

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

Susanne Heinicke  
Westfälische Wilhelms-Universität Münster  
Fachbereich Physik  
Institut für Didaktik der Physik  
Wilhelm-Klemm-Straße 10  
48149 Münster  
susanne.heinicke@uni-muenster.de

Die Tagung findet als virtuelle Konferenz statt. Die Meetingräume und Poster sind auf der Tagungsplattform verfügbar.

### Übersicht über Hauptvorträge, Fachsitzungen und Workshops (Hörsäle DD-H08, DD-H09, DD-H10, DD-H11 und DD-H12; Poster P)

#### Hauptvorträge

DD 1.1	Mon	9:00–10:00	DD-H8	<b>Von Naturphänomenen und solchen jenseits unserer Wahrnehmung</b> — ●MICHAEL VOLLMER
DD 21.1	Tue	11:00–11:45	DD-H8	<b>Warum Lehrbuchdarstellungen der Physikgeschichte so schlecht sind</b> – <b>und was wir daraus lernen können</b> — ●OLIVER PASSON

#### Hauptvorträge im gemeinsamen Symposium The Nature of Science (SYNS)

Siehe SYNS für das komplette Programm des Symposiums.

SYNS 1.1	Tue	14:00–14:30	Audimax	<b>The Role of Nature of Science Education for Science Media Literacy</b> — ●DIETMAR HÖTTECKE
SYNS 1.2	Tue	14:30–15:00	Audimax	<b>What kinds of identities are deemed in/our of place in physics?</b> — ●LUCY AVRAAMIDOU
SYNS 1.3	Tue	15:00–15:30	Audimax	<b>Some thoughts on the status of theoretical physics</b> — ●DANIEL HARLOW

#### Preisträgervorträge im Preisträgersymposium (SYAW)

**einschließlich Georg-Kerschensteiner-Preisvortrag von Horst Schecker**

Siehe SYAW für das komplette Programm des Symposiums.

SYAW 1.1	Wed	14:10–14:40	Audimax	<b>Wie überprüft man die Ziele der Lehramtsausbildung Physik?</b> — ●HORST SCHECKER
SYAW 1.2	Wed	14:40–15:10	Audimax	<b>Astronomy at Highest Angular Resolution - Adaptive Optics, Interferometry and Black Holes</b> — ●FRANK EISENHAUER
SYAW 1.3	Wed	15:10–15:40	Audimax	<b>Turbulence in one dimension</b> — ●ALEXANDER M. POLYAKOV

**Gemeinsame Sitzung DD/GP**

DD 15.1–15.3 Mon 13:30–15:00 GP-H7 **Communicating Physics and its History (joint session GP/DD)**

**Workshop**

DD 51.1 Wed 16:00–17:30 DD-H8 **Konsequenzen aus 3 Jahren Studienreformforschung** — •STEFAN BRACKERTZ, AMR EL MINIAWY, JANETTE GEHLERT, DANIELA KERN-MICHLER, MANUEL LÄNGLE

**Fachsitzungen**

DD 1.1–1.1	Mon	9:00–10:00	DD-H8	<b>Hauptvortrag 1</b>
DD 2.1–2.3	Mon	10:15–11:15	DD-H8	<b>Physikdidaktik und Inklusion</b>
DD 3.1–3.3	Mon	10:15–11:15	DD-H9	<b>Neue / digitale Medien – Konzeption</b>
DD 4.1–4.3	Mon	10:15–11:15	DD-H10	<b>Lehr-Lernforschung – Schülervorstellungen Science</b>
DD 5.1–5.3	Mon	10:15–11:15	DD-H11	<b>Hochschuldidaktik – Studieneingangsphase Fachwissen</b>
DD 6.1–6.3	Mon	10:15–11:15	DD-H12	<b>Quantenphysik – Experimente</b>
DD 7.1–7.5	Mon	11:30–12:30	P	<b>Postersession 1: Anregungen aus dem Unterricht für den Unterricht</b>
DD 8.1–8.2	Mon	11:30–12:30	P	<b>Postersession 1: Bildung für nachhaltige Entwicklung</b>
DD 9.1–9.1	Mon	11:30–12:30	P	<b>Postersession 1: Geschichte der Physik / Nature of Science</b>
DD 10.1–10.12	Mon	11:30–12:30	P	<b>Postersession 1: Lehr- und Lernforschung</b>
DD 11.1–11.9	Mon	11:30–12:30	P	<b>Postersession 1: Lehreraus- und -weiterbildung</b>
DD 12.1–12.8	Mon	11:30–12:30	P	<b>Postersession 1: Neue Konzepte</b>
DD 13.1–13.3	Mon	11:30–12:30	P	<b>Postersession 1: Physikdidaktik und Inklusion</b>
DD 14.1–14.1	Mon	11:30–12:30	P	<b>Postersession 1: Sprache und Physikunterricht</b>
DD 15.1–15.3	Mon	13:30–15:00	GP-H7	<b>Communicating Physics and its History (joint session GP/DD)</b>
DD 16.1–16.4	Mon	15:30–16:50	DD-H8	<b>Neue / digitale Medien – Schule</b>
DD 17.1–17.4	Mon	15:30–16:50	DD-H9	<b>Neue / digitale Medien – AR</b>
DD 18.1–18.4	Mon	15:30–16:50	DD-H10	<b>Lehr-Lernforschung – Schülervorstellungen fachbezogen</b>
DD 19.1–19.4	Mon	15:30–16:50	DD-H11	<b>neue Konzepte – Physikunterricht</b>
DD 20.1–20.4	Mon	15:30–16:50	DD-H12	<b>außerschulisches Lernen – Konzepte</b>
DD 21.1–21.1	Tue	11:00–11:45	DD-H8	<b>Hauptvortrag 2</b>
DD 22.1–22.3	Tue	12:00–13:00	DD-H8	<b>Lehreraus- und Lehrerfortbildung – neue Ansätze</b>
DD 23.1–23.3	Tue	12:00–13:00	DD-H9	<b>Neue / digitale Medien – VR</b>
DD 24.1–24.3	Tue	12:00–13:00	DD-H10	<b>Physikdidaktik und Inklusion – Experimentieren</b>
DD 25.1–25.3	Tue	12:00–13:00	DD-H11	<b>Hochschuldidaktik – Studieneingangsphase Studierendenperspektive</b>
DD 26.1–26.3	Tue	12:00–13:00	DD-H12	<b>Quantenphysik – Konzepte</b>
DD 27.1–27.2	Tue	16:15–16:55	DD-H8	<b>außerschulisches Lernen – Metaperspektive</b>
DD 28.1–28.2	Tue	16:15–16:55	DD-H9	<b>Geschichte der Physik und NoS</b>
DD 29.1–29.2	Tue	16:15–16:55	DD-H10	<b>Lehr-Lernforschung – Lernermerkmale</b>
DD 30.1–30.2	Tue	16:15–16:55	DD-H11	<b>Lehreraus- und Lehrerfortbildung – neue Ansätze</b>
DD 31.1–31.2	Tue	16:15–16:55	DD-H12	<b>Praktika und neue Praktikumsversuche</b>
DD 32.1–32.2	Tue	17:00–18:00	P	<b>Postersession 2: Astronomie</b>
DD 33.1–33.4	Tue	17:00–18:00	P	<b>Postersession 2: Außerschulisches Lernen</b>
DD 34.1–34.12	Tue	17:00–18:00	P	<b>Postersession 2: Hochschuldidaktik</b>
DD 35.1–35.13	Tue	17:00–18:00	P	<b>Postersession 2: Neue / digitale Medien</b>
DD 36.1–36.5	Tue	17:00–18:00	P	<b>Postersession 2: Praktika und neue Praktikumsversuche</b>
DD 37.1–37.2	Tue	17:00–18:00	P	<b>Postersession 2: Präsentation von Experimenten</b>
DD 38.1–38.2	Tue	17:00–18:00	P	<b>Postersession 2: Quantenphysik</b>
DD 39.1–39.3	Tue	17:00–18:00	P	<b>Postersession 2: Sonstige</b>
DD 40	Tue	18:00–19:30	DD-MV	<b>Mitgliederversammlung des Fachverbands Didaktik der Physik</b>
DD 41.1–41.3	Wed	10:45–11:45	DD-H8	<b>Neue / digitale Medien – Experimente</b>
DD 42.1–42.3	Wed	10:45–11:45	DD-H9	<b>Lehr- und Lernforschung – Repräsentationsformen</b>
DD 43.1–43.3	Wed	10:45–11:45	DD-H10	<b>BNE – Lernendenperspektive</b>
DD 44.1–44.3	Wed	10:45–11:45	DD-H11	<b>Hochschuldidaktik – neue Konzepte</b>
DD 45.1–45.3	Wed	10:45–11:45	DD-H12	<b>Astronomie</b>

DD 46.1–46.3	Wed	12:00–13:00	DD-H8	<b>BNE - Konzepte</b>
DD 47.1–47.3	Wed	12:00–13:00	DD-H9	<b>Lehreraus- und -weiterbildung – Lehrkonzepte</b>
DD 48.1–48.3	Wed	12:00–13:00	DD-H10	<b>Lehr- und Lernforschung – Methodik</b>
DD 49.1–49.3	Wed	12:00–13:00	DD-H11	<b>Lehreraus- und -weiterbildung – digitale Medien</b>
DD 50.1–50.3	Wed	12:00–13:00	DD-H12	<b>Praktika und neue Praktikumsversuche</b>
DD 51.1–51.1	Wed	16:00–17:30	DD-H8	<b>Workshop: Konsequenzen aus drei Jahren Studienreformforschung</b>

## Mitgliederversammlung des Fachverbands Didaktik der Physik

Dienstag 18:00–19:30 DD-MV

- Genehmigung der Tagesordnung
- Genehmigung des Protokolls vom 23.03.2021
- Bericht des Vorstands
- Berichte aus den Arbeitsgruppen
- Termine
- Verschiedenes

## DD 1: Hauptvortrag 1

Time: Monday 9:00–10:00

Location: DD-H8

**Invited Talk** DD 1.1 Mon 9:00 DD-H8  
**Von Naturphänomenen und solchen jenseits unserer Wahrnehmung** — ●MICHAEL VOLLMER — University of Applied Sciences Brandenburg

Phänomene in unserer Umwelt, insbesondere der Natur, sind besonders geeignet Interesse für Physik bei Schüler\*innen und Student\*innen und eigentlich allen an unserer Umwelt Interessierten zu wecken und zu vertiefen. Viele der faszinierendsten Wahrnehmungen gewinnen wir

durch unsere Augen, allerdings weisen sie leider auch Beschränkungen auf. Überwinden dieser Begrenzungen führt zu neuen vielfältigen Entdeckungen. Anhand der Variation dreier die Augenwahrnehmung beeinflussenden Variablen (Raum, Zeit und Wellenlänge) wird die große Vielfalt sich neu erschließender Phänomene an ausgewählten Beispielen exemplarisch diskutiert. Physikalisch wird der Bogen gespannt von Mikroskopie zu Satellitentechnik und unserer maximalen Sichtweite, von Zeitraffer zu Highspeedaufnahmen sowie von Röntgen und UV Aufnahmen bis hin zu preiswerten IR Smartphonekameras.

## DD 2: Physikdidaktik und Inklusion

Time: Monday 10:15–11:15

Location: DD-H8

DD 2.1 Mon 10:15 DD-H8  
**Naturwissenschaftlicher Unterricht in Straßenschulen: Zu Lernvoraussetzungen von Straßensugendlichen** — ●MATTHIAS FISCHER und MANUELA WELZEL-BREUER — Pädagogische Hochschule Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

Laut einer Schätzung von Hoch (2017) gibt es in Deutschland etwa 37.000 Straßensugendliche bis einschließlich 27 Jahre, die entweder wohnungs- oder obdachlos sind. Häufig sind die ausschlaggebenden Ursachen für den Beginn von Straßenkarrieren in ihren Herkunftsfamilien zu finden, in denen sie beispielsweise Gewalt sowie Vernachlässigung erfahren haben. Gleichzeitig birgt auch die Straße als primärer Sozialisationsort vielfältige Herausforderungen. Straßensugendliche befinden sich somit oftmals in prekären Lebenslagen. So erschwert eine begonnene Straßenkarriere häufig die erfolgreiche Fortführung der eigenen Schulkarriere und folglich finden sich in dieser Gruppe überdurchschnittlich viele Schulabbrüche. Als Abbruchgründe werden unter anderem Mobbing, fehlende Unterstützung von Lehrkräften und Probleme mit dem Sozialsystem Schule genannt. Die bisherigen Erfahrungen in Herkunftsfamilie, Schule und auf der Straße führen meist zu besonderen Lernvoraussetzungen, die im Regelschulsystem nicht berücksichtigt werden können. Der Aufgabe, Straßensugendlichen einen Schulabschluss unter Berücksichtigung ihrer Lebenslagen und Lernvoraussetzungen zu ermöglichen, haben sich die sogenannten Straßenschulen verschrieben. In unserer Forschung haben wir mit Interviews untersucht, welche besonderen Lernvoraussetzungen Straßensugendliche für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Straßenschulen mitbringen.

DD 2.2 Mon 10:35 DD-H8  
**Der Energiebegriff im inklusiven Unterricht** — DAVID KOLKENBROCK<sup>1</sup>, ANDREAS KISSENBECK<sup>2</sup>, STEFAN BRACKERTZ<sup>1</sup>, RENÉ SCHRÖDER<sup>1</sup> und ●ANDREAS SCHULZ<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Universität zu Köln, Köln, Deutschland — <sup>2</sup>Gesamtschule Köln-Holweide, Köln, Deutschland

Energie kann als der Zentralbegriff sowohl im Universum als auch im menschlichen Leben angesehen werden. Daher ist Energie ein vorrangiges Unterrichtsthema zur umfassenden Behandlung gerade am Übergang von der Mittel- hin zur Oberstufe weiterführender Schulen. Hier wird ein Konzept zur Behandlung im inklusiven Unterricht der Klassenstufe 10 entworfen und vorgestellt. Dazu wird für den in-

klusiven Unterricht eine Differenzierungsmatrix nach Sasse entwickelt, die es den Schüler\*innen ermöglicht, beim Lernen am für alle gleichen Gegenstand ihren Schwierigkeitsgrad, aber auch die Art ihres Zugangs (z.B. Einbeziehung von Energieerhaltung) bei den Aufgaben selbst zu wählen. Dabei wird zunächst die Energiebereitstellung thematisiert und besonders auf die Problematik fossiler und nicht-fossiler Energieformen sowie fächerübergreifend auf Energieanwendungen und -Umwandlungen eingegangen und auch das Problem der Energieentwertung behandelt. Besonderer Wert wird auf verantwortungsvollen Umgang mit den verschiedenen Energieformen im Alltag gelegt.

Das Konzept wird in der Gesamtschule Köln-Holweide in 5 UE erprobt und evaluiert. Für die Untersuchung stehen neben der Versuchsgruppe auch Vergleichsgruppen zur Verfügung. Die Durchführung ist zur Tagung abgeschlossen und Ergebnisse werden präsentiert.

DD 2.3 Mon 10:55 DD-H8  
**Gestaltung von inklusiven Aufgabenformaten am Beispiel des Flaschentutens** — ●LISA STINKEN-RÖSNER und ELISABETH HOFER — Leuphana Universität Lüneburg

Aufgaben sind ein wesentliches Element im Physikunterricht, da sie Lernende dazu anregen, sich mit Fachinhalten auseinanderzusetzen und ihr Wissen und ihre Fähigkeiten auf neue Kontexte zu übertragen. Klassische textbasierte Aufgabenformate, die auf einen reinen Fachwissenserwerb bzw. dessen Anwendung abzielen, stellen jedoch aufgrund ihrer monotonen Gestaltung für viele Lernende Barrieren dar - was insbesondere aus Sicht der inklusiven Pädagogik problematisch ist (Stinken-Rösner & Abels, 2021). Zudem beschränkt sich ein zeitgemäßer (inklusive) Physikunterricht nicht einzig auf das Lernen von Fachwissen, sondern verfolgt das Ziel, dass alle Lernenden darüber hinaus an der 'Auseinandersetzung mit naturwiss. Kontexten', dem 'Betreiben von Erkenntnisgewinnung' sowie dem 'Lernen über die Naturwissenschaften' partizipieren können (Hodson, 2014, Stinken-Rösner et al., 2020). Am Beispiel des 'Flaschentutens' werden mögliche Herausforderungen bei der Auseinandersetzung mit einem Kontext theoretisch diskutiert und Möglichkeiten aufgezeigt, wie neue Zugänge durch alternative Aufgabenformate geschaffen werden können (Stinken-Rösner & Hofer, 2022). Im Sinne des Design-Based-Research wurden die verschiedenen Aufgabenformate in drei aufeinanderfolgenden Jahren im Rahmen einer Lehrveranstaltung mit über 100 Studierenden erprobt und kontinuierlich weiterentwickelt.

## DD 3: Neue / digitale Medien – Konzeption

Time: Monday 10:15–11:15

Location: DD-H9

DD 3.1 Mon 10:15 DD-H9  
**Der physikalische Adventskalender "PiA - Physik im Advent"** — ●ARNULF QUADT — II. Physikalisches Institut, Georg-August-Universität Göttingen

"PiA - Physik im Advent" ist ein physikalischer Adventskalender für Kinder und Jugendliche. Vom 1. bis zum 24. Dezember werden kleine physikalische Experimente mit haushaltsüblichen Materialien per Videofilm vorgeführt. Die TeilnehmerInnen machen sie nach, beobachten das Phänomen, reichen ihre Antwort auf eine gestellt Frage zum

Experiment auf der PiA-Webseite ein und erhalten am nächsten Tag die Lösung wieder als Videofilm, evtl. auch einen Punkt. Zu Weihnachten erhalten alle TeilnehmerInnen individuelle Urkunden. Unter den besten TeilnehmerInnen werden Preise in den Kategorien Einzelperson, Schulklasse oder Schule verlost. Im Jahr 2021 hat das Projekt mit rund 65.000 registrierten TeilnehmerInnen und über 2.4 Millionen Besuchen einen neuen Rekord erzielt.

Im Jahr 2022 feiert "PiA - Physik im Advent" 10-jähriges Jubiläum. Das Projekt selbst sowie eine Auswertung der statistischen Daten, kon-

kret das Antwortverhalten differenziert nach Geschlecht, Alter, Bundesland, Land oder anderen Parametern wird der Uhrzeit der Antwort werden vorgestellt und diskutiert.

DD 3.2 Mon 10:35 DD-H9

**Eye-Tracking-basierte Gestaltung und Evaluation von Mixed Reality Experimentierumgebungen** — ●DÖRTE SONNTAG und OLIVER BODENSIEK — Abt. Physik und Physikdidaktik, Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften, TU Braunschweig

Mixed Reality (MR) nimmt eine immer prominentere Rolle als Lern-technologie in den Naturwissenschaften ein, da sie insbesondere beim Experimentieren unterstützen kann. Durch die direkte Integration von virtuellen Elementen in die reale Experimentierumgebung kann das Verständnis der Lernenden verbessert werden. Aktuelle brillenbasierte MR-Hardware bietet ein integriertes Eye-Tracking, das zur Gestaltung und Evaluation von MR-Experimentierumgebungen sinnvoll genutzt werden kann. Basierend auf Eye-Tracking-Daten aus einer realen Experimentierumgebung wird das Vorgehen der Lernenden untersucht und eine MR-Experimentierumgebung kreiert, die insbesondere Novizen derart unterstützen soll, dass sie Problemlösestrategien anwenden, die sonst eher von Experten angewandt werden. Der Erfolg im experimentellen Problemlösen der Probanden in der MR-Umgebung ist dabei signifikant höher als bei Probanden ohne MR und wird von signifikanten visuellen Aufmerksamkeitsverschiebungen begleitet. Weiterhin kann gezeigt werden, dass Novizen mit Unterstützung von MR im experimentellen Problemlösen deutlich strukturierter vorgehen.

DD 3.3 Mon 10:55 DD-H9

**Die Rolle räumlicher Kontiguität beim Lernen am Experiment** — ●PAUL SCHLUMMER<sup>1</sup>, ADRIAN ABAZI<sup>2</sup>, JONAS LAUSTRÖER<sup>3</sup>, RASMUS BORKAMP<sup>3</sup>, REINHARD SCHULZ-SCHAEFFER<sup>3</sup>, WOLFRAM PERNICE<sup>2</sup>, CARSTEN SCHUCK<sup>2</sup>, STEFAN HEUSLER<sup>1</sup> und DANIEL LAUMANN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Didaktik der Physik, WWU Münster — <sup>2</sup>Center for Nanotechnology, WWU Münster — <sup>3</sup>Department Design, HAW Hamburg

Multimediales Lernen wird oft in Zusammenhang mit sogenannten neuen oder digitalen Medien diskutiert und häufig im Rahmen der Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML) modelliert. Diese ist für viele klassische Repräsentationsformen (Text & Bild) in verschiedenen medialen Umsetzungen untersucht worden. Aus physikdidaktischer Sicht decken die im Rahmen der CTML diskutierten Medien- und Repräsentationsformen jedoch nur einen Teil der fachspezifischen Lernsituationen ab und insbesondere die wichtige Rolle von Experimenten als Lernmedium wird meist nicht einbezogen. Der Vortrag präsentiert die Ergebnisse einer Studie, die die Übertragbarkeit des räumlichen Kontiguitätsprinzips multimedialen Lernens der CTML auf Lernsituationen am realen Experiment untersucht. Hierzu wurde eine Augmented-Reality (AR)-Lernumgebung zum Thema Polarisation und Verschränkung entwickelt. Durch Variation der Positionen der zusätzlichen Visualisierungen wurde der Einfluss des Grades an räumlicher Kontiguität zwischen Experiment und Modellvisualisierungen in einer quasi-experimentellen Vergleichsstudie untersucht. Ergebnisse bezüglich Lernzuwachs & kognitiver Belastung werden vorgestellt.

