen weitestgehend oder beziehen sich auf lediglich ein vermutetes Merkmal. Für die vorgestellte Studie wurden die in der Literatur genannten, vermuteten Merkmale von Schülerinnen und Schülern im 10. Jahrgang einer Haupt- und Realschule sowie eines Gymnasiums auf einer 5-stufigen Likertskala eingeschätzt (n = 170). Mit der zusätzlichen Erfassung der Schülerwahrnehmung der kognitiven Aktivierung durch ihre Lehrkraft konnte untersucht werden, ob zwischen den beiden genannten Konstrukten ein Zusammenhang besteht. Um den Einfluss des Fachwissens zu kontrollieren, wurde die letzte Zeugnisnote in Physik erhoben.

DD 2.12 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Förderung der experimentellen Kompetenz durch digitales Selbstlernen** — ●WOLFGANG LUTZ und THOMAS TREFZGER — Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Universität Würzburg

Im Bereich der experimentellen Kompetenz werden viele Fähigkeiten

und Fertigkeiten angestrebt, die in den Lehrplänen der Bundesländer berücksichtigt werden. Beispielsweise sollen bayerische Schüler nach dem LehrplanPlus, ausgehend von Fragestellungen und Hypothesen, selbstständig Experimente planen und durchführen. Das könnte zu einer Verbesserung des in der Literatur häufig kritisierten Verständnisses bei der Umsetzung der Experimentierschritte führen.

Die Nutzung digitaler Medien im Flipped Classroom kombiniert mit einer interaktiven Lernplattform impliziert ein großes Potential für eine bessere Vermittlung der experimentellen Kompetenz. Hierdurch können sich die Schüler im Vergleich zum klassischen Unterricht aktiver mit den Inhalten auseinandersetzen, dabei ihr individuelles Lerntempo wählen und durch die selbstständige Vorbereitung von Experimenten die Theorie und Praxis besser miteinander verknüpfen.

Auf dieser Idee aufbauend wird ein Unterrichtskonzept mit entsprechenden Materialien für die 8. Jahrgangsstufe am Gymnasium in zwei Themenbereichen dimensioniert. Die Entwicklung der experimentellen Kompetenz wird im Rahmen der Studie mit dem MeK-LSA-Test (Theyßen et al., 2016) erfasst und im Cross-Over-Design mit den erzielten Ergebnissen im klassischen Unterricht verglichen. Ebenso werden die Leistungsfähigkeit, die Motivation und das Interesse der Schüler beider Methoden gegenübergestellt.

DD 2.13 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**energie.TRANSFER - Physikunterricht orientiert an Basiskonzepten am Beispiel Energie** — ●DANIEL LAUMANN<sup>1</sup>, JULIAN FISCHER<sup>1</sup>, TATJANA STEINMANN<sup>2</sup>, SUSANNE WESSNIGK<sup>2</sup>, TOBIAS HÖLTERHOF<sup>3</sup>, PETER PFÄNDER<sup>3</sup>, MICHAEL KERRES<sup>3</sup>, DIRK WENDEROTH<sup>4</sup> und KNUT NEUMANN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>IPN Kiel — <sup>2</sup>Leibniz Universität Hannover — <sup>3</sup>Universität Duisburg-Essen — <sup>4</sup>Westermann

Die Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss in den naturwissenschaftlichen Fächern fordern den Aufbau strukturierten Fachwissens mittels Basiskonzepten. Dabei sollen Inhaltsbereiche an verschiedenen Stellen verknüpft werden, um eine stärkere Vernetzung dieser zu erzielen. Ziel des DFG-Erkenntnistransfer-Projekts "Physikunterricht orientiert an Basiskonzepten: Kumulativer Kompetenzaufbau am Beispiel des Energiekonzepts" (energie.TRANSFER) ist die Entwicklung und Erprobung kurzer digitaler Unterrichtseinheiten (CRUs) für das Energiekonzept. Diese sollen von Lehrkräften mehrerer Bundesländer in bestehende Unterrichtsgänge der Mittelstufe integriert werden und so den Aufbau einer vernetzten Wissensbasis begünstigen. Die Basis für die Konzeption der CRUs bilden Kenntnisse zur Entwicklung physikalischer Kompetenz von Lernenden sowie die Ergebnisse einer bundesweiten Lehrplananalyse. Alle CRUs nutzen projektbasiertes Lernen, weisen starke Kontextbezüge auf, ermöglichen Lehrkräften individuelle Adaptionen und verwenden vernetzungsförderliche Unterrichtselemente. Der Beitrag beschreibt Hintergrund und Ziele des Projektes, stellt die Ergebnisse der Lehrplananalyse dar und leitet Folgerungen für die Gestaltung der CRUs ab.

DD 2.14 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**energie.TRANSFER - Identifikation vernetzungsfördernder Unterrichtselemente** — ●JULIAN FISCHER<sup>1</sup>, DANIEL LAUMANN<sup>1</sup>, TATJANA STEINMANN<sup>2</sup>, SUSANNE WESSNIGK<sup>2</sup>, TOBIAS HÖLTERHOF<sup>3</sup>, PETER PFÄNDER<sup>3</sup>, MICHAEL KERRES<sup>3</sup>, DIRK WENDEROTH<sup>4</sup> und KNUT NEUMANN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>IPN Kiel — <sup>2</sup>Leibniz Universität Hannover — <sup>3</sup>Universität Duisburg-Essen — <sup>4</sup>Westermann

Die Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss in den naturwissenschaftlichen Fächern fordern den Aufbau strukturierten Fachwissens mittels Basiskonzepten. Dabei sollen Inhaltsbereiche an verschiedenen Stellen verknüpft werden, um eine stärkere Vernetzung dieser zu erzielen. Ziel des DFG-Erkenntnistransfer-Projekts "Physikunterricht orientiert an Basiskonzepten: Kumulativer Kompetenzaufbau am Beispiel des Energiekonzepts" (energie.TRANSFER) ist die Entwicklung und Erprobung kurzer digitaler Unterrichtseinheiten (CRUs) für das Energiekonzept. Der Beitrag beschreibt eine Teilstudie des Projekts, die einem Design-Based Research-Ansatz folgt und untersucht, welche spezifischen Unterrichtselemente in der Einleitungs-, Erarbeitungs- und Reflexionsphase den Aufbau vernetzten Wissens fördern. Gemäß dem Forschungsansatz soll eine CRU theoriegeleitet konzipiert und iterativ unter Variation verschiedener Unterrichtselemente (weiter-)entwickelt und hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Entwicklung vernetzten Wissens der Lernenden untersucht werden. Neben der Entwicklung einer vernetzungsfördernden CRU sollen auf diese Weise Erkenntnisse über die Entwicklung eines an Basiskonzepten orientierten Unterrichts gewonnen werden.

DD 2.15 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG

**Begründungselemente von Lehrkräften zum Einsatz von Physik-Experimenten im Unterricht** — ●JASPER CIRKEL und SCHNEIDER SUSANNE — Didaktik der Physik, Universität Göttingen

Lehr- und Lernprozesse werden von didaktischen Entscheidungen der Lehrkräfte beeinflusst, die von der professionellen Kompetenz abhängen (Calderhead, 1996; Baumert & Kunter, 2006). Überzeugungen haben als Teilaspekt dabei einen stärkeren Einfluss auf Unterrichtsentscheidungen als akademisches Wissen (Wallace, 2014:17). Dies betrifft unter anderem die Einbettung von Experimenten als zentrale Methode der Naturwissenschaften in den Unterricht. In einer Interviewstudie sollen aus diesem Grund Begründungselemente zum Einsatz von physikbezogenen Experimenten von Lehrkräften im klassisch fachbezogenen (Gymnasien) sowie im integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht (Integrativen Gesamtschulen) der Sekundarstufe I untersucht werden. Ziel ist es dabei, das Spektrum von Begründungselementen aufzuzeigen. Besonders im integrierten Unterricht kommt es vermehrt zu fachfremdem Unterricht, sodass hier explorativ der Frage nachgegangen werden soll, inwieweit sich die Begründungselemente von Lehrkräften mit absolviertem Fachstudium von denen ohne ggf. unterscheiden.

DD 2.16 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Diagnosebasierte Förderung (potentiell) leistungsfähiger Schüler\*innen im Regelunterricht Physik** — ●RENÉ DOHRMANN, VOLKHARD NORDMEIER und HILDE KÖSTER — Freie Universität Berlin

Im Teilprojekt DiaMINT-Physik wird an der Freien Universität Berlin im Rahmen des BMBF-geförderten Verbundprojektes LemaS davon ausgegangen, dass die Gesellschaft nicht nur von den intellektuellen, fachlichen und organisatorischen Kompetenzen, sondern auch in Hinblick auf Verantwortung, Vorbildcharakter und Gewissenhaftigkeit (hoch-) begabter junger Menschen profitieren kann. Aus diesem, aber auch aus Gründen einer verbesserten individuellen Förderung von Lern- und Leistungspotenzialen bei Schüler\*innen, werden grundlegende Theorien, aktuelle Forschungsergebnisse und der Erwerb diagnostischer Kompetenzen zum Thema Begabungsförderung vermehrt in die Lehrkräftebildung aufgenommen. Das Projekt DiaMINT verfolgt u. a. das Ziel, Lehramtsstudierende bereits frühzeitig sowohl in die Theorie als auch in die Praxis der Diagnose und Förderung (potenziell) leistungsfähiger Schüler\*innen im Fach Physik einzuführen. Dafür bietet z. B. das Format Lehr-Lern-Labor sehr gute Voraussetzungen. Der Beitrag gibt erste Einblicke in das Projekt.

DD 2.17 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Elementarisierung des Energiekonzepts in Schulbüchern des integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts** — ●JOHANNES LEWING und SUSANNE SCHNEIDER — Universität Göttingen

Schulbücher gelten im Physikunterricht neben dem Lehrplan und den Vorerfahrungen der Lehrkräfte als wesentliche Grundlage der Unterrichtsplanung (Härtig, Kauertz & Fischer, 2012). Bezogen auf das zum Teil fachfremde Unterrichten im integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht (INU) kann angenommen werden, dass sich dort diese Rolle weiter verstärkt. Speziell in diesem Fall können Lehrkräfte in hohem Maße von einer didaktischen Aufbereitung der Inhalte profitieren. Hinsichtlich des Energie-Begriffs als zentrales fächerübergreifendes Basiskonzept betrifft dies die Elementarisierung in die Aspekte Formen, Umwandlung, Erhaltung und Entwertung. Aus diesem Grund wird in diesem Beitrag der Frage nachgegangen, inwiefern sich die Darstellung des Energiekonzepts in Schulbüchern des INU von der Darstellung dieses Konzepts in Schulbüchern des fächergetrennten Unterrichts unterscheidet. Die Analyse orientiert sich dabei am Kategoriensystem von Wernecke et al. (2016).

DD 2.18 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Erklärvideos im Physikunterricht** — ●FABIAN STERZING, AGNES SZABONE VARNAI und PETER REINHOLD — Universität Paderborn, Department Physik, Didaktik der Physik

Das Internet ist in der Generation der Digital Natives ein ständiger Begleiter. Heute besitzen circa 98 % der Jugendlichen über 14 ein eigenes Smartphone und sind somit in der Lage online zu gehen. Durch diesen Trend hat sich ein neues Bildungsangebot etabliert: Erklärvideos. Verschiedene Kanäle auf YouTube haben mehrere Tausend Klicks am Tag und werden von Schülern hoch frequentiert. Hinter diesen Kanälen befinden sich Profis und Amateure. In Befragungen geben bis zu 60 % der 12 bis 18-Jährigen an, dieses Angebot zu nutzen. Eine Analyse der

Kommentarverläufe zu den Videos zeigt, dass diese auch im Physikunterricht eingesetzt werden. Demgegenüber steht die Forschung zu Nutzungsmöglichkeiten und didaktischer Einbettung von Erklärvideos im Physikunterricht noch am Anfang. Im Forschungsprojekt "Erklärvideos im Physikunterricht" sollen daher folgende Forschungsfragen bearbeitet werden: Wie lassen sich Erklärvideos sinnstiftend in den Physikunterricht einbeziehen? Wie verändert die Nutzung von Erklärvideos in verschiedenen didaktischen Einbindungsformen die Wirksamkeit des Physikunterrichtes? Welchen Einfluss hat das Nutzungsverhalten der Schülerinnen und Schülern von Erklärvideos auf die Wirksamkeit dieser Videos im Unterricht? Das Poster fasst die Befundlage bisheriger Studien zusammen und präsentiert darauf basierend ein Untersuchungsdesign und erste Instrumente zur Bearbeitung der Forschungsfragen.

DD 2.19 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Brücken zur Physik - Lernmaterialien für Brückenkurse und zur Studienbegleitung** — ●GÜNTHER KURZ<sup>1</sup>, JÜRGEN GILG<sup>2</sup> und SIMON SINGER<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Hochschule Esslingen — <sup>2</sup>70376 Stuttgart - AcroTeX — <sup>3</sup>10715 Berlin - AcroTeX

Änderungen im Schul- und Hochschulbereich und die Öffnung neuer Zugangswege zu einem Studium haben die Probleme beim Übergang vom Sekundarbereich in einen MINT-Studiengang nicht gelöst. Die \*Brücken zur Physik\* sollen den als schwierig empfundenen Einstieg in das Grundlagenfach Physik erleichtern.

Die Lernmaterialien decken die Grundlagen zu acht Teilbereichen der Physik ab: Mechanik, Strömungslehre, Schwingungslehre, Wellenlehre, Optik, Wärmelehre, Elektrizitätslehre und Magnetismus.

Die \*Brücken zur Physik\* sind als Lernmaterialien für Brückenkurse vor Studienbeginn und zur Studienbegleitung im Eingangsemester konzipiert: Ausführlich gehaltene Skripte legen die Grundlagen, Übungsaufgaben mit detaillierten Musterlösungen zeigen die Anwendungen und Tests in Multiple-Choice-Format evaluieren den Lernfortschritt.

Kernstück in den Lösungen zu den Testaufgaben sind eingebaute Sprechblasen, die Rollovers einblenden. Es können so zusätzliche Informationen bereitgestellt werden, also Hinweise auf Definitionen, Verweise auf Hintergrundwissen, SI-Einheiten, Umformungen und Visualisierungen in Diagrammen; etc.

DD 2.20 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Smartphone Wärmebildkameras im Physikunterricht - Energie sichtbar machen** — ●MARCUS KUBSCH<sup>1</sup>, JEFFREY NORDINE<sup>1</sup>, SUSANNE WESSNIGK<sup>2</sup> und LARISSA GREINERT<sup>2</sup> — <sup>1</sup>IPN Kiel — <sup>2</sup>Leibniz Universität Hannover Institut für Didaktik der Mathematik und Physik

Ein angemessenes Verständnis von Energie zu entwickeln fällt vielen Lernenden schwer. Insbesondere Energieerhaltung und dissipative Prozesse bereiten Probleme. Dies liegt an den Alltagserfahrungen der Lernenden. Im Alltag enden Prozesse mehr oder weniger schnell: Ein Flummi hüpf mit der Zeit immer weniger hoch. Energie scheint zu verschwinden. Auch ist mysteriös, warum wir keine Arbeit verrichten, wenn wir z.B. ein Buch festhalten obwohl dies auf Dauer anstrengend ist. In beiden Fällen wird aus den für die Lernenden relevanten System (z.B. Flummi) Energie in Form von Wärme weg transferiert. Diese Wärmeflüsse sind aber mit Thermometern nur schwer messbar. Es fehlt an Evidenz. Wärmebildkameras können hier helfen. Die Erwärmung des Bodens wo der Flummi auftritt und der Muskulatur beim Halten eines Objekts lassen sich mit Wärmebildkameras zeigen und dienen so Lernenden als deutliche Evidenz für ansonsten unsichtbare Energietransfers. Jedoch kann nicht von einer Lernwirksamkeit der Kamera selbst ausgegangen werden. Die Bedeutungszuweisung als Evidenz für einen Energietransfer muss vermittelt werden. Als Erweiterung für Smartphones sind Wärmebildkameras für Schulen erschwinglich. Wir stellen erprobte Versuche vor, zeigen Fallstricke auf und geben eine Orientierungshilfe über die verfügbaren Modelle.

DD 2.21 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Digitale Messwerterfassung im Kontext digitaler Bildung - Einstellungen von Physiklehrkräften** — ●CHRISTOPHER KURTH, DANIEL WALPERT und RITA WODZINSKI — Universität Kassel, Didaktik der Physik

Gemäß des Strategiepapiers der KMK "Bildung in der digitalen Welt" ist die Vermittlung digitaler Kompetenzen integrativer Bestandteil der Unterrichtsfächer. Der Physikunterricht kann in besonderem Maße zur Förderung der Kompetenz beitragen, Probleme mit technischen Hilfsmitteln und digitalen Werkzeugen zu lösen. Hier bietet grundsätzlich auch der Einsatz von digitalen Messwerterfassungssystemen (DMES)

Potenzial. Lehrkräfte stehen den DMES oft aufgrund des "black-box"-Charakters kritisch gegenüber, so dass Möglichkeiten der Verknüpfung mit digitalem Lernen ungenutzt bleiben.

Um einen genauen Einblick in die Argumente von Lehrkräften für und gegen den Einsatz von DMES zu erhalten, wurden die Sichtweisen von neun Physiklehrkräften in Interviews erhoben, welche mittels qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet wurden. Die Ergebnisse werden im Poster dargestellt.

Mit dem Einsatz von Arduinos für die Messwerterfassung kann die Förderung von digitalen Kompetenzen in den Physikunterricht in einer Weise umgesetzt werden, die auch den Einstellungen und Erwartungen der Lehrkräfte zu DMES gerecht wird. Konkrete Umsetzungsideen wurden sowohl für den Physikunterricht als auch die universitäre Lehramtsausbildung entwickelt. Erste Erfahrungen werden berichtet.

DD 2.22 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Ein offenes IBE-Portal für den Physikunterricht** — ●JÜRGEN KIRSTEIN und VOLKHARD NORDMEIER — Freie Universität Berlin, Didaktik der Physik

Interaktive Bildschirmexperimente (IBE) lassen sich als 'digitale Zwillinge' realer Experimente zur digitalen Erweiterung von Lernumgebungen vielfach einsetzen. Viele der in den letzten Jahrzehnten produzierten IBE sind jedoch nicht für den Physikunterricht verfügbar. Ein neues IBE-Portal will den Bestand systematisch erschließen und für die Nutzung im Unterricht frei zugänglich machen. Dabei steht die unterrichtspraktische 'Gebrauchstauglichkeit' im Vordergrund: Die konsequente Modularisierung der Angebote und die Trennung von IBE, Anleitungen und Lernaufgaben, ermöglicht die weitgehend universelle didaktisch-methodische Adaptierbarkeit an die spezifische Bedarfe des Unterrichts. Die vollständige Integration von IBE in die Lehr-Lern-Plattform tet.folio ermöglicht sowohl das mobile (online) Lernen mit IBE als auch die Offline-Nutzung, beispielweise über die inzwischen weit verbreiteten interaktiven Whiteboards. Das IBE-Portal wird dazu neben interaktiven Arbeitsmaterialien auch erprobte Unterrichtsszenarios beispielhaft bereitstellen.

DD 2.23 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Einsatz mathematischer Modellbildungssoftware im Schulunterricht am Beispiel von *Newton-II*** — ●SIMON WEIGEL, STEPHAN LÜCK und THOMAS TREFZGER — Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Universität Würzburg

Die selbstständige Untersuchung und Modellierung physikalischer Systeme spielt im Schulalltag häufig nur eine untergeordnete Rolle. Oft mangelt es an Zeit, aber vielfach übersteigt die dabei notwendige Mathematik auch den Horizont der Schüler. Hier setzen einfach zu bedienende Modellbildungssysteme wie das Programm *Newton-II* an. Die notwendigen numerischen Berechnungen werden somit in den Hintergrund verlagert und die Ergebnisse werden unmittelbar grafisch dargestellt. Die Lernenden können diese anschließend mit ihren Erwartungen oder den Daten eines Realexperiments vergleichen und gegebenenfalls Anpassungen am Modell vornehmen, wodurch der klassische Modellierungskreislauf in natürlicher Weise angeregt wird.

Ziel dieses Beitrags ist es, die Einsatzmöglichkeiten und Vorteile derartiger Software anhand einiger speziell auf *Newton-II* zugeschnittener Aufgabenbeispiele zu diskutieren. Diese wurden für die Sekundarstufe I entwickelt und im Schulunterricht erprobt. Ein besonderes Augenmerk wurde auf die bereits angedeutete Kombination mit Realexperimenten gelegt. Des Weiteren soll durch weiterführende Beispiele, die über die gezeigten Lehrplannahen Anwendungen hinausgehen, das Potential von Modellbildungs-Software für den Einsatz in der Lehre verdeutlicht werden.

DD 2.24 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Schülervorstellungen und Physikunterricht** — ●MARTIN HOPF<sup>1</sup>, THOMAS WILHELM<sup>2</sup>, REINDERS DUIT<sup>3</sup> und HORST SCHECKER<sup>4</sup> — <sup>1</sup>Universität Wien — <sup>2</sup>Universität Frankfurt — <sup>3</sup>IPN Kiel — <sup>4</sup>Universität Bremen

Die Forschung zu Schülervorstellungen prägt die Physikdidaktik seit 50 Jahren. Die Forschungsliteratur dazu ist mehr als umfangreich. Für die Vorbereitung von Unterricht war es allerdings bisher mühsam, die verschiedenen Quellen zu sichten - es fehlte ein Buch, in dem der Erkenntnisstand über Schülervorstellungen kompakt aufgearbeitet ist.

Auf dem Poster wird das 2018 erschienene Lehrbuch "Schülervorstellungen und Physikunterricht" vorgestellt. Es enthält Kapitel zu den theoretischen Grundlagen sowie ausführliche Themenkapitel zu konkreten Schülervorstellungen. In Übungsaufgaben soll das Wissens über Schülervorstellungen angewendet werden. Außerdem werden inhaltli-

che Hinweise für die Gestaltung von Physikunterricht gegeben.

Das Lehrbuch ermöglicht Lehramtsstudierenden, ReferendarInnen und Lehrkräften, einen raschen Überblick über die Vorstellungen zu erlangen, mit deren Auftreten sie im Physikunterricht rechnen müssen.

Schecker, H.; Wilhelm, Th.; Hopf, M. & Duit, R. (2018, Hrsg.): Schülervorstellungen und Physikunterricht. Heidelberg: Springer Spektrum.

DD 2.25 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG

**Vignetten zur Förderung diagnostischer Fähigkeiten** — ●BARBARA STEFFENTORWEIHEN und HEIKE THEYSSEN — Universität Duisburg-Essen

Die Diagnostik gehört zu den zentralen Fähigkeiten im Lehrberuf, um Lernschwierigkeiten bei Schülerinnen und Schülern erkennen und Lernfortschritte individuell fördern zu können. Um die Entwicklung dieser Fähigkeit früh in der Lehramtsausbildung zu unterstützen, werden den Studierenden in einer Theorie-Praxis-Veranstaltung entsprechende Lerngelegenheiten angeboten, u. a. die Bearbeitung von Textvignetten sowie die aktive Teilnahme in einem Lehr-Lern-Labor (PraxisLab Physik). Die Entwicklung der diagnostischen Fähigkeiten im Verlauf der Veranstaltung wird mit qualitativen Methoden untersucht. Dazu werden verschiedene Instrumente zur Datenerhebung eingesetzt und aufeinander bezogen analysiert, u. a. Textvignetten und schriftliche Reflexionsbögen. Auf dem Poster werden die Methoden der Qualitativen Analyse der Textvignetten und erste Ergebnisse der Auswertung vorgestellt. Das "PraxisLab Physik" ist eingebunden in das im Rahmen der "Qualitätsoffensive Lehrerbildung" vom BMBF geförderte Projekt "Professionalisierung durch Vielfalt (ProViel)" ([www.unidue.de/proviel/](http://www.unidue.de/proviel/)).

DD 2.26 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG

**Moderne Physik im Lehr-Lern-Labor** — ●KATHARINA STÜTZ, RONNY NAWRODT und HOLGER CARTARIUS — Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart, 70550 Stuttgart

Fertigen Lehramtsstudierenden fehlt es in der universitären Ausbildung meist an Gelegenheiten ihr fachdidaktisches Wissen mit der Gestaltung von Unterrichtsstunden zu testen und zu vertiefen. An der Universität Stuttgart wurde daher im Rahmen des Verbundprojekts Lehrerbildung PLUS ein Lehr-Lern-Labor ins Leben gerufen, in dem Lehramtsstudierende Lehrkonzepte entwickeln, die sich an Schülerinnen und Schüler verschiedener Klassenstufen richten. Thematisch beschäftigen sich die Studierenden mit der aktuellen Forschung und haben so die Möglichkeit sich mit den fachlichen Inhalten intensiv auseinander zu setzen. Nach nun zwei erfolgreichen Durchläufen des Lehr-Lern-Labors ist es nun Zeit für ein Resümee und einen kleinen Ausblick in die Zukunft.

DD 2.27 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG

**Das Lehr-Lern-Forschungslabor Digital** — ●JOHANNES F. LHOTZKY<sup>1</sup>, KLAUS WENDT<sup>1</sup> und MARIUS HARRING<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik, JGU Mainz — <sup>2</sup>Institut für Erziehungswissenschaft, JGU Mainz

In Vorbereitung der 2. Förderperiode der Qualitätsoffensive Lehrerbildung wird an der JGU Mainz eine 2. Stufe des Lehr-Lern-Forschungslabor (LLF) als LLF-II-Digital für den Masterstudiengang, Schwerpunkt der Sekundarstufe II, entwickelt. Die Veranstaltung knüpft in der Realisierung an das im Bachelorstudiengang verortete LLF an und weitet dieses aus, wobei der Fokus auf der Konzeption von konkreten Lehr-Lern-Gelegenheiten unter der Verwendung von digitalen Medien liegt. Die Mediennutzung soll über das reine Konsumieren und Anwenden von Apps hinausgehen und erfordert von den Studierenden das konkrete Entwickeln mithilfe von Mikrocontrollern und/oder Konzipieren von differenzierungsfähigen, interaktiven Materialien auf bspw. Tablets. In der angekoppelten, bildungswissenschaftlichen Forschungswerkstatt wird anschließend an die Konzeptions- und Durchführungsphase im LLF-II-Digital der Frage nachgegangen wie gut in den konkret erstellten Unterrichtsminiaturen die digitalen Medien den Prozess des deeper learnings begünstigen. Konzeptionell transportiert das LLF-II-Digital damit die Verzahnung zwischen Fachwissenschaft, Fachdidaktik sowie Bildungswissenschaft in den Masterstudiengang. Um darüber hinaus auch die Theorie-Praxis-Verzahnung beizubehalten bzw. weiterzuentwickeln, sieht die Veranstaltung die Einbindung von Praktikern vor.

DD 2.28 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG

**„Contemporary Science @School“: Aktuelle Forschung als Gegenstand von Lehrerbildung und Unterricht** — ●ANDREAS BED-

NAREK und RITA WODZINSKI — Universität Kassel

Im Rahmen des Projekts „Contemporary Science“ wurde eine Lernumgebung entwickelt, welche fachwissenschaftliche und fachdidaktische Studienanteile mit Blick auf aktuelle naturwissenschaftliche Forschung vernetzt (Roetger, 2016). Im Anschlussprojekt „Contemporary Science @School“ ist zusätzlich eine Verknüpfung mit der Schulpraxis vorgesehen. Die Lernumgebung bietet den Studierenden in der ersten Phase die Möglichkeit, über einen Aufenthalt in einer Arbeitsgruppe der Experimentalphysik authentische Einblicke in naturwissenschaftliche Forschungspraxis zu gewinnen. In einer zweiten Phase reflektieren die Studierenden die Erfahrungen fachdidaktisch und planen auf deren Grundlage Universitätsbesuche für Schulklassen, welche noch innerhalb der Lernumgebung durchgeführt werden. Die Besuche sollen den Schülerinnen und Schülern sowie deren Lehrkräften wiederum didaktisch relevante Einblicke in die Praxis naturwissenschaftlicher Forschung gewähren.

Die Wirkungen dieser kombinierten Lernumgebung werden auf Seiten der Studierenden, der Schülerinnen und Schüler sowie der beteiligten Lehrkräfte qualitativ im Prä-Post-Design erfasst. Mithilfe von Portfolios beziehungsweise Interviews wird erhoben, welche Relevanz der naturwissenschaftlichen Forschungspraxis als Lerngegenstand im Physikunterricht beigemessen wird. Das Poster stellt das Konzept der kombinierten Lernumgebung sowie das Untersuchungsdesign vor.

DD 2.29 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG

**Qualifizierung von Quereinsteiger\*innen: Begleitforschung zum Kompetenzerwerb von Q-Master-Studierenden im Land Berlin** — ●VOLKHARD NORDMEIER, JULIA-JOSEFINE MILSTER und NOVID GHASSEMI — Freie Universität Berlin, Didaktik der Physik

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 ein Modellstudiengang im Land Berlin, und im Wintersemester 2018/19 wurde bereits die dritte Studienkohorte eingeschrieben. Das Projekt verfolgt das Ziel, Quereinsteiger\*innen innerhalb eines viersemestrigen Master of Education ausreichend für den anschließenden Vorbereitungsdienst zu qualifizieren. Dabei soll ein adäquates Ausbildungsniveau im Vergleich zu regulären Lehramtsstudierenden erreicht werden. Ob dies gelingt, wird im Rahmen der Begleitforschung und Evaluation des Studienganges untersucht. Hierbei liegt das Augenmerk auf der Entwicklung professioneller Kompetenzen von Lehrkräften. Im Fach Physik werden studienbegleitend Fachdidaktisches Wissen, Fachwissen und Überzeugungen erhoben. Erste Ergebnisse werden vorgestellt.

DD 2.30 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG

**Entwicklungsprojekt: "Die experimentellen Methoden der Naturwissenschaften ganzheitlich begreifen und vermitteln"** — ●JANA TAMPE und VERENA SPATZ — Technische Universität Darmstadt

Das Experiment ist ein zentrales und verbindendes Element der drei Naturwissenschaften Biologie, Chemie und Physik, sowohl in der Forschung als auch im Schulunterricht. Daher ist es eine wichtige Aufgabe von Lehrkräften, die Bedeutung des Experiments für die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung zu vermitteln (Mayer, 2008). Auch wenn die KMK-Standards dies als wichtigen Aspekt der naturwissenschaftlichen Grundbildung betonen, gelingt es im schulischen Unterricht kaum, die spezifischen Denk- und Arbeitsweisen des Experimentes angemessen darzustellen (Prenzel & Parchmann, 2003).

Ausgehend von dieser Zielstellung soll für den neu strukturierten Lehramtsstudiengang MINTplus an der TU Darmstadt mit gezielten naturwissenschaftlichen und vernetzenden Schwerpunkten ein Modul entwickelt werden, in dem sich Lehramtsstudierende theoretisch, praktisch und interdisziplinär mit dem ganzheitlichen Begreifen und Vermitteln der experimentellen Methoden der Naturwissenschaften auseinandersetzen.

Das Modul umfasst ein Seminar zur theoriegeleiteten Erarbeitung der Thematik, während die praktische Auseinandersetzung durch eine Kooperation mit den Lehr-Lernlaboren der TU Darmstadt realisiert wird. Diese Konzeptionsidee des Moduls sowie die geplante Evaluationsmethode werden auf dem Poster dargestellt.

DD 2.31 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG

**Digitale Kompetenzen von MINT-Lehrkräften** — ●LYDIA SCHULZE HEULING — Europa Universität Flensburg

Der digitale Wandel stellt vielfältige Herausforderungen an Lehrerinnen und Lehrer. Doch wie ist es um die digitalen Kompetenzen von Lehrkräften bestellt, die diese zweifelsohne benötigen, um den Umgang mit digitalen Medien pädagogisch sinnvoll gestalten zu können? Wir haben mit über 200 Studierenden im Bundesgebiet die MINT-Lehrkräften von morgen zu ihren digitalen Kompetenzen befragt und stellen die Ergebnisse in diesem Beitrag vor.

DD 2.32 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Quantitative und Qualitative Videoanalyse von Wellenphänomenen in einem Wasserwellenkanal** — ●JONAS KASPAR, ANTJE BERGMANN und CARSTEN ROCKSTUHL — Institut für Theoretische Festkörperphysik, Karlsruher Institut für Technologie

Wasserwellen kennt nahezu jede(r) Schüler(in) als erholendes und faszinierendes Element eines Meeresurlaubs. Sie bieten sich daher an, um allgemeine Wellenphänomene in der Schule zu thematisieren, die dort ein zentraler Bestandteil des Lehrplans sind. Zusätzlich gewinnen moderne Methoden - wie die Videoanalyse - die es ermöglicht, verschiedenste Bewegungen von Objekten zu erfassen und zu untersuchen, immer mehr an Bedeutung.

Um für Lehramtsstudenten einen Praktikumsversuch zu diesen Themen zu entwickeln, wurden im Rahmen einer Staatsexamensarbeit am KIT Wasserwellen mithilfe der Videoanalyse untersucht. Mit einem für den Schulgebrauch vorgesehenen, kommerziell erhältlichen Wellenkanal können neben qualitativen grundlegenden Wellenphänomenen, wie beispielsweise stehende Wellen, auch quantitative Messungen zu Ausbreitungsgeschwindigkeiten und Teilchenbewegungen im Wasser untersucht werden. Für den Anwendungsbezug wurden außerdem das Brechen von Wellen sowie die Wirkung nachgebauter Objekte, die Küsten vor Erosion schützen sollen, betrachtet.

Anhand der erhaltenen Ergebnisse und Erfahrungen mit dem Wellenkanal wurde ein Demonstrationsversuch für Lehramtsstudenten erstellt, der in diesem Beitrag präsentiert wird.

DD 2.33 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Ein Low Budget High Resolution Laser Scanning Mikroskop** — ●FLORIAN SCHWARZ<sup>1</sup>, LUKAS LECHLER<sup>1</sup> und JENS PFLAUM<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>Experimentelle Physik VI, Julius Maximilians Universität Würzburg, 97074 Würzburg — <sup>2</sup>ZAE Bayern, 97074 Würzburg

Aktuelle Forschungsthemen sind nur selten in der Schule experimentell zu realisieren. Die Gründe liegen in der Komplexität des benötigten Hintergrundwissens sowie in der Finanzierung der wissenschaftlichen Geräte. Beispielsweise stellt die optische Charakterisierung von Festkörperoberflächen oder biologischen Proben mit einem Laser Scanning Mikroskop (LSM) mittlerweile ein Standardverfahren in der materialwissenschaftlichen und medizinischen Forschung dar. Jedoch, obwohl das Hintergrundwissen dazu Schulstoff ist, sind derartige Aufbauten für schulische Anwendungen kaum zu finanzieren und gewähren zudem nur begrenzten Einblick in ihre Funktionsweise. Da wesentliche Komponenten eines LSM aber bereits in kommerziellen DVD-Laufwerken verbaut sind, haben wir dies als Startpunkt genommen, um aus zwei gängigen DVD-Spielern ein solches LSM aufzubauen. Die präparierte Version kostet nur etwa 50 Euro, erlaubt eine laterale Auflösung von ca. 17  $\mu\text{m}$  bei Probenabmessungen von bis zu 5 cm, und die Funktion der einzelnen Komponenten ist unmittelbar ersichtlich. In unserem Beitrag stellen wir den Aufbau eines solchen *Low Budget High Resolution Laser Scanning Mikroskops* und dessen Einsatzmöglichkeiten in der Schule, z.B. im Rahmen eines Projektseminars, vor.

Der Förderung des Vorhabens durch die *Fonds für innovative Projekte in der Lehre* der Universität Würzburg wird gedankt.

DD 2.34 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**VidAMeda - Lehrvideos zur Auswertung von Messdaten** — ●BENJAMIN GÖTZE, HEIDRUN HEINKE und JOHN HAMACHER — RWTH Aachen University

Eine erste Auseinandersetzung mit der Thematik der Auswertung von Messdaten geschieht in der Regel in den physikalischen Anfängerpraktika. Die Organisation solcher Praktika sieht zumeist vor, dass sich die Studierenden der Datenauswertung ihrer Praktikumsversuche in der nachgelagerten Versuchsberichterstellung widmen, die dann ohne eine direkte Betreuung stattfindet. Das *VidAMeda*-Projekt (Lehr-Videos zur Auswertung von Messdaten) verfolgt das Ziel, die Studierenden in dieser Selbststudienzeit bei der Auswertung und Interpretation von Messdaten audio-visuell zu unterstützen. Zum einen sollen die Lehrvideos als online nutzbare und aufeinander abgestimmte Hilfestellungen die nötigen „handwerklichen“ Fähigkeiten bei der adäquaten Messdatenanalyse vermitteln. Da eine belastbare Auswertung experimentel-

ler Daten jedoch auch zwingend ein fundiertes Verständnis über Messunsicherheiten voraussetzt, zielen die Lehrvideos zum anderen auch auf eine Förderung des Grundverständnisses und der Kompetenzen im Umgang mit Messunsicherheiten als elementarem Bestandteil experimentellen Arbeitens. Zum jetzigen Zeitpunkt sind 24 Lehrvideos mit einer maximalen Länge von 7 Minuten angedacht, die neben einer Einführung in die Unsicherheitsbetrachtung auch Fragestellungen der korrekten Auswahl und Angabe von Messergebnissen, der rechnerischen Auswertung von Messdaten sowie ihrer graphischen Darstellung und Auswertung behandeln.

DD 2.35 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Messunsicherheiten nach GUM: ein sicheres Fundament für die Messwertanalyse im Praktikum** — ●PHILIPP MÖHRKE und BERND-UWE RUNGE — Universität Konstanz, Fachbereich Physik, 78457 Konstanz

Jedes wissenschaftlich relevante Messergebnis besitzt eine Unsicherheit (früher oft als (Mess-)Fehler bezeichnet), die es der wissenschaftlichen Gemeinschaft überhaupt erst ermöglicht, dieses zu bewerten und mit anderen Messergebnissen oder theoretischen Vorhersagen in Relation zu setzen. Erst ein verantwortungsvoller und wertschätzender Umgang mit diesem an vielen Stellen unbeliebten Thema macht wissenschaftliche Arbeit möglich. Der Aufbau handlungswirksamer Kompetenzen im Arbeiten mit Messdaten, deren Auswertung und Bewertung unter der Berücksichtigung ihrer Unsicherheiten ist zentrales Ziel vieler physikalischer Anfängerpraktika. Wir stellen hier ein GUM[1]-basiertes Gesamtkonzept aus Vorlesungs-, Übungs- und Praktikumsanteilen vor, welches sich durch eng miteinander verzahnte Elemente aus Lern- und Anwendungsphasen auszeichnet. Daneben spielt die tatsächliche Verwendung der ermittelten Unsicherheiten für Vergleiche zwischen selbst ermittelten Messergebnissen eine entscheidende Rolle. Zentrales Element dieses Zugangs ist analog zum GUM die Verteilung der Messwerte, welche ein über das Erlernen von reinen Rechenroutinen hinausgehendes Verständnis der dahinterliegenden Prozesse ermöglicht.

[1] Joint Committee for Guides in Metrology, 2008. Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement

DD 2.36 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Freier Versuch im Physikalischen Praktikum 1** — ●RICHARD KEMMLER<sup>1</sup>, HARALD KÜBLER<sup>2</sup>, HOLGER CARTARIUS<sup>1</sup> und RONNY NAWRODT<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart — <sup>2</sup>5. Physikalisches Institut, Universität Stuttgart

Es gibt viele Studien, die den Lernerfolg von physikalischen Praktika untersuchen und Beeinflussungsfaktoren analysieren. Insbesondere die Möglichkeit, während des Versuchs eigene Entscheidungen zu treffen wirkt sich positiv aus. Dies ist in physikalischen Anfängerpraktika oftmals nur in geringem Ausmaß gegeben, da Messprogramme möglichst umfassend und unmissverständlich konzipiert werden.

Deshalb wurde ein "Freier Versuch" eingeführt. In diesem entwerfen Physikstudierende des 3.- 4. Semesters selbst eine einfache, eng gefasste Messaufgabe. Schwerpunkt liegt auf dem Entwickeln einer dem Anfängerpraktikum angemessenen Idee, dem Aufbau einer sinnvollen Messanordnung und der anschließenden kritischen Bewertung von Ergebnis und Versuchsaufbau.

Bisher realisierte Projekte waren beispielsweise Untersuchungen am Flaschenzug bezüglich Kraft- und Zuglänge sowie Reibung, optische Absorption in unterschiedlichen (Alltags-)Flüssigkeiten oder Impulsübertrag zwischen verschiedenen Bällen.

Besonderes Augenmerk liegt auf studentischem Feedback und dem Vergleich mit klassischen, strukturierten Versuchen bezüglich Lernverhalten und -erfolg.

DD 2.37 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**FEE: Naturwissenschaftliche und informatische Potenziale bei Grundschulkindern entdecken, entfalten und fördern** — ●HILDE KÖSTER, TOBIAS MEHRTENS, PHILIPP STRAUBE, MARTIN BRÄMER, JULIA VOIGT und VOLKHARD NORDMEIER — Freie Universität Berlin, Didaktik des Sachunterrichts

Im Projekt DiaMINT-Sachunterricht, das als Teil des durch das BMBF geförderten Verbundprojekts 'Leistung macht Schule' (LemaS) am Standort FU Berlin angesiedelt ist, hat mit einer ersten Netzwerktagung im November 2018 an der Freien Universität Berlin die konkrete Zusammenarbeit mit den im Teilprojekt mitwirkenden Schulen begonnen. Auf Basis des Konzepts Freies Explorieren und Experimentierens (FEE; n. Köster 2006) wird gemeinsam mit den Vertreter\*innen der Schulen in der ersten Projektphase ein Diagnoseinstrument für

die Identifikation von besonderen Interessen und Leistungspotenzialen bei Grundschulkindern entwickelt und erprobt. Berücksichtigt werden dabei die Rahmenbedingungen in den beteiligten Schulen bzgl. der Möglichkeiten der Einbindung von FEE in den Unterricht sowie auch die spezifischen Wünsche hinsichtlich der inhaltlichen Ausrichtung. So werden zunächst an acht Schulen die Potenziale und Bedürfnisse von Kindern bezüglich naturwissenschaftsbezogener und an zwei Schulen diejenigen bezüglich informatischer Bildung untersucht. Über erste Erfahrungen und Ergebnisse wird berichtet.

DD 2.38 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Formation of Gosset Lattices of Dark Matter** — ●OLE RADEMACHER<sup>1</sup>, PAUL BRÜNING<sup>1</sup>, and HANS-OTTO CARMESIN<sup>1,2,3</sup> — <sup>1</sup>Gymnasium Athenaeum, Stade — <sup>2</sup>Universität Bremen — <sup>3</sup>Studienseminar Stade

A novel equivalence principle has been developed and utilized in a research club. From that principle H.-O. Carmesin's\* theory of quantum gravity has been derived. With it various fundamental problems of physics have been solved and an accurate accordance with observations has been achieved. Thereby all results have been obtained by utilizing only three numerical inputs: the fundamental natural constants G, c and h. In addition a novel minimization principle has been developed. It establishes a tool for the analysis of emerging structures at the ground state. In particular the emergence of dark matter has been explained and excellent quantitative accordance with observations of the CMB has been achieved, whereby the deviation is below 0.23%. Hereby the elementary particle of dark matter has been derived. Here we analyze the formation of E8-lattices from the elementary particles of the dark matter. In particular we study the formation of corresponding clusters.

\* Carmesin, H.-O. (2018): Entstehung dunkler Materie durch Gravitation. Berlin: Verlag Dr. Köster

DD 2.39 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**A Numerical Study of the Solution of the Horizon Problem and of the Flatness Problem** — ●LENNERT SPRENGER<sup>1</sup> and HANS-OTTO CARMESIN<sup>1,2,3</sup> — <sup>1</sup>Gymnasium Athenaeum, Stade — <sup>2</sup>Universität Bremen — <sup>3</sup>Studienseminar Stade

An equivalence principle has been developed and used in a research club. From that principle H.-O. Carmesin's\* theory of quantum gravity has been derived. With it fundamental problems of physics have been solved and an accurate accordance with observations has been achieved. Thereby all results have been obtained by using only three numerical inputs: the natural constants G, c and h. In addition a novel minimization principle has been developed. It establishes a tool for the analysis of emerging structures at the ground state. In particular the era of cosmic inflation has been explained and excellent quantitative accordance with observations of the CMB is achieved, whereby the deviation is below 3%. Thereby the flatness problem, the horizon problem and the problem of energy conservation have been solved. Here we present a numerical study that shows the solutions of the horizon problem and of the flatness problem in more detail.

\* Carmesin, H.-O. (2018): Entstehung dunkler Materie durch Gravitation. Berlin: Verlag Dr. Köster

DD 2.40 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Numerical Investigation of the Emergence of Dark Energy and the Time Evolution of the Hubble Constant** — ●PAUL BRÜNING<sup>1</sup>, HANS-OTTO CARMESIN<sup>1,2,3</sup>, and BEN JOSHUA HELMCKE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Gymnasium Athenaeum, Stade — <sup>2</sup>Universität Bremen — <sup>3</sup>Studienseminar Stade

An equivalence principle has been developed and used in a research club. From that principle H.-O. Carmesin's\* theory of quantum gravity has been derived. With it fundamental problems of physics have been solved and an accurate accordance with observations has been achieved based on the fundamental natural constants G, c and h only. In particular the emergence of dark energy has been explained by zero-point oscillations of the gravitational field and excellent quantitative accordance with observations of the CMB has been achieved, whereby the deviation is below 0.073%. The zero-point oscillations are polychromatic. Therefrom the different measured Hubble constants have been explained with an accuracy of 1%. Here we present a study of the zero-point oscillations that achieves a high numerical detail. In particular we calculate the time evolution of the measurable Hubble constant.

\* Carmesin, H.-O. (2018): Entstehung dunkler Energie durch Quantengravitation. Berlin: Verlag Dr. Köster

DD 2.41 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Ist die Lorentz Interpretation (LI) der Allgemeinen Relativitätstheorie (GRT) experimentell falsifizierbar? Weitere Argumente** — ●JÜRGEN BRANDES — Karlsruhe, Germany

Die LI der GRT [1] ist eine von Fachleuten anerkannte Interpretation der GRT. Nobelpreisträger Kip S. Thorne nennt sie "das Paradigma der flachen Raumzeit" [2]. Für beide Interpretationen besteht kein Unterschied in der Vorhersage der relativistischen Experimente, ausgenommen sind Schwarze Löcher, die in der LI der GRT keinen Ereignishorizont haben. Hier gilt *nicht*: "Ein Schwarzes Loch ist eine Region der Raumzeit, die so großen Gravitationswirkungen unterliegt, dass *nichts* - auch kein Teilchen oder elektromagnetische Strahlung - aus ihrem Inneren entkommen kann." *Das sollte das auch für Gravitationswellen gelten und damit ist die LI der GRT bewiesen*: GW170608 beschreibt für ein Binärsystem aus zwei Schwarzen Löchern mit den Massen 12 und 7  $M_{sun}$  die Verschmelzung zu einem Schwarzen Loch der Masse 18  $M_{sun}$ . Das bedeutet, 1  $M_{sun}$  wurde in Form von Gravitationswellen abgestrahlt und das wäre nicht erlaubt. Weiterhin: Die LI der GRT sagt mit Hilfe der Tolman-Oppenheimer-Volkoff-Gleichung (TOV) vorher, dass sich in den galaktischen Zentren keine Schwarzen Löcher sondern nur supermassive Objekte befinden. Das Poster diskutiert aktuelle Ergebnisse von LIGO, GRAVITY und EHT.

[1] J. Brandes, J. Czerniawski: *Spezielle und Allgemeine Relativitätstheorie für Physiker und Philosophen - Einstein- und Lorentz-Interpretation, Paradoxien, Raum und Zeit, Experimente*, 4. Aufl. 2010 [2] Website www.grt-li.de.

DD 2.42 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**astrophysics Experiments with partIcles - YETI at IAYC 2018** — ●ELIZABETH MONDRAGÓN — International Workshop for Astronomy (IWA e.V.)

The International Astronomical Youth Camp (IAYC) is a three-week long summer camp aiming to promote knowledge of astronomy and astronomy related sciences in a unique international atmosphere (see talk on IAYC). Every year the IAYC takes place somewhere in Europe. About 70 people from a wide range of different countries live together for three weeks. Participants are between 16 and 24 years old and share a common interest: Astronomy. The camp offers several working groups covering different topics from astrophotography, observation and astroparticle physics to astronautics and astrobiology. During the IAYC 2018, in the context of the working group YETI (astrophysics Experiments with partIcles) participants built a CosmicWatch<sup>©</sup> muon particle detector and made several studies on the muon flux at different altitudes and atmospheric conditions. In the context of this project, participants also developed a mathematical model to study the expected flux of muons for different altitudes and latitudes. Moreover, they could also unravel the arduino code used in this detector and learned the basics of arduino coding. All these different project developed in the YETI working group and its results will be presented in the poster. Furthermore, new information about the IAYC 2019 working groups will be given.

DD 2.43 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**PS $\Phi$ : Forschungsprogramm zur Studieneingangsphase im Physikstudium** — ●ANNA B. BAUER, SIMON LAHME, DAVID WOITKOWSKI, CHRISTOPH VOGELSANG und PETER REINHOLD — Universität Paderborn, Didaktik der Physik

Die Studieneingangsphase Physik fordert von den Studienanfängern den Aufbau vielfältiger Fähigkeiten und Fertigkeiten. Diese umfassen fachliche Aspekte, z.B. der Erwerb von Fachwissen, Problemlösefähigkeiten und experimenteller Kompetenz auf universitärem Niveau. Parallel dazu laufen Prozesse der Identitätsaushandlung, Sozialisation und Inkulturation in zunächst noch neuer Lernumgebung und Fachkultur ab. Diese vielfältigen und oft als nicht trivial empfundenen Lern- und Umstellungsprozesse finden innerhalb kürzester Zeit statt, was eine erhebliche Belastung bedeutet.

Aktuell wird die Paderborner Studieneingangsphase nach und nach inhaltlich und strukturell überarbeitet und aus verschiedenen Blickwinkeln qualitativ und quantitativ beforscht. Zur Verfügung stehen dabei quantitative Testinstrumente zum Erwerb fachlichen und fachdidaktischen Wissens, qualitative Instrumente zur Problemlösekompetenz und experimenteller Performanz, außerdem Gruppendiskussionen zur Nutzung und zu Wirkungen des Lernzentrums Physiktreff. Insgesamt soll dieses Forschungsprogramm einen breitgefächerten Überblick über alle relevanten Aspekte und Wirkungen der Studieneingangsphase liefern.

DD 2.44 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Elektromagnetische Felder als Schatten der Raumzeit** —  
 ●MARTIN ERIK HORN — Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Von Stund an – so Minkowski vor über 100 Jahren – sollen Raum für sich und Zeit für sich völlig zu Schatten herabsinken und nur noch eine Art Union der beiden soll Selbständigkeit bewahren. Die seit mittlerweile über 100 Jahre andauernde Abraham-Minkowski-Kontroverse zeigt jedoch, dass dieser Schattenwurf immer noch nicht vollständig verstanden ist.

Deshalb wird vorgeschlagen, sowohl die fachphysikalische wie auch die physikdidaktische Positionierung elektromagnetischer Felder in der Speziellen Relativität zu überdenken und auf Grundlage der Geometrischen Algebra neu zu fassen. Dabei verblüfft, wie nicht nur Raum und Zeit, sondern auch elektrische und magnetische Felder zu Schatten der Raumzeit herabsinken.