## DD 4: Lehr-Lernforschung – Schülervorstellungen Science

Time: Monday 10:15–11:15

Location: DD-H10

DD 4.1 Mon 10:15 DD-H10

**Certain about uncertainty – Students' ability to compare data sets** — ●KAREL KOK and BURKHARD PRIEMER — Humboldt-Universität zu Berlin

Measurement uncertainties are an essential part of a measurement result. It reflects the quality of the data and allows measurement results to be compared. The topic is, however, rarely addressed in secondary school education and students struggle a lot with variance in data sets. The aim of this Ph.D. project was two-fold: to find out what conceptual knowledge about measurement uncertainties students need to correctly compare data sets and to see at what grade level the topic can be introduced. To do this, we have developed a Digital Learning Environment (DLE) on the topic of measurement uncertainties. In our study with 154 participants of grades 8 through 11 in Germany, we have used the DLE in a pre-post design.

The pre and post-test consist of a data comparison problem and a competency test. The main focus of the talk will be on the analysis of the justifications from the data comparison problem. We have coded the justifications in terms of the quantity that participants compare and the deciding criterion. The code distributions give a quick and fine-grained overview of what students do when comparing data sets and, hence, indicate their understanding of measurement uncertainties.

Results show that the DLE has a very positive effect on participants' ability to compare data sets and dramatically improves the quality of justifications. Also, we find that the topic can be successfully introduced as early as 8th grade.

DD 4.2 Mon 10:35 DD-H10

**Die Förderung des Naturwissenschaftsverständnisses am außerschulischen Lernort** — ●JESSICA OERTEL und CORNELIA DENZ — Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Angewandte Physik - MExLab Physik, Corrensstr. 2-4, 48149 Münster

Am Experimentierlabor MExLab Physik der WWU Münster werden neben vielfältigen Angeboten für Schüler\*innen auch Projektkurse in Kooperation mit Münsteraner Schulen durchgeführt. Das Konzept des Projektkurses bietet die Möglichkeit extracurriculare Themen aus mindestens zwei Fächern für Schüler\*innen aufzubereiten und so auch wis-

senschaftstheoretische Aspekte zu thematisieren. Am Experimentierlabor MExLab Physik wird das Konzept des Projektkurses seit mehreren Jahren erfolgreich durchgeführt und weiterentwickelt. Ziel ist es, die teilnehmenden Schüler\*innen durch die Kombination der Fächer Physik und Philosophie bzw. Religion anhand spannender und aus dem Schulunterricht unbekannter Experimente zum kritischen Denken anzuregen und das Wesen der Naturwissenschaften zu entdecken. Der Fokus liegt auf der experiment-basierten Auseinandersetzung mit Fragestellungen aus dem Bereich der Nichtlinearen Physik: Die Phänomene der Strukturbildung und des Chaos bieten besondere Einblicke in den Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung in der Natur und ermöglichen ein vertieftes Verständnis für die Natur der Naturwissenschaft. Mit welchem Verständnis die teilnehmenden Schüler\*innen in den Projektkurs einsteigen, wird in mehreren Durchgängen mithilfe von Interviews erhoben und qualitativ ausgewertet

DD 4.3 Mon 10:55 DD-H10

**Wissenschaftswerkstatt: Entwicklung von Schülervorstellungen zur Person des Naturwissenschaftlers in der Sekundarstufe 1** — ●CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER und THOMAS SCHUBATZKY — Institut für Physik, Universität Graz, Graz, Austria

Verschiedenste Forschungsergebnisse zeigen, dass Schüler:innen stereotype Vorstellungen über Naturwissenschaftler:innen und deren Tätigkeitsfelder haben bzw. entwickeln, die ihr eigenes Verhältnis zu Naturwissenschaften nachhaltig beeinflussen. Das Projekt Wissenschaftswerkstatt der gemeinnützigen Stiftung Kaiserschild, das vom Fachdidaktikzentrum Physik der Universität Graz wissenschaftlich begleitet wird, setzt einen Fokus auf Aspekte des Wissenschaftsverständnisses und dessen Entwicklung bei Schüler:innen der Sekundarstufe 1. Im Projekt werden Mittelschulklassen über 4 Jahre an vier Halbtagen pro Jahr von Lehramtsstudierenden besucht und es wird zu einem MINT Thema gemeinsam gearbeitet und experimentiert. Zudem ist es ein Ziel, die Sichtweise der Schüler:innen auf bestimmte Aspekte von NOS zu schärfen. Die Entwicklung von Schülervorstellungen bezogen auf die Vorstellungen über die Person der/des Wissenschaftler:innen wurde u.a. durch die Draw-a-Scientist Methode erhoben. Hierbei zeigen sich spannende Entwicklungsverläufe über die Projektjahre hinweg.

## DD 5: Hochschuldidaktik – Studieneingangsphase Fachwissen

Time: Monday 10:15–11:15

Location: DD-H11

DD 5.1 Mon 10:15 DD-H11

**Physikalisches Vorwissen in Physik-Nebenfachveranstaltungen** — ●KEVIN SCHMITT und VERENA SPATZ — Technische Universität Darmstadt

Aktuelle Forschungsergebnisse u.a. im Zusammenhang mit den tendenziell hohen Misserfolgs- bzw. Abbruchquoten in Physik belegen immer wieder, dass besonders mathematische aber auch physikspezifische (Vor-)Kenntnisse erheblichen Einfluss auf den Studienerfolg haben können. Dabei konzentrieren sich die bisherigen Erhebungen vorwiegend auf Studierende im Hauptfach (z. B. Müller et al. 2018), während für die Gruppe der Physik-Nebenfachstudierenden, die im Hinblick auf voruniversitäre Bildungsgänge besonders heterogen ist, kaum empirische Erkenntnisse vorliegen.

Vor diesem Hintergrund wurde ein Vorwissenstest entwickelt, um zunächst das physikalische Vorwissen von Studierenden in Physik-Nebenfachveranstaltungen zu untersuchen. Basierend auf der theoretischen Grundlage nach Hailikari, wird das physikalische Wissen dabei in verschiedene Wissensbereiche und Inhaltsfelder segmentiert. Es konnte auf bereits bestehende Messinstrumente (ALSTER-Projekt: Binder et al. 2020) zurückgegriffen werden, die zielgruppengerecht adaptiert wurden.

Der Vorwissenstest wurde im Wintersemester 21/22 in vier Lehrveranstaltungen an der TU Darmstadt pilotiert. Neben einer kurzen Erläuterung der Testkonstruktion werden im Beitrag ausgewählte Ergebnisse der Pilotierung und die daraus folgenden Konsequenzen für die Testkonstruktion präsentiert.

DD 5.2 Mon 10:35 DD-H11

**Mindestanforderungskatalog Physik** — ●HANNO KÄSS<sup>1</sup>, TILMANN BERGER<sup>2</sup>, MANUELA BOIN<sup>3</sup>, KIM FUJIAN<sup>4</sup>, MARC GÜSSMANN<sup>5</sup>, EDME HARDY<sup>6</sup>, FLORIAN KARSTEN<sup>7</sup>, GERRIT NANDI<sup>8</sup>, RONNY NAWRODT<sup>9</sup>, CARSTEN RAUDZIS<sup>10</sup>, INA RIECK<sup>11</sup>, FLORIAN SCHIFFERER<sup>12</sup>, STEFAN SCHWARZWÄLDER<sup>13</sup> und STEFANIE WALZ<sup>14</sup> — <sup>1</sup>Hochschule Esslingen — <sup>2</sup>Gymn. Renningen — <sup>3</sup>TH Ulm — <sup>4</sup>Gewerbl. Schule Ehingen — <sup>5</sup>Lessing-Gymn. Winnenden — <sup>6</sup>MINT-Kolleg KIT Karlsruhe — <sup>7</sup>Seminar Stuttgart — <sup>8</sup>DHBW Heidenheim — <sup>9</sup>Univ. Stuttgart — <sup>10</sup>Hochschule Reutlingen — <sup>11</sup>Grafenbergsschule Schorndorf — <sup>12</sup>Gewerbl. Schule Göppingen — <sup>13</sup>Carl-Engler-Schule

Karlsruhe — <sup>14</sup>Gertrud-Luckner-Gewerbeschule Freiburg

Erstsemester im Bereich der WiMINT-Studiengänge (Wirtschaft, Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik) an den Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW) in Baden-Württemberg und Physik. Dies erschwert den Übergang Schule-Hochschule. Die Arbeitsgruppe cosh Mathematik hat hier 2014 mit ihrem Mindestanforderungskatalog Pionierarbeit geleistet. Er beschreibt mathematische Kenntnisse und Fertigkeiten, die Erstsemester zur erfolgreichen Aufnahme eines WiMINT-Studiums besitzen sollten. In Analogie dazu wurde nun 2019 eine paritätisch aus den Bereichen Schule und Hochschulen zusammengesetzte Arbeitsgruppe cosh Physik gegründet. Die Vorarbeiten der HAWs an einem Mindestanforderungskatalog Physik wurden von ihr weitergeführt und im Oktober 2021 zu einem Abschluss gebracht. Der Beitrag stellt den damit erreichten Stand vor.

DD 5.3 Mon 10:55 DD-H11

**Lösungsbeispiele für die Studieneingangsphase Physik** —

●KAI CARDINAL<sup>1</sup>, ANDREAS BOROWSKI<sup>3</sup>, JULIA FRANKEN<sup>2</sup>, PHILIPP SCHMIEMANN<sup>2</sup> und HEIKE THEYSSEN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Universität Duisburg-Essen, Didaktik der Physik — <sup>2</sup>Universität Duisburg-Essen, Didaktik der Biologie — <sup>3</sup>Universität Potsdam, Didaktik der Physik

In der Studieneingangsphase Physik spielt das fachspezifische Wissen eine zentrale Rolle für den Studienerfolg. Es konnte gezeigt werden, dass in Physik neben dem Konzeptverständnis insb. die Fähigkeit zur Wissensanwendung, d.h. das Finden eines geeigneten Ansatzes und die Ausarbeitung der Lösung unter Nutzung allgemeiner Rechenfähigkeiten, den Studienerfolg vorhersagt. Im Verbundprojekt EASTER (Einfluss der Förderung spezifischer Wissensarten auf Studienerfolg in Biologie und Physik) sollen deshalb diese Fähigkeiten gezielt mit Hilfe von Lösungsbeispielen gefördert werden. Die Lösungsbeispiele orientieren sich strukturell an dem physikalisch-mathematischen Modellierungskreislauf von Trump. Inhaltlich beziehen sie sich auf Themen des ersten Fachsemesters, insb. die Mechanik. Die Lösungsansätze lassen sich den Basiskonzepten aus den Bildungsstandards im Fach Physik für die gymnasiale Oberstufe zuordnen. Im Vortrag wird anhand konkreter Beispiele die systematische Konzeption der Lösungsbeispiele diskutiert.

## DD 6: Quantenphysik – Experimente

Time: Monday 10:15–11:15

Location: DD-H12

DD 6.1 Mon 10:15 DD-H12

**Wirkung eines quantenphysikalischen Realexperiments auf die physikalische Argumentation** — ●MORITZ WAITZMANN, RÜDIGER SCHOLZ und SUSANNE WESSNIGK — Leibniz Universität Hannover

Einzelne Photonen erzeugen im Interferometer Interferenzen, sind aber am Strahlteiler nicht teilbar. Dieses Phänomen ist mit klassischer Physik nicht widerspruchsfrei erklärbar. Die Erklärung bedarf quantenphysikalischer Argumente. Lernende verwenden jedoch häufig das semiklassische Argument des Welle-Teilchen Dualismus: Quantenobjekte seien zugleich Welle und Teilchen, erst das Experiment entscheide, welches Merkmal vorliegt. Eine Möglichkeit, die Sichtweise experimentell infrage zu stellen, ist die Betrachtung eines Experiments mit der Kombination eines Einzelphotonen-Strahlteils mit einem Einzelphotonen-Interferometer: Unteilbarkeit und Interferenzfähigkeit sind gleichzeitig beobachtbar. Die notwendige quantentheoretische Erklärung basiert auf drei Grundprinzipien der Quantenphysik: Probabilistik, Superposition und Interferenz (PSI). Inwieweit die Diskussion dieses Experiments und seiner Ergebnisse zu einer Veränderung der Argumentation der Lernenden führt, ist bisher unbekannt. Im Vortrag werden erste Ergebnisse einer Studie mit 80 Studierenden (2. Semester Physik) im Mixed-Methods Design vorgestellt.

DD 6.2 Mon 10:35 DD-H12

**Ein spielerischer Einstieg in die Quantenprogrammierung mit QuantumVR** — ●FRANZISKA GREINERT<sup>1</sup>, TOBIAS VOSS<sup>2</sup>, RAINER MÜLLER<sup>1</sup>, LINUS KRIEG<sup>2</sup>, GOWTHAM MUTHUSAMY<sup>1</sup>, FRANZISKA

KA RÜCKER<sup>3</sup> und KLAUS BOCK-MÜLLER<sup>3</sup> — <sup>1</sup>TU Braunschweig, Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften, Germany — <sup>2</sup>TU Braunschweig, Institut für Halbleitertechnik, LENA, Germany — <sup>3</sup>SZENARIS GmbH, Bremen, Germany

Im Projekt QuantumVR entwickeln wir ein VR-Spiel für den Einstieg in die gatterbasierte Quantenprogrammierung. Quantencomputing hat in den letzten Jahren deutlich an Bekanntheit gewonnen, auch in der breiten Bevölkerung. Im Rahmen der \*Quantum aktiv\* Outreach-Initiative sollen Hemmungen gegenüber dieser neuen, scheinbar rätselhaften, vielleicht sogar beängstigenden Technologie abgebaut und Interesse geweckt werden.

Unser Ansatz ist ein Spiel mit Escape-Elementen in virtueller Realität (VR). Kleine Quantenalgorithmen müssen durch Platzieren einfacher Quantengatter (X, H und CX) gelöst werden, um Tiere zu befreien. Eingesetzt werden soll das Spiel bei Events wie Hochschulinformationstagen, aber auch in Workshops mit anschließender Aufbereitung der Inhalte. Die Zielgruppe sind hauptsächlich Schülerinnen und Schüler der Oberstufe, aber auch der Einsatz in der Hochschullehre für den Einstieg in die Quantengatter ist denkbar. Vorgestellt werden das Spiel und erste Erfahrungen aus dem Einsatz.

DD 6.3 Mon 10:55 DD-H12

**Entwicklung von Analogie-Experimenten zum quantenmechanischen Messprozess** — ●STEFAN AEHLE<sup>1</sup>, PHILIPP SCHEIGER<sup>1,2</sup> und HOLGER CARTARIUS<sup>1</sup> — <sup>1</sup>AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena — <sup>2</sup>Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart, 70569 Stuttgart

Trotz steigender Relevanz der Quantenphysik und -technologien für Wirtschaft und Gesellschaft fehlt es noch immer an vielfältigen Lehr-Lern-Materialien zur Unterstützung der Quantum Education - sei es für den schulischen Physikunterricht oder die Hochschullehre. Analogie-Experimente können hilfreich sein, um den nichtklassischen Charakter der Quantenphysik zu veranschaulichen. Im Rahmen dieser Arbeit werden verschiedene Anwendungen entwickelt, die quantenmechanische Phänomene modellieren und dabei aufzeigen, dass Quantenobjekte sich vollkommen anders als klassische verhalten, indem auf-

gedeckt wird, wie in das Verhalten der klassischen Objekte eingegriffen werden muss, um z.B. die korrekte Statistik einer quantenphysikalischen Messung zu reproduzieren. Ein erster Aufbau aus 3d-Druck, Arduino-Mikrocontrollern und NFC-Chips zur Klärung von Grundbegriffen wie Zustand, Präparation und Messung wird hier vorgestellt und diskutiert. Darauf aufbauend sollen in Zukunft weiterführende Analogversuche zu Themen wie Verschränkung, versteckte Parameter und Quantenkryptographie entstehen.

## DD 7: Postersession 1: Anregungen aus dem Unterricht für den Unterricht

Time: Monday 11:30–12:30

Location: P

DD 7.1 Mon 11:30 P

**Nachbau eines Termitenhügels als Projekt zur Wärmelehre** — ●SARA WILHELM<sup>1</sup> und THOMAS WILHELM<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Universität Würzburg — <sup>2</sup>Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Klimawandel und Ressourcenverbrauch stellen die Menschheit vor große technische Herausforderungen. Die Bionik beschäftigt sich damit, die Natur als Vorbild für die Technik zu nehmen. Gerade im Baubereich gilt es, CO<sub>2</sub> und Energie einzusparen. Die Baubionik beschreibt das Übertragen von Phänomenen aus der Natur auf technische Funktionen, die für die Architektur und Funktionen eines Gebäudes relevant sein können. Damit liefert sie auch interessante Anwendungen für den Physikunterricht.

Ein bekanntes Beispiel aus der Baubionik ist der Termitenhügel. Die Termiten mögen es in ihrem Bau bei niedriger und vor allem konstanter Temperatur und brauchen im Innern genügend Sauerstoff. Dies erreichen sie u.a. durch einen geschickten Einsatz von Konvektion.

Auf dem Poster wird der Nachbau eines Termitenhügels mit einfachen Mitteln gezeigt. Daran können mit einfachen Messungen Inhalte der Wärmelehre veranschaulicht werden. Dazu gehört die Wärmespeicherfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit, aber auch Konvektion und der Kamineffekt zur passiven Kühlung. Das Poster zeigt den Nachbau eines Termitenhügels sowie aufgenommene Messwerte und Wärmebilder mit der FLIR ONE-App eines Smartphones.

DD 7.2 Mon 11:30 P

**Auseinandersetzungen mit Idealisierungen im Physikunterricht** — ●FABIAN RAMME<sup>1</sup> und JAN WINKELMANN<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Goethe Universität Frankfurt am Main — <sup>2</sup>Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd

Im Physikunterricht liegen Idealisierungen stets dem Modellieren und Experimentieren zugrunde. Inwiefern Lehrkräfte die Bedeutung von Idealisierungen in ihrem Unterricht zu einem expliziten Lerngegenstand machen, ist weitgehend unklar. Mithilfe leitfadengestützter Interviews (n = vier Physiklehrkräfte) wurden unter Zuhilfenahme der qualitativen Inhaltsanalyse Kategorien identifiziert, die die unterrichtspraktische Auseinandersetzung mit Idealisierungen beschreiben.

Es zeigt sich, dass Idealisierungen bei den interviewten Lehrkräften meist einen impliziten Lerngegenstand darstellen. Darüber hinaus wurden sehr individuelle Herangehensweisen durch die Lehrkräfte berichtet, u.a. plastische Veranschaulichung von Idealisierungen, tagesaktuelle Bezüge sowie die historische Darstellung naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung.

Gleichzeitig wurden einige Bedenken zur Auseinandersetzung mit Idealisierungen thematisiert. Die Sorge, Irritationen zu stiften oder die Annahme, Schüler\*innen seien nicht in der Lage mit Idealisierungen adäquat umzugehen, führen stellenweise dazu, dass diese von Lehrkräften bewusst verborgen werden.

Diese und weitere Ergebnisse der Interview-Studie werden auf dem Poster präsentiert.

DD 7.3 Mon 11:30 P

**On Phase Transitions in the Early Universe** — HANS-OTTO CARMESIN<sup>1,2,3</sup> and ●PHILIPP SCHÖNEBERG<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — <sup>2</sup>Studienseminar Stade, Bahnhofstr. 5, 21682 Stade — <sup>3</sup>Universität Bremen, Fachbereich 1, Postfach 330440, 28334 Bremen

We summarize a covariant quantized field equation for the elements of spacetime. Using that equation and the droplet model, we derive phase transitions in the early universe. Moreover, we compare with three other derivations of these phase transitions using

- (1) the van der Waals concept
- (2) a connectivity of space concept,
- (3) a bose gas.

We report about corresponding lessons and experience in a research club.

See e. g. Carmesin, H.-O. (March 2021): *Quanta of Spacetime Explain Observations, Dark Energy, Gravitation and Nonlocality*. Berlin: Verlag Dr. Köster, Carmesin, H.-O. (2019): *Die Grundschwingungen des Universums - The Cosmic Unification - With 8 Fundamental Solutions based on G, c and h - With Answers to 42 Frequently Asked Questions*. Berlin: Verlag Dr. Köster.