DD 2.45 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Einheiten in der Physik – Entwicklung eines Tests für die Studieneingangsphase** — SVENJA CHRISTIANSEN<sup>1</sup>, ●ARNE GERDES<sup>1,2</sup> und SUSANNE SCHNEIDER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Abteilung Didaktik der Physik, Fakultät für Physik, Georg-August-Universität Göttingen — <sup>2</sup>Fakultät für Mathematik und Informatik, Georg-August-Universität Göttingen

Betrachtet man die Studieneingangsphase des Physikstudiums, so gehören physikalische Einheiten zu den ersten Lerninhalten der Experimentalphysik. Im Kontext der Forschung zum Studienerfolg und Studienabbruch und damit verbunden der Konzeption von Unterstützungsmaßnahmen am Übergang Schule-Studium haben wir den Bedarf eines Testinstruments zum Umgang mit Einheiten identifiziert. Nach einer Gliederung von Pospiech (2016) wurde entsprechend ein Test konstruiert, um die Kompetenzen "Zuordnen von Einheiten", "Berechnen von Einheiten", "Umgehen mit Präfixen" und "Berechnen von Größenordnungen" zu messen. Im vorliegenden Beitrag stellen wir die Testentwicklung, den Test und dessen Bewertung hinsichtlich der Gütekriterien vor.

DD 2.46 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Evaluation of selected physical parameters measured with smartphones** — ●KONRADIN WEBER, JAN THIELKE, and CHRISTIAN FISCHER — Hochschule Düsseldorf (HSD), Labor für Umweltmesstechnik, Münsterstr. 156, 40476 Düsseldorf

Smartphones found meanwhile widespread and daily use within the population. Small sensors implemented within the smartphones enable the measurement of physical parameters like acceleration, temperature, atmospheric pressure, altitude, geographical position, magnetic and light quantities. However, at this point the question arises, how reliable these smartphone sensor data are. Therefore tests and evaluations concerning these parameters were started for this study, using different smartphones and open access apps. Moreover, selected measurement results of physical parameters delivered by the smartphones were inter-compared with the measurement results of commercial instruments. Additionally, physical demonstration experiments were tested using a dedicated app for physical smartphone experiments.

DD 2.47 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Gestaltung von variablenkontrollierten Experimenten für Schülerinnen und Schüler mit Lernbeeinträchtigungen** — ●LARISSA FÜHNER und ALEXANDER PUSCH — Didaktik der Physik, Uni Münster, Münster, Deutschland

Schülerinnen und Schüler mit Lernbeeinträchtigungen haben es im regulären Physikunterricht meist besonders schwer. Aus der Praxisarbeit von Förderschulen gibt es für diese Lernendengruppen grundlegende Handlungsempfehlungen für die Ausgestaltung von Lernprozessen, die wir im Rahmen eines Lernsettings anwenden und analysieren.

Auf diesem Poster möchten wir ein solches außerschulisches Lernsetting als Best-Practice-Beispiel für Schülerinnen und Schüler mit u.a. Schwierigkeiten beim Lernen oder mit Störungen in der geistigen Entwicklung beschreiben. Wir gehen dabei mit Lernenden unterschiedlicher Förderschwerpunkte experimentell und variablenkontrolliert der Frage nach, von welchen Einflüssen die Wurfweite beim schiefen Wurf abhängt. Wir zeigen Probleme von lernbeeinträchtigten Schülerinnen und Schülern bei der experimentellen Erarbeitung physikalischer Sachverhalte auf und stellen mögliche Lösungsansätze vor. Diese Kernideen lassen sich auf schulisches Experimentieren übertragen, um Lernenden mit sonderpädagogischer Unterstützung eine bessere Teilhabe und Erarbeitung zu ermöglichen.

DD 2.48 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Low-Cost Kinematik-Experimente mit Luftkissenscheiben aus dem 3D-Drucker** — ●PAUL SCHLUMMER, BIANCA NIEDERMEYER und ALEXANDER PUSCH — Institut für Didaktik der Physik, Universität Münster

Experimente zur Kinematik sollen physikalische Zusammenhänge zwischen Kraft, Bewegung & Impulsübertragung aufzeigen und vermitteln. Im schulischen Kontext ist es üblich, dass die experimentellen Bedingungen hierbei stark idealisiert werden und insbesondere der Einfluss von Reibung minimiert wird.

Für diesen Zweck werden häufig unhandliche, sehr laute und vor allem teure Luftkissenbahnen verwendet. Mit diesen können Reibungseffekte zwar auf ein Minimum reduziert werden, jedoch sind sie auf eindimensionale Bewegungen beschränkt und nur als Demonstrationsversuch geeignet.

Mit Hilfe von Luftkissenscheiben aus dem 3D-Drucker ist es möglich, neben Demonstrationsversuchen auch eine Vielzahl von kostengünstigen Schülerexperimenten durchzuführen, die zudem nicht mehr auf die Bewegung in einer Dimension beschränkt sind. Auf diesem Poster zeigen wir verschiedene Möglichkeiten für Schülerexperimente mit Luftkissenscheiben aus dem 3D-Drucker, sowie qualitative und quantitative Auswertungsmethoden samt Ergebnissen.

DD 2.49 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Experimente und Aufgabenstellungen rund um die Physik von LED's** — ●MICHAELA SCHULZ — Universität Bielefeld

LED's sind in unserem Alltag allgegenwärtig. Deshalb eignet sich eine nähere Betrachtung von LED's als kontextbezogenes Thema für den Physikunterricht gut.

Neben der offensichtlichen Frage, wie die Spektren der unterschiedlichen LED's entstehen, werden auch weitere Fragen experimentell oder mit kontextbezogenen Aufgaben beantwortet. Beispiele sind: Wie kann man die unterschiedlichen Lichteindrücke erzeugen? Wie kommt eigentlich das Licht aus dem Halbleiter? Welche Gründe gibt es für die Geometrie der Elektroden? Durch diese und ähnliche Fragen können nicht nur die physikalischen Grundlagen der Halbleiterphysik und Lumineszenz erarbeitet werden, sondern auch Themen aus der SEK 1 wie Totalreflexion, Farbenlehre und Wärmeleitung wiederholt werden.

In diesem Beitrag werden dafür Experimente sowie mögliche Aufgabenstellungen für den Physikunterricht vorgeschlagen.

DD 2.50 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Entwicklung von Einzelphotonenexperimenten für ein Studierendenlabor** — ●PAUL SCHLUMMER — Institut für Didaktik der Physik, Universität Münster

Bei Lernenden gilt die Quantenphysik oft als eine besonders theoretische und unanschauliche Teildisziplin der Physik. Eine Ursache hierfür ist nicht zuletzt der Mangel an verfügbaren Experimenten, die zentrale Eigenschaften von Quantenobjekten wie z. B. Photonen erfahrbar machen.

Häufig werden zur Demonstration von Wesenszügen der Quantenphysik Analogieexperimente, z.B. in der Optik unter Verwendung von Lasern, herangezogen. Solche Experimente funktionieren jedoch streng genommen vollkommen klassisch, da sie nicht mit einzelnen Quantenobjekten wie Photonen durchgeführt werden. Der Übergang von der klassischen Analogie zur Quantenphysik mit einzelnen Photonen bleibt eine rein gedankliche Abstraktion.

Der hier präsentierte Aufbau soll Studierenden die Möglichkeit bieten, an einer Einzelphotonenquelle zentrale Experimente der Quantenoptik selbst durchzuführen und nachzuvollziehen. Das Poster stellt das hierzu entwickelte Setup vor und präsentiert erste Ergebnisse.

DD 2.51 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Der Umgang von Physiklehrkräften mit einem kontroversen Fachkonzept** — ●ERIK HEINE — TU Dresden, Haackelstraße 3, 01069 Dresden

Naturwissenschaftliche Wissensbestände werden von Schüler\*innen als "etwas Gesichertes, Feststehendes" (Höttecke, Hopf 2018) betrachtet. Diese Vorstellung ist jedoch unvereinbar mit einem aus physikdidaktischer Sicht adäquaten Verständnis von Nature of Science (NoS), indem unter anderem Diskurs, Vorläufigkeit und Subjektivität von Erkenntnissen (Mikelskis-Seifert & Rabe 2010) eingeschlossen sind. In diesem Sinne ist Kontroversität ein wesensbestimmendes Merkmal von Wissenschaft und besitzt für den Physikunterricht einen besonderen Bildungswert, dessen Realisierung maßgeblich durch die konkrete Umsetzung der jeweiligen Lehrkraft bestimmt sein wird. Zur Erfassung

der Perspektive von Lehrenden im Umgang mit einem kontroversen Fachinhalt werden Physiklehrkräfte in einer Laborstudie exemplarisch mit einer fachwissenschaftlichen Kontroverse um den Begriff der geschwindigkeitsabhängigen Masse in der Speziellen Relativitätstheorie konfrontiert. Dabei werden Vignetten eingesetzt, um die Reaktionen von Lehrkräften bei der Auseinandersetzung mit komplexen, offenen Situationen im Unterrichtskontext zu erheben. Die Auswertung der gewonnenen Daten erfolgt mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring. Am Poster können neben der fachdidaktischen Sicht auf Kontroversität auch Erfahrungen mit deren Umgang im Physikunterricht diskutiert werden.

DD 2.52 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**SCIphyLAB - Das Schülerlabor Physik an der RWTH Aachen**  
 — ●CHRISTIAN L. SALINGA, ROMAN KONDRJAKOW, RALF DETEMPLE und HEIDRUN HEINKE — I. Phys. Inst. IA, RWTH Aachen, Deutschland

Unter dem Projektnamen SCIphyLAB firmieren vielfältige Angebote, die für Lehrkräfte und ihre Schülerinnen und Schüler entwickelt wurden und kontinuierlich weiterentwickelt werden. Unter der Mitwirkung der AG Physikalische Praktika und der Didaktik der Physik und Technik an der RWTH Aachen sind in den letzten Jahren diverse SCIphyLAB-Formate entstanden, die mit verschiedenen Themen und Angeboten unterschiedliche Zielgruppen adressieren: mit ausleihbaren, kontextorientierten Lernzirkeln zu verschiedenen physikalischen Themen Teilnehmer ab der vierten Grundschulklasse (SCIphyLAB\_to go) oder mit thematisch an den SFB 917 Nanoswitches angedockten Modulen ganze Schulklassen oder Kurse der Jahrgangsstufen 7-13 (SCIphyLAB\_nano). Zudem werden vor dem Hintergrund großer Physikpraktika umfangreiche Experimentiermöglichkeiten zu unterschiedlichen Themen wie bspw. Röntgenstrahlung, Auge, Ohr, radioaktive Strahlung oder Spektroskopie eröffnet (SCIphyLAB\_campus) und damit viele Wünsche der Lehrkräfte und Schülerschaft in der Region abgedeckt. Darüber hinaus werden im Bereich neuer experimenteller Medien beispielsweise Arduino-Kurse für Lehrkräfte und Schülerinnen und Schüler sowie unterstützende Materialien für Smartphone-Experimente vor allem zu der an der RWTH Aachen entwickelten App phyphox angeboten (SCIphyLAB\_smart).

DD 2.53 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Physik-Projekt-Tage – Gleichstellung in der Physik an Hand eines Workshop nur für Schülerinnen**  
 — ●ANNA BENECKE<sup>1</sup>, JOCHEN WILMS<sup>2</sup>, DIETMAR BLOCK<sup>2</sup>, FRANKO GREINER<sup>2</sup>, ANDREAS HINZMANN<sup>1</sup>, GREGOR KASIECZKA<sup>1</sup> und ROMAN KOGLER<sup>1</sup> —  
<sup>1</sup>Universität Hamburg — <sup>2</sup>Christian-Albrecht Universität zu Kiel

Das Gleichstellungsarbeit besonders in der Physik ein wichtiges Thema ist, zeigt nicht zuletzt die Anzahl von Studentinnen unter den Studienanfängerinnen in den 1- Fach Physikstudiengängen. In Kiel fangen nur etwa 15% Physikstudentinnen an. 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 eine viertägiger Workshop nur für Schülerinnen ins Leben gerufen. Die Teilnehmerinnen haben die Möglichkeit, zu Schuljahresbeginn vier Tage lang in einem Projekt ihrer Wahl zu experimentieren, ihr Interesse an Physik zu steigern und Netzwerke über Schulgrenzen hinweg aufzubauen. Zur Qualitätssicherung und Weiterentwicklung dieser Veranstaltung werden die PPT von einer kritischen Evaluation begleitet. Mit einer Basisumfrage an 10 Schulen in Schleswig-Holstein mit gymnasialer Oberstufe wurde ermittelt, ob und wie die PPT an Schulen für diese Thematik sensibilisieren können. Das Konzept der PPT, Inhalte und ausgesuchte Ergebnisse der Evaluation werden vorgestellt. Die PPT fanden 2018 zum vierten Mal statt in Kiel und zum ersten Mal an der Universität Hamburg. Seit 2015 ist das Projekt im Instrumentenkasten der DFG.

DD 2.54 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**NinU - Netzwerk inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht**  
 — ●LISA STINKEN-RÖNSNER<sup>1</sup>, SIMONE ABELS<sup>1</sup>, LISA ROTT<sup>2</sup> und ANDREAS NEHRING<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Leuphana Universität Lüneburg —

<sup>2</sup>Westfälische Wilhelms-Universität Münster — <sup>3</sup>Leibniz Universität Hannover

Inklusion und gemeinsames Lernen gehören spätestens seit der Unterzeichnung der UN-Behindertenrechtskonvention im Jahre 2009 zu den aktuellen Themen in der deutschen Bildungslandschaft. Dabei stellt die gemeinsame Beschulung aller Schüler\_innen insbesondere die Naturwissenschaften vor neue, bisher für sie unbekannte Herausforderungen. Inzwischen nimmt jedoch auch die Anzahl an Initiativen und Forschungsprojekten, die sich mit diesem Thema befassen, in den Naturwissenschaften zu. Um diese Initiativen zusammenzuführen und einen überregionalen Austausch auch über die Fächergrenzen hinweg zu ermöglichen, wurde im März 2016 das "Netzwerk inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht" (NinU) gemeinsam von Fachdidaktiker\_innen und Sonderpädagog\_innen gegründet.

Im Rahmen der DPG-Frühjahrstagung 2019 sind alle Interessierten dazu eingeladen sich über Ziele und Forschungsschwerpunkte des Netzwerkes zu informieren und ihre eigenen Forschungsprojekte im Netzwerk zu verorten. Das Netzwerk versteht sich als offene Plattform, interessierte Forscher\_innen können auf der Posterpräsentation oder über die Homepage des Netzwerkes den Kontakt herstellen.

DD 2.55 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Nutzung multipler Repräsentationen zur Erarbeitung eines Experiments**  
 — ●PHILIPP WICHTRUP — Didaktik der Physik, Uni Münster, Münster, Deutschland

Sprachliche und visuelle Repräsentationen gehören im regulären Physikunterricht zur Erklärung eines Experiments. Dynamische Elemente (wie z.B. Animationen oder Erklärfilme) werden aus technischen Gründen häufig frontal von der Lehrperson vorgeführt, obwohl die Lernenden diese mit ihren Smartphones in ihrem eigenen Lerntempo abspielen könnten. Erlaubt man Lernenden den Zugang zum World-Wide-Web ist es für die Lehrperson schwer bis unmöglich, die zielführende Nutzung zu kontrollieren. Auf diesem Poster möchte ich eine Möglichkeit aufzeigen, wie Lernende die drei Repräsentationsformen (Experiment, Sprache und Visualisierung) zu einem physikalischen Inhalt in Kleingruppen mit Hilfe ihrer Smartphones nutzen können. Des Weiteren wird auf dem Poster mein Forschungsdesign beschrieben, mit dem ich folgende Forschungsfragen untersuchen möchte: Welche der angebotenen Repräsentationsformen (Realexperiment, Informationsblatt, Realvideo eines Experiments und animierter Erklärfilm)nutzen die Lernenden zur Formulierung der Beobachtung und der Erklärung eines Experiments? Wie begründen die Lernenden ihr Nutzungsverhalten?

DD 2.56 Mo 15:50 C.A.R.L. Foyer EG  
**Veränderung von Schülervorstellungen durch Experimentierstationen im inklusiven Optikunterricht**  
 — ●LAURA SÜHRIG — Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Studien weisen zurzeit darauf hin, dass es bundesweit zu wenige Chancen für inklusiven Unterricht gibt. Insbesondere in Hessen werden so wenige Schülerinnen und Schüler mit und ohne Förderung gemeinsam unterrichtet wie in keinem anderen Bundesland.

Aufgrund dieser Situation wurde im Rahmen einer Studie eine Stationenarbeit mit Optikexperimenten für einen inklusiven Physikunterricht entwickelt. Zudem wurde basierend auf dem Experimentierunterricht untersucht, inwiefern die Schülervorstellungen zur Anfangsoptik durch Experimentierstationen beeinflusst werden können. Dabei sollte durch differenziertes, barrierefreies Schülerarbeitsmaterial, welches unterschiedliche Zugänge und Lernwege ermöglicht, eine stark heterogene Lerngruppe (Kinder mit und ohne Förderung) durch unterschiedliche Aufgaben- und Hilfsangebote gefördert werden. Die Arbeitsmaterialien wurden in Anlehnung an das Universal-Design-for-Learning-Konzept und das Konzept von Lernstrukturgittern entworfen. In der Unterrichtseinheit arbeiteten Kinder mit und ohne Förderbedarf gemeinsam und selbstständig in Kleingruppen an den Experimentierstationen. Die Ergebnisse der Studie (N=71, davon 11 Kinder mit Förderung) zeigen auf, dass sich die Schülervorstellungen durch Experimentierstationen überwiegend hin zu physikalisch angemessenen Vorstellungen entwickeln lassen, wenngleich sich die Präkonzepte der Förderkinder schwerer beeinflussen lassen.

## DD 3: Lehr- und Lernforschung 1

Zeit: Montag 17:30–18:30

Raum: S01

DD 3.1 Mo 17:30 S01

**Re-Design des Frankfurter Unterrichtskonzepts im Rahmen von EPo-EKo** — ●JAN-PHILIPP BURDE<sup>1</sup>, THOMAS WILHELM<sup>1</sup>, THOMAS SCHUBATZKY<sup>2</sup>, CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER<sup>2</sup>, LANA IVANJEK<sup>3</sup>, MARTIN HOPF<sup>3</sup>, LIZA DOPATKA<sup>4</sup> und VERENA SPATZ<sup>4</sup> — <sup>1</sup>Goethe-Universität Frankfurt — <sup>2</sup>Karl-Franzens-Universität Graz — <sup>3</sup>AECC Physik Wien — <sup>4</sup>Technische Universität Darmstadt

Viele Lernende besitzen auch nach der Sekundarstufe I kein angemessenes Verständnis der elektrischen Grundgrößen U, R und I sowie ihrer wechselseitigen Beziehung in einfachen Stromkreisen. In der Studie von Burde (2018) konnte gezeigt werden, dass das Frankfurter Unterrichtskonzept auf Basis des Elektronengasmodells zu einem deutlich besseren konzeptionellen Verständnis beiträgt. Im Sinne des für Design-Based-Research-Ansätze typischen zyklischen Vorgehens von Entwicklung, Erprobung und Evaluation wurde das ursprüngliche Unterrichtskonzept für die aktuell laufende binationale Studie „Elektrizitätslehre mit Potenzial und Kontexten“ (EPo-EKo) weiterentwickelt. Grundlage hierfür waren einerseits die schulpraktischen Erfahrungen der Lehrkräfte in der Studie von Burde (2018) und andererseits kognitionspsychologische Erkenntnisse der Dual-Process Theory, wonach Lernende trotz besseren Wissens oftmals in ein intuitives, aber falsches Denkschema zurückfallen, statt eine physikalisch gesehen korrekte Argumentation zu verfolgen. Neben einer kurzen Einführung in die EPo-EKo-Studie und die Grundideen des Frankfurter Unterrichtskonzepts, konzentriert sich der Vortrag insbesondere auf zentrale Aspekte des Re-Designs des Unterrichtskonzepts.

DD 3.2 Mo 17:50 S01

**Erste Lehrkräfterrückmeldungen zum Unterrichtsmaterial von EKo: Elektrizitätslehre in Kontexten** — ●LIZA DOPATKA<sup>1</sup>, VERENA SPATZ<sup>1</sup>, JAN-PHILIPP BURDE<sup>2</sup>, THOMAS WILHELM<sup>2</sup>, LANA IVANJEK<sup>3</sup>, MARTIN HOPF<sup>3</sup>, CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER<sup>4</sup> und THOMAS SCHUBATZKY<sup>4</sup> — <sup>1</sup>Technische Universität Darmstadt — <sup>2</sup>Goethe-Universität Frankfurt — <sup>3</sup>AECC Physik Wien — <sup>4</sup>Karl-Franzens-Universität Graz

Schwerpunkt von EKo (Untersuchungsstrang von EPo-EKo) ist zum einen die theoriebasierte Entwicklung kontextstrukturierter Unterrichtsmaterialien, welche sich an fachdidaktischen Erkenntnissen zu Interessen Lernender orientieren (IPN, Vorstudie IDa). Zum anderen wird das Material im Unterricht erprobt und hinsichtlich des Einflusses

auf Interesse, Selbstkonzept und Verständnis der Lernenden evaluiert. Neben diesen Effekten sind die Rückmeldungen von Lehrkräften zu den Materialien sowohl vor der Erprobung als auch nach Einsatz im Unterricht wesentlich, um ihre Expertise und Erfahrungen zu integrieren. Im Sinne von DBR kann eine Materialüberarbeitung in mehreren Durchgängen stattfinden, um die Akzeptanz auf Lehrkräfte- und Wirksamkeit des Materials zu steigern. Im ersten Anpassungsdurchgang wurde vor der Erprobung eine Lehrkräftefortbildung (N = 58) durchgeführt. Sie ermöglichte Einblicke in die kontextstrukturierte Unterrichtsreihe und bot Raum, diese hinsichtlich verschiedener Aspekte (Realitätsbezug des Kontextes etc.) zu diskutieren. Die Ergebnisse dieser Rückmeldungen werden vorgestellt und exemplarisch die Überarbeitung des Materials auf Grundlage dieses Feedbacks dargelegt.

DD 3.3 Mo 18:10 S01

**Idealisierungen und Modelle im Physikunterricht** — ●JAN WINKELMANN — Goethe-Universität Frankfurt, Institut für Didaktik der Physik,

Der Vortrag soll einen Beitrag zur Klärung der Begriffe Idealisierung und Modell in der Physik und im Physikunterricht leisten. Im allgemeinen Umgang mit Modellen finden sich viele Begriffe, die möglicherweise das Gleiche oder nur Ähnliches beschreiben (modellieren, Situationsmodellierung, Modellkonstruktion, Idealisierung, Repräsentation, Modellbildung, Arbeiten mit Modellen, hinzu kommen englische Bezeichnungen wie (scientific) modeling, theoretical and instructional approach, ...). Eine hilfreiche Strukturierung bieten Modelle zur Erfassung von Modellkompetenz aus der Biologie- und Physikdidaktik (Krüger, Kauertz & Upmeyer zu Belzen, 2018 sowie Digel, Scheid & Kauertz, 2018). Dabei gehen diese Strukturierungen bereits von vorhandenen Modellen aus. Um aber ein physikalisches Phänomen oder Problem modellieren zu können, müssen im Vorfeld Idealisierungen vorgenommen werden. Diese Reflexion über die Genese von Modellen mittels Idealisierung erscheint bisher nicht genügend Beachtung innerhalb der Naturwissenschaftsdidaktiken zu erhalten.

Im Vortrag liegt der Fokus daher auf dem Bereich der Konstruktion von Modellen, indem Idealisierungen verwendet werden. Hierfür wird eine Kategorisierung angeboten, die auf Hüttemann (1997) zurückgeht. Exemplarisch wird die Kategorisierung an einem Beispiel aus der Optik vorgestellt, wobei sie auf alle Teilbereiche der Physik anwendbar ist.

## DD 4: Sonstiges 1

Zeit: Montag 17:30–18:30

Raum: S02

DD 4.1 Mo 17:30 S02

**Relativitätstheorie didaktisch betrachtet** — ●ALBRECHT GIESE — Taxusweg 15, 22605 Hamburg

Die Relativitätstheorie Einsteins zu vermitteln, gilt als eine besondere didaktische Herausforderung. Selbst gut befähigte Physiker sehen sich meistens von diesem Thema überfordert. Sowohl der Formalismus der Riemannschen Geometrie als auch die Vorstellung eines gekrümmten 4-dimensionalen Raumes sind für das menschliche Gehirn schwer verdaulich.

Es war Einsteins Forderung, dass die Lichtgeschwindigkeit konstant sei in jedem System (linear bewegt wie auch beschleunigt), welche die 4-Dimensionalität erforderlich machte. Im Kontrast dazu hatte bereits lange vor Einstein Hendrik Lorentz begonnen, relativistische Phänomene mit herkömmlichen Annahmen zu erklären. Dieser Ansatz lässt sich so fortsetzen, dass er alle heute bekannten relativistischen Phänomene quantitativ erklärt. Dieses jedoch mit herkömmlicher Mathematik und für normales Vorstellungsvermögen.

Damit bietet sich dieser Ansatz als ein probater Weg an für ein didaktisches Vorgehen. Die bekannten relativistischen Phänomene können mit einer Mathematik auf Schulniveau dargestellt werden.

Dieser Weg soll in seinen wesentlichen Punkten vorgestellt werden.

Weitere Info: [www.ag-physics.org](http://www.ag-physics.org)

DD 4.2 Mo 17:50 S02

**Analoge vs. digitale Uhrzeitformate – ein zeitloses Für und**

**Wider?** — ●PHILIPP RAACK — Universität Siegen - Didaktik der Physik

Die Zeit ist eine fundamentale physikalische Größe, die auch für die Schulphysik einen unbestritten hohen Stellenwert besitzt. Bereits in der Primarstufe wird ein Grundverständnis des Zeitbegriffs vermittelt, insbesondere in den Fächern Sachunterricht und Mathematik wird auf verschiedene Aspekte des Phänomens "Zeit" eingegangen: Kennenlernen von Zeitstrukturen, Einführung des Kalenders, mit Zeitintervallen und -punkten rechnen, aber vor allem die Uhr zu lesen sind grundlegende Kompetenzen, die die Schülerinnen und Schüler erlernen sollen.

In Bezug auf die Fähigkeit des Uhr-Ablesens stellt sich die Frage nach der Aktualität des analogen Uhrzeitformats und ob dieses weiterhin gelehrt werden solle. Im Rahmen dieses Vortrags sollen analoge und digitale Repräsentationsformen der Uhrzeit u.a. auf deren didaktische Potentiale und Grenzen hin kritisch beleuchtet werden, um der teilweise sehr subjektiv und emotional geführten Debatte rund um die Abschaffung analoger Formate mehr (objektive) Substanz zu verleihen. Als hilfreich können sich dabei beispielsweise Befunde aus Studien der Kognitionspsychologie erweisen, anhand derer sich auch didaktische Empfehlungen ableiten lassen.

Die dort gewonnenen Erkenntnisse sollen in eine Dissertation eingebettet werden, die sich zentral mit dem Thema "Zeit" im interdisziplinären Feld der Mathematik und des Sachunterrichts beschäftigt.

DD 4.3 Mo 18:10 S02

**Ein Escape-Game-Workshop für die gymnasiale Oberstufe** — ●MICHAEL DAAM, ANTJE BERGMANN und CARSTEN ROCKSTUHL — Institut für Theoretische Festkörperphysik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Für die Physik Schülerlabor Initiative des KIT wurde im Rahmen einer Abschlussarbeit ein Workshop im Stile eines Escape-Rooms erstellt.

Der Workshop richtet sich an Schulklassen der Kursstufe und soll die Schüler zum eigenständigen Lösen physikalischer Problemstellungen im Kontext der Rahmenerzählung motivieren. Die Aufgaben bestehen aus

physikalischen Experimenten und Rätseln, die inhaltlich an den Stoff der gymnasialen Oberstufe angelehnt sind. Dabei können sich die Schüler vielfältige Kompetenzen aneignen, u.a. Messmethoden anwenden, Ergebnisse beurteilen, unbekannt Zusammenhänge selbstständig erarbeiten und Probleme im Team lösen. Die besondere Lernsituation des Workshops soll die ganze Bandbreite von stark an Physik interessierten bis weniger fachlich motivierten Schülern ansprechen.

In diesem Vortrag wird das Konzept des Workshops vorgestellt, sowie von Erfahrungen mit Schulklassen berichtet.

## DD 5: Anregungen aus dem Unterricht für den Unterricht

Zeit: Montag 17:30–18:30

Raum: S03

DD 5.1 Mo 17:30 S03

**Spektroskopie als Zugang zur Farbmischung - auch und gerade in der Sekundarstufe 1** — ●TINA SCHULZE<sup>1,2</sup>, ANTJE BERGMANN<sup>1</sup>, ROMAN DENGLER<sup>2</sup> und GÜNTER QUAST<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Theoretische Festkörperphysik, KIT — <sup>2</sup>Institut für Physik und Technische Bildung, PH Karlsruhe

Im Physikunterricht zur Farbmischung wird meist das Konzept von primären und sekundären Grundfarben verwendet und durch ihre schematische Kombination zwischen additiver und subtraktiver Farbmischung unterschieden. Die der Farbmischung zugrundeliegenden physikalischen Zusammenhänge werden dabei kaum betrachtet. Dies ist auch dem Umstand geschuldet, dass im Unterricht der Sekundarstufe 1 nicht auf die wellenlängenabhängige Absorption von Licht oder auf die Analyse von spektralen Intensitätsverteilungen zurückgegriffen werden kann. Um dennoch einen spektroskopischen Zugang zu ermöglichen, haben wir einen geeigneten Experimentieraufbau entwickelt. Ein Liniengitter im Strahlengang der (durch verschiedene Farbfilter veränderbaren) Lichtquelle ermöglicht in 0. Ordnung die Beobachtung des subjektiven Farbeindrucks und gleichzeitig seitlich versetzt auf einem zweiten Schirm die Untersuchung der Farbzusammensetzung des Spektrums. Durch die simultane Beobachtung kann der Einfluss der Farbfilter auf den Farbeindruck der Mischfarbe mit der spektralen Zusammensetzung in Verbindung gebracht und so ein fundiertes physikalisches Verständnis entwickelt werden. Im diesem Beitrag werden der konkrete Aufbau sowie das didaktische Konzept zur spektroskopischen Untersuchung der Farbmischung in der Sekundarstufe 1 vorgestellt.

DD 5.2 Mo 17:50 S03

**Entdeckungen zu Internet, Totalreflexion und Farbenlehre in der Optik** — ●CHRISTOPHER KRANZ<sup>1</sup> und HANS-OTTO CARMESIN<sup>2,3,4</sup> — <sup>1</sup>Gymnasium Buxtehude Süd — <sup>2</sup>Gymnasium Athenaeum — <sup>3</sup>Studienseminar Stade — <sup>4</sup>Universität Bremen

Wie funktioniert eigentlich das Internet mit Glasfaser?

Die Lernenden führen dazu einen ersten Modellversuch mit einem Quader aus Plexiglas durch und entdecken dabei die Totalreflexion. So funktioniert also die Übertragungsstrecke. In einem weiteren Experiment entwickeln sie einen einfachen binären Code zur pixelweisen Übertragung eines Bildes. Der Sender ist ein kleiner Block mit drei Tas-

tern für eine rote, grüne beziehungsweise blaue LED. Mit dem Quader als Übertragungsstrecke wird die Bildübertragung mit einem Beobachter als Empfänger erprobt. Das motiviert auch zur Übertragung eigener Bilder.

Können wir eigentlich mehrere Signale gleichzeitig durch den Plexiglasblock übertragen? Die Farben der LEDs regen zur Übertragung mit unterschiedlichen Farben an. Die Signale treten am Anfang der Übertragungsstrecke mischend in den Quader ein. Die Lernenden entdecken so die Mischfarben. Am Ende des Plexiglasblocks zerlegen die Lernenden die Mischfarben durch Farbfilter in ihre ursprünglichen Bestandteile. Insgesamt motivierten die aussagekräftigen und ansprechenden Versuche und der spannende Kontext zum selbstständigen Problemlösen, Experimentieren und zur Erkenntnisgewinnung.

DD 5.3 Mo 18:10 S03

**Entdeckung des Stefan Boltzmann Gesetzes mit Smartphone und Wärmebildkamera** — ●LARS SCHÄFER<sup>1</sup> und HANS-OTTO CARMESIN<sup>2,3,4</sup> — <sup>1</sup>Kooperative Gesamtschule Drochtersen — <sup>2</sup>Gymnasium Athenaeum, Stade — <sup>3</sup>Studienseminar Stade — <sup>4</sup>Universität Bremen

Das Stefan Boltzmann Gesetz ist grundlegend für die Modellierung des Klimawandels und die Strahlungsphysik. Wir zeigen ein Experiment, bei dem das Gesetz mit einer kostengünstigen Wärmebildkamera am Smartphone entdeckt wird.

Damit erkunden die Lernenden die Wärmestrahlung und fragen: Wie hängt die Leistungsdichte  $S$  dieser Strahlung von der absoluten Temperatur  $T$  des emittierenden Körpers ab?

Am LötKolben messen die Lernenden  $T$  mit einem elektrischen Thermometer und erfassen  $S$  mit der Wärmebildkamera. Hierzu erfassen sie  $S$  pixelgenau mit einer von Lars Schäfer entwickelten Lernsoftware. In einer Versuchsreihe entdecken sie das Stefan Boltzmann Gesetz. Wir thematisieren auch die Funktionsweise der Wärmebildkamera.

Im Unterrichtsversuch wurden zwei klassische Versuche und der neuartige anschauliche Versuch mit dem Smartphone angeboten. In einer Umfrage zeigten die Lernenden, dass sie das neue Experiment bevorzugen.

Eine passende Unterrichtseinheit befähigt die Lernenden zu einer robusten Analyse des anthropogenen Treibhauseffekts.

## DD 6: Neue Medien 1

Zeit: Montag 17:30–18:30

Raum: S05

DD 6.1 Mo 17:30 S05

**Erweiterte Experimentierumgebungen mittels Augmented Reality zur Integration von Theorie und Experiment** — ●DÖRTE SONNTAG<sup>1</sup>, GEORGIA ALBUQUERQUE<sup>2</sup>, MARCUS MAGNOR<sup>2</sup> und OLIVER BODENSIEK<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Technische Universität Braunschweig, Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften — <sup>2</sup>Technische Universität Braunschweig, Institut für Computergraphik

Demonstrationsversuche aus der Elektrizitätslehre werden auf Basis von Augmented Reality (AR) zu einem hybriden Lernraum erweitert und gleichzeitig experimentelle mit theoretischen Inhalten vereint: Veränderungen der experimentellen Parameter im realen Experiment wirken sich in Echtzeit auf Visualisierungen elektrischer/magnetischer Felder in der erweiterten Realität aus. Das Experimentieren in diesem hybriden Lernraum soll dabei insbesondere die Wissensvernetzung der Lernenden fördern. Zusätzlich kann die AR-Anwendung als Messum-

gebung mit virtuellen Messvorrichtungen genutzt werden, um so beispielsweise beim Fadenstrahlrohr die spezifische Ladung experimentell genauer bestimmen zu können.

Die AR-Experimente wurden in einer Vorstudie im Rahmen eines Laborpraktikums mit Lehramtsstudierenden erprobt und evaluiert. In der Evaluation wurde das Fachwissen der Studierenden, fokussiert auf deren Wissensvernetzung, mit einer qualitativen Studie im Prä-Post-Design untersucht. Ausgewählte Ergebnisse der Evaluation werden diskutiert.

DD 6.2 Mo 17:50 S05

**Reales Experimentieren am Virtuellen Experiment!?! Augmented Reality im Physikunterricht** — ●FREDERIC SCHIMMELPFENNIG, JOHANNES F. LHOTZKY und KLAUS WENDT — Institut für Physik, JGU Mainz

„Augmented Reality“ (erweiterte Realität, kurz AR) ermöglicht die Ergänzung einer realen Umgebung mit virtuellen Objekten und Einblendungen. So ist eine Simulation von Experimenten in natürlicher Umgebung ohne Abstraktion auf schematische Darstellungen möglich, welche die Schüler den realen Ablauf des Experimentierens „begreifen“ lässt. Die vorgestellte Anwendung erfasst durch die Kamera eines Tablets reale Platzhalter, die durch AR zu echten Experimentiergelegenheiten erweitert werden. Als primäres Themengebiet wurde die Optik gewählt. In diesem Bereich werden Experimente aus finanziellen, organisatorischen oder sicherheitstechnischen Gründen oft nicht von den Schülern durchgeführt oder nur theoretisch behandelt. Durch das Anordnen der Platzhalter können mit dem Blick „durch das Tablet“ Objekte wie Laser, Spiegel, Linsen, Prisma und mehr angeordnet und genutzt werden, als wären sie real verfügbar. Alle Objekte werden physikalisch korrekt simuliert und lassen sich in Anordnung und Strahlengang beliebig kombinieren. Weiterführendes Ziel ist, dass neben einfachen Experimenten zu dem Strahlengang auch komplexe Aufbauten wie Laserinterferometer unkompliziert durch die Schüler realisiert werden können - sowohl im Unterricht, als auch Zuhause. Die Anwendung lässt sich aus dem App-Store beziehen und ohne weitere Einstellungen nutzen. Die notwendigen Platzhalter werden einfach ausgedruckt.

DD 6.3 Mo 18:10 S05

**AR-Smartglasses als Unterstützungssystem für natur- und**

**ingenieurwissenschaftliche Hochschullaborpraktika der Physik** — ●MICHAEL THEES<sup>1</sup>, SEBASTIAN KAPP<sup>1</sup>, PAUL LUKOWICZ<sup>2</sup>, ALBRECHT SCHMIDT<sup>3</sup> und JOCHEN KUHN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Technische Universität, AG Didaktik der Physik, Kaiserslautern — <sup>2</sup>Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz, AG Embedded Intelligence, Kaiserslautern — <sup>3</sup>Ludwig-Maximilians-Universität, AG Human-Centered Ubiquitous Media, München

An der TU Kaiserslautern werden bei ausgewählten Experimenten des physikalischen Anfängerpraktikums Smartglasses mit Augmented-Reality-Technologie (AR) eingesetzt, um durch das Einblenden von zusätzlichen Information in das Sichtfeld der Studierenden diesen eine einfachere Verbindung von Theorie und Experiment zu ermöglichen. Während sie das Experiment traditionell händisch manipulieren, erhalten sie gleichzeitig Informationen zum Zustand des Experiments in Form von realen Echtzeit-Messdaten, die aufgrund der AR-Technologie dreidimensional den korrespondierenden Komponenten des Aufbaus zugeordnet werden. Die Daten werden in verschiedenen Repräsentationsformen (z.B. Graphen) aufbereitet und erfüllen insbesondere die Gestaltungsprinzipien des multimedialen Lernens, da aufgrund der örtlichen und zeitlichen Nähe zwischen Visualisierung und Datenursprung die kognitive Belastung durch eine Aufteilung der Aufmerksamkeit minimiert wird.

Im Beitrag werden aktuelle Ergebnisse der empirischen Begleitforschung sowie der Stand der Implementierung diskutiert.

## DD 7: Astronomie 1

Zeit: Montag 17:30–18:30

Raum: H05

DD 7.1 Mo 17:30 H05

**Prozentgenaue Messung des Verhältnisses von Astronomischer Einheit und Lichtgeschwindigkeit** — ●THOMAS HEBBEKER — III. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Der von der Erde aus gut zu beobachtende Jupitermond Io umrundet seinen Planeten mit einer Periode von 42,5 Stunden. Durch das regelmäßige Eintauchen des Mondes in den Jupiterschatten stellt dieses System eine Uhr da. Im 17. Jahrhundert hat der Astronom Ole Rømer erkannt, dass sich die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Verfinsterungen im Laufe einiger Monate ändert, das Uhrsignal also manchmal zu früh oder zu spät beobachtet wird. Grund ist der variierende Abstand zwischen Jupiter und Erde in Verbindung mit der Endlichkeit der Lichtgeschwindigkeit, welche mit dieser Methode zum ersten Mal demonstriert werden konnte. Im Vortrag wird gezeigt, wie man der Rømerschen Idee folgend mit modernen und einfachen Mitteln das Verhältnis von Astronomischer Einheit, also des mittleren Abstandes Erde-Sonne, und Lichtgeschwindigkeit mit einer Genauigkeit von etwa ein Prozent messen kann. Bei vorgegebener Lichtgeschwindigkeit kann die Astronomische Einheit, die fundamentale Einheit aller Entfernungen im Sonnensystem, entsprechend präzise bestimmt werden.

DD 7.2 Mo 17:50 H05

**Wie groß ist ein Neutronenstern? Elementarisierende Überlegungen und Abschätzungen** — ●SASCHA HOHMANN — Universität Siegen, Didaktik der Physik

Neutronensterne gehören zu den wohl exotischsten Objekten im Universum, vereinen sie doch die Masse eines Sterns mit einem (nicht nur aus astronomischer Perspektive) extrem kleinen Radius - die Oberfläche eines Neutronensterns entspricht etwa der doppelten Fläche des Saarlandes. Gerade solche außergewöhnlichen Objekte üben eine Faszination auf Lernende aus, liegen sie doch vollkommen außerhalb der menschlichen Erfahrungswelten. In diesem Vortrag soll vorgestellt werden, wie sich mithilfe elementarisierender Überlegungen aus verschiedenen Bereichen der Physik die Größenordnung von Neutronensternen bestimmt werden kann, ohne dass die - für präzise Berechnungen hier

natürlich nicht zu vernachlässigende - Allgemeine Relativitätstheorie benötigt wird.

Speziell auf extrem schnell rotierende Neutronensterne, die so genannten Pulsare, soll hierbei eingegangen werden. Die von ihnen ausgesendeten, zunächst für außerirdische Signale gehaltenen, extrem regelmäßigen Pulse, die die Erde erreichen, wurden später für die Entdeckung der ersten Exoplaneten genutzt.

Gleichzeitig bieten die vorgestellten Überlegungen die Möglichkeit, mithilfe realer Daten die Überlegungen zu überprüfen.

DD 7.3 Mo 18:10 H05

**Haben wir gerade das Osterfest 2019 verpasst?** — ●HARALD GROPP — Henkel-Teroson-Str. 20, 69123 Heidelberg

Der Montag dieser Woche, der erste Tag der Frühjahrstagung der DPG in Aachen 2019, ist der 25. März, ein ganz normaler Werktag, oder doch nicht? Aufmerksame Schülerinnen und Schüler (und auch Lehrerinnen und Lehrer), die den Himmel beobachten, werden Folgendes festgestellt haben. Am späten Mittwochabend der letzten Woche überquerte die Sonne den Himmelsäquator, 4 Stunden später, am frühen Donnerstagmorgen, rundete sich der Mond zum Vollmond. Damit waren alle Voraussetzungen gegeben für das Osterfest am folgenden Sonntag. Somit sollte am Montag dieser Woche Ostermontag sein. Ein Blick in den Kalender für 2019 zeigt aber: Ostersonntag wird der 21. April sein. Und übrigens, in der orthodoxen Welt soll Ostern am 28. April gefeiert werden. In Deutschland leben ca. 1,5 Millionen orthodoxe Christen. Was ist hier los? Ist etwa Ostersonntag nicht am ersten Sonntag nach Frühlingsvollmond, so beschlossen in Nikaia im Jahre 325? Oder nicht immer? Wer entscheidet das? Wie soll dies in der Schule und in der breiteren Öffentlichkeit vermittelt werden? Dieser Vortrag wird die spannende Frage des Ostertermins in den letzten fast 2000 Jahren streifen, auf das Spannungsfeld zwischen beobachtender Astronomie und rechnender Mathematik und Informatik eingehen, aber vor allem Kalender- und Osterterminfragen diskutieren im Streit zwischen den Disziplinen wie Mathematik und Astronomie auf der einen und Kirchenrecht und Politik auf der anderen Seite.

## DD 8: Preisträgervortrag

Zeit: Dienstag 9:45–10:30

Raum: H05

**Preisträgervortrag**

DD 8.1 Di 9:45 H05

**Ein Plädoyer für die Neugier** — ●THOMAS BIEDERMANN — Fahrweg 12, 29320 Hermannsburg — Träger des Georg-Kerschensteiner-Preises

Das niedersächsische Kerncurriculum für den MINT-Unterricht fordert dazu auf, neben fachimmanenten Kompetenzen auch eine Vielzahl anderer Fähigkeiten und Einsichten zu vermitteln. Daraus sollen die Lernenden Wertmaßstäbe für eigenes Handeln sowie Verständnis für gesellschaftliche Entscheidungen entwickeln. Aber auch die Begabungsförderung ist in der Schule ein seit vielen Jahren diskutiertes Thema.

Die Förderung individueller Begabungen wird von vielen Lehrkräften oft mit einem erhöhten Zeitaufwand verknüpft, sodass sich der alltägliche Unterricht eher auf etablierte Inhalte und Methoden stützt.

Um Lehrkräfte zu entlasten und neue Methoden zu etablieren, hat die NuN-Initiative in den vergangenen Jahren Unterrichtssequenzen erstellt und im Rahmen von Fortbildungsveranstaltungen in die Fachgruppen getragen.

Auch die besten Konzepte funktionieren nur, wenn sie von den Lernenden auch angenommen werden. Gerade im Fach Physik haben die Lehrkräfte häufig mit Vorbehalten zu kämpfen, weil es sich angeblich um ein schwieriges Fach handelt. Dies ist umso erstaunlicher, weil die hier behandelten Phänomene einen hohen Alltagsbezug haben und damit ganz besonders die Neugier der Schülerinnen und Schüler herausfordern sollten.

Im Vortrag werden Beobachtungen vorgestellt, die insbesondere den Aspekt der Neugier als Triebfeder für die Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen beleuchten.

## DD 9: Neue Konzepte 1

Zeit: Dienstag 11:00–12:40

Raum: S01

DD 9.1 Di 11:00 S01

**Praxiserfahrungen im ersten Studienjahr – ein Seminarkonzept für Lehramtsstudierende der Physik** — ●GABRIELA ERNST — UniLab Adlershof, Humboldt-Universität zu Berlin — Trägerin des DPG-Lehrerpreises 2018

Das UniLab Schülerlabor ist ein außerschulischer Lernort der Humboldt-Universität zu Berlin, der von der Arbeitsgruppe der Didaktik der Physik verantwortet wird. Die Angebote eröffnen Schülerinnen und Schülern, Lehrerinnen und Lehrern sowie Studierenden neue Perspektiven des Lehrens und Lernens. Insbesondere können Lehramtsstudierende im Schülerlabor bereits im zweiten Semester erste Praxiserfahrungen sammeln, innovative didaktische Ansätze kennenlernen und unter Begleitung von erfahrenen Lehrkräften und Didaktikerinnen und Didaktikern erproben. Mit vergleichsweise geringen didaktischen Vorkenntnissen entwickeln Studierende mit Unterstützung von Dozierenden in Gruppen kleine Lerneinheiten, erproben diese in einer kleinen Gruppe von Schülerinnen und Schülern und reflektieren diese theoriegeleitet. Aus den so gewonnenen Erkenntnissen werden Inhalte, die einer vertieften theoretischen Auseinandersetzung bedürfen, gemeinsam identifiziert. Diese werden dann in einer folgenden Vorlesung behandelt. Im Vortrag wird das zu Grunde liegende Seminarkonzept für das lehramtsbezogene Bachelorstudium mit dem Fach Physik vorgestellt und über die in den letzten Jahren gewonnenen Erfahrungen berichtet.

DD 9.2 Di 11:20 S01

**Lernen mit Begeisterung – Innovative Jugendarbeit in der Astronomie** — ●WITOLD FRANKE — Science College Overbach, Franz-von-Sales-Str.1, 52428 Jülich — Träger des DPG-Lehrerpreises 2018

Unter Anleitung erforschen Kinder und Jugendliche im Rahmen von außerschulischen Projekten und Workshops die Geheimnisse des Alls und steigen in die Tiefen der Schwarzen Löcher ein. Um verschiedene Interessen von Kindern und Jugendlichen anzusprechen, werden Themen aus der Astrobiologie, Radioastronomie, Astrofotografie, Planetologie und anderen Disziplinen verzahnt, attraktiv aufbereitet und anschaulich vermittelt. Die angehenden Nachwuchs-Astronomen entwickeln eigene Fragestellungen und schürfen so auch nach den philosophischen Aspekten.

DD 9.3 Di 11:40 S01

**„Physik realer Systeme - von Differenzialgleichungen zum Experiment“: ein interdisziplinäres Schülerferiencamp** — CHRISTOPH LEHRENFELD<sup>1</sup>, GERT LUBE<sup>1</sup>, PHILIPP W. SCHROEDER<sup>1</sup> und ●CARSTEN NOWAK<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Numerische und Angewandte Mathematik — <sup>2</sup>Georg-August-Universität Göttingen, XLAB - Göttinger Experimentallabor für junge Leute

Eine explizite analytische Lösung physikalischer Grundgleichungen ist oft nur für Systeme mit hoher Symmetrie und wenig Wechselwirkungen möglich; solche Systeme stehen daher oft im Zentrum der Physikausbil-

dung an Schulen und Hochschulen. Ziel des Schülerferiencamps „Physik realer Systeme - von Differenzialgleichungen zum Experiment“ ist es, den Teilnehmerinnen und Teilnehmern die Erfahrung zu vermitteln, dass auch reale Systeme mit den Grundgleichungen der Physik exakt beschrieben und mit Computersimulationen gezielt untersucht werden können. Dazu werden folgende Themen behandelt:

- Formulierung physikalischer Gesetze als Differenzialgleichungen
- Finite-Elemente-Methode als numerisches Lösungsverfahren
- Modellierung und Simulation physikalischer Systeme
- Durchführung physikalischer Experimente
- Möglichkeiten und Grenzen numerischer Simulationen

Das Camp richtet sich an Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II mit vertieftem Interesse in den Bereichen Physik, Mathematik und Informatik. Es wurde im Oktober 2018 erstmalig durchgeführt.

DD 9.4 Di 12:00 S01

**MINTFIT Physik: Onlineangebot zur Vorbereitung auf ein MINT-Studium** — ●UTE CARINA MÜLLER und DANIEL SITZMANN — Universität Hamburg

Zur Vorbereitung auf ein MINT-Studium bietet MINTFIT Hamburg seit 2018 ein kostenlos nutzbares, webbasiertes E-Learning-Angebot in Physik für Schüler/innen und Studieninteressierte an. Ein Orientierungstest zur Selbsteinschätzung des eigenen Kenntnisstands liefert individuelle Lernempfehlungen für die effektive Nutzung des zugehörigen Onlinekurses. Damit kann das Schulwissen orts- und zeitunabhängig aufgefrischt und gefestigt werden. Mögliche Hürden sollen so bereits vor Beginn eines MINT-Studiums ausgeräumt werden. Die Entwicklung des Selbsteinschätzungstests erfolgte in mehreren Iterationen und basiert auf der Item-Response-Analyse der einzelnen Fragen mit Hilfe echter Testergebnisse. Die Fragenzusammenstellung konnte dadurch hinsichtlich Fragenschwierigkeit und Trennschärfe optimiert werden. Die Inhalte für den Onlinekurs wurden im Rahmen der Online-Brückenkurs Physik-Kooperation entwickelt und an den MINTFIT Fragenkatalog angepasst. Erste Erfahrungen und Ergebnisse werden vorgestellt.

DD 9.5 Di 12:20 S01

**Einführung in die Mechanik mit Drohnen in großen Vorlesungen** — ●ANDRÉ BRESGES und LARS MÖHRING — Institut für Physikdidaktik, Universität zu Köln, Gronewaldstraße 2, 50931 Köln

Die Bestimmung des Ortes eines Körpers aus der Kenntnis seines Startpunktes, seiner Geschwindigkeit und Beschleunigung ist eine der Grundprobleme im Mechanikunterricht. Kontextbezogene Aktivitäten stellen häufig das Verhalten von Autos, Schiffen oder Zügen in den Vordergrund. Mit dem Auftreten kostengünstiger Flugdrohnen ist eine neue Möglichkeit entstanden, die dazu einlädt das Verhalten eines Objektes im 3-dimensionalen Raum zu untersuchen. Die von uns verwendeten Drohnen sind in der Sprache SCRATCH programmierbar, so dass ein Predict-Observable-Explain Zyklus möglich ist der physikalisches Fachwissen, Messen und Beobachten, digitale Kompetenzen und physikalische Modellbildung zugleich fördert.