DD 7.4 Mon 11:30 P

**An Easliy Comprehensible Analysis of the Anthropogenic Climate Change** — HANS-OTTO CARMESIN<sup>1,2,3</sup> and ●JANNIS VON BARGEN<sup>1,4</sup> — <sup>1</sup>Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — <sup>2</sup>Studienseminar Stade, Bahnhofstr. 5, 21682 Stade — <sup>3</sup>Universität Bremen, Fachbereich 1, Postfach 330440, 28334 Bremen — <sup>4</sup>Brecht-Schule, Norderstraße 163, 20097 Hamburg

In the following article we would like to point out the problem of the drastic increase in temperature due to climate change, and we present it in a comprehensible way. Anthropogenic climate change is a change in global temperature caused solely by human activity.

The starting point for our calculations is the worldwide average emission of carbon dioxide, which is 4.8 tons per person per year. To solve the problems of prediction, forecast, responsibility and traceability we use the Stefan-Boltzmann law, a power law describing the absorption, descriptions of other greenhouse gases and corresponding calculations, models, spreadsheets as well as diagrams.

DD 7.5 Mon 11:30 P

**An Observation Station for Geomagnetism and Magnetic Storms – A Project in a Research Club** — ●FLORIAN VON BARGEN<sup>1,4</sup> and HANS-OTTO CARMESIN<sup>1,2,3</sup> — <sup>1</sup>Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — <sup>2</sup>Studienseminar Stade, Bahnhofstr. 5, 21682 Stade — <sup>3</sup>Universität Bremen, Fachbereich 1, Postfach 330440, 28334 Bremen — <sup>4</sup>Brecht-Schule, Norderstraße 163, 20097 Hamburg

The project deals with the measurement and prediction of solar storms. Solar storms are the resultant phenomena of a solar flare. Violent solar storms can cause power outages, paralyze satellites and air traffic. This would lead to unpleasant restrictions in our daily life, and cause high costs.

The project deals with the measurement of these storms by recording magnetic fields with a fluxgate sensor. Based on this, a forecast can then be made regarding frequency and intensity. One sensor is already stationary. It delivers data permanently online in 80cm soil depth. The measurement results of the station are close to those of the metrology institute of the Federal Republic of Germany (PTB) in terms of measurement accuracy or measurement fluctuations. We report about results and experiences.

## DD 8: Postersession 1: Bildung für nachhaltige Entwicklung

Time: Monday 11:30–12:30

Location: P

DD 8.1 Mon 11:30 P

**Bestimmung der Reliabilität eines Klimawandel-Konzepttests** — ●MARKO JEDAMSKI<sup>1</sup>, CARINA WÖHLKE<sup>1</sup>, RAINER WACKERMANN<sup>1</sup>, THOMAS SCHUBATZKY<sup>2</sup>, CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER<sup>2</sup>, HANNES KASIMIR LINDEMANN<sup>1</sup> und KAI CARDINAL<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Ruhr-Universität Bochum, AG Didaktik der Physik, Deutschland — <sup>2</sup>Karl-Franzens-Universität Graz, Institut für Physik, Fachbereich Physikdidaktik, Österreich

Um den Wissensstand und die Vorstellungen deutschsprachiger Schülerinnen und Schüler zu naturwissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels feststellen zu können, werden geeignete Testinstrumente benötigt. Für die Entwicklung eines solchen, validen Klimawandel-Konzepttests wurden zentrale fachliche Inhalte identifiziert, offene Fragen entwickelt und schließlich Distraktoren und Attraktoren aus über 30 Interviews abgeleitet. Anschließend wurde der Konzepttest bei insgesamt rund 200 Schüler:innen, Studierenden und Expert:innen pilotiert. Als Teil der Pilotierung werden im Beitrag die Ergebnisse der Prä-Post-Erhebung einer Studierendengruppe vorgestellt, deren Ziel es war, die Reliabilität des Testinstruments zu untersuchen. Dabei wurde zur Schätzung der Retest-Reliabilität das Testverfahren an der gleichen Stichprobe zweimal durchgeführt und die Korrelation der Testwerte aus beiden Durchgängen berechnet. Berücksichtigt wurde hierbei, dass allen Testpersonen zwischen erstem und zweitem Testpunkt durch das Nennen von sogenannten Klimafakten in der Vorlesung Lerngelegenheiten angeboten wurden und sich somit systematische Veränderungen der wahren Personenwerte ergaben.

DD 8.2 Mon 11:30 P

**Closing the science-action gap: Kann ein Schülerlabor zur Verbesserung von Fachwissen und Klimawandel-Bewusstheit beitragen?** — ●JONATHAN GROTHAUS, MARKUS ELSHOLZ und THOMAS TREFZGER — Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Der Klimawandel und dessen Folgen sind ein komplexes Thema für Schüler:innen, die früher oder später selbst den Wandel der Gesellschaft gestalten. Von Interesse ist daher, inwiefern sich Fachwissen und Einstellung der Schüler:innen zum Thema durch gezielte Intervention beeinflussen lassen. An der JMU soll ein zweitägiges, fächerübergreifendes Schülerlabor Labs4Future am M!ND-Center entwickelt werden. Zielgruppe ist die 9. Jahrgangsstufe aller Schularten. Das Labor gliedert sich in den Besuch der Wissenschaftsausstellung TouchScience, zwei je vierstündigen Labordurchführungen und eine Vorstellung von Ausbildungs- und Berufsperspektiven, mit denen die Schüler:innen selbst Teil des Wandels sein können. In den Durchführungen sollen Ursachen und Wirkmechanismen des anthropogenen Treibhauseffekts und die Klimamodellierung, sowie Folgen und Wirksamkeit von Klimaschutzmaßnahmen thematisiert werden. Ein Ziel der Untersuchung ist es, herauszufinden, ob sich bezüglich der (Teil-)Merkmale von Fachwissen und Einstellung bestimmte markante Gruppen unter den Schüler:innen identifizieren lassen. Das Angebot soll dann entsprechend angepasst werden, sodass diese Teilgruppen jeweils in ihren Schwächen adressiert werden können. Auf dem Poster werden das Schülerlabor, die Ideen für die Materialien und das Forschungskonzept, vorgestellt.

## DD 9: Postersession 1: Geschichte der Physik / Nature of Science

Time: Monday 11:30–12:30

Location: P

DD 9.1 Mon 11:30 P

**Vorstellungen von Schüler\_innen zur Tätigkeit von Forschenden in der Physik** — ●MORITZ KRIEDEL und VERENA SPATZ — Technische Universität Darmstadt

Schüler\_innen haben ein stark verkürztes Bild von den Arbeitsweisen und Tätigkeiten von Naturwissenschaftler\_innen, was zu naiven, stereotypischen Vorstellungen über dieses Berufsfeld führt (Wentorf et al., 2015). Besonders die theoretische Physik spielt bei den Vorstellungen der Lernenden über Physik eine stark untergeordnete Rolle und wurde in den Modellen der empirischen Forschung bisher eher vernachlässigt (Heine & Pospiech, 2015). Diese unvollständigen Vorstellungen über den physikalischen Forschungsalltag können zu unreflektierten Entscheidungen hinsichtlich der späteren Berufswahl führen. Die volition-

nal Laubbahnentscheidungen für oder gegen die Naturwissenschaften hängen dabei zudem auch vom Interesse und den Selbstwirksamkeitserwartungen der Lernenden in diesem Bereich ab (Taskinen, 2010).

Daher werden in einem Forschungsprojekt zunächst die Tätigkeiten von Physiker\_innen in einem Sonderforschungsbereich der Kern- und Astrophysik mittels Interview- und Fragebogenstudie differenziert erfasst, um auf dieser Grundlage das RIASEC+N Modell für diesen Bereich zu spezifizieren. Mit dieser theoretischen Fundierung soll anschließend eine Projektwoche konzipiert werden, welche die unzureichenden Vorstellungen der Schüler\_innen hierzu adressiert und ein ganzheitliches Bild des Spektrums an Tätigkeiten vermittelt. Auf dem Poster werden das Forschungsdesign sowie erste Ergebnisse der Befragung von Forschenden des SFB vorgestellt.

## DD 10: Postersession 1: Lehr- und Lernforschung

Time: Monday 11:30–12:30

Location: P

DD 10.1 Mon 11:30 P

**Physikbezogene Mindsets in der gymnasialen Oberstufe** — ●LAURA GOLDHORN<sup>1</sup>, THOMAS WILHELM<sup>1</sup> und VERENA SPATZ<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Goethe-Universität Frankfurt, Deutschland — <sup>2</sup>TU Darmstadt, Deutschland

Als Überzeugung zur Intelligenz wirkt sich das Mindset darauf aus, wie Schüler\*innen mit (herausfordernden) Lernsituationen umgehen: während ein Fixed Mindset bei Herausforderungen schnell zum Aufgeben führen kann, lassen sich Schüler\*innen mit einem Growth Mindset von schwierigen Aufgaben und Lernsituationen nicht abschrecken. Diese Reaktion ist unabhängig vom jeweiligen Könnens- und Wissensstand der Schüler\*innen.

Ob Schüler\*innen ein Fixed oder Growth Mindset haben, wird in den meisten Studien über einen allgemeinen Fragebogen bestimmt: wer Aussagen wie \*Intelligenz bleibt gleich, auch wenn man viel lernt und übt\* ablehnt, hat ein Growth Mindset. In einer Erhebung mit Oberstufenschüler\*innen in Hessen (N = 760) wurde zusätzlich zur Überzeugung zur allgemeinen Intelligenz nach den fachbezogenen Überzeugungen zu Begabung und Anstrengung in Physik gefragt, um das

Mindset bezogen auf Physik zu untersuchen. Die Ergebnisse dieser Mindset-Erhebung ermöglichen eine erste Untersuchung der fachbezogenen Mindset-Charakteristika, unter anderem den Zusammenhang zwischen physikbezogenem Mindset und der Wahl von Grund- oder Leistungskurs, sowie genderbezogene Unterschiede.

DD 10.2 Mon 11:30 P

**Der didaktische Nutzen von Feynman-Diagrammen** — ●MERTEN DAHLKEMPER<sup>1,2</sup>, PASCAL KLEIN<sup>2</sup>, ANDREAS MÜLLER<sup>3</sup>, SACHA SCHMELING<sup>1</sup> und JEFF WIENER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>CERN — <sup>2</sup>Universität Göttingen — <sup>3</sup>Universität Genf

Feynman-Diagramme sind als Repräsentationsform aus der Teilchenphysik nicht wegzudenken. Auch dank der Popularisierung durch Feynman selbst haben diese Diagramme eine große Bekanntheit weit über die wissenschaftliche Community hinaus erlangt. Innerhalb der Physikdidaktik sind in den letzten Jahren Debatten darüber entstanden, ob und wenn ja wie diese spezielle Repräsentationsform zur Vermittlung teilchenphysikalischer Inhalte in der Schule genutzt werden kann. In diesem Projekt wird deshalb mittels Design-Based Research er-



forscht, welche teilchenphysikalischen Inhalte geeignet sind, um diese mit Feynman-Diagrammen für Oberstufenschüler:innen verständlich zu machen und die eine Einführung dieser Repräsentationsform didaktisch rechtfertigen würden. Das Ziel der Forschung ist zweigeteilt: Einerseits entstehen Lehr- Lernmaterialien, hier im Bereich Teilchenphysik mit dem Ziel des Einsatzes in einem Massive Open Online Course (MOOC). Andererseits trägt die Forschung zu Erkenntnissen über Lehr-Lern-Prozesse, hier die Wahrnehmung von Repräsentationen in der Physik bei.

In diesem Poster werden Ergebnisse von Expert:inneninterviews vorgestellt, die Hinweise darauf geben, welche Themen grundsätzlich geeignet sind, um diese anhand von Feynman-Diagrammen zu erklären sowie ein Ausblick auf die weitere Forschung gegeben.

DD 10.3 Mon 11:30 P

**Automatische Textanalyse von Schülerantworten auf offene Physikfragen** — ●FABIAN KIESER und PETER WULFF — Pädagogische Hochschule Heidelberg

Durch Natural Language Processing (NLP), einem Teilbereich der Künstlichen Intelligenz Forschung, ist es Computern möglich, natürliche Sprache zu analysieren. Zahlreiche, aus dem Alltag bekannte Anwendungen, wie den Spamfilter der E-Mail Programme, Übersetzungssoftware, Chatbots oder persönliche Sprachassistenten auf verschiedenen technischen Geräten, greifen auf Methoden des NLP zurück, um natürliche Sprache automatisch zu verarbeiten. Um eine maschinelle Analyse möglich zu machen, werden Dokumente typischerweise in einen Vektorraum abgebildet, sodass diese geclustert oder klassifiziert werden können. Diese Verfahren bieten auch für die Physikdidaktik besondere Potentiale. Der vorliegende Beitrag prüft, welche Möglichkeiten ausgewählte Methoden der maschinellen Textanalyse bieten, um Schülerantworten auf offene Physikfragen zu analysieren. Insbesondere wird überprüft, inwieweit die automatische Identifikation und Klassifikation mit Erkenntnissen der Physikdidaktik erklärbar sind. Auf dem Poster werden die Umsetzung der einzelnen Methoden, sowie deren Ergebnisse vorgestellt. Darüber hinaus werden Möglichkeiten für den Einsatz im schulischen Kontext diskutiert.

DD 10.4 Mon 11:30 P

**Einfluss biologischer und technischer Kontexte auf das situationale Interesse: Ein empirischer Vergleich** — ●JOHANNES LEWING, PASCAL KLEIN und SUSANNE SCHNEIDER — Universität Göttingen

Zur Förderung des Interesses an physikalischen Inhalten wird zunehmend auf kontextorientierten Unterricht gesetzt. Durch den Bezug zur Lebenswelt soll die persönliche Relevanz fachlicher Inhalte für Schülerinnen und Schüler erfahrbar gemacht werden. Der positive Effekt kontextorientierten Lernens auf affektive Schülermerkmale konnte im Vergleich zu traditionellen Unterrichtsansätzen mehrfach bestätigt werden. Weniger erforscht ist die Frage, inwiefern sich die spezifische Wahl eines Kontexts auf das Interesse beim Lernen auswirkt und welche Kontext- bzw. Personenmerkmale dies beeinflussen. Zur Beantwortung dieser Frage, wurde eine Studie mit  $N = 315$  Schülerinnen und Schülern durchgeführt, in der Lernaufgaben zum Basiskonzept Energie in technischen und biologischen Kontexten bearbeitet werden. Es zeigt sich, dass die Einbettung der physikalischen Inhalte in einen Themenbereich, für den bereits individuelles Interesse vorliegt, besonders die emotionale Komponente des situationalen Interesses fördert. Aber auch die für die stabile Interessenentwicklung entscheidende wertbezogene Komponente kann durch den passenden Kontext positiv beeinflusst werden. Im Beitrag werden Implikationen für die Schulpraxis und Forschungsdesiderate diskutiert.

DD 10.5 Mon 11:30 P

**Zusammenhänge zwischen dem Blickverhalten und der Antwortsicherheit beim Lösen von Aufgaben zum Graphenverständnis** — ●HANNA BLUMENTHAL, SASCHA SCHROEDER und PASCAL KLEIN — Universität Göttingen, Deutschland

Die Antwortsicherheit beim Lösen physikalischer Aufgaben ist ein wichtiger Indikator zur Ermittlung des Lernstands und zur Überprüfung des Verständnisses von Konzepten. So können inkorrekte Antworten, die mit einer hohen Antwortsicherheit gegeben wurden, auf Lernschwierigkeiten oder Missverständnisse hindeuten. Bislang wird die Antwortsicherheit nach Bearbeitung der Aufgabe abgefragt. Erste Eye-Tracking-Studien zeigen, dass Zusammenhänge zwischen der Antwortsicherheit und dem Blickverhalten während des Lösens der Aufgaben bestehen. In diesem Beitrag sollen diese Zusammenhänge anhand von Aufgaben zum Verständnis von Graphen überprüft werden. Es

werden die Augenbewegungen von Versuchspersonen beim Lösen entsprechender Aufgaben und die gegebene Antwortsicherheit in einem gemischten linearen Modell in Beziehung gesetzt. Dabei wird zwischen verschiedenen Aufgabentypen unterschieden, welche sich aus der unterschiedlichen Verwendung von Graphen und Text in Frage und Antwort ergeben. Ziel der Untersuchung ist die Bestimmung von Merkmalen des Blickverhaltens, die zur Prädiktion der Antwortsicherheit genutzt werden können.

DD 10.6 Mon 11:30 P

**Analyse des Kompetenzaufbaus zur Variablenkontrollstrategie mithilfe von Sankey-Diagrammen** — TOBIAS WINKENS, ●SIMON GOERTZ und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

Die Variablenkontrollstrategie (VKS) ist eine wichtige experimentelle Kompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht, die Schüler:innen in verschiedenen Lernsettings jedoch häufig falsch anwenden. Im Rahmen einer Design-Based Research Studie im Prä-Post-Design von Goertz wurde unter anderem evaluiert, wie die Kompetenzen der Schüler:innen hinsichtlich der VKS im Schulunterricht verbessert werden können. Mit einem Testinstrument zur Kompetenzerfassung der VKS wurden entsprechende Daten aufgenommen. Als Intervention kamen zwei verschiedene Lernzirkel mit je 5 Stationen (= Modulen) zum Einsatz. Der eine Lernzirkel besteht aus Modulen zu verschiedenen experimentellen Kompetenzen, wobei eines den Schwerpunkt auf die VKS legt, während beim anderen Lernzirkel alle Module die Schwerpunktkompetenz VKS behandeln. Eine detaillierte Auswertung der erhobenen Daten kann durch die Nutzung von Sankey-Diagrammen realisiert werden. Mit ihrer Hilfe kann das Antwortverhalten der Schüler:innen beim Testinstrument im Prä-Post-Vergleich insbesondere im Hinblick auf die beiden Lernzirkeltypen visualisiert und analysiert werden. Die daraus resultierenden Erkenntnisse und Ergebnisse werden auf dem Poster vorgestellt.

DD 10.7 Mon 11:30 P

**Learning gains with the Newton's Third Law Open Source Tutorial in Austrian high schools** — IVA N SAMPAIO-KRONISTER and ●MICHAEL M HULL — University of Vienna

I researched the use of the Newton's Third Law Open Source Tutorial in Austrian high schools in order to see if students achieve a better conceptual understanding of the physics concepts, compared to traditional instruction. The research was carried out in nine classes from three different schools (a total of 240 students). Pre-post testing was done with a "Force-Test" that included the Force Concept Inventory's Third Law dimension. All classes had already had their lessons in mechanics by the time of the pre-test. Therefore, the pre-tests results presented a good picture of what students had learned with traditional instruction. Between pre- and post-tests students had their normal classes with traditional instruction, which did not include mechanics, and only one 50-minute intervention with the Open Source Tutorial on Newton's third law. Subsequently they had the post-test, which showed what they learned with the tutorial. The results' analysis shows an evident gain on conceptual understanding of Newton's third law's concepts ( $g\text{-factor}=0,45$ ). The survey also indicated that these concepts actually made sense to the students: many of them had reconciled their intuitive ideas with the correct scientific concepts.

DD 10.8 Mon 11:30 P

**The Public's Knowledge on Radioactivity: What effect does the passing of time after graduation and the type of school attended make?** — EVA HOLZINGER and ●MICHAEL M HULL — University of Vienna

Physics is an unpopular topic in casual conversation today. This may be due to the fact that many adults do not remember any physics that they supposedly learned at school. This paper will address this hypothesis by seeing if time spent since graduating affects adults' understanding of radioactivity, and if school attended makes a difference in this retention. I created an online questionnaire composed of demographic questions and questions to probe understanding and misconceptions about radioactivity. I then collected data with this questionnaire from  $N = 386$  individuals with Austrian school-leaving qualifications. I performed a three-way ANOVA and found that there is a difference in knowledge about radioactivity between recent school leavers and non-recent school leavers, with recent school leavers performing better. Nevertheless, even recent school graduates exhibited the typical misconceptions (they conflated irradiation and contamination, for example), with school attended making no significant difference.

DD 10.9 Mon 11:30 P

**Schaltpläne als Repräsentation in der Elektrizitätslehre - eine Schulbuchanalyse** — ●STEFANIE PETER und OLAF KREY — Universität Augsburg

Die Vermittlung grundlegender Konzepte der Elektrizitätslehre stellt eine große Herausforderung dar, wie sich auch daran erkennen lässt, dass auch nachdem die Elektrizitätslehre im Unterricht behandelt wurde, bei Lernenden eine Vielzahl von fachlich unangemessenen Vorstellungen festgestellt werden können. Eine grundlegende Repräsentationsform, die beim Lehren und Lernen der Elektrizitätslehre eine zentrale Rolle spielt, stellen Schaltpläne dar. Der Umgang mit Schaltplänen durch Lernende und Lehrende ist bisher wenig erforscht und auch die Schaltpläne selbst in ihrer Funktion als externe Repräsentation haben bisher wenig Aufmerksamkeit erfahren, was in Anbetracht ihrer Verwendung in Experimentieranleitungen, Sachtexten, Aufgabenstellungen etc. überrascht. Diesem Defizit widmet sich unser Forschungsvorhaben. In einem ersten Schritt werden dabei Schaltpläne als Repräsentationen gegen andere Repräsentationen abgegrenzt und die Verwendung von Schaltplänen in Schulbüchern systematisch erfasst. Aufbauend auf diesen Vorarbeiten soll dann der Umgang mit Schaltplänen insbesondere durch die Lernenden in den Blick genommen werden.