Wir berichten in unserem Vortrag und Poster über den Einsatz des Konzeptes in großen Vorlesungen und in Kleingruppen mit unterschied-

lichen Ansätzen. Erste empirische Ergebnisse werden ebenfalls vorgestellt.

## DD 10: Lehr- und Lernforschung 2

Zeit: Dienstag 11:00–12:40

Raum: S02

DD 10.1 Di 11:00 S02

**Der Rest ist dann halt Messfehler. Wie angehende Lehrkräfte in Unterrichtssituationen mit Messdaten umgehen** — ●CHRISTOPH HOLZ und SUSANNE HEINICKE — WWU Münster

Der Umgang mit Messdaten ist ein essenzieller Teil physikalischer Fachmethoden. Als solche stellt er auch einen Teil eines nature of science einbeziehenden Physikunterrichtes dar und wird entsprechend in den Lehrplänen vieler Bundesländer gefordert. Die Bedeutung dieser Thematik beschränkt sich aber nicht darauf. Vielmehr weist der Umgang mit exp. Daten eine noch größere Relevanz in Bezug auf die Bewertung und Interpretation von Messdaten auf. Ohne die Betrachtung derer begrenzten Genauigkeit ist eine Bewertung gar nicht möglich. Lassen wir diese Diskussion aus, prägt dies ebenfalls ein Bild vom Umgang mit Messdaten in der Physik (Heinicke, 2014). Physikunterricht, der Experimente einbezieht, kann nicht ohne einen solchen Umgang stattfinden und vermittelt damit zumindest indirekt (Modelllernen, Bandura, 1976) ein Bild vom physikalischen Umgang mit Messdaten.

Eine Studie von Ruhrig und Höttecke (2015) stellte anhand von Videovignetten heraus, dass es Lehrkräften an Kompetenzen zum Umgang mit unsicheren Evidenzen im Unterricht mangelt. Wie aber findet der Umgang mit Messdaten im eigenen unterrichtlichen Handeln statt?

Im Rahmen eines Lehr-Lern-Labors führten angehende Lehrkräfte kurze Unterrichtseinheiten mit quantitativen und qualitativen Experimente mehrfach durch. Dabei entstanden insgesamt über 100 Videos, in denen dieses Handeln analysiert und kategorisiert wurde. Der Vortrag stellt die Ergebnisse dieser Analyse vor.

DD 10.2 Di 11:20 S02

**Kognitive Belastung und Aufgaben im Kontext – Ein Spannungsfeld** — ●DENNIS JAEGER und RAINER MÜLLER — TU Braunschweig

Obwohl das Lernen in Kontexten im Physikunterricht explizit gefordert wurde (KMK, 2005), gibt es nur wenige hochqualitative Arbeiten, die untersuchen, wie sich die Einbindung von Kontexten in Aufgaben auf die Motivation und (Lern-)leistung auswirkt (vgl. Kuhn et al. 2010). Die vorliegenden Ergebnisse zeigen kein eindeutiges Bild auf (Bennett 2007). Die Theorie der kognitiven Belastung verspricht unter Berücksichtigung der aktuellen Motivation im Lösungsprozess einen Erklärungsansatz für die nicht eindeutigen Studienergebnisse (Kuhn 2010, Müller 2016). So ist auf der einen Seite zu erwarten, dass die zusätzlichen Informationen des Kontexts theoretisch mit einer Erhöhung der kognitiven Belastung einhergehen. Andererseits sollte von der Authentizität eine potentielle Motivationssteigerung ausgehen, die sich in einer Absenkung der kognitiven Belastung äußern kann (vgl. Schnotz et al. 2009, Kuhn 2010). In einer Studie mit 919 Schülerinnen und Schülern der Klassenstufen sieben bis zehn wurde im Themengebiet Mechanik dieses Spannungsfeld nach einer theoriegeleiteten Spezifizierung näher untersucht. Es zeigte sich, dass die kognitive Belastung und die aktuelle Motivation wichtige Mediatoren im Lösungsprozess darstellen und das gebildete Modell über großes Potential verfügt, auch in anderen Anwendungsgebieten weitere Einblicke zu ermöglichen. Im Vortrag werden die Ergebnisse der Untersuchung sowie einen Ausblick auf weitere mögliche Untersuchungsschwerpunkte gegeben.

DD 10.3 Di 11:40 S02

**VorleXung: Verbindung von Vorlesung und Übung in Physik durch experimentbezogene Videoanalyse-Aufgaben** — ●STEFAN KÜCHEMANN, PASCAL KLEIN und JOCHEN KUHN — TU Kaiserslautern, Fachbereich Physik - Didaktik der Physik

In der videobasierten Hochschullehre im Rahmen des Physikstudiums lässt sich zurückliegend die Integration von Videoanalyseaufgaben hervorheben. Bei Videoanalyseaufgaben werden reale physikalische Abläufe i.d.R. von Bewegungsvorgängen videographiert, den Studierenden in den vorlesungsbegleitenden Übungsaufgaben zur Verfügung

gestellt und von ihnen ausgewertet; beispielsweise indem Positions-Zeit-Messdaten extrahiert, in abgeleitete Größen weiter verarbeitet und graphisch aufbereitet werden. Hier zeigte sich insbesondere ein Zuwachs bei dem Verständnis von graphischen Repräsentationen. In diesem Beitrag zeigen wir, wie sich diese Methode dazu eignet, auch Demonstrationsexperimente der Vorlesungen zu vertiefen. Durch Videos erreichen wir eine Vernetzung von Übungsaufgaben und Vorlesungsexperimenten, wodurch sich die Aufgabenkultur im Rahmen der Physik-Studieneingangsphase ändert. Konkret repetieren die Videos ausgewählte Vorlesungsexperimente in Form von konkret damit vernetzten Übungsaufgaben, die dann mit der Videoanalysesoftware "Tracker" quantitativ untersucht werden können. In diesem Beitrag wird die Effizienz dieser videobasierten Vernetzung von Vorlesungsexperimenten und Übungsaufgaben in der Physikstudieneingangsphase dargestellt und diskutiert.

DD 10.4 Di 12:00 S02

**Veränderungen des physikdidaktischen Wissens im Verlauf eines Lehr-Lern-Seminars** — ●ANN-KATHRIN JOSWIG und JOSEF RIESE — RWTH Aachen University

Im Projekt werden exemplarisch Gründe für Veränderungen des physikdidaktischen Wissens von Lehramtsstudierenden herausgearbeitet, welche im Rahmen eines Vorbereitungssemesters zum Praxissemester an einem Lehr-Lern-Seminar im Fach Physik teilnehmen. Die Lerngelegenheit für die Studierenden im Seminar besteht neben theoretischen Impulsen zu physikdidaktischen Themen insbesondere in der Möglichkeit, vor Eintritt in die Schulpraxisphase des Praxissemesters eigenen Physikunterricht zu planen, am Lernort Schule zu erproben und evidenzbasiert zu reflektieren. Im Fokus dieser schulpraktischen Erfahrung steht der Einsatz eines von den Studierenden weiterentwickelten Stationenlernens zu Schülervorstellungen in der Physik.

Die Veränderung des physikdidaktischen Wissens im Verlauf des Lehr-Lern-Seminars wird zunächst mit Hilfe eines schriftlichen fachdidaktischen Leistungstests zu verschiedenen physikalischen Inhaltsbereichen im Prä-Post-Studiendesign gemessen. Anschließend werden identifizierte Veränderungen im Antwortverhalten bzgl. des Tests durch qualitative Einzelinterviews mit den Studierenden näher untersucht und die Interviews mit Hilfe qualitativer Inhaltsanalyse kategorisiert (neben der erfolgreichen Nutzung fachspezifischer Lerngelegenheiten z.B. Wiederholungseffekte und weitere personenspezifische Aspekte). Erste Ergebnisse der Studie werden im Rahmen des Vortrags präsentiert.

DD 10.5 Di 12:20 S02

**Naturwissenschaftliches Denken im Lehramtsstudium - Vergleich klassischer und adaptiver Leistungsmessung** — ●VOLKER BRÜGGEMANN und VOLKARD NORDMEIER — Freie Universität Berlin, Didaktik der Physik

Das Projekt ValiDiS untersucht die Kompetenzentwicklung naturwissenschaftlichen Denkens bei Lehramtsstudierenden. Das zugehörige Testinstrument befindet sich aktuell in der Validierungsphase, wobei der Schwerpunkt auf der Absicherung von projektinternen Längsschnittstudien liegt.

Neben diesem Forschungsvorhaben soll der Test auch in die Lehrevaluation integriert werden. Da das bisherige Format im Einsatz sehr zeitaufwändig ist, wurde eine zweite Version entwickelt: Ein computeraadaptiver Multi-Stage-Test. Dieses Testformat ermöglicht im Vergleich zu papierbasierten Instrumenten kürzere Befragungen bei gleichbleibender Messgenauigkeit.

Der Test wird zurzeit in einer deutschlandweiten Befragung eingesetzt. Es werden die statistische Fundierung des Instruments sowie Ergebnisse der Erhebung vorgestellt. Das adaptive und das klassische Testformat werden anhand der gewonnenen Daten verglichen sowie Chancen und Herausforderungen des adaptiven Formats diskutiert.

## DD 11: Workshop zur Vermittlung von Teilchenphysik

Zeit: Dienstag 11:00–12:40

Raum: H05

## Gruppenbericht

DD 11.1 Di 11:00 H05

**Workshop zur Vermittlung von Teilchenphysik: outreach und Physikdidaktik im Gespräch** — CLAUDIA BEHNKE<sup>1</sup>, CHRISTIAN BURISCH<sup>2</sup>, MICHAEL KOBEL<sup>1</sup> und OLIVER PASSON<sup>3</sup> — <sup>1</sup>TU Dresden — <sup>2</sup>Kompetenzteam NRW, Essen — <sup>3</sup>Uni Wuppertal

Die Elementarteilchenphysik ist in mehreren Bundesländern Teil des Oberstufenlehrplans geworden. Dies stellt eine neue Herausforderung für die Fachdidaktik dar. Gleichzeitig gibt es eine jahrzehntelange Erfahrung im outreach von Forschungseinrichtungen und Universitäten, Inhalte der Teilchenphysik für die interessierte Öffentlichkeit sowie Schülerinnen und Schüler aufzubereiten. Dies verspricht einen nütz-

lichen Erfahrungsaustausch, wenn die verschiedenen Perspektiven der jeweiligen Akteure sowie die unterschiedlichen Ziele der Bildungsanstrengungen berücksichtigt werden. Eingeleitet durch drei knappe Impulsreferate aus outreach (Claudia Behnke), Fachdidaktik (Oliver Passon) bzw. Schule (Christian Burisch) sollen im Rahmen einer moderierten Diskussion zusammen mit den Teilnehmern des Workshops die Potenziale einer Zusammenarbeit der Gruppen erörtert werden. Diese sollte darauf zielen, das umfangreiche Forschungsfeld so didaktisch zu reduzieren, dass gleichzeitig Verständlichkeit für die jeweilige Lerngruppe erreicht, fachliche Richtigkeit gewahrt und die Faszination des Themas erhalten werden. Konzept und Leitung: Michael Kobel und Oliver Passon

## DD 12: Sonstiges 2

Zeit: Dienstag 11:00–12:20

Raum: S03

DD 12.1 Di 11:00 S03

**Leonardo da Vinci und die Physik des Alltags anlässlich seines 500. Todesjahres** — H. JOACHIM SCHLICHTING — Didaktik der Physik WWU Münster Wilhelm-Klemm-Straße 10 48149 Münster

Der in mehrfacher Hinsicht bereits neuzeitliche Naturwissenschaftler und Techniker Leonardo da Vinci tritt meist hinter dem Künstler in den Hintergrund. Im Vortrag soll exemplarisch auf einige seiner bis heute gültigen alltagsphysikalischen Erkenntnisse eingegangen werden. Bereits etwa hundert Jahre vor Galilei hat er Phänomene beschrieben und visualisiert oder entsprechende Fragen aufgeworfen, die auch heute noch interessant sind. Dies ist vor allem aus fachdidaktischer Perspektiven relevant, weil seine Beschreibungen weitgehend frei von stillschweigenden Voraussetzungen physikalische Zugänge zu alltäglichen Erscheinungen erleichtern.

DD 12.2 Di 11:20 S03

**Physik-Projekt-Tage – Gleichstellung in der Physik an Hand eines Workshop nur für Schülerinnen** — ANNA BENECKE<sup>1</sup>, JOCHEN WILMS<sup>2</sup>, FRANKO GREINER<sup>2</sup>, DIETMAR BLOCK<sup>2</sup>, MELANIE EICH<sup>1</sup>, ANDREAS HINZMANN<sup>1</sup>, GREGOR KASIECZKA<sup>1</sup> und ROMAN KOGLER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Universität Hamburg — <sup>2</sup>Christian-Albrecht Universität zu Kiel

Gleichstellungsarbeit stellt insbesondere in der Physik wegen des stark verzerrten Geschlechterverhältnisses von den Einschreibezahlen bis hin zu den Professuren eine große Herausforderung dar. Aufgrund der Komplexität der Ursachen und der Vielschichtigkeit der Herausforderungen ist in diesem Umfeld Gleichstellung jedoch mit "klassischen" Maßnahmen kaum zu erreichen. Um dieser Problematik zu begegnen, entwickelten Mitarbeitende des Mittelbaus der Kieler Physik in den vergangenen sieben Jahren in Eigeninitiative ein auf drei Säulen basierendes Aktionskonzept. Dieses fußt auf der landesweiten Förderung junger Frauen an der Schnittstelle zwischen Schule und Physikstudium, der Förderung von Studentinnen und Mitarbeiterinnen sowie der Aufklärung und Sensibilisierung aller Mitarbeitenden in der Kieler Physik. In diesem Beitrag sollen das zu Grunde liegende Konzept sowie ausgewählte Ergebnisse der Evaluation vorgestellt werden. Darüber hinaus soll der Vortrag denjenigen Ideen und Anregungen liefern, die mit dem Gedanken spielen, selbst in der Gleichstellungsarbeit in der Physik aktiv zu werden. Seit 2015 ist dieses Projekt im Instrumentenkasten der DFG.

DD 12.3 Di 11:40 S03

**Die Natur der Naturwissenschaften im Schüler\*innen-Labor Physik vermitteln** — MATTHIAS UNGERMANN und VERENA SPATZ — TU Darmstadt

Die Natur der Naturwissenschaften (NOS) und adäquate Vorstellungen über wissenschaftliche Arbeitsweisen sind komplexe Metakompetenzen. Trotz der teilweise kontroversen Diskussion über Teilaspekte von NOS besteht jedoch weitgehend Einigkeit darüber, dass NOS als Bildungsziel in einer durch MINT-Wissenschaften geprägten Gesellschaft wesentlich ist.

An der TU Darmstadt wird daher ein Konzept für das Schüler\*innen-Labor Physik entwickelt und evaluiert, das Aspekte von NOS gezielt adressiert. Dieses Ziel soll methodisch durch einen forschend-entdeckenden Ansatz und die konkrete, inhaltliche Passung der Themen zur aktuellen Forschung am Fachbereich erreicht werden.

In einer Begleitstudie dazu soll nicht nur erhoben werden, welche Vorstellungen über wissenschaftliche Arbeitsweisen und über NOS Schüler\*innen im Anfangsunterricht Physik haben, sondern auch wie sich diese im Laufe eines Lernjahres in Kontroll- und Treatmentgruppe verändern. Im Vortrag werden ausgewählte Ergebnisse des ersten Erhebungszeitpunkts zu Beginn des aktuellen Schuljahres vorgestellt

DD 12.4 Di 12:00 S03

**Außerschulische Lernorte in den USA** — LISA STINKEN-RÖSNER — Leuphana Universität Lüneburg

Außerschulische Lernorte erfreuen sich nicht nur unter deutschen Schüler\_innen einer großen Beliebtheit. Auch in den USA steigt die Anzahl an außerschulischen Lernangeboten stetig. Insbesondere im Bereich der naturwissenschaftlichen Bildung sind sogenannte Science Summer Camps (Feriencamps) und Science Challenges sowie Science Fairs (beides verschiedene Arten von Wissenschaftswettbewerben) in den USA populär. Diese Formen von außerschulischen Lernangeboten sind in Deutschland bisher eher selten.

Um einen Einblick in diese in den USA populären Formen der außerschulischen Lernorte zu gewähren, soll in diesem Beitrag von den persönlichen Erfahrungen über die Arbeit in dem Hands-On Summer Camp des California Science Centers in Los Angeles, bei der non-profit Organisation Iridescent und über die Teilnahme an der ISEF (International Science and Engineering Fair) berichtet werden.

## DD 13: Lehreraus- und Lehrerfortbildung

Zeit: Dienstag 11:00–12:40

Raum: S05

DD 13.1 Di 11:00 S05

**Inter TeTra - Ein Projekt zur Implementierung von Mathematikdidaktik in die PhysiklehrerInnenbildung** — EDUARD KRAUSE<sup>1</sup>, SIMON FRIEDRICH KRAUS<sup>1</sup>, FREDERIK DILLING<sup>1</sup>, KATHRIN HOLTEN<sup>1</sup>, JOCHEN GEPPERT<sup>1</sup>, INA MILITSCHENKO<sup>1</sup>, NGUYEN VAN BIEN<sup>2</sup>, TRAN NGOC CHAT<sup>2</sup>, NGUYEN PHUONG CHI<sup>2</sup>, TUAN ANH LE<sup>2</sup>,

CHU CAM THO<sup>2</sup> und VU DINH PHUONG<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Universität Siegen, Germany — <sup>2</sup>Hanoi National University of Education, Vietnam

Die Vorteile von interdisziplinärem Lehren und Lernen in der Schule werden schon seit längerem diskutiert. Dabei offenbaren sich auch zahlreiche Herausforderungen. Um LehrerInnen adäquat auszubilden, d.h. sie in die Lage zu versetzen, solchen Herausforderungen angemessen

sen begegnen zu können, sollten schon in der ersten Phase der Lehramtsausbildung Synergien zwischen den Fächern herausgestellt und genutzt werden. Mathematik und Physik sind aus erkenntnistheoretischer Sicht und von ihrer Geschichte her sehr eng miteinander verwoben. Im Physikunterricht stellt zudem gerade die zugrundeliegende Mathematik Lernende immer wieder vor Schwierigkeiten. Das im Vortrag vorgestellte Projekt Inter TeTra beruht auf der Annahme, dass bei der Professionalisierung von Physiklehrkräften neben fachmathematischen Inhalten auch mathematikdidaktische Aspekte von hoher Relevanz sind. In einer interdisziplinären Kooperation arbeiten daher die Mathematik- und Physikdidaktik der Universität Siegen und der Hanoi National University of Education an der Konzeption und Evaluation von interdisziplinären Lehrinterventionen in der Lehrerbildung.

DD 13.2 Di 11:20 S05

**Concepts of Experiment in Teaching Math and Teaching Physics in Vietnam** — ●VAN BIEN NGUYEN<sup>1</sup>, NGOC CHAT TRAN<sup>1</sup>, and EDUARD KRAUSE<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Hanoi University of Education, Faculty of Physics, Vietnam — <sup>2</sup>Universität Siegen, Didaktik der Mathematik, Deutschland

This article presents a part of the scientific missions of the Inter Tetra project: This study firstly reviews the literature on concepts of experiment in didactic of math and didactics of physics to designs questionnaires to survey the concept of experiment in teaching physics and teaching math in Vietnam. Thereafter, the survey has been conducted among the pedagogy math and physics students in HNUE. The analysis of the results of the survey has shown the similar and dissimilar characteristics of the concept of experiment in teaching math and physics. In addition, this study also analyzes the causes and consequence of the similar and dissimilar concepts of experiment, thus proposing some solutions while implementing the training student and teacher to teach the math-physics integrated topics.

DD 13.3 Di 11:40 S05

**ICT Support in Mathematics and Physics Integrated Teaching Based on Modeling Process** — ●NGOC CHAT TRAN<sup>1</sup>, VAN BIEN NGUYEN<sup>1</sup>, and EDUARD KRAUSE<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Hanoi University of Education, Faculty of Physics, Vietnam — <sup>2</sup>Universität Siegen, Didaktik der Mathematik, Deutschland

This article presents a part of the scientific missions of the Inter Tetra project: Teaching based on modeling process has been published from many didactic researchers for mathematics, physics and math-physics integrated teaching. However, in many cases, the process of building model and the operating of the model is abstract to the students and even teachers. This study proposes the application of some special open-source I/O hardware kit and open-source drag-and-drop coding software to illustrate and clarify at the steps of building model and operating model in teaching based on modeling process. In addition, this study also presents some examples of using these ICT tools in teaching some math-physics integrated topics and analyzes the advantages and disadvantages of using them.

DD 13.4 Di 12:00 S05

**Mathematik im Lehramtsstudium Physik an der Universität Stuttgart** — ●PHILIPP SCHEIGER<sup>1</sup>, ANNA DONHAUSER<sup>2</sup>, RONNY NAWRODT<sup>1</sup> und HOLGER CARTARIUS<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart, 70550 Stuttgart — <sup>2</sup>Didaktik der Physik, Universität Erlangen, 91058 Erlangen

Für die Beschreibung und Kommunikation physikalischer Phänomene sind mathematische Kompetenzen grundlegend und mathematisches Fachwissen ist für ein tiefes Verständnis physikalischer Probleme, wie sie an der Universität behandelt werden, entscheidend. An der Universität Stuttgart spielt häufig nur eine Einführungsvorlesung, die ausschließlich das mathematische Handwerkszeug der Physik sowie dessen Anwendungen ohne Vertiefung oder Herleitung vorstellt, eine zentrale Rolle in der mathematischen Ausbildung im Lehramtsstudium für das Gymnasiallehramt. Erste Befragungen von Studierenden im Rahmen einer Pilotierung, die sie während der Einführungsvorlesung begleitet hat, deuten an, dass sie den Zusammenhang zwischen den beiden Fachdisziplinen oft nicht herstellen. Außerdem scheinen sie dem mathematischen Formalismus der Theorievorlesungen in der Physik nur im geringen Umfang folgen zu können. Wir gehen auf die Befragungen ein und skizzieren unsere Ansätze für Lehrveranstaltungen, mit denen wir diesen Umständen entgegenwirken möchten.

DD 13.5 Di 12:20 S05

**Erkenntnisgewinnung im Mathematik- und Physikunterricht. Ein Vergleich im Rahmen eines Projektes zum fachdidaktisch-verbindenden Lehren und Lernen in den Lehramtsstudiengängen** — ●INA MILITSCHENKO<sup>1</sup> und FREDERIK DILLING<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Didaktik der Physik, Universität Siegen — <sup>2</sup>Didaktik der Mathematik, Universität Siegen

Im Zusammenhang mit dem internationalen Projekt Inter-Tetra unter der 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 implementiert. Die inhaltliche Gestaltung der Modulveranstaltungen zeichnet sich durch den fachdidaktischen Vergleich der beiden Unterrichtsfächer aus. Ein für den Vergleich ausgewählter Inhalt ist die Erkenntnisgewinnung. In der Mathematik sowie im Mathematikunterricht ist diese durch die Prozesse der Begriffsbildung und des Beweisens geprägt. In der physikalischen Erkenntnisgewinnung nimmt die experimentelle Methode bzw. im Physikunterricht das Experiment einen wichtigen Platz ein. In den letzten Jahren werden im Mathematikunterricht zunehmend auch experimentelle Arbeitsweisen eingesetzt. Entsprechend legt man im Physikunterricht im Zuge der Kompetenzorientierung großen Wert auf das Argumentieren. Aus diesen Synergien entsteht ein spannendes Forschungsfeld der Mathematik- und Physikdidaktik, welches in diesem Vortrag vorgestellt werden soll.

## DD 14: Hauptvortrag 2

Zeit: Dienstag 14:00–14:45

Raum: H05

**Hauptvortrag** DD 14.1 Di 14:00 H05  
**Physikunterricht an Waldorfschulen – eine Bilanz nach 100 Jahren** — ●WILFRIED SOMMER — Institut für Fachdidaktik, An-Institut der Alanus Hochschule für Kunst und Gesellschaft, Kassel.

Physikunterricht an Waldorfschulen wird im Wesentlichen als Epochenunterricht erteilt, d.h. als mehrwöchiger Blockunterricht mit täglich mindestens zwei Unterrichtsstunden. Der Unterricht ist überwiegend phänomenologisch und als Spiralcurriculum angelegt. Abhängig von den pädagogischen Anforderungen der Schulstufen 6 bis 12 weist er eine spezifische Tiefenstruktur auf, bei der die physikalische Erkenntnisbildung anhand von Versuchsreihen im Vordergrund steht. Die konzeptionellen Wechselwirkungen dieses Ansatzes mit Theorie und Praxis der physikdidaktischen Forschung und Entwicklung der letzten 40

Jahre sind vielfältig, bisher aber kaum beschrieben. Die Wege, welche in der Waldorfschule mit heterogenen Lerngruppen von konkreten Einzelproblemen hoher Wirklichkeitsdichte zu abstrakten Allgemeinbegriffen und von der Mutter- zur Fachsprache gegangen werden, decken sich teilweise mit Vorschlägen Wagenscheins zum Genetischen Lehren, haben aber einen eigenen bildungsphilosophischen Rahmen. Im Vortrag werden diese Spezifika vorgestellt, physikdidaktisch eingeordnet und hinsichtlich ihres Potenzials außerhalb einer waldorfpädagogischen Rahmung befragt. Es schließen sich Überblicke und Beispiele aus dem Lehrplan an und es werden entwicklungspsychologische Bezüge des Lehrplans diskutiert. Abschließend wird die strategische Ausrichtung der Lehrerbildung und der Lehrmittelentwicklung vorgestellt.