DD 10.10 Mon 11:30 P

**Investigating differences in how teachers facilitate the Classbook "The Radiation Around Us"** — MARKUS WINTERSTELLER, MAXIMILIAN JEIDLER, and ●MICHAEL M HULL — Universität Wien, Wien, Österreich

HEC (Hypothesis Experiment Class) is a teaching method Kiyonobu Itakura first introduced. Similar to a gameshow, students in HEC are asked a series of problems to choose answers a, b or c from. After a discussion phase, the correct answer is revealed. In repeating this procedure, the students are constantly learning more about a specific topic. I am the first teacher to conduct the HEC lesson "The Radiation Around Us" (TRAU) at an Austrian school. My impression is that TRAU has much potential and I am focusing my MS thesis on evaluating this potential. According to Itakura, HEC has three goals: growth in conceptual understanding, enjoyment of the lesson, and reproducibility of the lesson across classrooms. In my thesis, I investigate the last of those three points; namely, I am investigating the effectiveness of TRAU with different teachers with different levels of experience in using HEC. To validate the HEC claims regarding TRAU, all 3 points need to be addressed. For that reason, Maximilian Jeidler is investigating the first two points in his MS thesis.

DD 10.11 Mon 11:30 P

**The Influence of "The Radiation Around Us" on Student Conceptual Understanding and Interest** — MAXIMILIAN JEIDLER,

MARKUS WINTERSTELLER, and ●MICHAEL M HULL — Universität Wien, Wien, Österreich

My MS thesis focuses on a special method of teaching called "Hypothesis-Experiment Class" (HEC), developed in Japan by Kiyonobu Itakura. In this method, the teacher is provided with a "Classbook" with which to conduct the lesson. In HEC, students are asked a question and choose between several possible answers. The number of votes for each answer choice is recorded on the blackboard. Individual learners are asked to explain why they chose one of the answer options. Afterwards, all learners have the opportunity to change their choice. Finally, an experiment decides which answer was the correct one. This process is repeated in a cycle with new questions and experiments. HEC has three goals (Itakura, 2019, p. 19-23): 1. make sure each and every student gains the ability to use the central theory or concept. 2. structure the class so that most students report that they like both science and these science classes. 3. make all necessary preparations so that any teacher sufficiently passionate about education, not just special veteran teachers, will be able to teach this type of class. In my work, I will focus on the first and second goals for the Classbook "The Radiation Around Us" (TRAU), which deals with where ionizing radiation can be found in what amounts in our everyday life. The third goal of HEC is discussed in the accompanying poster by Markus Wintersteller.

DD 10.12 Mon 11:30 P

**Can focusing on the understanding sub-skill lead to enhanced mastery of the control of variable strategy?** — STEPHANIE STEINDL and ●MICHAEL M HULL — Universität Wien, Wien, Österreich

Since the mid-20th century, education researchers across disciplines have investigated how to better teach experimental competencies. The control-of-variable-strategy (CVS) is a fundamental part of experimental knowledge acquisition, as it allows the researcher to draw valid conclusions about cause-effect-relationships in experiments where only one variable is changed. Researchers have postulated CVS as being comprised of sub-skills, with the sub-skill "understanding the indeterminacy of confounded experiments (UN)" being the most difficult for students to master. Schwichow et al. (2020) proposed that direct instruction in the UN sub-skill might result in mastery of the UN-skill before or at the same time as the remaining sub-skills. In this presentation, I will discuss my investigation of this proposal, where I measure the effect of different interventions on the overall CVS-skills.

Schwichow, M., Osterhaus, C., & Edelsbrunner, P. A. (2020). The relation between the control-of-variables strategy and content knowledge in physics in secondary school. *Contemporary Educational Psychology*, 63, 101923. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101923>

## DD 11: Postersession 1: Lehreraus- und -weiterbildung

Time: Monday 11:30–12:30

Location: P

DD 11.1 Mon 11:30 P

**Reflexion von Physikunterricht - ein Online Assessment mit Feedback** — ●ANNA WEISSBACH und CHRISTOPH KULGEMEYER — AG Didaktik, Universität Paderborn, Paderborn, Deutschland

Die Unterrichtsreflexion spielt für Lehrkräfte eine zentrale Rolle. Sie dient der eigenen Professionalisierung und der Weiterentwicklung des Unterrichts. Die Förderung der Reflexionsfähigkeit ist daher auch schon in der ersten Ausbildungsphase wichtig. Ausgehend von einem bestehenden Performanztest zur Reflexion von Physikunterricht wird ein geschlossenes Instrument entwickelt, in welchem Proband\*innen inhaltlich zusammengehörige Unterrichtsausschnitte (Videovignetten) aus dem Unterricht eines fiktiven Mitpraktikanten im Sinne einer Fremdreiflexion beurteilen. Das Instrument wird mit (teil)automatisiertem Assessment Feedback sowie daran anschließenden Förderempfehlungen versehen. Studierende sollen das Instrument in Eigenregie zur fundierten Selbsteinschätzung dieser Fähigkeit durchführen, Dozierende Rückmeldungen zu ihrer Studiengruppe erhalten können.

Ziel des Projekts ist die Validierung von Testinstrument und Rückmeldeformaten, sodass sichergestellt wird, dass sie zur Kompetenzentwicklung beitragen. Dazu wird im Sinne des Argument-Based-Approach von Kane (1992) ein Interpretations-Nutzungs-Argument formuliert und u.a. in Bezug auf die Angemessenheit der Testaufga-

ben, Testscores und resultierenden Konsequenzen evaluiert.

Vorgestellt werden das entwickelte Material (Testinstrument, Rückmeldeformat und Fördermaterial) sowie Ergebnisse einer Think-Aloud-Studie zur Evaluation des Testinstruments.

DD 11.2 Mon 11:30 P

**Quereinstiegsmasterstudiengänge verstetigen und ausbauen? Befunde und Implikationen aus der Evaluation des Quereinstiegsmasters an der Freien Universität Berlin** — ●NOVID GHASSEMI und VOLKHARD NORDMEIER — Freie Universität Berlin

Der Mangel an Lehrkräften für unterschiedliche Fächer und Schulformen dauert im Land Berlin weiter an. Demensprechend sieht der neue Koalitionsvertrag von SPD, Grünen und der Linken eine Verstetigung des sog. \*Sonderprogramms Beste (Lehrkräfte-)Bildung\* und einen Ausbau der Quereinstiegsmasterstudiengänge (Q-Master) vor (spd.berlin 2021). Als Argument für diese Pläne werden positive Erfahrungen genannt. Damit gemeint sind wohl auch vorläufige Evaluationsergebnisse des Q-Masters für die Grundschule (Lucknat et al. 2021) und für Integrierte Sekundarschulen und Gymnasien (Ghassemi & Nordmeier 2021) im Land Berlin. Nicht ausreichend geklärt ist allerdings, welche individuellen Motive und Erwartungen der Q-Masterstudierenden die positiven Befunde erklären könnten und welche

zusätzlichen Implikationen und Limitationen sich hieraus ergeben. Um diese Fragen besser beantworten zu können, werden die Q-Masteranden im Fach Physik an der Freien Universität (FU) Berlin nicht allein mittels quantitativer Instrumente untersucht, sondern auch zu ihren Berufsbiografien, ihren Erwartungen an das Studium und dessen subjektiv erlebten Nutzen interviewt. Der Beitrag diskutiert anhand aktueller Ergebnisse der quantitativen und qualitativen Begleitforschung des Q-Masters im Fach Physik an der FU Berlin die Grenzen und Potenziale einer Verstärkung und Ausweitung der Q-Masterstudiengänge.

DD 11.3 Mon 11:30 P

**Reflexionsprozesse im Lehr-Lern-Labor** — ●JENS DAMKÖHLER, THOMAS TREFZGER und MARKUS ELSHOLZ — Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Praxisveranstaltungen wird in der Lehramtsausbildung eine bedeutende Rolle zugeschrieben. Eine mögliche Ausgestaltung dieser Praxisphase sind z.B. Lehr-Lern-Labore (LLL) mit iterativen Phasen, bei denen Studierende jeweils Kleingruppen von Schülerinnen und Schülern in zeitlichem Abstand an einem außerschulischen Lernort (MIND-Center) unterrichten und zwischen den einzelnen Erprobungen Überarbeitungs- und Reflexionsphasen stattfinden. Bisherige Forschungsergebnisse legen nahe, dass ein Lehr-Lern-Labor mit intensiven Phasen der Reflexion die Professionelle Unterrichtswahrnehmung und das Selbstkonzept positiv begünstigen kann. In dem hier vorgestellten Vorhaben sollen die professionellen Reflexionsprozesse von Lehrkräften im LLL-Seminar mit qualitativen und quantitativen Methoden untersucht werden. Insbesondere wird der Frage nachgegangen werden, ob mit Hilfe systematischer Schülerfeedbacks zusätzlich Reflexionsprozesse initiiert werden können. Begleitend ist geplant, das Professionelle Selbstkonzept zu erheben.

DD 11.4 Mon 11:30 P

**Digitalität im mathematisch-naturwissenschaftlichen Fachunterricht: Entwicklung und Beforschung einer Masterlehrveranstaltung für die Lehramtsausbildung** — ●ANGELIKA MANDL, CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER, PHILIPP SPITZER und THOMAS SCHUBATZKY — Universität Graz, Österreich

Im Rahmen des Projekts ProDigiTrans wird an der Universität Graz im Paradigma des Design-Based Research eine Masterlehrveranstaltung für Lehramtsstudierende mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterrichtsfächer entwickelt und beforscht.

Das Ziel ist es, zur Professionalisierung angehender Lehrkräfte beizutragen, sodass diese ihren Fachunterricht digital transformiert umsetzen können. Im Rahmen der Lehrveranstaltung sollen einerseits technisch-pädagogische Kompetenzen, ausgewählt auf Basis einer Curricula-Analyse und von Lehrenden- und Studierenden-Befragungen, vermittelt und andererseits ein Verständnis für die Digitalität der Gesellschaft gefördert werden.

Das Poster zeigt die Ergebnisse dieser durchgeführten Curricula-Analyse und Befragungen sowie die daraus resultierenden an die Studierenden adressierten Kompetenzziele. Außerdem werden die Einführung in die digitale Messwertfassung mit Arduino-Mikrocontrollern und Sensoren als ein inhaltlicher Schwerpunkt der Lehrveranstaltung und die Ergebnisse der dazu durchgeführten Akzeptanzbefragungen vorgestellt. Das auf speziellen Design-Kriterien beruhende Design der Lehrveranstaltung wird präsentiert und es werden Einblicke in die Beforschung des Masterlehrveranstaltungsformates gegeben.

DD 11.5 Mon 11:30 P

**Essenzielle Features der Frankfurt/Grazer Optikkonzeption** — ●MARKUS OBCZOVSKY, THOMAS SCHUBATZKY und CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER — University of Graz

Eine zentrale Aufgabe physikdidaktischer Forschung ist das Entwickeln innovativer Unterrichtskonzeptionen. Unterrichtsmaterialien bieten eine Möglichkeit diese Innovationen in die Schulpraxis zu bringen. Der Erfolg dieses Transfers ist mitunter abhängig davon, wie Unterrichtskonzeptionen im Unterricht implementiert werden. Wenn Lehrkräfte ihren Unterricht nach einer Unterrichtskonzeption planen, verwenden sie dafür meist beiliegende Unterrichtsmaterialien. Es zeigt sich jedoch, dass Lehrkräfte Unterrichtsmaterialien oft nur bruchstückhaft in ihrem Unterricht einsetzen (Breuer 2021), womit eventuell wesentliche Aspekte der Unterrichtskonzeption verloren gehen. Um Lehrkräfte dabei zu unterstützen, die fachdidaktischen Überlegungen und Leitideen einer Unterrichtskonzeption - welche möglicherweise nicht direkt aus den Unterrichtsmaterialien ersichtlich sind - im Unterricht umzusetzen, wird das Konzept der Essenziellen Features (EF) als fachdidaktische Charakteristika einer Unterrichtskonzeption vorgeschlagen. Eine explizite

Kommunikation dieser EF an Lehrkräfte soll diese dabei unterstützen, ihren Unterricht individuell und adressatengerecht zu gestalten und dennoch die fachdidaktischen Grundideen einer Unterrichtskonzeption berücksichtigen zu können. Als Startpunkt wurden exemplarisch die EF der Frankfurt/Grazer Optikkonzeption (Haagen 2016) durch unterschiedliche Expert:innen mithilfe der Unterrichtsmaterialien und zusätzlicher Publikationen ermittelt und werden am Poster vorgestellt.

DD 11.6 Mon 11:30 P

**Vignettenstudie zur Perspektive von Physiklehrkräften auf die Lernergebnissicherung im Physikunterricht** — ●LUCAS CARLOS TELEVANTOS UBEDA, JOHANNES FRANK LHOTZKY, MARGARETE IMHOF und KLAUS WENDT — Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Die Sicherung von Lernergebnissen ist die zentrale Gelingensbedingung für den erfolgreichen Abschluss von Lehr- und Lernprozessen. Trotz dieser zentralen Rolle für das unterrichtliche Handeln liefert die fachdidaktische Literatur kein einheitliches Verständnis darüber, was unter Lernergebnissicherung zu verstehen ist und welche Kriterien an die unterrichtspraktische Umsetzung anzulegen sind. Um die in der Unterrichtspraxis herrschenden Vorstellungen zur Lernergebnissicherung im Physikunterricht zu erfassen, fand für den vorliegenden Beitrag im Rahmen einer Masterarbeit an der JGU Mainz eine Erhebung unter Physiklehrkräften aus dem gesamten deutschsprachigen Raum mittels einer Online-Survey statt. Dazu wurden Unterrichtsvignetten entwickelt, die jeweils den aus der Theorie abgeleiteten Aspekten der Lernergebnissicherung entsprechen und von den Befragten bewertet wurden. Bei der Stichprobengröße der Untersuchung von N=27 fiel in der quantitativen Auswertung besonders die große Streuung in den Bewertungen der Physiklehrkräfte auf. Die Untersuchung liefert somit einen empirischen Beleg für die Verwirrung um den Begriff der Lernergebnissicherung. Das Poster fasst die Ergebnisse zusammen und diskutiert Implikationen für die Lehramts- Aus- und Weiterbildung.

DD 11.7 Mon 11:30 P

**CERN Online-Fortbildungsprogramme für Lehrpersonen - lessons learned** — ●JEFF WIENER und SASCHA SCHMELING — CERN, Genf, Schweiz

Bereits seit 1998 werden am CERN Fortbildungsprogramme für MINT Lehrpersonen durchgeführt. In den vergangenen Jahren kamen so pro Jahr bis zu 1000 Lehrpersonen aus über 60 verschiedenen Ländern nach Genf, um im Rahmen von 'professional development programmes' ihr fachliches und fachdidaktisches Wissen zur Teilchenphysik aufzufrischen. Durch die COVID-19 Pandemie konnten diese Programme allerdings seit Frühling 2020 nicht mehr vor Ort stattfinden und wurden stattdessen durch Online-Fortbildungsprogramme ersetzt. Diese wurden an die jeweiligen Anforderungen angepasst und erreichten so im vergangenen Jahr mehr als 2300 Lehrpersonen aus 80 verschiedenen Ländern. Die Bandbreite reicht von kurzen Halbtagesprogrammen hin zu wöchentlichen und sogar mehrmonatigen Programmen, in denen der Austausch der Lehrpersonen untereinander explizit ermöglicht und gefördert wird. Eine essentielle Komponente der Online-Programme stellen Arbeitsaufgaben dar, die von den Lehrpersonen während und nach dem Programm erledigt werden. Diese dienen einerseits der Verdichtung des jeweiligen Programminhalts, stellen andererseits aber auch eine reichhaltige Datenquelle für die Weiterentwicklung der Programme dar. Im Beitrag werden die Designprinzipien und Charakteristika der Programme vorgestellt, sowie relevante fachdidaktische Aspekte diskutiert, die aus der qualitativen Inhaltsanalyse der Arbeitsaufgaben gewonnen wurden.

DD 11.8 Mon 11:30 P

**Einsatz digitaler Werkzeuge im Physikunterricht - eine Interviewstudie** — ●DANIEL WALPERT und RITA WODZINSKI — Universität Kassel

Die integrative Vermittlung digitaler Kompetenzen im Regelunterricht setzt bei (angehenden) Lehrkräften technologiebezogene Kompetenzen voraus, welche beispielsweise im TPACK-Modell beschrieben werden. Darüber hinaus ist eine reflektierte Einstellung der Lehrkräfte gegenüber dem Einsatz digitaler Werkzeuge im Unterricht eine wichtige Gelingensbedingung zur Vermittlung digitaler Kompetenzen. Deshalb sollte bereits früh in der (Physik-)Lehramtsausbildung der Erwerb und die vertiefte Auseinandersetzung mit technologiebezogenen Inhalten erfolgen. Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung und Evaluation von Lernarrangements, die eine Förderung technologiebezogener Kompetenzen (TK, TPK, TCK, TPACK) bei angehenden Physik-Lehrkräften erzielen sollen. Im Rahmen der Begleitforschung

wird der Einfluss der Teilnahme auf die Einstellungen und die Ausprägung technologiebezogener Wissensfacetten der Studierenden untersucht. Die Erfassung der Einstellungen der Studierenden erfolgt mithilfe teilstrukturierter Interviews im Prä-Post-Design und wird mittels induktiver qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet. Unter den Einstellungen der Studierenden werden folgende Teilfacetten zusammengefasst: Selbstwirksamkeitserwartung, Motivation und wahrgenommene Relevanz zur Vermittlung digitaler Kompetenzen. Es sollen weiterhin Begründungsmuster der Studierenden zum Einsatz digitaler Werkzeuge im Unterricht offengelegt werden.

DD 11.9 Mon 11:30 P

**Perceived Agency of In-Service Physics Teachers in Japan and Austria** — ●MICHAEL M HULL<sup>1</sup> and HARUKO UEMATSU<sup>2</sup> —  
<sup>1</sup>Universität Wien, Wien, Österreich — <sup>2</sup>Tokyo Gakugei University,

Tokyo, Japan

Dissemination of reformed curriculum requires teachers to feel that they have the freedom to implement the curriculum in the classroom. Even instructors who are trained in research-based instruction and are convinced of its value might fail to implement the curriculum in the classroom if, for example, they feel like doing so would jeopardize their ability to cover the contents required by the national standards. We created the "Perceived Agency Survey" to assess teacher views about such issues and administered it to physics teachers in Austria (where teachers are given considerable freedom in their teaching by the national standards) and Japan (which has national standards that are regarded as more demanding of teachers). In this presentation, I will show which items of the survey indicate differences in views between the two groups of teachers, and I will discuss recent interviews with teachers about how Corona has affected their perceived agency.

## DD 12: Postersession 1: Neue Konzepte

Time: Monday 11:30–12:30

Location: P

DD 12.1 Mon 11:30 P

**Schülerlabor to go - MINT-Angebote im Freizeitbereich** — ●MARIA HINKELMANN und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University, I. Physikalisches Institut IA

Die Städteregion Aachen bietet Schüler:innen verschiedener Jahrgangsstufen bereits eine Vielzahl unterschiedlicher MINT-Angebote, doch haben sich besonders im Nachmittags- und Freizeitbereich weitere Förderbedarfe aufgezeigt. Deshalb soll an der RWTH Aachen University ein Programm entstehen, bei welchem niederschwellige MINT-Kurse im Nachmittagsbereich angeboten werden. Auf Grundlage der vielfältigen Schülerlabor-Angebote in Bereichen wie Physik, Chemie, Biologie oder Informatik sollen vierwöchige Kurse mit jeweils 90-minütigen Einheiten entstehen, welche nachmittags zunächst in Schulen umgesetzt werden. Die kurze Laufzeit eines Kurses, die vielfältigen Themen und die Umsetzung an den Schulen sollen das Angebot für die Schüler:innen möglichst leicht zugänglich und für die Schulen flexibel nach Bedarf und Interesse buchbar machen. Die Zielgruppe stellen Jugendliche im Alter von 10 - 16 Jahren dar, wobei ein besonderer Fokus auf die Förderung von jungen Mädchen gelegt wird. Durch den Einsatz im non-formalen Bildungsbereich und in der Freizeit soll besonders die Motivation zur Auseinandersetzung mit MINT-Themen im Alltag gefördert sowie aktiv gegen den akuten Fachkräftemangel vorgegangen werden, der in nahezu allen MINT-Branchen vorzufinden ist. Langfristig sollen die Erfahrungen mit dem Programm auch außerhalb der Städteregion Aachen nutzbar werden und in den Erfahrungsaustausch zwischen MINT-Clustern in Deutschland einfließen.