## DD 15: Neue Konzepte 2

Zeit: Dienstag 14:50–17:00

Raum: S01

DD 15.1 Di 14:50 S01

**Lernendenvorstellungen von Strömungen und Strukturen** — ●KAI BLIESMER und MICHAEL KOMOREK — Universität Oldenburg

In einem von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt DBU geförderten Projekt wird die physikalische Dynamik im Wattenmeer didaktisch aufgearbeitet, um sie in den Ausstellungen der dortigen Nationalparkhäuser stärker zu gewichten. Da sich die meisten dynamischen Phänomene im Watt auf Strömungen und Strukturbildungen in granularer Materie zurückführen lassen, wird eine Didaktische Rekonstruktion (Duit et al., 2012) dieser Themen durchgeführt. Hierzu gehören die fachliche Analyse und die empirische Untersuchung der Vorstellungen von Lernenden. Mit 16 Befragten wurden teilstrukturierte, problemzentrierte Leitfadenterviews geführt. Ein erstes Interview diente dazu, Begriffsbildungen (Edelmann & Wittmann, 2012) nachzuzeichnen, indem erhoben wurde, über welche Attribute ein Objekt oder ein Prozess verfügen muss, um aus Sicht der Lernenden als Strömung bzw. Struktur zu gelten. Die Befragten sollten hierzu Fotos den Begriffen zuordnen, Logos zeichnen, Synonyme benennen und Gegenbegriffe explizieren. In einem zweiten Interview wurde mithilfe der POE-Methode (White & Gunstone, 1992) entlang von zwei Versuchsaufbauten untersucht, welche Konzepte die Befragten einsetzen, um das Entstehen von Strömungen und Strukturen zu entschlüsseln und zu erklären. Die Arbeit ist angesiedelt im Promotionsprogramm GINT.

DD 15.2 Di 15:10 S01

**Eine 3D-gedruckte Plasmaelektronenquelle für den Physikunterricht** — ●FABIAN BERNSTEIN<sup>1,2</sup>, SASCHA SCHMELING<sup>1</sup> und THOMAS WILHELM<sup>2</sup> — <sup>1</sup>CERN, S’Cool LAB, Schweiz — <sup>2</sup>Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt a. M.

Die experimentelle Auseinandersetzung mit Elektronenquellen und geladenen Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern erfolgt im Physikunterricht der Oberstufe zumeist durch Beschäftigung mit einfachen Kathodenstrahlröhren. Diese weisen verschiedene Vorzüge auf: Sie sind robust, langlebig, relativ einfach aufgebaut und ermöglichen das qualitative und quantitative Studium der interessierenden Phänomene. Andererseits liegen Kathodenstrahlröhren aus Kostengründen zumeist nur als Demonstrationsexperiment vor. Auch sind ihre Bestandteile konstruktionsbedingt unzugänglich, nicht-alltäglich und nicht modifizierbar - einer explorativen, selbsttätigen Beschäftigung der Schülerinnen und Schüler sind folglich enge Grenzen gesetzt.

Am Schülerlabor S’Cool LAB des CERN wurde daher eine 3D-gedruckte Plasmaelektronenquelle entwickelt, die diese Nachteile überwinden soll: Sie ist kostengünstig, modular und leicht modifizierbar und erlaubt auf einfache Weise, Experimente zur Strahlerzeugung, -fokussierung und -ablenkung durchzuführen. Ermöglicht wird dies durch den Einsatz einer Plasmaelektronenquelle, die, anders als thermische Elektronenquellen, auch bei vergleichsweise hohen Drücken und in reaktiven Gasen betrieben werden kann.

Der Vortrag stellt die Funktionsweise der Plasmaelektronenquelle vor und gibt einen Ausblick auf geplante Weiterentwicklungen.

**Pause**

DD 15.3 Di 16:00 S01

**Individualisierter Physikunterricht am Beispiel des Cartesianischen Tauchers** — ●RALPH HANSMANN und ROMAN DENGLER — Pädagogische Hochschule Karlsruhe, Bismarckstraße 10, 76133 Karlsruhe

Der Cartesianische Taucher, ein Versuch, der zur Demonstration der Inkompressibilität von Wasser bereits im Jahre 1648 verwendet wurde, ist der Physik wohl bekannt. Raffaello Magiotti, der als Erfinder des Versuchs gilt und den Versuch selbst als "Scherz" bzw. "Spiel" bezeichnete, verwendete offenbar damals schon eine in diesem Zusammenhang wichtige Begrifflichkeit: das Spiel als Erkenntnisinstrumentarium.

In dem Vortrag soll eine über viele Jahre (im Lehr-Lern-Labor und im Unterricht) entwickelte und elaborierte Unterrichtskonzeption präsentiert werden, die mit Hilfe des Cartesianischen Tauchers individualisierten Physikunterricht ermöglicht. Aufgrund der Vielseitigkeit des Versuchs, kann die Unterrichtskonzeption zur Vermittlung physikalischer Prinzipien und Inhalte in der Primarstufe wie auch in der Sekundarstufe durchgeführt werden. Der Versuch, der inzwischen heute zum Standardrepertoire eines jeden Physiklehrenden zählen sollte, wird hier nicht mit Hilfe eines Exemplars zu Demonstrationszwecken oder für den Gruppenunterricht verwendet. Vielmehr wird der Versuch so arrangiert, dass am Ende des Unterrichts tatsächlich alle Lernenden kreativ einen eigenen Taucher gebaut, erprobt, angewendet und erfolgreich sinken, schweben, schwimmen lassen können. Das von Raffaello Magiotti als solches bezeichnete Spiel, wird hier und auf diese Weise zum individuellen Erkenntnisinstrumentarium!

DD 15.4 Di 16:20 S01

**Direkt abzählbare Energieeinheiten für die kinetische Energie** — ●BRUNO HARTMANN — Humboldt Universität Berlin

Wir entwickeln einen neuen Zugang für das Unterrichten der Energie als eine direkt beobachtbare und messbare Größe. Die allgemeinen Prinzipien wurden zuvor für die potentielle Energie im Gravitationsfeld dargestellt, hier wird der Zugang auf die kinetische Form der Energie ausgedehnt. Im Kontext vom Beschleunigen oder Abbremsen bewegter Körper mithilfe von gespannten Federn werden vage Schülervorstellungen über ein direktes Vergleichsverfahren für Energie aktiviert. Zur exakten Quantifizierung entwickeln wir ein anschauliches Verständnis von Bezugsgrößen für die Energie. Damit konstruieren wir ein mechanisches Kalorimeter, welches abzählbare Energieportionen erzeugt. Eine quantitative Betrachtung führt zur Grundgleichung, welche die kinetische Energie mit der Geschwindigkeit und Masse verknüpft. Die angegebenen Unterrichtsbeispiele wurden in der gymnasialen Oberstufe erprobt.

DD 15.5 Di 16:40 S01

**Energie, Enthalpie oder Entropie: Was braucht man eigentlich für das Heizen?** — ●JAN-PETER MEYN — Friedrich-Alexander-Universität Erlangen

Die innere Energie der Luft in einem Zimmer ist bei konstantem Druck unabhängig von der Temperatur, so dass man schlecht sagen kann, Energie sei zum Heizen notwendig. Die Entropie nimmt sogar mit der Temperatur ab. Der Wert von üblichen Brennstoffen wird zwar in der Energieeinheit Joule angegeben, aber als Enthalpie bezeichnet. Es ist also nicht einfach, Alltagsformulierungen wie „brennendes Holz wärmt“ mit physikalischer Fachsprache zu verbessern, ohne sich in Widersprüche zu verwickeln. Es wird vorgeschlagen, das Heizen als Antrieb eines irreversiblen Prozesses zu betrachten, durch den Entropie in der Wand des Zimmers erzeugt wird. Damit kann leicht begründet werden, warum die Kraft-Wärme-Kopplung und die Wärmepumpe prinzipiell bessere Lösungen sind als die direkte Verbrennung. Nebenbei wird aufgeklärt, warum der Stirling-Motor prinzipiell eine schlechte Wahl für Kraft-Wärme-Kopplung ist, obwohl oft das Gegenteil behauptet wird.

## DD 16: Experimente

Zeit: Dienstag 14:50–16:40

Raum: S02

DD 16.1 Di 14:50 S02

**Hohlraumresonanz – ein Experiment zum Forschenden Lernen** — ●MORITZ WAITZMANN<sup>1</sup>, RÜDIGER SCHOLZ<sup>2</sup> und SUSANNE WESSNIGK<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Didaktik der Mathematik und Physik - AG Physikdidaktik, Leibniz Universität Hannover — <sup>2</sup>Institut für Quantenoptik, Leibniz Universität Hannover

Das Schülerlabor foeXlab der Leibniz Universität Hannover bietet

in seiner Sparte foeXlab<sup>+</sup> besonders interessierten Schüler\*innen die Möglichkeit komplexe, physikalische Fragestellungen experimentell zu untersuchen. Fachdidaktisch kann ein solches Lernarrangement mit dem forschenden Lernen assoziiert werden. In diesem Beitrag wollen wir uns dem hier gewählten Konstrukt forschenden Lernens empirisch nähern und ein Beobachtungsinstrument vorstellen, mit dessen Hilfe die Aktivitäten der Lernenden im zeitlichen Verlauf erfasst und darge-

stellt werden können. Mit Experimenten zur Hohlraumresonanz einer Flasche möchten wir zeigen, wie ein solcher Prozess realisiert werden kann. Dieses Experiment weist theoriegeleitete Eigenschaften von Experimenten auf, die forschendes Lernen ermöglichen. Diese Eigenschaften werden von den Ergebnissen einer Pilotstudie mit dem Beobachtungsinstrument untermauert.

DD 16.2 Di 15:10 S02

**Smartphone-gestützte Geschwindigkeitsmessung mit dem Barometer und der App phyphox** — ●DOMINIK DORSEL<sup>1</sup>, SEBASTIAN STAACKS<sup>1</sup>, CHRISTOPH STAMPFER<sup>1</sup>, SIMON HÜTZ<sup>2</sup> und HEIDRUN HEINKE<sup>2</sup> — <sup>1</sup>II. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University — <sup>2</sup>I. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Smartphone-Experimente sind mittlerweile weit verbreitet in der Physiklehre an Schulen und Hochschulen. Gerade aus dem Bereich der Mechanik gibt es eine Vielzahl an Experimentieransätzen, welche auf die gängigsten Sensoren wie den Beschleunigungs- oder Magnetfeldsensor zurückgreifen. Das in vielen Smartphones enthaltene Barometer wird bislang meist nur zur Messung von Höhenunterschieden und daraus abgeleiteter Größen genutzt. In dem Vortrag wird vorgestellt, wie ein Smartphone mit Barometer mittels Pitotrohr zur Ermittlung der Windgeschwindigkeit genutzt werden kann. Mit einem Pitotrohr können der durch bewegtes Gas entstehende Staudruck sowie der statische Umgebungsdruck gemessen werden. Mit der Bernoulli-Gleichung kann dann aus der gemessenen Druckdifferenz die Geschwindigkeit des Gases berechnet werden. Dieses Messprinzip, das insbesondere bei Flugzeugen zur Bestimmung der Geschwindigkeit genutzt wird, wurde zur Messung des Luftstroms eines Ventilators sowie der Geschwindigkeit eines PKWs verwendet. Mithilfe eines zusätzlichen externen Drucksensors, der mit der App phyphox über die Schnittstelle Bluetooth Low Energy angebunden werden kann, wird der Messprozess deutlich vereinfacht.

Pause

DD 16.3 Di 16:00 S02

**Detektor zur Messung kosmischer Teilchen in der Schule**

**oder Zuhause** — ●MARVIN PETER, KAI-THOMAS BRINKMANN, LUKAS NIES, RENÉ SCHUBERT und HANS-GEORG ZAUNICK — II. Physikalisches Institut, Justus-Liebig-Universität Giessen

Wir präsentieren ein preiswertes Detektorsystem. Es besteht aus einem Plastikszintillator mit Silizium-Photomultiplier (SiPM)-Auslese und einem Raspberry Pi-Minicomputer mit eigens entwickeltem Aufsteckboard. Mit diesem Aufbau ist es möglich, mithilfe eines GPS-Moduls auf wenige Nanosekunden genaue Zeitstempel der Signale zu erzeugen. Auch eine Energiemessung ist dank des integrierten ADCs möglich. Ziel ist es, mithilfe einer großen Anzahl dieser Detektoren kosmische Teilchenschauer zu vermessen, um so deren Herkunft zu bestimmen. Dabei soll Schulen und Privatpersonen die Möglichkeit gegeben werden, eigenständig eine solche Detektorstation zu betreiben. Vor allem Schülerinnen und Schülern sollen so Einblicke in die Teilchenphysik, Elektronik und Informatik gewährt und die Arbeitsweise von Physikern näher gebracht werden.

DD 16.4 Di 16:20 S02

**Data literacy: Üben benötigt Daten** — ●RÜDIGER SCHOLZ<sup>1</sup> und KIM-ALESSANDRO WEBER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Quantenoptik, Leibniz Universität Hannover — <sup>2</sup>Institut für Didaktik der Mathematik und Physik, Leibniz Universität Hannover

Wir demonstrieren MMS, das MultiMeasureSys, einen einfachen, extrem kostengünstigen und vielseitigen digitalen Datensammler, der es erlaubt, die Messdaten aus unterschiedlichen Messsensoren (Temperatur, Luftdruck, Irradianz, Zählaufgaben Hell-Dunkel-Wechsel im Interferometer, Zähltaufgabe Impulse/APD output) in einer standardisierten Textdatei auszugeben. Auf diese Weise lassen sich wesentliche Aufgaben der data literacy aus den Bereichen Auswerten, Interpretieren, Darstellen und Anwenden von Daten von elementaren Anwendungen (Mittelwert/Streuung in Zählexperimenten), einfachen Zählaufgaben (interferometrische Längenmessung), über grundlegende Experimente der physikalischen Statistik (Statistische Optik: Wahrscheinlichkeitsverteilungen binärer Detektoren) und Genauigkeitsanalysen in der Metrologie einfach ausführen. Wir zeigen Beispiele aus der Thermodynamik und der statistischen Optik.

## DD 17: Lehr- und Lernforschung 3

Zeit: Dienstag 14:50–17:00

Raum: S03

DD 17.1 Di 14:50 S03

**Vektoren in der mathematik- und physikdidaktischen Forschung - Stoffdidaktischverbindende Ansätze zwischen linearer Algebra und klassischer Mechanik** — ●FREDERIK DILLING — Didaktik der Mathematik, Universität Siegen, Deutschland

Der Vektorbegriff stellt einen zentralen Begriff des Mathematik- und Physikunterrichts dar. Aus diesem Grund wird der Umgang mit Vektoren in den Fachdidaktiken Mathematik und Physik in vielfältiger Weise untersucht. Der vorliegende Beitrag stellt die wichtigsten Erkenntnisse beider Didaktiken im Rahmen eines stoffdidaktischverbindenden Forschungsanliegens gegenüber und erläutert, wie sich diese im Unterricht sowie in der Forschung nutzen lassen.

DD 17.2 Di 15:10 S03

**Physikkenntnisse von Studienanfängern des Maschinenbaus - eine Fallstudie an der Hochschule Esslingen** — ●GÜNTHER KURZ<sup>1</sup> und HANNO KÄSS<sup>2</sup> — <sup>1</sup>HS Esslingen — <sup>2</sup>HS Esslingen

Seit dem Wintersemester 2016/17 werden in der 1. Vorlesungswoche im Bachelor-Studiengang Maschinenbau die physikalischen Kenntnisse und Fertigkeiten durch einen Test im Multiple-Choice Format erhoben. Zum einen gibt dieser für die Lehrenden einen Überblick über den Kenntnisstand der Anfängerkohorte und zum anderen zeigt er den Studierenden individuelle Kenntnislücken auf. Durch die weitere Öffnung der Zugangswege zur Hochschule steigt auch der Anteil an Zulassungsberechtigten mit nur geringem Physik-Hintergrund aus dem Sekundarbereich. Insbesondere trifft dies zu auf die vielfältigen Zulassungen >Fachhochschulreife<. Erwartungsgemäß ergeben sich für diese Studienanfänger deutlich schlechtere Testleistungen (Beispiel aus dem WS 2018/19: Teilnehmerzahlen N, Mittelwerte M und Standardabweichungen SD; AHR: N=82, M=5,84, SD=2,74; FHR: N=63, M=4,57, SD=2,57; d=0.48). Die Belegung der Antwortalternativen liefert Hinweise auf Fehlvorstellungen. Eine erste Analyse des Zusammenhangs

zwischen Studienerfolg im 1. Studienabschnitt und der Schulnote, dem Ergebnis eines Mathematiktests und dem präsentierten Physiktest wird vorgestellt.

Gefördert als HUMUS-Projekt durch das MWK Baden-Württemberg

Pause

DD 17.3 Di 16:00 S03

**Neuroeducation-based observation skills development at senior high school level** — ●HÉCTOR JAIMES PAREDES — UNAM, Mexiko Stadt, Mexiko

When generating scientific knowledge, the observation skills play an often forgotten, but very important role. Some authors think that these skills are a matter of innate talent, but we believe it is possible that students learn how to observe a physical phenomenon from a scientific point of view, by giving them some guidelines. It is possible that they learn what to pay attention to, based on some metrology concepts in such a way that, eventually they will be able to develop scientific analysis criteria for diverse physical phenomena. This didactical proposal aims to develop the observation skills of senior high school students, based in recent neuroeducation discoveries. Main objective and specific goals of this research project are exposed, as well as some experimental results.

DD 17.4 Di 16:20 S03

**SPIN+Education: Schülerlabore zu Spin- und Magnetismus-Phänomenen** — ●KATRIN HOCHBERG und JOCHEN KUHN — Technische Universität Kaiserslautern, AG Didaktik der Physik

Trotz der breiten Anwendung von Spin- und Magnetismus-Phänomenen im Alltag (z.B. Datenspeicherung) ist das zugehörige Forschungsfeld wenig bekannt. Im Rahmen des SFB SPIN+X, der sich

mit diesen Themen beschäftigt, sind daher Schülerlabor-Module für verschiedene Altersgruppen entstanden. Die Ausgestaltung der Module nimmt sich des geringen Frauenanteils in MINT-Fächern an: Es gibt mitunter starke Unterschiede zwischen den Vorstellungen vom Arbeitsalltag von Naturwissenschaftlern/innen, die SchülerInnen mitbringen, und den tatsächlichen Tätigkeiten, wie sie ForscherInnen selbst beschreiben. Besonders Aspekte des Forschungsalltags, die im traditionellen Interessengebiet von Mädchen liegen (z.B. Lehre, Kommunikation, kreative Tätigkeiten) sind Schülern/innen oft nicht bewusst. Die Schülerlabormodule sollen daher nicht nur wissenschaftliche Erkenntnisse, sondern auch Wissen über deren Entstehungsprozess vermitteln, mit der Absicht, dadurch gerade junge Frauen für MINT-Fächer zu motivieren. Erste Ergebnisse der Begleitstudien zu den Modulen werden im Vortrag vorgestellt.

DD 17.5 Di 16:40 S03

**Schülervorstellungen zur Quantenphysik und zur Quanteninformationsverarbeitung** — ●BERNADETTE SCHORN und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen

Die Quanteninformationsverarbeitung gehört aktuell zu den dynamischsten Forschungsgebieten, der zudem ein großes wirtschaftliches Potential zugesprochen wird. Dies wird u.a. durch das im Herbst 2018 gestartete Flaggschiff-Forschungsprogramm der EU zu Quantentechnologien eindrucksvoll belegt, was auch die Notwendigkeit der Aufbereitung des Themas für die Schule nahelegt. Zudem stoßen die diskutierten (potentiellen) Anwendungen im Bereich der Quanteninformationsverarbeitung wie z.B. der Quantencomputer oder die Quantenkryptographie bei Schülerinnen und Schülern auf Interesse, was neue Zugänge zur Vermittlung der physikalischen Prinzipien der Quantenphysik sowie deren Anwendung in der Schule eröffnet. Vor diesem Hintergrund werden in dem Beitrag erste Ergebnisse zu Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu grundlegenden Konzepten der Quanteninformationsverarbeitung präsentiert. Die Daten wurden im Rahmen von einwöchigen Physikkursen für besonders interessierte Schülerinnen und Schüler der Oberstufe erhoben. Hierzu wurde eine modifizierte Fragebogenstudie durchgeführt, bei der die Fragebögen von Schülerpaaren bearbeitet und die Diskussionen der Probandinnen und Probanden mittels Smartpens aufgezeichnet wurden.

## DD 18: Hochschuldidaktik 1

Zeit: Dienstag 14:50–17:00

Raum: S05

DD 18.1 Di 14:50 S05

**Wirksamkeit von formativen elektronischen Zwischentests im Grundstudium** — MARTIN HIERTZ und ●JOHANNA FRIEDERIKE MAY — Technische Hochschule Köln, Deutschland

Hohe Durchfallquoten in Grundlagenfächern scheinen den Abschreckungseffekt von MINT-Studiengängen zu befeuern. Allerdings ist ein fachlicher Mindestanspruch eine notwendige Grundlage für das Hauptstudium. Viele Studierende stellen jedoch erst mit der Modulprüfung am Ende des Semesters fest, dass sie diesen noch nicht erfüllen. Dem soll im Beispiel des Grundlagenfaches „Elektrotechnik und Antriebstechnik“ durch Anreize für eine verbesserte Selbstorganisation entgegen gewirkt werden: Neben Laborpraktika stehen den Studierenden während des Semesters punktuell individuelle elektronische Zwischentests aus ehemaligen Klausuraufgaben zur Verfügung. Der erste Durchgang enthielt zwei solche Zwischentests mit Zufallszahlen-basierten Formelfragen. In der Klausur erreichten die 242 Studierenden im Mittel 50% der Punkte. Ohne bestandenen Zwischentest lag der Median bei 39%, bei einem bestandenen Zwischentest erhöhte er sich auf 44% und bei zwei bestandenen Zwischentests auf 49% der erreichbaren Klausurpunkte. Die erfolgreiche Teilnahme an den Praktika hatte hingegen nur für die fleißigen Studierenden einen Übungseffekt für die Klausur: der Median blieb gleich, nur das Maximum der erreichten Punkte erhöhte sich deutlich. Im zweiten Durchgang wird nun untersucht, ob der Übungseffekt noch zunimmt, wenn vier Zwischentests angeboten werden. Außerdem findet eine inhaltliche Analyse statt: welche Schwächen können die Studierenden mithilfe der Zwischentests verbessern?

DD 18.2 Di 15:10 S05

**Physik für Ingenieure: Ein Erfahrungsbericht zum "Blended Learning"** — ●DOMINIK GIEL — Hochschule Offenburg, Offenburg, Deutschland

Die Vorlesung Physik ist ein grundlegender Baustein der meisten Ingenieursstudiengänge und stellt für viele Studienanfänger eine Hürde zum Studienstart da. Die Vorkenntnisse der Studienanfänger sind zunehmend heterogen und der sichere Umgang mit physikalischen Konzepten erfordert mehr oder wenig Übung, um diese zu festigen oder auch erstmals einzuführen. Um dieses Üben zu ermöglichen, wurde für die Vorlesung "Physik 1" in den Studiengängen Maschinenbau, Werkstofftechnik, Mechatronik, Biomechanik, Biotechnologie und Umwelt- und Verfahrenstechnik der Hochschule Offenburg ein E-Tutorium erarbeitet, das die Übungsaufgaben in Form von 11 Online-Selbsttest mit jeweils vier Übungsaufgaben anbietet. Die Selbsttests beinhalten dabei typische Aufgabenstellungen, deren Zahlenwerte (Masse, Geschwindigkeit usw.) bei jedem Aufruf der Aufgabe variieren. Dadurch lassen sich die Selbsttests zum selbständigen Üben nutzen. Ein reines Abschreiben einer Musterlösung ist durch die veränderlichen Zahlenwerte darüber hinaus unmöglich. Wir beschreiben eine Methode zur effizienten Erzeugung der Moodle-basierten Selbsttests mit Hilfe der Software R/exams und berichten über die Erfahrungen beim ersten Einsatz.

Pause

DD 18.3 Di 16:00 S05

**Lernerfolg im Vorkurs Physik: Vergleichende Analyse von Eingangs- und Abschlusstests im Vorkurs Physik für MINT-Studienanfänger\*innen an der Universität Stuttgart (2014 bis 2018)** — ●OLIVER STERNAL<sup>1</sup>, VERA HANKELE<sup>1</sup> und NILS-OLE WALLISER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>MINT-Kolleg Baden-Württemberg, Universität Stuttgart, Deutschland — <sup>2</sup>Laboratoire Charles Coulomb (L2C), CNRS, Univ. Montpellier, Montpellier, France

Seit dem Jahr 2011 führt das MINT-Kolleg Baden-Württemberg an der Universität Stuttgart einen Vorkurs im Grundlagenfach Physik durch, der sich an die Studienanfängerinnen und Studienanfänger aller MINT-Studiengänge der Universität richtet. In diesem Beitrag untersuchen wir den Lernerfolg der Studienanfänger\*innen im Vorkurs auf Grundlage einer vergleichenden Analyse von Eingangs- und Abschlusstests in den Jahren 2014 bis 2018 und fassen die wichtigsten Ergebnisse zusammen.

DD 18.4 Di 16:20 S05

**Schülerorientiertes Experimentieren für Studierende der Lehramter Physik - Sonderpädagogische Förderung bzw. Haupt-, Real- Sekundar-, Gesamtschule (Sek. I)** — ●HANNAH WECK und RENE FOELLMER — Universität zu Köln, Institut für Physikdidaktik

Durch die voranschreitende Inklusion in dem Bereich der Sekundarstufe I der allgemein bildenden Schulen steigt der Bedarf eines Physikunterrichts, der verschiedene sonderpädagogische Unterstützungsbedarfe von Schüler\*innen berücksichtigt. Des Weiteren stellt die Versorgung mit Förderschullehrer\*innen, die einen experimentorientierten Physikunterricht auch an Förderschulen vermitteln, seit Jahrzehnten ein Dilemma dar.

Die seit 4 Semestern eingeführte Veranstaltung zum \*Schülerorientierten Experimentieren\* soll diesem Problem ein Stück entgegenwirken. Der Vortrag stellt die bisherige Konzeption, Evaluation und (zukünftige) Weiterentwicklung dieser Veranstaltung dar.

Im Rahmen der Veranstaltung erhalten die Studierenden in \*gemischten\* Gruppen beider Studiengänge erst die Gelegenheit, sich an ausgewählten Experimenten mit physikdidaktischen als auch sonderpädagogischen Fragen auseinander zu setzen, um zu klären, wie man die Bedürfnisse aller Schüler\*innen in inklusiven Lerngruppen berücksichtigen kann. Danach entwickeln die Studierenden kleine Experimentierreihen zu einem physikalischen Thema, die dann genau wie die im Seminar erworbenen Erfahrungen in praxisnahen Settings (Besuche von Schülergruppen) erprobt und reflektiert werden.