DD 12.2 Mon 11:30 P

**Entwicklung eines Unterrichtsansatzes zum Thema Modellierung und numerische Simulation als naturwissenschaftliche Arbeitsweisen der Erkenntnisgewinnung** — ●JOHANNA RÄTZ, JAN HEYSEL, INGA WOESTE, VERA MUNZ und FRANK BERTOLDI — Universität Bonn

Modellierung spielt eine zentrale Rolle in den Naturwissenschaften und ist damit auch von hoher Relevanz für gesellschaftspolitische Entscheidungen, z.B. bei der Vorhersage der Entwicklung des Erdklimas oder von Pandemien. Um Schüler\*innen durch den Unterricht in ihrer Orientierung, Urteilsfähigkeit und kritischen Teilhabe an einer durch Naturwissenschaften geprägten Gesellschaft zu stärken, ist es unabdingbar die Rolle von Modellen für Erkenntnisprozesse zu thematisieren und explizit zu reflektieren.

Hierzu wurde ein Unterrichtsansatz entwickelt, in dem die Schüler\*innen eine Wurfbewegung in einer Sportart ihrer Wahl zunächst modellieren und selber in einer authentischen Programmierumgebung (Jupyter Notebook für Python) numerisch simulieren. Anschließend wird das Ergebnis der Simulation mit einem Real-Experiment verglichen und der Vergleich diskutiert.

Auf diesem Poster wird der Arbeitsstand nach der ersten Erprobung im Rahmen des Projekts "EduChallenge: Perspektiven auf Naturwissenschaften" dargestellt.

DD 12.3 Mon 11:30 P

**Ein dynamisches Elektronenmodell für den Elektrikunterricht** — ●FABIAN BEIL, MICHAEL THEES, SEBASTIAN KAPP und JO-

CHEN KUHN — Technische Universität Kaiserslautern, Kaiserslautern, Deutschland

Um im schulischen Elektrikunterricht Präkonzepten der Lernenden zu begegnen, nutzen Lehrende oft Unterrichtskonzepte auf Basis einer Analogie wie z.B. das Wasserkreislaufmodell. Kürzlich wurde von J.P. Burde und T. Wilhelm eine potentialbasierte Analogie entwickelt, das Elektronengasmodell. Diese zeigt eine höhere Wirksamkeit gegen Präkonzepte als traditionelle Unterrichtsansätze. Allerdings erklären analoge Ansätze oft nicht alle Aspekte des Zielbereichs und müssen durch weitere Modelle ergänzt werden. In unserer Arbeit stellen wir ein fachnahes, analogiefreies Modell vor, das kurze transiente Zustände nutzt, um daraus das Potential im Stromkreis abzuleiten. Diese dynamischen Vorgänge auf der Grundlage von Kräften zwischen geladenen Teilchen werden dabei so weit vereinfacht, dass das Modell von Schüler\*innen der Mittelstufe genutzt werden kann. Es bleibt dabei anschlussfähig an nachfolgende Themenbereiche, z.B. an die elektromagnetische Induktion, und muss zu keinem Zeitpunkt völlig verworfen werden. In diesem Beitrag wird eine Unterrichtssequenz mit dem dynamischen Elektronenmodell vorgestellt, die als Basis für zukünftige empirische Untersuchungen dienen soll.

DD 12.4 Mon 11:30 P

**Entwicklung eines Unterrichtsansatzes zum Thema "Peer-Review-Verfahren als wissenschaftliche Qualitätssicherung"** — ●INGA WOESTE, JAN HEYSEL, JOHANNA RÄTZ, VERA MUNZ und FRANK BERTOLDI — Universität Bonn

Das Peer-Review-Verfahren ist eine in der Wissenschaft etablierte Praxis zur Begutachtung von wissenschaftlichen Leistungen und Akteuren durch Fachkolleg\*innen. Als Mechanismus der wissenschaftlichen Qualitätssicherung und Kernelement in der Selbststeuerung von Wissenschaft spielt es unter anderem im Publikationswesen, in Berufungsverfahren und bei Verteilungen von Forschungsressourcen eine wichtige Rolle. Im schulischen Kontext wird Peer-Feedback bereits als Methode eingesetzt, bei der sich die Schüler\*innen gegenseitig Rückmeldungen zu ihren Arbeitsprodukten geben. Ein Bezug zum Peer-Review-Verfahren als wissenschaftliche Praxis wird hierbei, soweit uns bekannt, jedoch nicht hergestellt. Daher stellt sich die Frage, wie das Peer-Review-Verfahren als Unterrichtsmethode gestaltet und angewendet werden kann, um bei den Schüler\*innen ein Verständnis des Konzepts und der Zielsetzung dieser wissenschaftlichen Praxis zu fördern. Im Rahmen des ersten Entwicklungszyklus des Design-Based Research Projekts "EduChallenge: Perspektiven auf Naturwissenschaften" wurde dazu ein Unterrichtsansatz entwickelt und erprobt, bei dem sich die Schüler\*innen Hintergründe zum Peer-Review-Verfahren über eine digitale Lernumgebung erarbeiten, in Arbeitsgruppen einen wissenschaftlichen Artikel über ihr Forschungsprojekt verfassen und sich dann dazu im Rahmen eines Double-Blind-Verfahrens Feedback geben.

DD 12.5 Mon 11:30 P

**Entwicklung eines Unterrichtsansatzes zur soziologischen Perspektive auf Nature of Science. Der Schulgarten als Analogie zur Wissenschaft.** — ●VERA MUNZ, JAN HEYSEL, INGA WOESTE, JOHANNA RÄTZ und FRANK BERTOLDI — Universität Bonn  
 Ein bedeutendes Bildungsziel naturwissenschaftlichen Unterrichts ist

es, ein angemessenes Verständnis der Nature of Science (NOS) zu entwickeln. Dies soll den Lernenden ermöglichen, mündig an unserer modernen Informationsgesellschaft teilzuhaben. Wissenschaft als Funktionssystem innerhalb unserer Gesellschaft zu verstehen, ermöglicht es, aus dem gesellschaftlichen Kontext heraus, in dem Wissenschaft eingebettet ist, strukturelle und methodische Praktiken von Wissenschaft zu verstehen. Eine Betrachtung des sozialen Kontextes von Wissenschaft steht daher nicht im Widerspruch zu methodologischen Überlegungen (wie der hypothetisch-deduktiven Methodik), sondern ergänzt diese.

Um Lernenden ein Bild der Naturwissenschaften zugänglich zu machen, welches aus soziologischen Überlegungen entsteht, wurde ein Unterrichtsansatz entwickelt, in welchem ein Schulgarten als Analogie zur Wissenschaft genutzt wird. Die Lernenden planen hierfür ihren eigenen Schulgarten, um sich mit einem möglichen Aufbau eines Funktionssystems vertraut zu machen. Daraufhin wird der selbst entwickelte Schulgarten als Analogie für das System Wissenschaft betrachtet und diskutiert. Dieser Ansatz wurde an zwei Schulen in Nordrhein-Westfalen an Kursen der Einführungsphase erprobt und evaluiert.

DD 12.6 Mon 11:30 P

**EduChallenge: Perspektiven auf Naturwissenschaften. Entwicklung eines innovativen Unterrichtskonzepts zum Bereich Nature of Science.** — ●JAN HEYSEL<sup>1</sup>, JOHANNA RÄTZ<sup>1</sup>, INGA WOESTE<sup>1</sup>, VERA MUNZ<sup>1</sup>, JANINA BEIGEL<sup>2</sup> und FRANK BERTOLDI<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Universität Bonn — <sup>2</sup>Universität Heidelberg

Wir sehen Handlungsbedarf aus der Problematik, dass Schilervorstellungen zur *Nature of Science* (NOS) oft sehr undifferenziert sind, dass konkrete Inhalte und Ziele von Unterricht im Bereich NOS unklar und kontrovers bleiben, und dass bislang wenige Konzepte zur expliziten Förderung von Kompetenzen in diesem Bereich existieren.

Auf der Basis der Lerntheorie und der Pädagogik des *Deeper Learning* entwickeln wir den allgemeinen Ansatz einer *EduChallenge* als motivierendes und explizit kompetenzorientiertes Unterrichtsformat. Außerdem entwickeln wir ein Konzept der *Perspektiven auf Naturwissenschaften* als kompetenzorientierten, schulpraktischen Ansatz, der neben methodologischen Aspekten auch historische, soziologische und philosophische Perspektiven umfasst.

Unser aktuelles Projekt der *EduChallenge: Perspektiven auf Naturwissenschaften* kombiniert beide allgemeinen Ansätze zu einem konkreten Anwendungsbeispiel. Wir haben kürzlich den ersten Entwicklungszyklus unseres Design-Based Research Projekts mit einer Erpro-

bung an zwei Schulen abgeschlossen und stellen mit diesem Poster den aktuellen Arbeitsstand dar.

DD 12.7 Mon 11:30 P

**Didaktische Rekonstruktion der Strahlentherapie** — ●AXEL-THILO PROKOP und RONNY NAWRODT — Universität Stuttgart, 5. Physikalisches Institut - Abt. Physik und ihre Didaktik Pfaffenwaldring 57, 70569 Stuttgart

Die Anwendung radioaktiver Materialien zur Behandlung von Krebserkrankungen ist einschließlich typischer Nebenwirkungen landläufig bekannt. Die genaue Wirkungsweise der dabei verwendeten Isotope, die dafür notwendige Verarbeitung des Isotops und die allgemeine Wirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper auf mikroskopischer Ebene sind hingegen nicht allgemein bekannt. Hier bietet sich die Möglichkeit Radioaktivität in Hinblick auf typische Alltagsvorstellungen neu zu denken und die Begriffe "radioaktive Materie" und "ionisierende Strahlung" sachgerecht einzuordnen.

DD 12.8 Mon 11:30 P

**Weiterentwicklung eines interaktiven Steckbretts zum Aufbau elektrischer Schaltungen** — ●MESUT IBRAHIM TASTEKIN, SIMON GOERTZ, SEBASTIAN NELL und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University, Deutschland

Um Lehrkräfte bei der Planung und Durchführung von kompetenzorientiertem Unterricht zu unterstützen, werden an der RWTH Aachen University im Rahmen der Plattform \*FLexKom\* Unterrichtsmaterialien zum Fördern und Lernen experimenteller Kompetenzen entwickelt. Dabei werden Module angeboten, die Teilkompetenzen in den Bereichen Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten fördern sollen. Dieser Beitrag beschreibt die Evaluation und Weiterentwicklung eines interaktiven Steckbretts, das eine direkte Rückmeldung durch einen Mikrocontroller über die Korrektheit einer gesteckten elektrischen Schaltung geben kann. Der Einsatz des Steckbretts fand in physikalischen Praktikumsversuchen von Studierenden unterschiedlicher Studiengänge statt. Die Weiterentwicklung erfolgt mit dem Ziel der detaillierten Nachverfolgung des Steckprozesses der Schaltung. Dies soll die Analyse möglicher experimenteller Schwierigkeiten, typischer Vorgehensweisen und Schilervorstellungen ermöglichen. Auf dem Poster werden das evaluierte Steckbrett sowie die Umsetzung der Weiterentwicklung des Steckbretts beschrieben.

## DD 13: Postersession 1: Physikdidaktik und Inklusion

Time: Monday 11:30–12:30

Location: P

DD 13.1 Mon 11:30 P

**Zur Rolle von naturwissenschaftlicher Bildung in Straßen-schulen** — ●MATTHIAS FISCHER und MANUELA WELZEL-BREUER — Pädagogische Hochschule Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

Im Jahr 2015 wurden die Ziele für nachhaltige Entwicklung von den Vereinten Nationen verabschiedet, zu denen auch die Ziele 'No Poverty' und 'Quality Education' gehören. Das letztgenannte Bildungsziel beinhaltet für die Vereinten Nationen neben dem gleichberechtigten Zugang aller Bevölkerungsgruppen zu den verschiedenen Bildungsebenen auch ein sichergestellter sowie hochwertiger Sekundarschulabschluss aller. Diese beiden Unterziele gelten insbesondere auch für die ungefähr 37.000 in Deutschland lebenden Straßenjugendlichen. Dabei sind Straßenkarrieren und erfolgreiche Schulkarrieren für viele Jugendlichen nur schwer zu realisieren. So hat beispielsweise Hoch (2016) in einer Studie festgestellt, dass die Mehrheit der Straßenjugendlichen im Gegensatz zu den durchschnittlich erreichten Schulabschlüssen in Deutschland entweder gar keinen Schulabschluss oder nur einen Hauptschulabschluss besitzt. Gründe hierfür sind diverse Barrieren und Probleme, denen sich Straßenjugendliche während des Schulbesuchs sowie bei der Wiederaufnahme des Bildungsweges nach erfolgtem Schulabbruch gegenübersehen. In Deutschland gibt es mittlerweile mehrere Straßenschulen, die solchen Jugendlichen unter Berücksichtigung ihrer Lebenslagen das Nachholen eines hochwertigen Sekundarschulabschlusses ermöglichen. In unserer Studie wird untersucht, inwiefern naturwissenschaftliche und im Besonderen physikalische Bildung eine Rolle in den Straßenschulen spielt.

DD 13.2 Mon 11:30 P

**MasterClasses** — ●AZADEH GHANBARI<sup>2</sup>, STINA SCHEER<sup>1</sup>, RAINER

MÜLLER<sup>2</sup> und GUNNER FRIEGE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Leibniz Universität Hannover | Institut für Didaktik der Mathematik und Physik | Physikdidaktik — <sup>2</sup>Technische Universität Braunschweig | IFDN | Physik und Physikdidaktik

MasterClasses sind halbtägige Workshops zu aktuellen Themen der Quantenmetrologie für Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe (Einführungs und Qualifikationsphase). Die Lernenden werden auf Grundlage ihrer im Physik und Mathematikunterricht erworbenen Fähigkeiten an Themen der aktuellen Forschung herangeführt. Dabei können sie nicht nur experimentieren und neue Bereiche der Physik kennen lernen, sondern bekommen durch Kontakt mit Forschenden auch einen Einblick in den Wissenschaftsbetrieb. Die MasterClasses sind Teil des Exzellenzclusters QuantumFrontiers.

DD 13.3 Mon 11:30 P

**Gestaltung inklusiver Lernsettings am Beispiel Getriebe** — ●LARISSA FÜHNER und ALEXANDER PUSCH — Institut für Didaktik der Physik, WWU Münster

Im Zuge der Inklusion an Schulen steht die Physikdidaktik vor der aktuellen Herausforderung den regulären Physikunterricht für die Bedürfnisse von Schülerinnen und Schilern mit verschiedenen Beeinträchtigungen des Lernens zu adaptieren und weiterzuentwickeln. Dabei können grundlegende Handlungsempfehlungen aus der sonderpädagogischen Praxisarbeit helfen, die Lernsituationen konkret auszugestalten. Auf diesem Poster stellen wir Teile unseres Seminarkonzepts zu inklusivem Physikunterricht vor. Dort zeigen wir zunächst typische Probleme von lernbeeinträchtigten Schülerinnen und Schilern bei der (experimentellen) Erarbeitung physikalischer Sachverhalte auf. Grund-

legende, aus der Förderpädagogik etablierte, Handlungsempfehlungen werden anschließend zur Adaption und Umsetzung physikalischer Inhalte angewandt. Darauf aufbauend gestalten wir gemeinsam mit den Studierenden eine Unterrichtseinheit als Best-Practice-Beispiel, welche mit kooperierenden Förderschulen verschiedener Förderschwerpunkte

durchgeführt wird. Diese praktische Anwendung der Handlungsempfehlungen auf schulisches Experimentieren soll den Studierenden dabei helfen, ein erstes Verständnis dafür zu entwickeln, wie eine bessere Teilhabe Lernender mit sonderpädagogischer Unterstützung im regulären Physikunterricht gelingen kann.

## DD 14: Postersession 1: Sprache und Physikunterricht

Time: Monday 11:30–12:30

Location: P

DD 14.1 Mon 11:30 P

**Sprachsensibilität im studentischen Erklärvideo zum Fach Physik. Eine explorative Studie** — ●LENA SCHENK<sup>1</sup>, NIKLAS REICHEL<sup>2</sup> und RAINER MÜLLER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>TU Braunschweig, IfDN, Physikdidaktik — <sup>2</sup>TU Braunschweig, IfG, Sprachdidaktik

Im Beitrag werden professionsbezogene Kompetenzen zu sprachsensiblen Fachunterricht diskutiert, auf die von Lehramtsstudierenden der Physik bei der inhaltlichen Konzeption und Umsetzung von sprachsensiblen Erklärvideos zurückgegriffen wird. Im Rahmen eines kooperativen Projektseminars mit Studierenden der Physik und Germanistik konnte bereits festgestellt werden, dass der Transfer theoretischen Wissens zu sprachsensiblen Fachunterricht eine große Herausforderung darstellt. So gelingt zwar in den meisten Fällen die didaktische Reduk-

tion fachwissenschaftlicher Inhalte, eine sprachensible Aufbereitung, wie sie im Rahmen der fachdidaktischen Anforderung an angehende Lehrkräfte wünschenswert wären, erfolgt jedoch nur bedingt. Besonderes Augenmerk der Autor:innen liegt hierbei auf der oft vorzufindenden fachlichen Entfernung zum Thema Sprache bei den angehenden Physiklehrkräften, die im Studium sonst kaum mit linguistischen Inhalten in Berührung kommen. Der Posterbeitrag skizziert Ergebnisse einer explorativen Studie, in der untersucht wird, (a) auf welche Strukturdiagnose- und -aufbereitungsmechanismen Lehramtsstudierende der Fachdisziplin Physik bei der Aufbereitung eines fachwissenschaftlichen Themas in einem sprachsensiblen Erklärvideo zurückgreifen und (b) wie die sprachensible Aufbereitung in einem Erklärvideo methodisch realisiert wird.

## DD 15: Communicating Physics and its History (joint session GP/DD)

Time: Monday 13:30–15:00

Location: GP-H7

Invited Talk

DD 15.1 Mon 13:30 GP-H7

**The development of The Lorentz Lab: bringing the scientific history of Teylers Museum to life with working replicas** — ●TRIENKE VAN DER SPEK — Teylers Museum, Haarlem, The Netherlands

In 2017 Teylers Museum opened The Lorentz Lab, a new extension to the permanent presentation of the museum. The Lorentz Lab is specifically dedicated to revive the institute's scientific past as a research institute and laboratory. The scientific instrument collection has long been a silent witness of this past, as are the old laboratory buildings. The Lorentz Lab brings the unique origins of this heritage into life in a carefully recreated historical setting of Teylers' Physics Laboratory.

Here working replica's, theatrical support and a tailor made educational program allow different groups of visitors to participate in science directly and engage with the activities and scientists that shaped Teylers Museum and its collections. The program The Lorentz Formula is dedicated to the general museum visitor, and Einstein was here is a high-level physics program, designed to provoke questions that fit in with educational requirements and with links to the school curriculum.

This lecture will discuss the development of the Lorentz Lab and the central role of working replicas therein. It will address its challenges, original goals, experiences and insights - both from the general public and the educational programs' point of view.

Invited Talk

DD 15.2 Mon 14:00 GP-H7

**Physics in Information Comics** — ●HEIKE ELISABETH JUENGST — FHWS Würzburg

Information comics are comics designed primarily for knowledge trans-

fer. They can be funny or serious, long or short, and can be found all over the world. And, of course, they can cover any topic.

However, information comics about physics are not very common. "The Physics of Superheroes" by Kakalios is justly popular but does not deal with information comics at all. Chemistry, on the other hand, is a popular topic for information comics.

The reason for this imbalance is a mystery and cannot be solved in this presentation. Information comics presenting topics from physics will be shown and the audience will be encouraged to produce their own information comics for teaching purposes (and for fun).

Invited Talk

DD 15.3 Mon 14:30 GP-H7

**Jenseits gewohnter Pfade: Ausstellungen neu denken** — ●CHRISTIAN SICHAU — experimenta gGmbH, Heilbronn

Lange Zeit galten Science Center als Ausstellungsorte, in denen über die Darstellung natürlicher Phänomene Begeisterung für Naturwissenschaft und Technik geweckt werden sollte. Obwohl hinsichtlich der Besucherzahlen recht erfolgreich, wurde ihr Ansatz immer wieder als unzureichend kritisiert. Science Center würden kein adäquates Verständnis der Natur der Naturwissenschaften vermitteln, ihnen mangle es an kritischer Reflektion und an einer ernsthafter Auseinandersetzung mit der Wissenschaft und ihrer Geschichte. Bei dieser gelegentlich scharf und polemisch vorgetragenen Kritik wird häufig übersehen, dass es seit vielen Jahren und auf internationaler Ebene zahlreiche neue Ansätze gibt. So wird immer mehr und intensiver in der Science Center-Szene diskutiert, wie das öffentliche Verständnis für und über Wissenschaft vermittelt und gestärkt werden kann. Hierbei kann gerade die Stärke der Science Center - das Erreichen einer sehr breiten Öffentlichkeit mit niedrigschwelligen Angeboten - ein wichtiger Pluspunkt werden. Am Beispiel der experimenta soll aufgezeigt werden, dass hier neue - und vielleicht sehr wirksame - Narrative entstehen können.