DD 18.5 Di 16:40 S05

**Mindestanforderungskatalog Physik - ein Vorschlag** — ●HANNO KÄSS<sup>1</sup>, MANUELA BOIN<sup>2</sup>, ULRICH BRAUNMILLER<sup>1</sup>, KARL HEINZ DAMBACHER<sup>3</sup>, DOMINIK GIEL<sup>4</sup>, ULRICH HARTEN<sup>5</sup>, BERND JÖDICKE<sup>6</sup>, GÜNTHER KURZ<sup>1</sup>, AXEL LÖFFLER<sup>7</sup>, STEPHAN PITSCH<sup>3</sup>,

JÜRGEN SUM<sup>6</sup>, STEFAN VINZELBERG<sup>5</sup>, TALEA WENZEL<sup>7</sup> und JOACHIM WERNER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Hochschule Esslingen — <sup>2</sup>Hochschule Ulm — <sup>3</sup>Hochschule Reutlingen — <sup>4</sup>Hochschule Offenburg — <sup>5</sup>Hochschule Mannheim — <sup>6</sup>Hochschule Konstanz — <sup>7</sup>Hochschule Aalen

Die Studienanfänger in den technischen Studiengängen der Hochschulen für angewandte Wissenschaften haben nicht nur in Mathematik sondern auch in Physik sehr unterschiedliche Vorkenntnisse. Obwohl diese Fächer für das grundlegende Verständnis technischer Vorgänge von großer Bedeutung sind, kann die Ausbildung in diesen Bereichen angesichts der begrenzten dafür im Verlauf des Studiums zur Verfü-

gung stehenden Zeitfenster nicht bei Null anfangen. Für Mathematik wurde daher von der Arbeitsgruppe cosh ein Mindestanforderungskatalog zusammengestellt und 2014 veröffentlicht. Er beschreibt Kenntnisse und Fertigkeiten, die Studienanfänger zur erfolgreichen Aufnahme eines WiMINT-Studiums (Wirtschaft, Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik) an einer Hochschule benötigen. Inzwischen hat sich nun eine weitere Arbeitsgruppe aus Physikerinnen und Physikern an Hochschulen in Baden-Württemberg gebildet, deren Ziel es ist, einen analogen Mindestanforderungskatalog für den Bereich Physik zu erstellen. Der Beitrag stellt den inzwischen erreichten Stand dieser Arbeiten vor.

## DD 19: Astronomie 2

Zeit: Dienstag 14:50–17:00

Raum: H05

DD 19.1 Di 14:50 H05

**The International Astronomical Youth Camp (IAYC) - Promoting astronomy for 50 years** — ●ELIZABETH MONDRAGÓN — International Workshop for Astronomy (IWA e.V.)

The International Astronomical Youth Camp (IAYC) is a three-week long summer camp aiming to promote knowledge of astronomy and astronomy-related sciences in a unique international atmosphere. Every year, since 1969, the IAYC takes place somewhere in Europe. About 70 people from a wide range of different countries live together for three weeks. Participants are between 16 and 24 years old and share a common interest: Astronomy. The camp offers several working groups covering different topics from astrophotography, observation and astroparticle physics to astronautics and astrobiology. The topic for the working group varies from year to year depending on the leader responsible for the working group. The participants are arranged according to their interests into different working groups during the camp. Each working group usually have between 8-10 participants. The leaders, who are chosen among previous year's participants, take the responsibility of organising each year's camp and supervise a working group. The IAYC2019 will take place in Klingenthal, Germany, from the 21st of July to the 11th of August 2019. In the next IAYC we will also celebrate the 50th anniversary of the International Workshop for Astronomy (IWA), the organisation that runs the camp and we will hold during the camp special activities to celebrate this event.

DD 19.2 Di 15:10 H05

**Das neu gegründete ESERO-Büro für Deutschland: Struktur von ESERO und Erkenntnisse der Set-up Phase** — ●ANDREAS RIENOW<sup>1</sup>, ALEXANDER KÜPPER<sup>2</sup>, CRISTAL SCHULT<sup>2</sup>, JUDITH HOLLÄNDER<sup>3</sup>, SUSANNE HÜTTMEISTER<sup>3</sup>, RAPHAELA MEISSNER<sup>4</sup>, CHRISTINA NADOLSKY<sup>1</sup>, JOHANNES SCHULTZ<sup>1,5</sup> und KLAUS TRIMBORN<sup>4</sup> — <sup>1</sup>Arbeitsgruppe Geomatik, Geographisches Institut, Ruhr-Universität Bochum — <sup>2</sup>Institut für Physikdidaktik, Universität zu Köln. — <sup>3</sup>Zeiss Planetarium Bochum — <sup>4</sup>zdi.NRW — <sup>5</sup>Geographisches Institut, Universität Bonn

Seit Mai 2018 gibt es auch in Deutschland ein European Space Education Resource Office (kurz ESERO-Büro) der ESA mit Hauptsitz am Geographischen Institut der Ruhr-Universität Bochum. Neben der Ruhr-Universität Bochum sind am ESERO-Konsortium einzelne Institute der Universitäten Bonn und Köln, sowie das Planetarium Bochum und das zdi.NRW beteiligt. Die Aufgabe des (deutschen) ESERO-Büros liegt darin, die MINT-Bildung im Grundschulbereich und den weiterführenden Schulen in Deutschland zu fördern, wobei der Fokus der zu entwickelnden Unterrichtsmaterialien, Konzepte und Lehrerfortbildungen auf Themen der Erdbeobachtung, Astronomie und Raumfahrt liegt. In der Set-up Phase von ESERO wurden die Kernlehrpläne für die Fächer Biologie, Chemie, Geographie, Informatik, Mathematik, Physik und Technik auf astronomische und raumfahrtsbezogene Inhalte und Kontexte systematisch analysiert. Neben einer Beschreibung der grundlegenden Struktur von ESERO werden im Vortrag die Erkenntnisse dieser Lehrplananalyse vorgestellt.

**Pause**

DD 19.3 Di 16:00 H05

**Neues vom Ursprung der Astronomiemethodik** — ●OLAF KRETZER — Schul- und Volkssternwarte Suhl, Hoheloh 1, 98527 Suhl  
Vor ca. 200 Jahren wirkte in Thüringen ein nahezu unbekannter Lehrer, der die Astronomie in die Schule brachte und dazu vielfältige Unterrichtsmittel schuf: Johann Simon Schlimbach. In den letzten Jahren haben umfangreiche Recherchen neue Erkenntnisse über sein Wirken und seine Leistungen zu Tage gefördert. Im Vortrag werden anhand ausgewählter Beispiele die Methoden, welche Schlimbach zur Vermittlung astronomischer Inhalte einsetzte, vorgestellt und diskutiert.

DD 19.4 Di 16:20 H05

**Derivation of the Sommerfeld FSC from Theory** — ●MANFRED GEILHAUPT — HS Niederrhein Mönchengladbach

Sommerfeld introduced the Fine-Structure-Constant ( $\alpha$ ) in 1916 by definition while combining fundamental constants ( $h$ ,  $c$ ,  $e$ ) to come up with that number. But here is the way how to derive the FSC from Theory. Use Einstein's Field Equation from General Relativity and you can first derive the restmass of the electron by solving the corresponding 1. Equation of Motion\* and a 2. Equation of Motion yield the charge of the electron. For that step assume an electron's (virtual and local) center of mass (point) to be at rest while applying the common Principles of Physics (1. and 2. Law of Thermodynamics) to find a solution  $r(t)$ . The solution  $r(t)$ , unit meter, reveals an internal action of motion of (non-local but dynamic) space-structure while only the virtual center of \*mass\* is assumed at rest. So we can interpret  $r(t)$  to be a \*Mass-Generating-Function\* - solving the Differential Equation. The complete solution is a combination of two independent ones. One solution leads to the effective value  $RG$ : we call it \*Point-Like-Radius\* (to be introduced into the following Newton-Schwarzschild-Einstein-Equation:  $c^2 = G \cdot m_e / (2\alpha \cdot RG)$ ). The other solution gives the effective value  $rG$ : we call it \*Wave-Like-Radius\* (to be introduced into the Planck-Compton-Einstein-Equation:  $h = 2\pi \cdot rG \cdot m_e \cdot c$ ). And now to the focus of this presentation: How to derive the FSC from GR+TD the combination of two Principle Theories. Both derivations of rest-mass and charge reveal a dependence on the Fine Structure Constant ( $\alpha$ ) (Experiment form Webb et al. 2011 meets theory GR+TD)

DD 19.5 Di 16:40 H05

**A Novel Equivalence Principle for Quantum Gravity** — ●HANS-OTTO CARMESIN — Gymnasium Athenaeum, Stade — Universität Bremen — Studienseminar Stade

An equivalence principle is developed and used in a research club. From that principle H.-O. Carmesin's theory of quantum gravity is derived, fundamental problems of physics are solved and accurate accordance with observations is achieved, based only on the constants  $G$ ,  $c$  and  $h$ . Pupils are interested since: The problems of flatness, the horizon and energy conservation are solved. Cosmic inflation is explained in accordance with observations (3%). Emergence of dark matter is explained in accordance with observations (0.23%). Emergence of dark energy is explained in accordance with observations (0.073%). Emergence of the structure of space-time is explained. Pupils actively participate in research in fundamental physics and present results in several posters here.

\*Carmesin, H.-O. (2018): Entstehung der Raumzeit durch Quantengravitation. Berlin: Verlag Dr. Köster

## DD 20: Mitgliederversammlung des FV Didaktik der Physik

Zeit: Dienstag 17:15–19:00

Raum: H05

Dauer 105 Min.

**DD 21: Praktikumsversuche / Neue Konzepte 3**

Zeit: Mittwoch 10:00–12:00

Raum: S01

DD 21.1 Mi 10:00 S01

**Räumliche und zeitliche Kohärenz, zwei Phänomene in einem Aufbau** — ●KAI PIEPER<sup>1,2</sup>, ANTJE BERGMANN<sup>1</sup>, ROMAN DENGLER<sup>2</sup> und CARSTEN ROCKSTUHL<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Theoretische Festkörperphysik, KIT — <sup>2</sup>Institut für Physik und Technische Bildung, PH Karlsruhe

Der Kohärenzbegriff in der Physik ist für viele Studierende einer der abstraktesten Begriffe. Licht wird im Rahmen der Ausbildung zunehmend nur noch in die binären Kategorien "kohärent" und "inkohärent" eingeteilt und entsprechend diskutiert. Zur vertiefenden Diskussion fehlt vor allem eine einfache Möglichkeit, die Kohärenz von Licht experimentell erfahrbar zu machen. Wir beheben diesen Mangel durch einen Versuchsaufbau, der für ein verbessertes Verständnis des Begriffs der Kohärenz und seiner charakteristischen Größen sorgen soll. Hierzu beleuchten wir ein Michelson Interferometer und einen Doppelspalt, die über einen Strahlteiler gekoppelt sind, zeitgleich mit dem Licht einer Lichtquelle, die in ihrer Ausdehnung und spektralen Eigenschaft variabel ist. Der Kontrast der entstehenden Interferenzmuster steht stellvertretend für die räumliche und zeitliche Kohärenz des beleuchtenden Lichts. Hierdurch ist es möglich, die Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften der Lichtquelle und der Kohärenz des Lichts direkt zu beobachten und zu untersuchen. Mit Hilfe des Versuchsaufbaus erhalten wir zudem die Möglichkeit, der binären Vorstellung des Begriffs entgegenzuwirken und den Grad der Abstraktion zu verringern.

DD 21.2 Mi 10:20 S01

**Digitale Messwerterfassung für den Physikunterricht mit dem Raspberry Pi** — ●MORITZ AUPPERLE und GÜNTER QUAST — Karlsruher Institut für Technologie

Beschrieben wird ein Konzept für ein neues digitales Messwerterfassungssystem für den Einsatz in Schülerlaboren, für Schülerversuche oder auch für Demonstrationsexperimente im Unterricht. 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 werden die Möglichkeiten vorgestellt, die sich im Physikunterricht eröffnen: PhyPiDAQ ist ein transparentes, erweiterbares und modifizierbares digitales Messwerterfassungssystem, bei dem verschiedene Sensoren über eine einheitliche Software-Schnittstelle angesprochen werden. Die registrierten Daten werden über standardisierte Ausgabemodule visualisiert und für die spätere Auswertung aufgezeichnet. Das Material ist als Messkoffer für Schüler ausgelegt, kann aber auch in Demonstrationsexperimenten durch Lehrpersonen eingesetzt werden. Um Schüler auf das Arbeiten mit PhyPiDAQ vorzubereiten und die zugrunde liegenden Prinzipien transparent zu machen, wurde ein Einführungskurs gestaltet, an dessen Ende ein digitaler Kraftsensor aufgebaut und kalibriert wird.

**Pause**

DD 21.3 Mi 11:00 S01

**Kleiner Aufwand, großer Nutzen? - Experimentiersets zur Unterstützung experimenteller Übungsaufgaben mit Smartphones** — ●SIMON HÜTZ, SEBASTIAN STAACKS, CHRISTOPH STAMPFER und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

Mit der an der RWTH Aachen entwickelten App phyphox werden die Gestaltungsmöglichkeiten für Vorlesungen und Übungen in der Experimentalphysik um aktive experimentelle Tätigkeiten auf Seiten der Studierenden auch jenseits der Praktika erweitert. Eine der Möglichkeiten ist der Einsatz von experimentellen Übungsaufgaben. In mehreren Experimentalphysikveranstaltungen zeigte sich jedoch, dass die Akzeptanz solcher Übungsaufgaben auf Seiten der Studierenden ge-

ring ausfiel, sofern die Bearbeitung der Aufgaben nicht verpflichtend war. Eine Befragung von Studierenden des Maschinenbaus (N=537) ergab, dass die Mehrheit dieser Studierenden freiwillige (experimentelle) Übungsaufgaben generell aus Zeitgründen nicht bearbeitet. Zudem gab ein großer Teil der Studierenden an, nicht das nötige Material zur Bearbeitung der Übungsaufgabe zur Verfügung gehabt zu haben. Im Gegensatz zum erwähnten Zeitproblem kann dem durch das Bereitstellen von einfachen Zusatzmaterialien für die Bearbeitung der experimentellen Übungsaufgaben entgegengewirkt werden. Aus diesem Grund wurden in einem ersten Schritt vier Experimentiersets entwickelt, die im Wintersemester 2018/19 in drei Experimentalphysikvorlesungen an die Studierenden verteilt werden. Diese Experimentiersets sind auch für Schulen geeignet. Im Beitrag werden die Experimentiersets und die ersten Erfahrungen mit ihrem Einsatz vorgestellt.

DD 21.4 Mi 11:20 S01

**Didaktische Rekonstruktion der Beschleunigerphysik und Entwicklung eines Lehr-Linearbeschleunigers** — ●STEFAN BECHSTEIN, ACHIM STAHL und JOSEF RIESE — RWTH Aachen University

Für Studierende wie auch für Schülerinnen und Schüler sind die Zusammenhänge, mit denen man die Erzeugung von Kräften und das Verhalten von Teilchen in Beschleunigern erklären kann, recht komplex. Das Lernen dieser Zusammenhänge wird bislang oft dadurch erschwert, dass die fünf wichtigen Parameter (Ladung, Ladungsdichte, Potential, Feld und Kraft) sowohl im Unterricht als auch in den meisten Fachbüchern im Wesentlichen auf zwei (Ladung und Feld) reduziert werden. Das hier vorgestellte Projekt beschäftigt sich damit, alle Zusammenhänge durch nutzbringende Analogien (didaktische Modelle) und Experimente darzustellen. Kern der Didaktischen Rekonstruktion ist die Grundannahme, dass Ladungen den elektrischen Raum verändern. Befinden sich mehrere Ladungen dicht gepackt an einem Ort, bildet sich ein recht deutlicher Potentialraum aus, in dem elektrische Felder herrschen und dementsprechend Kräfte auf vorbeifliegende Ladungen wirken. Hierzu wird eine Analogie zum Gravitationspotential vorgeschlagen, die eine Anknüpfung an Alltagserfahrungen ermöglicht.

Im Vortrag wird ein Vorschlag für eine entsprechende Sachstruktur gemacht und dabei auch eingegangen auf eine explorative Studie zu Schülervorstellungen. Zudem wird über den Fortgang bei der Entwicklung und dem Bau des Lehr-Linearbeschleunigers sowie zweier Selbstbau-Tabletop-Experimente berichtet.

DD 21.5 Mi 11:40 S01

**Physikalische Phänomene als Grundlage medizintechnologischer Innovation - Ein interdisziplinäres Lehr-Lernkonzept zum SFB 1261** — ●DANIEL LAUMANN, CAROLIN ENZINGMÜLLER, TOBIAS PLÖGER und ILKA PARCHMANN — IPN Kiel

Im Sonderforschungsbereich (SFB) 1261 entwickeln Forschende aus Materialwissenschaft, Elektrotechnik, Physik und Medizin hochempfindliche Magnetfeldsensoren. Diese kontaktlos messenden Magnetfeldsensoren sollen es ermöglichen Herz-, Hirn- und Nervenaktivitäten sehr viel genauer als bisher zu analysieren. Die komplexen medizintechnologischen Innovationen basieren insbesondere auf zwei physikalischen Phänomenen, da erst die gemeinsame Anwendung der Magnetostruktion und der Piezoelektrizität die Entwicklung hochempfindlicher und praktisch nutzbarer Sensoren ermöglicht. Im Rahmen des Scientific Outreach-Projekts werden u.a. Outreach-Formate (Schulmodule, Ausstellungen) entwickelt, die authentische und kontextorientierte Zugänge zu Inhalten und Methoden der SFB-Forschung schaffen. Der Beitrag beschreibt zentrale Elemente des Schulmoduls und fokussiert dabei experimentelle Zugänge zur Magnetostruktion sowie zum piezoelektrischen Effekt und deren Anwendung in Form eines Sensormodells. Ergänzend wird erläutert, wie die interdisziplinäre Zusammenarbeit im SFB das Schulmodul strukturiert und möglicherweise zur Integration des Interesses von Lernenden in den Bereichen Medizin und Technologie genutzt werden kann.

## DD 22: Neue Medien 2

Zeit: Mittwoch 10:00–12:00

Raum: S02

DD 22.1 Mi 10:00 S02

**Smartphone-Experimente mit phyphox: Feedback aus der Schule** — ●SEBASTIAN STAACKS, DOMINIK DORSEL, SIMON HÜTZ, HEIDRUN HEINKE und CHRISTOPH STAMPFER — I. und II. Physikalisches Institut, RWTH Aachen University

Mit mehr als 500.000 Installationen hat die kostenlose Experimentier-App "phyphox" der RWTH Aachen seit ihrer Veröffentlichung im September 2016 vielerorts Smartphone-Experimenten den Weg in den Physikunterricht geebnet. Der niederschwellige Zugang zur Verwendung der vorhandenen Sensoren des Smartphones zur Durchführung physikalischer Experimente und die dadurch kostenfreie Möglichkeit, Smartphone-Experimente zur Verbesserung des Unterrichts zu nutzen, haben eine schnelle Verbreitung ermöglicht.

Dank vieler Kontaktmöglichkeiten für Lehrende vor Ort (Fortbildungen, Konferenzen, regionale Schulen) und über Online-Kommunikationswege konnten wir viel Feedback zum Einsatz der App sammeln. Die gängigsten und anregendsten Aspekte des Feedbacks werden im Vortrag vorgestellt. Es wird dargelegt, mit welchen neuen Funktionen phyphox auf dieses Feedback eingeht, aber auch welche Probleme eine größere Herausforderung darstellen. Während neue Funktionen vollkommen neue Möglichkeiten für die Umsetzung kostengünstiger Experimente oder für projektorientierten Unterricht bieten, können insbesondere häufige Missverständnisse in der Bedienoberfläche oder der Handhabung der Daten Einblicke geben, wie wichtig das Design scheinbar trivialer Details in innovativer Lehrsoftware für die Akzeptanz bei Lehrenden und Lernenden ist.

DD 22.2 Mi 10:20 S02

**Daten aufnehmen und auswerten mit Smartphone und Tablet** — ●MICHAEL KIUPEL — Europa-Universität Flensburg

Die Erfassung von Daten mit dem (eigenen) Smartphone oder mit dem Tablet ist Dank ausgereifter Software weit verbreitet. Dazu gehört auch die Möglichkeit, Apps für spezielle Aufgabenstellungen zu nutzen, die die Messwerte geschickt verknüpfen um bei ausgewählten Fragestellungen das Ergebnis sofort präsentiert zu bekommen. Dabei sind zwei Aspekte zu beachten: Einerseits liegt die Kreativität für die pfiffige Verknüpfung der Messwerte bei den Entwicklerinnen und Entwicklern der Apps und nicht bei Schülerinnen und Schülern oder Studentinnen und Studenten. Es entsteht leider – etwas überspitzt formuliert – auch hier der Eindruck, dass für nahezu jedes Problem eine spezielle App gibt, die die Aufgabe erledigt. Zweitens rückt die Frage nach der Verarbeitung und Auswertung großer Datenmengen, die mit dem Smartphone als Datenlogger aufgenommen werden können, ins Blickfeld. Im Vortrag werden für beide Aspekte Ansätze vorgestellt, die den Einsatz von Smartphone bzw. Tablet als Mess- und Auswertegerät in Bildungsprozessen sinnvoll erscheinen lassen.

Pause

DD 22.3 Mi 11:00 S02

**Classroom Response Systeme in Übungen** — ●SEBASTIAN ZANGERLE, JOCHEN KUHN und ARTUR WIDERA — Technische Universität Kaiserslautern

Classroom Response Systeme (CRS) sind digitale Umfragesysteme, die es ermöglichen, dass viele TeilnehmerInnen gleichzeitig eine Antwort zu einer Frage abgeben, und die Ergebnisse direkt im Anschluss zu zeigen. Ein bekanntes Beispiel ist der Publikumsjoker bei \*Wer wird Millio-

när\*. Solche Systeme erwiesen sich als ein vielversprechendes Werkzeug in der (Hochschul-)Bildung, um die Kommunikation zwischen Dozierenden und Lernenden zu fördern. Durch CRS können Dozierende unmittelbar den Leistungsstand der Lernenden einsehen. Die Lernenden wiederum erhalten ein Feedback ihrer Leistung und können diese mit der ihrer Kommilitonen vergleichen. Hypothesen zur Wirksamkeit des Einsatzes von CRS gründen sich primär auf die kognitive Aktivierung und die Möglichkeit zur Selbstreflexion bei gleichzeitiger Wahrung der Anonymität der Abstimmenden. Im Rahmen der vorgestellten Studie wird der Effekt von CRS beim Einsatz in Übungen zur Experimentalphysik vorgestellt. Die Integration einer Antwortsicherheitsabfrage schafft weiterhin die Möglichkeit, Fehlkonzepte zu identifizieren und den CRS-Einsatz gemäß der Richtigkeit und Sicherheit der abgegebenen Antworten optimal in den Verlauf der Lehrveranstaltung einzubinden. Um Lehramtsstudierende auf den Einsatz digitaler Medien im Unterricht vorzubereiten, wurde am Beispiel von CRS ein Konzept entwickelt, wie diese systematisch in die fachdidaktische Ausbildung aufgenommen werden können.

DD 22.4 Mi 11:20 S02

**Welche App taugt was? – Aufbau einer Online-Datenbank für Physiklehrende** — MARCUS KIZINA<sup>1</sup>, ●WILLIAM LINDLAHR<sup>1</sup>, KLAUS WENDT<sup>1</sup> und THOMAS WILHELM<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Johannes Gutenberg-Universität Mainz — <sup>2</sup>Goethe-Universität Frankfurt am Main

Smartphones und Tablets sind in Schülerhänden inzwischen selbstverständlich. Für viele Themengebiete des Physikunterrichts gibt es eine Reihe von App-Angeboten. So können mit dem Smartphone Messwerte erfasst oder Versuche simuliert werden. Für interessierte Lehrkräfte ist das App-Angebot aber unüberschaubar. Die App-Stores der verschiedenen Betriebssysteme erlauben insbesondere keine Recherche nach fachlichen Kategorien. Deshalb wurde in einer Kooperation der Johannes Gutenberg-Universität Mainz mit der Goethe-Universität Frankfurt eine Online-Datenbank entwickelt, die Lehrkräften zur Verfügung steht. Bisher sind 74 physikalische Apps eingetragen. Diese kann der Nutzer nach verschiedenen Kriterien filtern lassen – wie Themengebiet, verwendeter Sensor, Betriebssystem, Sprache oder Kosten. Interessierte können sich registrieren und dann selbst Daten eingeben, so dass die Datenbank weiter wachsen kann. Die Bewertung nach Inhalt, Benutzerfreundlichkeit, Interaktivität und didaktischen Aspekten ist bewusst schlank gehalten. Im Vortrag werden die Datenbank und die zugrundeliegenden Konzepte vorgestellt.

DD 22.5 Mi 11:40 S02

**Experimentieren und Forschen mit einem Himbeerkuchen aus Bits und Bytes** — ●ANGELA FÖSEL — Didaktik der Physik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Der Mini-PC "Raspberry Pi" (englisch: 'Himbeerkuchen') hat in den letzten Jahren unter Tüftlern und Bastlern Furore gemacht. Er bietet darüber hinaus aber auch schier ungeahnte Möglichkeiten für den Einsatz im Physik- und Technikunterricht: Extrem kostengünstig können Lehrer- und Schülerexperimente realisiert werden. Zudem kann der Minicomputer zusammen mit verschiedenen Sensoren vergleichsweise einfach zur computergestützten Messwerterfassung verwendet werden.

Im Vortrag werden exemplarisch tragfähige Konzepte mit konkretem Bezug zur Schulphysik vorgestellt. Außerdem werden Anregungen gegeben für einen Einsatz des Raspberry Pi in Forscher-Arbeitsgemeinschaften, und es werden bereits erprobte Projekte diskutiert.

## DD 23: Hochschuldidaktik 2

Zeit: Mittwoch 10:00–12:00

Raum: S03

DD 23.1 Mi 10:00 S03

**Kumulatives Lehren und Lernen durch kognitiv aktivierende Aufgaben** — ●THOMAS RUBITZKO<sup>1</sup>, MATTHIAS LAUKENMANN<sup>2</sup> und ERICH STARAUŠEK<sup>1</sup> — <sup>1</sup>PSE Stuttgart — <sup>2</sup>Pädagogische Hochschule Ludwigsburg

Studierende des Lehramtes sollten schon an der Hochschule die Anwendung physikalischer Grundkonzepte anhand schulnaher Kontexte

kumulativ lernen, um diese später in Unterrichtssituationen sicher einzusetzen. Dabei geht es nicht zuletzt darum, eigene physikbezogene Alltagskonzepte zu erkennen, zu überwinden und diese später auch bei Schülerinnen und Schülern zu diagnostizieren.

Hierzu wurden kognitiv aktivierende Aufgaben zur Mechanik erstellt und wiederholt über drei Semester beispielsweise in Form von Peer-Instruction eingesetzt. Bei den großteils qualitativen Aufgaben wurde

unter anderem auf Repräsentationswechsel und Argumentieren Wert gelegt. Nicht nur in der Mechanikvorlesung mit integrierter Übung, sondern auch in der Elektrodynamikvorlesung wurden Aufgaben eingesetzt, welche die Grundkonzepte der Mechanik aufgreifen. Vervollständigt wurde die Veranstaltungsreihe mit einer Experimentalübung zur Schulphysik, bei der Aufgaben, die mit Experimenten verbunden waren, zum Einsatz kamen. Im Vortrag wird eine Auswahl von Aufgaben verschiedener Typen vorgestellt.

DD 23.2 Mi 10:20 S03

**Ergebnisse einer Interviewstudie zur Evaluation von kumulativem Physiklernen und -lernen im Lehramtsstudium Physik** — ●TILMANN JOHN und ERICH STARASCHEK — Professional School of Education, Stuttgart-Ludwigsburg

Physikalisches Fachwissen angehender Physiklehrkräfte passt häufig nicht zu den Anforderungen der Schule (z.B. Merzyn 2017) und weist Alltagsvorstellungen auf (Abell 2007). Um diesen Problemen zu begegnen, wurde an der PH Ludwigsburg der Ansatz "kumulatives Lernen von Grundkonzepten der Physik durch kumulative Lehre" entwickelt. Das Modell vom kumulativen Lehren und Lernen besteht im Kern aus dem wiederholten Aufgreifen wichtiger Grundkonzepte der Physik, Schulbezügen und die bewusste Auseinandersetzung mit eigenen Alltagsvorstellungen. Das Lehrkonzept wird in den Lehrveranstaltungen zur Mechanik exemplarisch umgesetzt und evaluiert. Ein Teilaspekt der Evaluation sind Interviews mit Studierenden. Hierbei wird untersucht, wie die Studierenden in ihrem Studienalltag die Lehrveranstaltung und die Aspekte der kumulativen Lehre wahrnehmen. Insbesondere stellen wir die Frage, welche Rolle diese wahrgenommenen Aspekte für das Lernverhalten spielen. Die Ergebnisse der Interviewstudie werden vorgestellt.

## Pause

DD 23.3 Mi 11:00 S03

**Mathematische Modellbildung in einer vergleichenden Untersuchung** — ●JANNIS WEBER und THOMAS WILHELM — Goethe-Universität Frankfurt am Main

Mathematische Modellbildung bezeichnet im hier vorgestellten Kontext die Konstruktion und Nutzung eines Modells am Computer, welches die Zusammenhänge physikalischer Einflussgrößen beschreibt und damit das Verhalten eines Systems vorhersagen kann. Die Software nimmt dem Nutzer dabei die Berechnung ab, wodurch mehr Bewegungsphänomene im Unterricht behandelbar sind und der Fokus auf die physikalischen Strukturzusammenhänge gelegt werden kann. Zudem lassen sich alltagsnahe und authentische Bewegungsprobleme thematisieren, wodurch die erlebte Kluft zwischen Realität und Physikunterricht reduziert werden kann. Bisherige Forschungen aus den 1990er und 2000er Jahren zeigten einige vielversprechende Ansätze der mathematischen Modellbildung. Die beobachteten Effekte waren aber oft geringer als erwartet, wobei einige Schwierigkeiten auch auf die Software zurückgeführt wurden. Seitdem wurden weitere Modellbildungsprogramme erstellt. Vorgestellt wird eine Studie, in der in einer Laborsituation

untersucht werden soll, ob eine kompakte Intervention nach dem traditionellen Physikunterricht mit mathematischer Modellbildung mit der aktuellen Software Newton-II zu einem besseren Verständnis der Newton'schen Mechanik beiträgt. Verglichen werden die Effekte mit einer Intervention, in der die gleichen Versuchsabläufe messend untersucht werden. Im Vortrag werden das Design der Studie sowie Beispiele für die betrachteten Abläufe vorgestellt.

DD 23.4 Mi 11:20 S03

**Entwicklungssensibilität als Impuls zur Kontextualisierung** — ●THOMAS ZÜGGE und OLIVER PASSON — Bergische Universität Wuppertal, Gausstraße 20, 42119 Wuppertal

Die Aufforderung, Physikunterricht durch die Aufnahme von geeigneten Kontexten zu bereichern, ist allgegenwärtig. Sie zieht sich durch Lehrpläne, Fachliteratur (z.B. Muckenfuß, 1995) bis in die DPG Schulstudie (2016). In der Regel verweisen die vorgeschlagenen Kontexte auf lebensweltliche Anwendungen. Dabei kennt die entwicklungspsychologische Forschung empirisch fundierte Ergebnisse, die es ermöglichen, aus der Entwicklung der Lernenden selbst Kontexte zu generieren.

Im Hinblick auf die kognitive Entwicklung ist die Einbeziehung entwicklungspsychologischer Forschungsergebnisse in der Physikdidaktik bereits etablierte Praxis. Auf bildungstheoretischer Ebene, also die entwicklungsbedingten, d.h. auch motivationalen Entwicklungsaufgaben und -nöte der Lernenden betreffend, ist die Aufnahme verfügbarer Erkenntnisse dagegen bisher selten. Dies mag auch daran liegen, dass ein entsprechender Leitfadens für die Übertragung fehlt. Ein solcher wird im Vortrag vorgestellt und an Beispielen erläutert, welche neuen Kontexte sich so für den Physikunterricht ergeben.

DD 23.5 Mi 11:40 S03

**Technikgeschichte im Ingenieurstudium** — ●ELMAR SCHMIDT — SRH Hochschule Heidelberg, School of Engineering & Architecture

Im Rahmen der Modularisierung des Ingenieurstudiums wurde Erstsemestern einer süddeutschen Hochschule seit 2012 jeweils ein 5-Wochen-Block "Geschichte der Technik" geboten. Anhand ausgewählter Wochenthemen wurden dabei auch zentrale physikalische Inhalte wie Energie und Kraft behandelt und Bezüge zu Ingenieurfächern wie Technische Mechanik, Werkstoffkunde und Thermodynamik hergestellt. Ein industriearchäologisch gewählter Zugang zum Kohle-Stahl-Zeitalter lud ein zur Besichtigung des Entstehens von frühen integrierten Produktionslandschaften. Die Entwicklung der Dampfmaschine diente als Beispiel für die wirtschaftliche Bedeutung von Erfindergeist und Patentwesen. Als Prüfungsleistung waren in Zweiergruppen je ein Referat und eine Präsentation verlangt. Für die meisten Studierenden handelte es sich dabei um eine erste Übung in wissenschaftlichem Arbeiten. Die Ausarbeitungen wurden kursweise jeweils einem eigenen Leitthema zugeordnet, so dass sich in insgesamt zehn Durchläufen ein beachtlicher Wissensapparat herausbildete, dessen Verfügbarkeit an der Hochschule noch zu erörtern ist, vor allem im Hinblick auf Urheberrechte und Datenschutz. Für eine Auslandsdozentur in China wurde der Kurs dahingehend modifiziert, dass zusätzlich ein Vergleich der dortigen technologischen Errungenschaften mit denen Europas vorgenommen wurde.

## DD 24: Lehrerausbildung / Inklusion

Zeit: Mittwoch 10:00–12:00

Raum: S05

DD 24.1 Mi 10:00 S05

**Wer studiert wie und warum Grundschullehramt und Sachunterricht?** — ●PHILIPP STRAUBE, DANIEL REHFELDT und HILDE KÖSTER — Freie Universität Berlin, AB Sachunterricht

Im Zuge des sich bundesweit abzeichnenden Lehrkräftemangels - gerade an den Grundschulen - wurden auch an der Freien Universität Berlin die Studierendenzahlen erhöht. Bislang gaben Lehramtsstudierende besonders häufig den Wunsch bzgl. ihrer Studienwahl an, Umgang mit Menschen zu haben. Zudem zeigten sie unterdurchschnittlich wenig karriere-, erfolgs- und leistungsorientierte Berufsziele (Willich et al. 2011, 320). Die motivationale Orientierung fiel eher berufsbezogen intrinsisch aus (vgl. Albrecht, 2011, S. 116; siehe auch Albrecht & Köster, 2013, S. 198), während ihr fachliches (gegenstandsbezogenes) Interesse eher geringer ausgeprägt war (vgl. Albrecht 2011, S. 116; Willich et al., 2011, S. 320). Studierende im Fach Sachunterricht zeigten im Vergleich zu Lehramtsstudierenden des Fachs Physik überdies eine

geringere Leistung im wissenschaftlichen Denken (Straube 2016, 117). Unklar ist, inwiefern diese Diagnosen auch unter der neuen Rahmenbedingung eines erheblich erweiterten Kreises der Studierenden weiterhin Gültigkeit besitzen und ob sie sich im Laufe des Studiums verändern. Die hier dargestellte Studie ist als Längsschnittstudie über die nächsten Jahre geplant und soll zwei Kohorten vom ersten Semester bis zum Masterabschluss begleiten. Dabei werden unter anderem die Studienmotivation, das Selbstkonzept und die Kompetenzen im wissenschaftlichen Denken erhoben. Im Vortrag werden das Studiendesign und die Ergebnisse der ersten Befragung vorgestellt.

DD 24.2 Mi 10:20 S05

**Scaffolding im Anfängerpraktikum für Lehramtsstudierende** — ●NORMAN JOUSSEN, JASMIN THIEL und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

Vor einigen Jahren wurde an der RWTH ein adressatenspezifisches An-

fängerpraktikum für Lehramtsstudierende mit dem Fach Physik entwickelt, das explizit an deren Bedürfnissen orientiert ist. Das zweisemestrige Anfängerpraktikum ist dabei dreiteilig aufgebaut und besteht aus einem Kompetenzpraktikum, einem Versuchspraktikum und einem Projektpraktikum. Mit der Dreiteilung des Praktikums wird ein Scaffolding-Ansatz umgesetzt, mit dem den Studierenden auf ihren jeweiligen Kenntnisstand angepasste Unterstützungsangebote im Lernprozess bereitgestellt werden. Ziel des Kompetenzpraktikums ist dabei zunächst der Erwerb verschiedener Kompetenzen im Bereich des Experimentierens und insbesondere das Erlernen wichtiger experimenteller Fähigkeiten und Fertigkeiten. Hierzu gehört auch das Anfertigen von Versuchsberichten, mit dem die Studierenden bislang wie in Physikpraktika üblich vom ersten Versuchstag an konfrontiert wurden. Die Erfahrung der letzten Jahre zeigt jedoch, dass diese Anfertigung von Versuchsberichten mit dem vorliegenden Vorkenntnisstand der Praktikumssteilnehmer eine große Herausforderung für die Studierenden bildet, die viele andere Praktikumsziele in den Hintergrund rückt. Daher wurde auf der Ebene des Kompetenzpraktikums ein weiterer Scaffolding-Ansatz verfolgt, um die Studierenden schrittweise an die Anfertigung von adäquaten Versuchsberichten heranzuführen. Dieses neue Praktikumskonzept wird im Beitrag vorgestellt.

## Pause

DD 24.3 Mi 11:00 S05

**Zu lichtelektrischem Effekt und Wirkungsquantum: über Forscher, historische Fakten und Instrumente** — ●ULI ARNDT — RWTH Aachen I.Phys.Inst. IA AG Praktika

Vorgestellt werden die photoelektrischen Entdeckungen von E. Becquerel (1839) und H. Hertz (1887) sowie die Darstellung des lichtelektrischen Effekts (LE) durch Hallwachs (1888).

Es wird gezeigt, wie Kurlbaum und Rubens mit dem „electricisch geblühten absolut schwarzen Körper“ und sensitiven Messwerkzeugen dessen Strahlung präzise analysierten und keine Übereinstimmung mit den um 1900 konkurrierenden Theorien (Rayleigh-Jeans bzw. Wien) fanden. Plancks „Strahlungsgesetz-Interpolation“ dieser Daten und sein Weg zu deren quantentheoretischer Begründung werden dokumentarisch beschrieben und durch Heisenbergs Schilderung der Entdeckung des Wirkungsquantums (Tonaufnahme) ergänzt.

Die an Lenards Messungen (1902) zum LE anknüpfenden Arbeiten Einsteins (1905/1906) werden im Hinblick auf die Art der Wechselwirkung und ihrem Zusammenhang mit Plancks Theorie diskutiert.

Die Kritik der Einstein-Gleichung durch Millikan wird skizziert, ebenso seine Apparatur zu deren Test (1916), seine Mess-Methode und die Metamorphose der Daten-Auswertung. Es wird gezeigt: Millikans Experiment bestätigt die zu erwartenden Austrittsarbeiten von Emitter und Kollektor.

Erinnert wird an eine von Elster und Geitel entwickelte lichtelektri-

sche Zelle (1912) als Layout für eine heute im Physikunterricht verwendete Photozelle zur h-Bestimmung.

DD 24.4 Mi 11:20 S05

**Diversität des Vorwissens zur elementaren Optik von Schülerinnen und Schülern im inklusiven Physikunterricht der Orientierungsstufe** — ●ALEXANDER KÜPPER<sup>1</sup>, ANDREAS SCHULZ<sup>2</sup> und THOMAS HENNEMANN<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physikdidaktik, Universität zu Köln — <sup>2</sup>Argelander Institut für Astronomie, Universität Bonn — <sup>3</sup>Lehrstuhl für Erziehungshilfe und sozial-emotionale Entwicklungsförderung, Universität zu Köln

Besonders nach dem Übergang von der Grundschule zur weiterführenden Schule weisen die neu zusammengesetzten Lerngruppen im Physikunterricht eine starke Heterogenität in ihren Lernausgangslagen auf, welche in einem inklusiven Physikunterricht darüber hinaus noch einmal zusätzlich verstärkt wird.

Im Vortrag werden die Untersuchungsergebnisse (ausgehend von einer qualitativen Auswertung eines eigens erstellten Leistungstests zu Kompetenzen zum Umgang mit Fachwissen der elementaren Optik) zum Vorwissen und Präkonzepten von Schülerinnen und Schülern im inklusiven Naturwissenschafts- bzw. Physikunterricht vorgestellt, welche zu Beginn einer Unterrichtsreihe in der Orientierungsstufe vorliegen. Bei den Ausführungen liegt der Fokus insbesondere auf Gemeinsamkeiten und Unterschieden in Bezug auf das Vorwissen von Schülerinnen und Schülern mit und ohne Auffälligkeiten im emotionalen bzw. sozialen Bereich.

DD 24.5 Mi 11:40 S05

**Entwicklung des Selbstkonzepts in der inklusiven Lernumgebung "Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus"** — NICOLETTA ALEXI, ALEXANDER KÜPPER und ●ANDREAS SCHULZ — Insitut für Physikdidaktik, Universität zu Köln

Im inklusiven Unterrichtsprojekt "Mit dem Licht durch unser Sonnensystem und darüber hinaus" für die Klassen 5 und 6 arbeiten die Schüler\*innen in Kleingruppen (à 3-4 Schüler\*innen) mit vorgegebenen differenzierenden Materialien (Experimentierbox, Arbeitsheft mit gestuften Lernhilfen und Aufgaben mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad) selbstständig zu Themen der elementaren Optik. In diesem Beitrag wird das Selbstkonzept und dessen zeitliche Veränderung über den Verlauf der gesamten Unterrichtsreihe, sowie die Auswirkungen des Selbstkonzepts auf die Wahl des Schwierigkeitsgrades von Aufgaben vorgestellt. In der quantitativen Auswertung wurde zwischen Schüler\*innen mit und ohne Förderbedarf und mit und ohne Auffälligkeiten im Unterricht unterschieden. Die Ergebnisse, die hier im Einzelnen vorgestellt werden, zeigen u.a. insgesamt eine erfreuliche Steigerung des Selbstkonzepts im Laufe der Unterrichtsreihe. Ferner wird aufgezeigt, inwiefern das Selbstkonzept der Schüler\*innen Auswirkungen auf die Wahl der Schwierigkeit der Aufgaben hat.

## DD 25: Forum Studienreform

Zeit: Mittwoch 10:00–12:00

Raum: H05

### Gruppenbericht

DD 25.1 Mi 10:00 H05

**Forum Studienreform 1: Preisträger\*innen des Essay-Wettbewerbs präsentieren ihre Essays** — ●STEFAN BRACKERTZ<sup>1</sup>, NIKLAS DONOČIK<sup>2</sup>, DANIELA KERN-MICHLER<sup>3</sup> und MANUEL LÄNGLE<sup>4</sup> — <sup>1</sup>Universität zu Köln — <sup>2</sup>TU Braunschweig — <sup>3</sup>Goethe-Universität Frankfurt am Main — <sup>4</sup>Universität Wien

Obwohl die Weiterentwicklung von Physik-Studiengängen eine Daueraufgabe ist, nimmt die hochschuldidaktische Forschung bislang vor allem einzelne Veranstaltungen, nicht aber ganze Studiengänge in den Blick. Um mittelfristig hochschuldidaktische Forschungsprojekte im Bereich der Konzeption von Studiengängen anzustoßen, sollen im Forum Studienreform bisherige Erfahrungen mit der Weiterentwicklung von Physik-Studiengängen und die dahinter stehenden Entwicklungskontroversen dokumentiert und systematisiert werden unter der Leitfrage: „Auf Vorrat lernen oder Fragen nachgehen?“ Das Forum Studienreform ist eine Initiative Physik-Studierender. Weitere Infos: studienreform-forum.de

**Essay-Wettbewerb.** Sind Studierende nicht vollkommen überfordert, wenn sie ohne Grundlagenkenntnisse einer Frage nachgehen, sodass sie sich verzetteln, verzweifeln und letztlich das Studium abbrechen? Ist das nicht eine paternalistische Frage? Ist es utopisch, auf

intrinsische Motivation zu setzen, wenn vor allem auf Vorrat gelernt wird? Inwiefern können Studierende in die Auswahl von Studieninhalten einbezogen werden? Was sind die Konsequenzen für Spezialisierung und Verschulung? Die Entscheidung, ob Grundlagen bzw. Methoden vorweg gelernt oder bei Bedarf eingeflochten werden, ist nur scheinbar pragmatisch. So spiegelt sich darin auch ein Bezug zwischen Dozierenden, Studierenden und Umwelt wider, dem Theodor Litt bereits 1927 mit der Frage „Führen oder Wachsenlassen?“ nachging. Im Essaywettbewerb haben wir dazu aufgerufen, Plädoyers für und/oder gegen verschiedene Wege einzureichen, die Frage „Auf Vorrat lernen oder Fragen nachgehen?“ zu beantworten. Die pointiertesten Beiträge, die wir mit einem Preis ausgezeichnet haben, werden in dieser Session vorgestellt.

DD 25.2 Mi 11:00 H05

**Forum Studienreform 2: Praktische Antworten und Erfahrungsaustausch – Poster** — ●STEFAN BRACKERTZ<sup>1</sup>, NIKLAS DONOČIK<sup>2</sup>, DANIELA KERN-MICHLER<sup>3</sup> und MANUEL LÄNGLE<sup>4</sup> — <sup>1</sup>Universität zu Köln — <sup>2</sup>TU Braunschweig — <sup>3</sup>Goethe-Universität Frankfurt am Main — <sup>4</sup>Universität Wien

Obwohl die Weiterentwicklung von Physik-Studiengängen eine Daueraufgabe ist, nimmt die hochschuldidaktische Forschung bislang vor allem einzelne Veranstaltungen, nicht aber ganze Studiengänge in

den Blick. Um mittelfristig hochschuldidaktische Forschungsprojekte im Bereich der Konzeption von Studiengängen anzustoßen, sollen im Forum Studienreform bisherige Erfahrungen mit der Weiterentwicklung von Physik-Studiengängen und die dahinter stehenden Entwicklungskontroversen dokumentiert und systematisiert werden unter der Leitfrage: „Auf Vorrat lernen oder Fragen nachgehen?“ Das Forum Studienreform ist eine Initiative Physik-Studierender. Weitere Infos: studienreform-forum.de

**Poster.** Manche Physik-Studiengänge beginnen mit einem Intensivkurs „Mathe für Physiker\*innen I - X“, in dem die gesamte Mathematik des Physik-Studiums auf Vorrat gelernt wird. Andere beginnen umgekehrt direkt mit der Physik und bauen die notwendige Mathe-

matik bei Bedarf in die Physik-Vorlesungen ein. Die Frage „Auf Vorrat lernen oder Fragen nachgehen?“ wird nicht nur in verschiedenen Studiengängen sehr unterschiedlich beantwortet. Sie stellt sich vielmehr bei der Weiterentwicklung von Studiengängen auf verschiedenen Ebenen immer wieder neu. Diese Weiterentwicklung geschieht an den meisten Hochschulen sehr sorgfältig und mit teils Jahrzehnte langem Engagement einzelner Personen; dennoch sind die Erfahrungen bisher kaum hochschulübergreifend zugänglich. Im Rahmen der Postersession stellen Kolleg\*innen verschiedener Hochschulstandorte konkrete Änderungen an ihren Studiengängen und ihre Ideen dazu, die Debatten dahinter und ihre Erfahrungen damit vor.

## DD 26: Hauptvortrag 3

Zeit: Mittwoch 12:05–12:50

Raum: H05

**Hauptvortrag** DD 26.1 Mi 12:05 H05  
**Mathematische Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge: Was erwarten Hochschullehrende?** — ●IRENE NEUMANN — IPN Kiel

Der Übergang von der Schule in die Hochschule stellt für Studienanfängerinnen und -anfänger häufig eine Herausforderung dar. Insbesondere im MINT-Bereich sind in der Folge hohe Studienabbruchquoten zu verzeichnen. Die Studierenden geben als Grund unter anderem mangelnde Vorkenntnisse an. Auch Dozentinnen und Dozenten beklagen nicht selten mangelnde Vorkenntnisse, gerade in Mathematik. Welche Vorkenntnisse im Bereich Mathematik Hochschullehrende

von MINT-Studienanfängerinnen und -anfängern konkret erwarten, ist aber weitgehend unklar. Ziel der Delphi-Studie „Mathematische Lernvoraussetzungen für MINT-Studiengänge“ (MaLeMINT) war daher, systematisch eine Aufstellung der für ein MINT-Studium erwarteten Vorkenntnisse zu erarbeiten. An der Studie beteiligten sich etwa 1000 Hochschullehrende aus ganz Deutschland. Ein zentrales Ergebnis der Studie ist ein breiter Konsens bezüglich der Lernvoraussetzungen, die Schülerinnen und Schüler ins MINT-Studium mitbringen sollen. Im Vortrag werden die Studie und ihre Ergebnisse vorgestellt und Implikationen für Akteure aus Schulen, Hochschulen sowie Bildungspolitik und -administration diskutiert.

## DD 27: Forum Studienreform

Zeit: Mittwoch 13:30–15:00

Raum: H05

**Gruppenbericht** DD 27.1 Mi 13:30 H05  
**Forum Studienreform 3: „Auf Vorrat lernen oder Fragen nachgehen?“ – Podiumsdiskussion** — ●STEFAN BRACKERTZ<sup>1</sup>, NIKLAS DONOČIK<sup>2</sup>, DANIELA KERN-MICHLER<sup>3</sup> und MANUEL LÄNGLE<sup>4</sup>  
 — <sup>1</sup>Universität zu Köln — <sup>2</sup>TU Braunschweig — <sup>3</sup>Goethe-Universität Frankfurt am Main — <sup>4</sup>Universität Wien

Obwohl die Weiterentwicklung von Physik-Studiengängen eine Daueraufgabe ist, nimmt die hochschuldidaktische Forschung bislang vor allem einzelne Veranstaltungen, nicht aber ganze Studiengänge in den Blick. Um mittelfristig hochschuldidaktische Forschungsprojekte im Bereich der Konzeption von Studiengängen anzustoßen, sollen im Forum Studienreform bisherige Erfahrungen mit der Weiterentwicklung von Physik-Studiengängen und die dahinter stehenden Entwicklungskontroversen dokumentiert und systematisiert werden unter der Leitfrage: „Auf Vorrat lernen oder Fragen nachgehen?“ Das Forum

Studienreform ist eine Initiative Physik-Studierender. Weitere Infos: studienreform-forum.de

**Podiumsdiskussion.** „Auf Vorrat lernen oder Fragen nachgehen?“: Diese Frage ist nicht nur strittig, weil sie sich von der Konzeption einzelner Übungszettel bis zur reformpädagogischen Forderung nach einem Projektstudium auf verschiedenen Ebenen stellt, die bislang nur teilweise hochschuldidaktisch bearbeitet sind. Vielmehr ist diese Frage auch deshalb strittig, weil verschiedene Antworten eng mit verschiedenen bildungspolitischen Zielsetzungen verbunden sind. Bei einer Podiumsdiskussion soll deshalb die Praxis vor Ort pointiert zu den prinzipiellen Entwicklungskontroversen bei der Studiengangsentwicklung ins Verhältnis gesetzt werden. Dazu diskutieren die Preisträger\*innen unseres Essay-Wettbewerbes, Kolleg\*innen, die ihre konkreten Reformideen und -erfahrungen im Rahmen der Postersession vorgestellt haben, und das Publikum die Frage „Lernen auf Vorrat oder nach Bedarf?“