## DD 16: Neue / digitale Medien – Schule

Time: Monday 15:30–16:50

Location: DD-H8

DD 16.1 Mon 15:30 DD-H8

**Scientifically Speaking: Kollaboratives Lernen digital unterstützen** — ●THOMAS SEAN WEATHERBY und THOMAS WILHELM — Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt am Main, Max-von-Laue-Straße 1, 60439 Frankfurt am Main

Die individuelle und flüchtige Natur des Schülergesprächs macht es

schwierig, dieses in einer ganzen Klasse bei allen erfolgreich zu strukturieren. Da die Lehrkraft nicht bei jeder einzelnen Diskussion anwesend sein kann, um die Lernenden zu den naturwissenschaftlichen Vorstellungen zu führen, wird in diesem Vortrag eine Web-App vorgestellt, die die Lehrkräfte dabei unterstützen soll, Schülergespräche zu einem einfachen und gewinnbringenden Teil des naturwissenschaft-

lichen Unterrichts zu machen. Aufbauend auf Forschungsergebnissen in der Literatur zu kollaborativem und digitalem Lernen werden die Ideen hinter dem Design und der Verwendung der Software vorgestellt. Die dazugehörige Studie, die gerade in mehreren Schularten in Großbritannien läuft, bettet die Web-App in einen erprobten Lehrplan zu einfachen Stromkreisen ein und vergleicht den Lernerfolg mit und ohne Benutzung der Software.

DD 16.2 Mon 15:50 DD-H8

**Interaktive Augmentierung klassischer Lehrfilme** — ●JÜRGEN KIRSTEIN und VOLKHARD NORDMEIER — Freie Universität Berlin, Didaktik der Physik

Lehrfilme, insbesondere solche mit experimentellem Bezug, sind im Physikunterricht ein Mittel der Anschauung. Studien zur Erklärqualität haben gezeigt, dass die passive Rezeption eines Lehrfilms zum Verstehen nicht ausreicht. Verstehen erfordert vielmehr Lernaktivitäten, mit denen Lernende die Inhalte des Films selbstständig verarbeiten können. Zur Augmentierung verwenden wir originales Filmmaterial und bearbeiten es so, dass Lernende die im Film dargestellten (experimentellen) Handlungen oder die Auswertung von Messergebnissen interaktiv nachvollziehen können. Eingebettet in eine an die Dramaturgie des Films angelehnte digitale Lernumgebung, bietet das Zusammenspiel aus erklärenden und inaktiven Elementen neue didaktische Gestaltungsmöglichkeiten. Wir haben dieses Konzept anhand des Lehrfilms "Time dilation, an experiment with mu-mesons" modellhaft umgesetzt, der 1963 im Rahmen des US-Bildungsprogramms des Physical Science Study Committee (PSSC) entstand. Der Film dokumentiert den Aufbau und die Durchführung dieses klassischen Experiments zum Nachweis der Zeitdilatation im Detail.

DD 16.3 Mon 16:10 DD-H8

**Die Überzeugungskraft interaktiver Experimentiervideos** — ●LION CORNELIUS GLATZ, ROGER ERB und ALBERT TEICHREW — Goethe-Universität Frankfurt am Main

Die Vermittlung des Teilchenmodells als Teil des Basiskonzepts "Materie" hat eine bedeutende Stellung im Physikunterricht. In einer Studie an der Goethe-Universität Frankfurt wird untersucht, welche Experimente für die Einführung des Teilchenmodells besser geeig-

net sind, mit besonderem Augenmerk auf ihre Überzeugungskraft. Mit Überzeugungskraft ist die Fähigkeit der Experimente gemeint, einen Wechsel von fachlich falschen zu adäquaten Vorstellungen herbeizuführen.

Um vor diesem Hintergrund geeignete Experimente reliabel vergleichen zu können, wurde eine Auswahl an Experimenten zum Teilchenmodell als interaktive Videos gestaltet. Ergebnisse der Pilotierung (n=47) mit vier Experimenten weisen darauf hin, dass die Experimente überzeugender wirken, deren Inhalte kognitiv weniger fordernd sind. Nun werden erste Ergebnisse einer Folgeerhebung vorgestellt, in der eine größere Anzahl an Experimenten in mehreren Klassen eingesetzt wurden. Es wird untersucht, wie sich die Vorstellungen der Schüler\*innen zum Aufbau der Materie in Abhängigkeit des Vorwissens und der Eigenschaften der Experimente verhalten. Außerdem werden Aussagen über die Überzeugungskraft der Experimentiervideos getroffen.

DD 16.4 Mon 16:30 DD-H8

**Quantitative Analysen zum Einsatz schüler- und schuleigener Smartphones im Physikunterricht** — ●DANIEL LAUMANN, MALTE UBBEN, SUSANNE HEINICKE und STEFAN HEUSLER — Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Smartphones besitzen im Physikunterricht das Potential eine Schnittstelle zwischen klassischen experimentellen und innovativen digitalen Medien darzustellen. Um vorhandene didaktische Konzepte zur Vermittlung physikalischer Inhalte in die Praxis zu transferieren, ist es notwendig, Gelingensbedingungen zu identifizieren. Dabei erscheint die Frage relevant, inwiefern Lernen im Physikunterricht durch schüler- oder schuleigene Smartphones beeinflusst wird. Das BMBF-Projekt smart for science untersucht beide Nutzungsszenarien durch einen quasi-experimentellen Gruppenvergleich für die Nutzung schüler- oder schuleigener Smartphones im Rahmen von drei jeweils mehrstündigen, am Regelunterricht der Fächer Physik, Mathematik und Chemie orientierten Workshops zum Thema "Elektromobilität". Die vorläufigen Ergebnisse im Fach Physik zeigen, inwiefern für den Lernprozess relevante Variablen (Fachwissen, kognitive Belastung, Interesse etc.) durch die verschiedenen Nutzungsszenarien beeinflusst werden. Weiterführende Ergebnisse berichten auch über mögliche positive Einflüsse auf das Lernen bei zeitlich eingeschränkter Nutzung schüler-eigener Smartphones.

## DD 17: Neue / digitale Medien – AR

Time: Monday 15:30–16:50

Location: DD-H9

DD 17.1 Mon 15:30 DD-H9

**Technische Entwicklung eines Augmented-Reality-Experiments zu polarisationsverschränkten Photonenpaaren** — ●ADRIAN ABASI<sup>1</sup>, PAUL SCHLUMMER<sup>2</sup>, JONAS LAUSTRÖER<sup>3</sup>, RASMUS BORKAMP<sup>3</sup>, REINHARD SCHULZ-SCHAEFFER<sup>3</sup>, STEFAN HEUSLER<sup>2</sup>, DANIEL LAUMANN<sup>2</sup>, WOLFRAM PERNICE<sup>1</sup> und CARSTEN SCHUCK<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Center for Nanotechnology, WWU Münster — <sup>2</sup>Institut für Didaktik der Physik, WWU Münster — <sup>3</sup>Department Design, HAW Hamburg

Viele didaktische Ansätze haben Schwierigkeiten, aufgrund von komplexen Aufbauten und weiter Separation zwischen abstrakten Modellen und dem Akt des Experimentierens, Quanten-Phänomene effektiv zu vermitteln. Wie eine Synthese von Experiment und Modell auf technischer Ebene umgesetzt werden kann, präsentieren wir beispielhaft an einem Experiment zu polarisationsverschränkten Photonenpaaren gestützt durch eine Augmented-Reality-Umgebung. In der AR-Umgebung werden dem Experimentierenden, in Echtzeit interaktive holografische Elemente, in Form von Visualisierungen von Messwerten und Modellen, welche die abstrakten Prozesse zugänglicher machen sollen, im Sichtfeld einer AR-Brille eingeblendet. Der entwickelte experimentelle Aufbau, eine nicht-linear optisch basierende Photonenpaarquelle und simplifizierter Bell-Messungsapparat, besteht nur aus kommerziell erhältlichen Komponenten, um eine simple Transferierbarkeit auf andere Standorte zu gewährleisten. Die nutzerfreundliche Engine Unity, mit der die AR-Umgebung entwickelt wurde und in Python geschriebene modulare Schnittstellen, ermöglichen eine hohe Modifizierbarkeit der Umgebung für weitere Experimente und Aufbauten.

DD 17.2 Mon 15:50 DD-H9

**PUMA : Magnetlabor \* AR-Applikationen für den Einsatz in Lernstationen im Lehr-Lern-Labor** — ●HAGEN SCHWANKE und THOMAS TREFZGER — Universität Würzburg

Experimente stehen im naturwissenschaftlichen Unterricht nach wie vor im Zentrum des Unterrichtsgeschehens. Durch den Digitalpakt Schule und die Weiterentwicklungen im informationstechnischen Bereich ergänzen inzwischen kostengünstige digitale Medien und Werkzeuge das Experiment im Unterricht. Die Sekundarstufe I bietet zum Thema der Elektrizitätslehre viele Experimente zur Anwendung einer augmentierten Lernumgebung. Die in dem Projekt PhysikUnterricht Mit Augmentierung (PUMA) entwickelte Applikation PUMA: Magnetlabor soll hauptsächlich die Modelle der magnetischen Felder sichtbar machen.

In diesem Vortrag wird zunächst die Frage geklärt, warum sich Augmented Reality (AR) zum Thema Magnetismus anbietet. Daraufhin wird die Studie und deren Verlauf dargestellt. Dabei werden beispielhaft einzelne Stationen einer Lernumgebung vorgestellt, welche auf Grundlage eines Schülerexperimentiersatzes für ein Lehr-Lern-Labor an der Universität Würzburg konzipiert wurden. Eine Herausforderung stellt u.a. die richtige Gestaltung von Aufgaben zur förderlichen Anwendung von AR dar.

DD 17.3 Mon 16:10 DD-H9

**PUMA : Spannungslabor - Eine AR-Applikation für den Einsatz in der E-Lehre der Sek I** — ●FLORIAN FRANK, CHRISTOPH STOLZENBERGER und THOMAS TREFZGER — Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik

Mit Hilfe von Augmented-Reality-Apps können virtuelle Objekte und Texte in Echtzeit in die reale Welt (z.B. auch bei physikalischen Experimenten) eingefügt werden. Unter dem Namen PUMA (PhysikUnterricht Mit Augmentierung) werden AR-Applikationen für den Einsatz in der schulischen Physiklehre entwickelt. Die AR-App PUMA : Spannungslabor erweitert Experimente zu einfachen Stromkreisen um AR-Darstellungen elektrischer Ströme und Potentiale . Durch die Beobach-

tung dieser sonst nicht wahrnehmbaren Größen können Schüler\*innen selbstständig erforschen, warum und auf welche Weise Elektronen in geschlossenen Stromkreisen fließen und welche Gesetzmäßigkeiten bei Reihen- oder Parallelschaltungen gelten. Die App bietet Möglichkeiten für die Bildung und Überprüfung eigener qualitativer Aussagen zum Stromkreis und erlaubt durch Einblendung von Kenn- und Messwerten zusätzlich die Gewinnung halbquantitativer Erkenntnisse. In Lupen-Ansichten verschiedener elektrischer Bauteile können außerdem die Interaktionen der Leitungselektronen mit den Atomrümpfen nach dem Drude-Modell beobachtet werden und ein qualitatives Verständnis für den elektrischen Widerstand gebildet werden.

In diesem Vortrag wird die Applikation PUMA : Spannungslabor mit ihren Funktionalitäten vorgestellt und die entwicklungsbegleitende Forschung zusammengefasst beschrieben.

DD 17.4 Mon 16:30 DD-H9

**Lehrkräftefortbildung zu Augmented Reality-Experimenten im Physikunterricht** — ●MAREIKE FREESE<sup>1</sup>, ALBERT TEICHREW<sup>1</sup>, JAN WINKELMANN<sup>2</sup>, ROGER ERB<sup>1</sup>, MARK ULLRICH<sup>1</sup> und MICHAEL TREMMEL<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Goethe-Universität Frankfurt am Main — <sup>2</sup>PH Schwäbisch Gmünd

Physikalische Modelle sind als Teil der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung in den Bildungsstandards verankert. Studien zeigen jedoch, dass selbst Lehrkräfte häufig Schwierigkeiten mit Modellen haben, da sie als abstrakt gelten und daher weniger häufig explizit im Unterricht behandelt werden. Das digitale Werkzeug Augmented Reality (AR) ermöglicht, reale Experimente im Physikunterricht in Echtzeit um virtuelle Modellierungen zu erweitern, was die zugrunde liegenden Modelle besser zugänglich macht.

In unserem QLB-geförderten Projekt werden Lehrkräfte in Anlehnung an das TPACK-Modell in fünf Sitzungen innerhalb eines halben Jahres in einer Fortbildung darin geschult, AR-Experimente im eigenen Unterricht einzusetzen (TPACK), indem sie lernen, das Softwarepaket GeoGebra zu bedienen (TK), Modelle zu physikalischen Phänomenen zu konstruieren (TCK) und didaktische Materialien zu den Modellen zu entwerfen (TPK). In einer Abschlussitzung wird die Implementation gemeinsam reflektiert.

Der Kompetenzzuwachs wird in einem Pre-Post-Design qualitativ und quantitativ evaluiert. Zudem werden semistrukturierte Interviews in einem Follow-up geführt. In dem Beitrag werden die Ergebnisse der Studie vorgestellt.

## DD 18: Lehr-Lernforschung – Schülervorstellungen fachbezogen

Time: Monday 15:30–16:50

Location: DD-H10

DD 18.1 Mon 15:30 DD-H10

**Rekonstruktion von Begriffsnetzen aus Essays von Schüler\*innen zum Basiskonzept Energie** — ●DENNIS DIETZ, KARL PFAFF und CLAUS BOLTE — Freie Universität Berlin

Sowohl aus bildungspolitischer als auch aus lerntheoretischer Perspektive wird der Vernetzung von Begriffen im Zuge von Lernprozessen eine besondere Rolle beigemessen. In den letzten Jahren wurden verschiedene Verfahren zur Vernetzungsanalyse vorgeschlagen, mit deren Hilfe Begriffsnetze aus Interviews, Schülergesprächen oder Schulbüchern rekonstruiert und mittels gängiger Netzwerkparameter in Bezug auf ihre jeweilige Vernetzung analysiert werden können. Die Untersuchungen zeigen bedeutsame Zusammenhänge zwischen der Netzwerkkohärenz der jeweils rekonstruierten Begriffsnetze und dem Lernerfolg der Schüler\*innen auf (Kubsch et al., 2019; Podschuweit & Bernholt, 2020). Folgerichtig schlagen Podschuweit und Bernholt (2020, S. 14) vor, Vernetzungsanalysen dieser Art zur Untersuchung von Schülertexten zu nutzen. In unserem Beitrag stellen wir ein dafür eigens entwickeltes Analyseverfahren vor, das die systematische Rekonstruktion von Begriffsnetzen aus Schüler\*innen-Essays mit Hilfe unseres Modells zur Analyse der Vernetzung von Begriffselementen in Essays ermöglicht (Dietz & Bolte, 2021). Auf der Grundlage einer theoriegeleiteten Identifikation naturwissenschaftlich relevanter Begriffe und auf der Basis theoretischer Anleihen aus der germanistischen Linguistik haben wir Begriffsnetze zum Basiskonzept Energie aus Essays von 50 Schüler\*innen der 9. Jahrgangsstufe rekonstruiert. Im Rahmen unseres Vortrags stellen wir das Verfahren sowie prototypische Begriffsnetze zur Diskussion.

DD 18.2 Mon 15:50 DD-H10

**Assessing Austrian high school students' understanding of basic wave optics phenomena using the Conceptual Survey on Wave Optics** — ●KAROLINA MATEJAK CVENIC<sup>1</sup>, MAJA PLANINIC<sup>1</sup>, ANA SUSAC<sup>2</sup>, LANA IVANJEK<sup>3</sup>, KATARINA JELICIC<sup>1</sup>, and MARTIN HOPF<sup>4</sup> — <sup>1</sup>Department of Physics, Faculty of Science, University of Zagreb, Croatia — <sup>2</sup>Department of Applied Physics, Faculty of Electrical Engineering and Computing, University of Zagreb, Croatia — <sup>3</sup>Faculty of Physics, Physics Education Research, Technische Universität Dresden, Germany — <sup>4</sup>University of Vienna, Austrian Educational Competence Centre Physics, Austria

The Conceptual Survey on Wave Optics (CSWO) is a new diagnostic instrument aimed at the assessment of high school students' understanding of some basic phenomena of wave optics. The CSWO consists of 26 multiple choice items that include questions about double-slit and optical grating interference, single-slit diffraction, and polarization of light. The final version of the CSWO was administered to 170 students of several Viennese high schools, who took the test in an online form after finishing regular school instructions on wave optics. The survey was conducted during the summer term of school year 2020/21. The Rasch analysis of the results of Austrian students on this survey will be presented and discussed, together with some implications for high

school instruction on wave optics. The results suggest that wave optics is a rather difficult topic for high school students, and it seems that recognizing patterns and explaining the basic wave optics phenomena are especially difficult tasks for students.

DD 18.3 Mon 16:10 DD-H10

**Entwicklung und Evaluation eines Optikprojekts zu Schülervorstellungen in der Primarstufe** — ●LINDA SEUFERT, WOLFGANG LUTZ und THOMAS TREFZGER — Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Bereits in der Grundschule bringen die Schülerinnen und Schüler Präkonzepte zu physikalischen Phänomenen aus der Optik mit in den Unterricht, beispielsweise zum Sehvorgang oder dem Wahrnehmen von Farben. Um ihnen möglichst frühzeitig ein anschlussfähiges Konzept an die Hand zu geben, sollten physikalische Inhalte zur Optik bereits im Sachunterricht der Primarstufe behandelt werden. Die Entwicklung eines konzeptionellen Verständnisses stellt dabei ein zentrales Ziel des Unterrichts dar und kann durch verschiedene Experimente und Visualisierungen unterstützt werden. Vor diesem Hintergrund wurde für die vierte Jahrgangsstufe eine Unterrichtskonzeption zum Sehvorgang sowie zum Thema Licht & Farben entwickelt und in einer Intervention erprobt. Mit Hilfe von Interviews wurden die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zu dieser Thematik sowohl vor als auch nach der Intervention erhoben. Im Beitrag werden die Unterrichtskonzeption, die zugrundeliegenden didaktischen Überlegungen und die verwendeten Materialien vorgestellt sowie Einblicke in die Erkenntnisse aus den Interviews gegeben.

DD 18.4 Mon 16:30 DD-H10

**Student understanding of half-life and background radiation** — ●MICHAEL M HULL, EVA HOLZINGER, MAXIMILIAN JEIDLER, and MARKUS WINTERSTELLER — Universität Wien, Wien, Österreich

We have been studying the conceptual understanding of high school students about radioactivity, particularly regarding background radiation and half-life. We have seen that it is difficult for learners to grapple with the idea that random behavior of individual atoms can give rise to predictable patterns in the collective, and many students have said both on the Fission as a Random Occurrence Survey (FAROS) and in interviews that, if you are looking at an individual atom, half of the atom will have fissioned after one half-life. Our findings have indicated, however, that this idea (of individual atoms fissioning in a predictably continuous manner) is often not a robust and intact mental structure; rather, in other contexts, the same students correctly discuss fission as being instantaneous and unpredictable. Approaches to teaching radioactivity that take this fluidity of student reasoning into account are desired. We created and validated an expanded version of FAROS and are using the survey to assess "The Radiation Around Us", curriculum that does exactly that.



## DD 19: neue Konzepte – Physikunterricht

Time: Monday 15:30–16:50

Location: DD-H11

DD 19.1 Mon 15:30 DD-H11

**Analyse dynamischer Unterrichtsinteraktionen mit Hilfe von Advanced State Space Grids** — ●NIKLAS LITZENBERGER und ANDREAS PYSIK — Johannes Gutenberg-Universität, Mainz, Deutschland

Unterricht zeichnet sich durch komplexe Interaktionen aus. Dies stellt die Unterrichtsforschung vor eine methodische Herausforderung, wenn diese Dynamik erfasst werden soll. Häufig werden bislang Methoden eingesetzt, die auf globale Einschätzungen des Unterrichts abzielen, wobei Aussagen über dynamische Prozesse ausbleiben. Für die dynamische Erforschung von Unterrichtsaktionen bieten die von Hollenstein (2013) entwickelten State Space Grids (SSG) eine geeignete Grundlage. SSG ermöglichen es, den zeitlichen Verlauf zweier Indikatoren abzubilden. Das Ziel der hier vorgestellten Studie ist es, zusätzlich den Zusammenhang zweier Indikatoren numerisch zu erfassen zu können. Dazu werden SSG durch mathematisch fundierte Begriffe zu Advanced State Space Grids (ASSG) erweitert, mit Standardmethoden der Unterrichtsforschung verglichen und so ihre Praktikabilität geprüft. Dazu gehören unter anderem neue Zusammenhangsstarkeiten zwischen den erfassten Indikatoren, Chi-Quadrat-Tests, Parameter zu Streudichten und Abweichungen, sowie ein Flussdiagramm für die Interpretation der Parameter. Kritische Werte der Parameter wurden durch zwei Millionen Simulationen von Kombinationen von Indikatoren festgestellt. Erste Ergebnisse zeigen, dass ASSGs Zusammenhänge zwischen Unterrichtsmerkmalen beschreiben können, die mit Globalbewertungen nicht untersuchbar sind. Entsprechende Implikationen sowie Vor- und Nachteile der ASSG-Methode werden in diesem Beitrag diskutiert.

DD 19.2 Mon 15:50 DD-H11

**Das kontextstrukturierte Unterrichtskonzept EPo-EKo** — ●JAN-PHILIPP BURDE<sup>1</sup>, LIZA DOPATKA<sup>2</sup>, VERENA SPATZ<sup>2</sup>, MARTIN HOPF<sup>3</sup>, THOMAS WILHELM<sup>4</sup>, THOMAS SCHUBATZKY<sup>5</sup>, CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER<sup>5</sup>, LANA IVANJEK<sup>6</sup> und BENEDIKT GOTTSCHLICH<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Universität Tübingen — <sup>2</sup>TU Darmstadt — <sup>3</sup>Universität Wien — <sup>4</sup>Universität Frankfurt — <sup>5</sup>Universität Graz — <sup>6</sup>TU Dresden

Ein Ziel des binationalen Projektes “Elektrizitätslehre mit Potenzial – Elektrizitätslehre mit Kontexten” (EPo-EKo) besteht darin, den Elektrizitätslehreunterricht lernwirksamer und interessanter zu gestalten. Spätestens seit den KMK-Beschlüssen wird ein stärkerer Einbezug von Kontexten im Physikunterricht angestrebt. Vor dem Hintergrund, dass bisher jedoch kein kontextbasiertes und empirisch evaluiertes Unterrichtskonzept zu einfachen Stromkreisen existiert, wurde im Rahmen des EPo-EKo-Projektes ein kontextstrukturiertes Unterrichtskonzept auf Basis der Sachstruktur des bewährten, aber rein fachsystematisch ausgerichteten Unterrichtskonzepts “Eine Einführung in die Elektrizitätslehre mit Potenzial” (kurz “EPo-Konzept”) entwickelt. Entspre-

chend der Erkenntnisse der Interessensforschung werden die fachlichen Inhalte des neuen Unterrichtskonzepts “Eine Einführung in die Elektrizitätslehre mit Potenzial und Kontexten” (kurz “EPo-EKo-Konzept”) u. a. in biologische und medizinische Kontexte eingebettet und entlang dieser erarbeitet. Im Vortrag werden die Grundideen dieses kontextstrukturierten Unterrichtskonzepts vorgestellt, das auf Basis des Feedbacks von Lernenden und Lehrkräften weiterentwickelt wurde.

DD 19.3 Mon 16:10 DD-H11

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

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

DD 19.4 Mon 16:30 DD-H11

**Bilder der Kugellinse** — ●THOMAS QUICK und JOHANNES GREBELLEIS — Bergische Universität Wuppertal

Regentropfen, Trinkgläser oder durchsichtige Vasen zeigen vielfältige Linsenphänomene, die sich als Kontexte der geometrischen Optik eignen. Aus der Perspektive des Physikunterrichts sind alltägliche Linsenerscheinungen allerdings problematisch, denn die beobachtbaren Phänomene erfüllen zum größten Teil gerade nicht die paraxiale Approximation, die man üblicherweise zur Behandlung von dünnen Linsen und der Bildformation für die möglichst fehlerfreie Abbildung in technischen Werkzeugen heranzieht. Eine Reihe von Erscheinungen wie z.B. Kaustiken, Bildverzerrungen oder Mehrfachabbildungen, die für Schülerinnen und Schüler motivierend und interessant sein könnten, liegen außerhalb des Beschreibungsrahmens der paraxialen Näherung und werden üblicherweise als Bildfehler angesprochen. Am Beispiel der Kugellinse zeigen wir, wie sich die Bedingungen der Bildentstehung im optischen Gesamttraum explorativ so erkunden lassen, dass einerseits auch komplexe Linsenphänomene abseits der optischen Achse einer systematischen Untersuchung zugänglich sind und sich andererseits die einschränkenden Annahmen der paraxialen Näherung schließlich als Spezialfall ergeben. Als geeignetes Untersuchungsobjekt erweist sich dabei die *virtuelle Kaustik*, die das Transformationsverhalten optischer Bilder regelt.

## DD 20: außerschulisches Lernen – Konzepte

Time: Monday 15:30–16:50

Location: DD-H12

DD 20.1 Mon 15:30 DD-H12

**Mädchenförderung in der Physik** — ●CHRISTIANE RICHTER und MICHAEL KOMOREK — Universität Oldenburg

Der Frauenanteil am IFP der Universität Oldenburg (UOL) liegt durchschnittlich bei 25%. Um den Frauenanteil auf allen Qualifikationsebenen zu erhöhen, wurden zwei markante Stellen charakterisiert, an denen es sinnvoll ist anzusetzen. Bereits in der Schule muss es gelingen, mehr Schülerinnen für das Fach Physik zu begeistern. Cimpian et al. (2020) bringen einen weiteren interessanten Aspekt ein. Wer Mädchen für MINT-Fächer interessieren will, der sollte sich an die durchschnittlich Begabten richten, denn bei Letzteren sei das Frauendefizit am größten. Daraus lässt sich schließen, dass sich Mädchen mit niedrigerem Fähigkeitsselbstkonzept ein MINT-Studium nicht zutrauen. Die UOL trägt durch verschiedenste Maßnahmen dazu bei, das Fähigkeitsselbstkonzept von Mädchen hinsichtlich der MINT-Disziplinen weiterzuentwickeln oder grundlegend aufzubauen und diese so für Physik zu begeistern. In einem dieser Maßnahmen werden Mädchen in einem Dreischritt -Vorbesprechung und Zielfestsetzung, Experimentiertag, Nachbesprechung und Beratung - dazu angeregt, sich mit ei-

nem physikalischen Problem auseinanderzusetzen. Begleitet durch zwei Bachelor-Arbeiten wird diese Maßnahme in Kooperation mit dem Projekt AHOI-MINT im WiSe 21/22 erprobt und evaluiert. Im Vortrag werden das Konzept, dessen Erprobung und Evaluation vorgestellt. Keywords: Mädchenförderung, Problemlösen, Fähigkeitsselbstkonzept

DD 20.2 Mon 15:50 DD-H12

**Physikalische Bildung in komplementär vernetzen non-formalen Lernangeboten** — ●JONAS TISCHER, CHRISTIN SAJONS und MICHAEL KOMOREK — Universität Oldenburg

Außerschulische Lernorte verfügen über das wertvolle Potenzial, komplexe Themen interdisziplinär zu beleuchten. Die physikalische Perspektive ist dabei notwendig, damit Kinder und Jugendliche naturwissenschaftlich-technische Zusammenhänge nachvollziehen und auch erklären können. In einer von der niedersächsischen BINGO-Umweltstiftung geförderten “Komplementären Projektwoche” werden vorhandene Angebote verschiedener non-formaler Lernorte (Museum, Schülerlabor, Umweltbildungszentrum etc.) zum Thema ‘Herausforderung Leben im Klimawandel’ ergänzend und auch im Kontrast zuein-

ander kombiniert. An der Projektwoche haben fünf 6. Schulklassen an vier Tagen je einen der Lernorte besucht und am fünften Tag ihre Erfahrungen reflektiert. Der physikalische Fokus wurde an den Lernorten unterschiedlich gesetzt. Die Projektwoche wurde mittels Beobachtungen und Interviews mit Schüler:innen und Lehrpersonen (Schule, Lernorte) empirisch begleitet. Transkripte und Arbeitsergebnisse der Schüler:innen wurden kategorienbasiert ausgewertet und aufeinander bezogen. Im Vortrag wird berichtet, inwiefern die Schüler:innen angebotene Perspektiven rekonstruieren und notwendiges physikalisches und weiteres Wissen nutzen konnten, um ein komplexes Bild von den Herausforderungen des Klimawandels aufzubauen.

DD 20.3 Mon 16:10 DD-H12

**SmartMatters4You - Intelligente Materie in Workshops und Hands-On-Laborbesuchen** — CORNELIA DENZ<sup>1</sup>, CHRISTIAN KLEIN-BÖSING<sup>1</sup>, CHRISTINA KRIEGEL<sup>2</sup>, BARBARA LEIBROCK<sup>1</sup> und JULIAN REPKE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>MExLab Physik, Universität Münster — <sup>2</sup>Center for Soft Nanoscience, Universität Münster

Das Projekt "SmartMatters4You" ist eine Kooperation zwischen dem außerschulischen Lernort MExLab Physik an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster und dem Sonderforschungsbereich SFB1459 "Intelligente Materie: Von responsiven zu adaptiven Nanosystemen" und richtet sich an Schülerinnen der Oberstufe und Studentinnen der Chemie, Physik, Biologie und Informatik bis zum zweiten Semester.

Über die Spanne von drei Jahren werden drei Gruppen von je 50 Teilnehmerinnen nach einer ersten Auseinandersetzung mit Intelligenter Materie in der Bewerbung mehrere Workshops zum Themenkom-

plex absolvieren und die Chance bekommen, Einblicke in die Laborarbeit des Sonderforschungsbereichs und in Firmen im Münsterland zu nehmen. Das Projekt vermittelt dabei Wissen, experimentelle Erfahrungen und Berufseinblicke in den beteiligten Fachbereichen, bietet darüber hinaus aber zusätzlich eine Austauschmöglichkeit zwischen Schülerinnen der Oberstufe und Studentinnen der Naturwissenschaften. Im Vortrag werden die Projektplanung und Ausgestaltung für die erste Gruppe vorgestellt.

DD 20.4 Mon 16:30 DD-H12

**Entwicklung von Hands On-Exponaten zur Mikrogravitation** — DAVID BORGELT<sup>1</sup>, JESSICA OERTEL<sup>2</sup> und CORNELIA DENZ<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Kernphysik, Wilhelm-Klemm-Str. 9, 48149 Münster — <sup>2</sup>Institut für Angewandte Physik, Corrensstr. 2 48149 Münster

Im Rahmen des sechswöchigen Open-Air Wissenschaftsfestivals, dem Q.UNI Camp der WWU Münster mit der Zielgruppe von Kindern und Jugendlichen, wurden Hands On-Exponate zur Mikrogravitation entwickelt. Für dieses Vorhaben ist ein mobiler Fallturm mit einer Höhe von 4 m und ein Trampolinesponat für außerschulische Lernorte konstruiert worden. An diesen Exponaten wurden Freifallexperimente mit ausstellungsbezogenen Kriterien entworfen und es wurde untersucht, inwiefern die in der Entwicklung angestrebten didaktischen Aspekte erreicht werden konnten. Dazu ist eine explorative Studie anhand von Interviews mit Kindern durchgeführt worden. Im Vortrag wird ein Einblick in die Exponatsentwicklung und Ergebnisse der Studie gegeben sowie Möglichkeiten zur Weiterentwicklung als Workshop an außerschulischen Lernorten vorgestellt.

## DD 21: Hauptvortrag 2

Time: Tuesday 11:00–11:45

Location: DD-H8

**Invited Talk** DD 21.1 Tue 11:00 DD-H8  
**Warum Lehrbuchdarstellungen der Physikgeschichte so schlecht sind – und was wir daraus lernen können** — OLIVER PASSON — Bergische Universität Wuppertal

Der Umgang von Lehrbüchern (auf Schul- und Hochschulniveau) mit der Geschichte der Physik ist bekanntlich erschreckend schlampig. Zahllose Ungenauigkeiten und Fehler tradieren sich durch die Auflagen hindurch und allem Anschein nach ist den Autorinnen und Autoren die historische Genauigkeit ihrer Darstellungen herzlich egal. Aber warum

ist dies so? Mein Vortrag erläutert den Zusammenhang dieser Tatsache zum Verständnis von Wissenschaft, das den jeweiligen Darstellungen zugrunde liegt. Vereinfacht ausgedrückt: Räumt man den Naturwissenschaften einen weitgehenden epistemischen Vorrang ein (etwa weil man die wissenschaftliche Methode für hinreichend selbstkorrigierend hält), dann ist die Geschichte der Naturwissenschaften bloß eine Summe kontingenter (und damit letztlich irrelevanter) Faktoren. Ich diskutiere damit zusammenhängende Fragen anhand von Fallbeispielen (unter anderem aus der Quantenphysik) und entwickle allgemeine Konsequenzen für die Physikdidaktik.

## DD 22: Lehreraus- und Lehrerfortbildung – neue Ansätze

Time: Tuesday 12:00–13:00

Location: DD-H8

DD 22.1 Tue 12:00 DD-H8

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

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

be changeable as well.

DD 22.2 Tue 12:20 DD-H8

**Entfaltung der Rollen der Mentor\*innen und Tutor\*innen im Learning-by-Teaching-Konzept der Physiklehrausbildung** — STEFAN HOFFMANN, KATHLEEN FALCONER und ANDRÉ BRESGES — Institut für Physikdidaktik, Universität zu Köln, Deutschland

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

trachtung der einzelnen am Learning by Teaching beteiligten Rollen (Tutor\*innen, Tutees, Mentor\*innen, Lehrende) und deren Evolution im Rahmen des Action Research Personality Continuum (Gibbs 2016).

DD 22.3 Tue 12:40 DD-H8

**Einstellungen von Lehramtsstudierenden zu naturwissenschaftlich-integriertem Unterricht** — ●JANA BIEDENBACH und VERENA SPATZ — Technische Universität Darmstadt

Ein Fach oder drei Fächer? Naturwissenschaften oder Biologie, Chemie und Physik? Insbesondere im Kontext der Sekundarstufe I wird dies immer wieder diskutiert.

Lehramtsstudierende studieren in der Regel maximal zwei der drei Fächer. Somit fehlt in den meisten Studiengängen eine ganzheitliche Herangehensweise an die Naturwissenschaften, sodass den zukünftigen

Lehrkräften häufig der Zugang zu naturwissenschaftlich-integrierten Unterrichtsansätzen im Studium verborgen bleibt.

Der Vernetzungsbereich an der TU Darmstadt hat das generelle Ziel, Lehramtsstudierende über die Grenzen ihrer Fächer hinaus gezielt zusammenzubringen, um interdisziplinäre Zugänge zum Unterricht zu thematisieren. Für diesen Vernetzungsbereich wurde das Modul 'Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften' von Grund auf neu konzipiert.

Im Rahmen einer Seminarsitzung werden die Vor- und Nachteile des naturwissenschaftlich-integrierten Unterrichts diskutiert. Im Anschluss an dieses Thema fertigen die Studierenden eine persönliche Stellungnahme an, anhand derer ausgewertet wird, welche Argumente für die Lehramtsstudierenden bedeutsam sind. Der Vortrag stellt das Ergebnis dieser Auswertung vor.

## DD 23: Neue / digitale Medien – VR

Time: Tuesday 12:00–13:00

Location: DD-H9

DD 23.1 Tue 12:00 DD-H9

**VRE Physik im digitalen Labor** — ●JOHANNES LHOTZKY, WILLIAM LINDLAHR und KLAUS WENDT — Johannes Gutenberg-Universität, Institut für Physik

Der Physikunterricht lebt von seinen Experimenten und von der aktiven Auseinandersetzung mit physikalischen Untersuchungsgegenständen und Phänomenen. Wegen hoher Gefahrenquellen, die bspw. von radioaktiven Stoffen, Lasern oder Hochspannungseinsatz ausgehen, gibt es Versuche, die (bisher) nicht oder nur erschwert im Unterricht durchgeführt werden können. Eine Möglichkeit, dennoch eigenständig experimentieren zu können, bieten die an der Johannes Gutenberg-Universität entwickelten Virtual-Reality-Experimente (VRE). Diese bilden in einer digitalen, aber authentischen Welt reale Physik ab. Innerhalb der VRE können Experimente mit den dazugehörigen Apparaturen und Geräten benutzt und bedient werden. So sieht der Funktionsumfang der Software u.a. vor, Messbereiche an Multimetern zu variieren oder Spannungen/ Ströme, Timer und Zählvorrichtungen zu betätigen - gleichermaßen wie wir es auch am Realexperiment durchführen würden. Durch die plattformübergreifende Kompatibilität der Software ist es neben Smartphones, Tablets und Computern ebenso möglich, die virtuellen Versuche auf interaktiven Bildschirmen wie Whiteboards zu betreiben. Im Vortrag werden konkrete Realisierungen vom CsBa-Generator bis zur Röntgenspektroskopie präsentiert.

DD 23.2 Tue 12:20 DD-H9

**Das Rastertunnelmikroskop - Konzeption eines Virtual-Reality-Experiments (VRE)** — ●JAN SIMON, AARON REITH, JOHANNES LHOTZKY und KLAUS WENDT — Johannes Gutenberg-Universität, Institut für Physik

Virtual-Reality-Experimente (VRE) stellen realistische 3D-Simulationen naturwissenschaftlicher Versuche dar. Dabei sollen vor allem Experimente umgesetzt werden, deren Anschaffung für die Schule zu teuer ist oder von denen zu hohe Gefahrenpotentiale ausgehen. VRE ermöglichen durch ihre digitale Verfügbarkeit Partizipation, wo diese sonst nicht oder nur eingeschränkt möglich wäre. Das Rastertunnelmikroskop (RTM) kann aufgrund des Tunneleffekts die Oberflächenstruktur von leitenden Materialien, wie z.B. Graphit und Gold, auf atomarer Ebene visualisieren. Um die aufgenommenen Kristallstrukturen interpretieren zu können, muss das Orbitalmodell verwendet werden. Somit bietet das RTM eine einzigartige Möglichkeit, sowohl die physikalischen Effekte als auch die Modelle zu thematisieren. Das RTM wird in der Schule üblicherweise nur theoretisch behandelt. Gründe dafür sind vor allem der hohe Anschaffungspreis, zeitaufwendige Durchführung und die Fehleranfälligkeit aufgrund von äußeren Einflüssen. Somit eröffnet die Realisierung des RTM als virtuelles Versuchslabor eine Experimentierumgebung, in der sich Lernende eigenständig mit der Thematik beschäftigen und die Welt der Atome entdecken können. Im Vortrag wird der Weg der Entwicklung des RTM als VRE von den phys. Grundlagen und Modellierungen bis hin zur praktischen Umsetzung dargestellt.

DD 23.3 Tue 12:40 DD-H9

**Virtual-Reality-Experimente** — ●WILLIAM LINDLAHR<sup>1</sup>, JOHANNES LHOTZKY<sup>2</sup> und KLAUS WENDT<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Fachhochschule Südwestfalen, Medienpädagogik — <sup>2</sup>Johannes Gutenberg-Universität, Institut für Physik

Der Physikunterricht lebt von seinen Experimenten und von der aktiven Auseinandersetzung mit physikalischen Untersuchungsgegenständen und Phänomenen. Wegen hoher Gefahrenquellen, die von bspw. radioaktiven Stoffen, Lasern oder Hochspannung ausgehen, gibt es Versuche, die (bisher) nicht oder erschwert im Unterricht durchgeführt werden können.

Eine Möglichkeit, dennoch experimentieren zu können, bieten die an der Johannes Gutenberg-Universität entwickelten Virtual-Reality-Experimente (VRE). Diese bilden in einer digitalen, aber authentischen Welt reale Physik ab. Innerhalb der VRE können Experimente mit allen dazugehörigen Apparaturen und Geräten benutzt und bedient werden. Damit werden die Potenziale von "Touch-Medien" im Unterricht genutzt, um Schülerinnen und Schülern neue Möglichkeiten des Experimentierens zu eröffnen.

Das Konzept konnte sich in der Zwischenzeit auch im Fernunterricht der Corona-Pandemie bewähren. Gleichzeitig bieten VRE einen fachspezifischen Ansatz zur Erfüllung der Ziele der Strategie zur "Bildung in der digitalen Welt" der Kultusministerkonferenz.

Im Vortrag wird das Konzept der VRE vorgestellt und im Überblick präsentiert.

## DD 24: Physikdidaktik und Inklusion – Experimentieren

Time: Tuesday 12:00–13:00

Location: DD-H10

DD 24.1 Tue 12:00 DD-H10

**Akzeptanz und Nutzung von UDL-basierten Unterstützungsangeboten zum Experimentieren** — ●FRANZISKA KLAUTKE<sup>1</sup> und HEIKE THEYSSSEN<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Universität Duisburg-Essen, Didaktik der Physik — <sup>2</sup>Universität Duisburg-Essen, Didaktik der Physik

Das Universal Design for Learning (UDL) bietet einen Rahmen für die Materialentwicklung und Unterrichtsplanung, um die Diversität aller Lernenden im Fachunterricht zu berücksichtigen und mögliche Lernbarrieren zu reduzieren. Durch das Bereitstellen von Wahl- und Unterstützungsangeboten sollen verschiedene Zugänge ermöglicht werden.

Jedoch ist unklar, unter welchen Voraussetzungen Schüler:innen insbesondere bei experimentellen Aufgabenstellungen in der Lage sind, die Wahlmöglichkeiten selbständig zur Unterstützung des eigenen Lernprozesses zu nutzen. Um dieser Frage nachzugehen, wird eine nach UDL-Prinzipien gestaltete Lerngelegenheit mit Experimenten und einem digitalen "Forscherheft" entwickelt und erprobt. Lerngegenstand sind dabei die Planung und der funktionsfähige Aufbau von Experimenten, einschließlich der Berücksichtigung der Variablenkontrollstrategie. Erste Ergebnisse der Pilotierung der Lerngelegenheit werden im Rahmen dieses Vortrags vorgestellt.

DD 24.2 Tue 12:20 DD-H10

**Eine Lehrkräftefortbildung zum inklusiven Experimentieren** — ●LAURA SÜHRIG<sup>1</sup>, KATJA HARTIG<sup>1</sup>, ROGER ERB<sup>1</sup>, HOLGER HORZ<sup>1</sup>, ALBERT TEICHREW<sup>1</sup>, MARK ULLRICH<sup>1</sup> und JAN WINKELMANN<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Goethe-Universität Frankfurt — <sup>2</sup>Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd

Fachunterricht nicht mehr an einer fiktiven Homogenität der Schülerschaft auszurichten, ist inzwischen nicht nur noch eine politische Forderung. Unterricht so zu gestalten, dass er allen Schüler\*innen einer heterogenen Lerngruppe gerecht wird, ist jedoch eine anspruchsvolle Aufgabe. Im Physikunterricht ist das Experimentieren ein wesentlicher Zugang, um Wissen oder Arbeitsweisen zu vermitteln, und muss daher auch im inklusiven Unterricht eine zentrale Rolle spielen. Im Projekt \*FINEX\* versuchen wir deswegen, durch eine Lehrkräftefortbildung zum inklusiven Experimentieren einen Beitrag zu leisten.

In der Fortbildung lernen Lehrkräfte ein Konzept zur Gestaltung von Schülerexperimentierphasen kennen, welches individuelle Lernwege von Schüler\*innen mit einem gemeinsamen (fachlichen) Ziel ermöglicht. Das Konzept bietet die Basis für eine exemplarische Unterrichtseinheit, die die Teilnehmenden in ihren Klassen durchführen, sowie für die Entwicklung eigenen Unterrichts innerhalb der Fortbildung. Nach einer Vorstudie mit Studierenden wurde die Fortbildung mit Lehrkräften durchgeführt. Begleitend wird dabei erhoben, ob sich die Einstellungen der Lehrenden zum inklusiven Experimentieren durch die Teilnahme ändern. In diesem Vortrag werden das Konzept und die Ergeb-

nisse der Evaluation der Fortbildung vorgestellt.

DD 24.3 Tue 12:40 DD-H10

**Adaption einer Experimentierreihe zum Thema \*Elektrische Stromkreise\* für Kinder und Jugendliche mit Sehbehinderungen** — ●MANUELA WELZEL-BREUER<sup>1</sup>, DANIEL MACISAAC<sup>2</sup>, KATHLEEN FALCONER<sup>3</sup> und PAMELA DETROIS<sup>4</sup> — <sup>1</sup>Pädagogische Hochschule Heidelberg, Deutschland — <sup>2</sup>State University of New York (SUNY) Buffalo State College, USA — <sup>3</sup>Institut für Physikdidaktik, Universität zu Köln, Deutschland — <sup>4</sup>Staatliche Schule für Blinde und Sehbehinderte in Ilvesheim, Deutschland

Das Experimentieren sollte (auch und gerade) im naturwissenschaftlichen Unterricht mit blinden und sehbehinderten Menschen eine zentrale Rolle spielen, da hierbei die Prinzipien des handelnden Lernens und der Einsatz vieler Sinne gefördert werden. Das schülerorientierte Durchführen von Experimenten stärkt ihre Handlungs-, Methoden- sowie Sachkompetenz und nimmt damit wichtige blinden- und sehbehindertenpädagogische Lernziele in den Fokus. Es ermöglicht außerdem die Berücksichtigung individueller Lernprozesse (vgl. [www.vbs.eu/de](http://www.vbs.eu/de)). Im hier vorgestellten Projekt wurde ein Teil einer ursprünglich für Straßenkinder entwickelten Experimentierreihe für die Bedürfnisse sehbeeinträchtiger Schüler:innen adaptiert und in der Praxis erprobt. Im Vortrag werden Beobachtungen und Erkenntnisse aus der ersten Erprobungsphase vorgestellt.

## DD 25: Hochschuldidaktik – Studieneingangsphase Studierendenperspektive

Time: Tuesday 12:00–13:00

Location: DD-H11

DD 25.1 Tue 12:00 DD-H11

**Welche Rolle spielt das Mindset beim Studienabbruch im MINT-Studium? - Eine fächerübergreifende Erhebung im ersten Semester.** — ●MALTE DIEDERICH und VERENA SPATZ — TU Darmstadt

Viele Studierende aus dem MINT-Bereich stehen in ihrem Studium zum ersten Mal vor einer großen Herausforderung, welche zum Teil zu Zweifeln an der eigenen Begabung führen kann. So verzeichnen Dressel und Grassinger (2013) über das erste Semester einen dramatischen Motivationseinbruch bei einem erheblichen Anteil der Studierenden. Dies könnte mit dem akademischen Selbstkonzept und den impliziten Theorien (Mindsets nach Dweck) zur Intelligenz und zur Begabung im Fach zusammenhängen - allerdings ist die Befundlage hierzu heterogen. In der vorliegenden Studie soll daher der Zusammenhang von akademischem Selbstkonzept und impliziten Theorien (Mindsets nach Dweck) mit Studienabbruchs- und -wechselintentionen untersucht werden. Über eine fachspezifische Messung (Rehberg 2020) und die Berücksichtigung von weiteren Skalen aus dem Mindset Meaning System (Yeager & Dweck 2020) sollen die komplexen Auswirkungen in der Studieneingangsphase tiefer verstanden werden. Hierfür wurde im WS 21/22 an der TU Darmstadt eine Fragebogenerhebung mit 805 Studierenden aus dem ersten Semester der MINT-Studiengänge durchgeführt. Im Vortrag werden das Design der Erhebung und ausgewählte Ergebnisse vorgestellt.

DD 25.2 Tue 12:20 DD-H11

**Belastungstrajektorie in der Studieneingangsphase Physik** — ●SIMON Z. LAHME, LARISSA HAHN, RONJA LANGENDORF, JASPER O. CIRKEL, SUSANNE SCHNEIDER und PASCAL KLEIN — Universität Göttingen, Deutschland

Bisherige Forschungsergebnisse zeigen, dass die Studieneingangsphase Physik für Studierende mit großen Herausforderungen fachlicher, überfachlicher, administrativer sowie persönlicher Natur verbunden ist. Diese können zu individuellen Belastungsempfindungen und bei unzureichender Regulation zum Studienabbruch führen. Bisherige Studien betonen die Bedeutung detaillierter Kenntnisse über die Quellen der wahrgenommenen Belastung sowie ihre Intensität im zeitlichen Ver-

lauf der Studieneingangsphase. Sie dienen als empirische Grundlage für die Identifikation von Faktoren und Zeitintervallen, um vonseiten der Universität geeignete Innovationen und Gegenmaßnahmen zu diskutieren und umzusetzen. Zu diesem Zweck wurde an der Universität Göttingen wöchentlich ein Kurzfragebogen eingesetzt, der durch standardisierte Fragen die subjektiv wahrgenommene Belastungsintensität, den geschätzten Workload sowie individuelle Belastungsquellen von Physikstudierenden im ersten Studienjahr ab Beginn des Vorkurses erfasst. Neben einer Beschreibung der zeitlichen Belastungsentwicklung der gesamten Kohorte können so auch individuelle Belastungstrajektorien analysiert sowie auffällige Teilgruppen identifiziert werden.

Im Vortrag werden die Belastungstrajektorien des ersten Studiensemesters sowie die Ergebnisse einer induktiven Kategorienbildung zu den studentischen Belastungsquellen präsentiert und diskutiert.

DD 25.3 Tue 12:40 DD-H11

**Studentische Wahrnehmungen zur Studieneingangsphase in Physik-Studiengängen** — ●CHRISTINA LÜDERS und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

Nach Klemm (2020) wird es in den nächsten Jahren zu einem dramatischen Anstieg des MINT-Lehrkräftemangels kommen. Studierende von MINT-Lehramtsstudiengängen müssen daher gezielt dabei unterstützt werden ihr Studium erfolgreich abzuschließen. An der RWTH Aachen werden die Studierenden im Lehramt Physik daher von Studienbeginn an in besonderem Maße unterstützt. Außerdem bietet die RWTH Aachen seit dem WS 2020/21 ergänzend zum klassischen sechssemestri-gen Bachelorstudiengang Physik einen Reformstudiengang Physik Plus mit acht Semestern Regelstudienzeit an. Hier können in den ersten Semestern zusätzliche Veranstaltungen angeboten werden, die den Übergang von der Schule zur Hochschule erleichtern. Seit dem WS 2019/20 wurden an der RWTH Aachen Studierende des ersten Studienjahres verschiedener Physik-Studiengänge in Fragebogen- und Interviewerhebungen zu Eingangsvoraussetzungen, Studienwahlmotiven und Erwartungen sowie zu ihren Wahrnehmungen in der Studieneingangsphase befragt. In dem Vortrag werden zusammenfassende Ergebnisse zu diesen Erhebungen für die Studiengänge Physik, Physik Plus und Lehramt Physik vorgestellt.

## DD 26: Quantenphysik – Konzepte

Time: Tuesday 12:00–13:00

Location: DD-H12

DD 26.1 Tue 12:00 DD-H12

**How Excitations of the Vacuum form Mass** — ●HANS-OTTO CARMESIN — Gymnasium Athenaem, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — Studienseminar Stade, Bahnhofstr. 5, 21682 Stade — Universität Bremen, Fachbereich 1, Postfach 330440, 28334 Bremen

The Higgs mechanism describes the formation of mass by an excitation of vacuum. However, that Higgs mechanism describes the vacuum in terms of a scalar field or potential  $V(\Phi)$  consisting of a  $\Phi^2$ -term and a  $\Phi^4$ -term, but without characterizing the nature of the variables  $\Phi$  or  $V$ . In particular, Higgs mechanism does not predict the mass  $m_H$  of the Higgs boson.

I summarize my covariant quantized field equation for the elements of spacetime. Using that equation, I present elementary objects underlying the physical vacuum as well as the variables  $\Phi$  and  $V$ . In particular, and as a test, I derive the mass  $m_H$  in precise accordance with observation. Hereby, I do not use any fit, instead I derive all results from the universal constants  $G$ ,  $c$  and  $\hbar$ . I report about corresponding lessons and my experience in a research club.

See e. g. Carmesin, H.-O. (March 2021): *Quanta of Spacetime Explain Observations, Dark Energy, Gravitation and Nonlocality*. Berlin: Verlag Dr. Köster, Carmesin, H.-O. (August 2021): *Cosmological and Elementary Particles Explained by Quantum Gravity*. Berlin: Verlag Dr. Köster, (Carmesin, H.-O. (October 2021): *The Elementary Charge Explained by Quantum Gravity*. Berlin: Verlag Dr. Köster.

DD 26.2 Tue 12:20 DD-H12

**How do scientists explain basic concepts in quantum physics?**

— ●STINA SCHEER and GUNNAR FRIEGE — Institut für Didaktik der Mathematik und Physik, Leibniz Universität Hannover

Quantum physics is often perceived as complicated, unintuitive and hard to explain. So how do experts in quantum physics explain its basic concepts, such as the uncertainty principle? In an ongoing study we asked young scientists doing research in quantum metrology to explain such concepts to an interested first year university student. Here we report our initial findings on content structure and explanatory elements used within these explanations. The design and evaluation are based on known concepts of explaining and expert-novice communication.

DD 26.3 Tue 12:40 DD-H12

**Topologische Modelle für Ununterscheidbarkeit und Verschränkung** — ●STEFAN HEUSLER — WWU Münster

Durch die steigende Bedeutung von Quantentechnologien ergibt sich die Notwendigkeit, geeignete Modellierungen auch für komplexere Themen wie dem der Verschränkung für die Schule zu entwickeln und zu evaluieren.

In diesem Beitrag stellen wir zunächst unsere Verallgemeinerung eines topologischen Ansatzes von P. Dirac zur Beschreibung von Spin  $j=1/2$  Zuständen ("Dirak-Gürtel") auf beliebige Spinzustände vor. Dieser Ansatz erlaubt es, Ununterscheidbarkeit und Verschränkung haptisch begreifbar zu machen.

Wir diskutieren kritisch die Tauglichkeit des Modells aus fachlicher und fachdidaktischer Sicht und vergleichen mit anderen Ansätzen zur Vermittlung des Konzepts der Verschränkung.

## DD 27: außerschulisches Lernen – Metaperspektive

Time: Tuesday 16:15–16:55

Location: DD-H8

DD 27.1 Tue 16:15 DD-H8

**Bedeutung des non-formalen Lernens für die MINT-Bildung: Interviewstudie mit Stakeholdern** — ●KAI BLIESMER und MICHAEL KOMOREK — Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Die Vielfalt non-formaler MINT-Bildungsangebote belegt die Ausdifferenzierung der außerschulischen Bildungslandschaft, die es interessierten Menschen ermöglicht, sich im Sinne des free-choice learning (Falk & Dierking 1998) freiwillig mit MINT-Inhalten zu beschäftigen. Eine prosperierende außerschulische Bildungslandschaft ist dabei in besonderem Maße von der Unterstützung einflussreicher Personen (Stakeholder) aus Politik, Bildungswissenschaft, Fachdidaktik, Wirtschaft und Wissenschaftsjournalismus abhängig, die sich finanziell und/oder ideell für das non-formale Lernen einsetzen und es so mitgestalten. Doch woher stammt dieses Engagement und welche Bedeutung weisen Stakeholder non-formaler MINT-Bildung zu? Der Vortrag präsentiert eine Studie, in der Stakeholder in einem leitfadengestützten, teilstandardisierten Interview nach ihrer Einschätzung befragt werden, wie non-formale Angebote zur MINT-Bildung insgesamt beitragen; welche Rolle sie in Zukunft spielen werden; und welchen Kriterien erfolgreiche non-formale Lernangebote genügen müssen. Von Interesse ist auch, wie die Befragten das Image non-formaler MINT-Angebote in der Allgemeinbevölkerung einschätzen und was sie vorschlagen, um diese zu stärken und für Erwachsene attraktiver zu gestalten. Die Studienergebnisse sollen helfen, non-formale Lernangebote im MINT-Cluster AHOI\_MINT ([www.ahoi-mint.de](http://www.ahoi-mint.de)) weiterzuentwickeln und Generalisierungen hinsichtlich non-formaler MINT-Bildung zu formulieren.

DD 27.2 Tue 16:35 DD-H8

**BMBF-MINT-Cluster AHOI MINT: Erhebung der von Familien geäußerten Bedarfe an non-formalen MINT-Angeboten** — ●MICHAEL KOMOREK, IMKE AHRENHOLTZ, JONATHAN NABER, CHRISTIN SAJONS und KAI BLIESMER — Universität Oldenburg

Im vom BMBF geförderten MINT-Cluster AHOI\_MINT ([www.ahoi-mint.de](http://www.ahoi-mint.de)) werden non-formale, außerschulische MINT-Bildungsangebote für 10-16jährige aufgeschlossen, vernetzt und beworben. In dieser Studie wird untersucht, welches Interesse und welcher Bedarf bei Kindern, Jugendlichen und Eltern an MINT-Lernangeboten besteht und von außerschulischen MINT-Lernorten oder von Schulen im AG-Bereich gedeckt werden könnten. In problemzentrierten qualitativen Interviews mit biografischen und episodischen Elementen berichten 10-16jährige bzw. ihre Eltern über Erfahrungen mit non-formalen Bildungsangeboten, über ihre Wünsche nach Inhalten und Formaten und darüber, unter welchen Bedingungen sie vorhandene oder neue Angebote im Sinne von 'free choice learning' nutzen oder nutzen würden. Herausfordernd war es, eine Stichprobe optimalen Kontrasts zu ziehen und das Interview an die Voraussetzungen der Teilgruppen anzupassen. Im Vortrag werden Ergebnisse vorgestellt, mit denen die Angebote im Cluster verbessert werden können und die Generalisierungen hinsichtlich non-formaler MINT-Bildung erlauben. Zu erkennen sind z. B. die Wünsche nach differenzierter methodischer Öffnung von MINT-Angeboten und der adressatengerechten Integration von Problemlöseaufgaben.

## DD 28: Geschichte der Physik und NoS

Time: Tuesday 16:15–16:55

Location: DD-H9

DD 28.1 Tue 16:15 DD-H9

**Wiederentdeckte astronomische Modelle aus dem frühen 19. Jahrhundert und ihre didaktischen Möglichkeiten** — ●OLAF KRETZER — Schul- und Volkssternwarte Suhl, Hoheloh 1, 98527 Suhl  
Astronomie in der Schule - diese heute oft gestellte Forderung ist keine

Erfindung des 20. Jahrhunderts. Die Vermittlung astronomischen Wissens und Inhalte lassen sich beispielsweise bis ins beginnende 17. Jahrhundert zurück verfolgen. Zumeist waren Schüler höherer Schulen das Zielklientel der Vermittlung. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts hielt in einigen Regionen die Astronomie an den Volksschulen Einzug.

Stellvertretend soll hier Leben und Werk eines Pädagogen untersucht werden, der mit seinen Werken und vor allem mit seinen schulastronomischen Modellen Pionierarbeit geleistet hat. Am Beispiel von zwei seiner Modelle sollen die Möglichkeiten der Modelle im heutigen Schulunterricht aufgezeigt werden.

DD 28.2 Tue 16:35 DD-H9

**Zombies im Labor: Das Beispiel des mechanischen Wärmeäquivalents** — ●PETER HEERING — Europa-Universität Flensburg

Eine Reihe von Experimenten aus der Geschichte der Physik findet sich in universitären Praktika, aber auch im Physikunterricht vornehmlich der Oberstufe wieder. Sei dies die Coulombsche Drehwaage, der

Franck-Hertz Versuch oder aber der Millikansche Öltröpfchenversuch; bereits die Benennung verweist auf einen (oftmals nicht weiter thematisierten) historischen Kontext. Es stellt sich aber zum einen die Frage, welche Relation die entsprechenden Versuchsaufbauten zu den historischen Apparaturen haben und zum anderen, was die Praxis mit diesen Aufbauten eigentlich mit Experimentieren zu tun hat. Anhand des Vergleichs der Arbeiten Joules zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents, historischer Lehrversionen zu diesem Experiment und aktueller Angebote von Lehrmittelfirmen werde ich diskutieren, welche Probleme gerade im Hinblick auf die Entwicklung eines angemessenen Verständnisses im Bereich Nature of Science durch derartige Versuche geschaffen werden können.

## DD 29: Lehr-Lernforschung – Lernermerkmale

Time: Tuesday 16:15–16:55

Location: DD-H10

DD 29.1 Tue 16:15 DD-H10

**Empathisches oder systematisches Denken im Physikunterricht? Testentwicklung für Lernende der Sekundarstufe I** —

●JULIA WELBERG, DANIEL LAUMANN und SUSANNE HEINICKE — Institut für Didaktik der Physik, WWU Münster

Es ist hinreichend untersucht, dass Physikunterricht eher Jungen und weniger Mädchen interessiert. Im Schuljahr 2020/21 machten Mädchen jedoch 1/5 der Lernenden in Physikleistungskursen in NRW aus - physikinteressierte Mädchen gibt es also doch?!

Das biologische Geschlecht scheint demnach nicht das einzige Merkmal zu sein, welches zum Interesse an Physik betrachtet werden sollte. Studien von Zeyer und Kollegen haben gezeigt, dass Konstrukte der "Empathising-Systemising Theory" besser die Motivation Naturwissenschaften zu lernen beschreiben als das Geschlecht. Bisherige Erhebungen fanden allerdings ausschließlich ab der Sekundarstufe II statt. Von Interesse sind jedoch auch Zusammenhänge von empathischem und systematischem Denken in der Sekundarstufe I, da hier besonders im Bereich der Mittelstufe das Interesse an Physik(unterricht) stark sinkt. Für die Erfassung der Konstrukte lag jedoch bis jetzt kein geeignetes Erhebungsinstrument vor.

Im Beitrag werden die Entwicklungsschritte zu einer geeigneten Kurzskaala zur Erfassung des empathischen und systematischen Den-

kens von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I vorgestellt und erste Ergebnisse in Bezug auf das Fachinteresse Physik gezeigt.

DD 29.2 Tue 16:35 DD-H10

**Growth Mindset (Cultures), Uni-Schul-Kooperationen und innovative Schulkonzepte** — ●LARS MÖHRING, JANNIK HENZE und ANDRÉ BRESGES — Inst. f. Phydid, Universität zu Köln

Die Kultur im Klassenraum aber auch der ganzen Schule hat einen großen Einfluss auf das Mindset von Lernenden und beeinflusst deren Lernstrategien und -bilder stark. Menschen mit einem Fixed Mindset sehen Fähigkeiten als prädestiniert an, Menschen mit einem Growth Mindset verstehen Fähigkeiten und Potential als veränderlich und entwickelbar. Ein Growth Mindset fördert Resilienz gegenüber Rückschlägen, hilft aus Fehlern zu lernen und minimiert Rückstände von vernachlässigten Lerngruppen. Ein Growth Mindset förderliches Klima im Klassenraum umfasst viele lernförderliche und inklusive Aspekte.

Die Inklusive Universitätsschule Köln weist ein modernes Schulkonzept auf und das Intelligenz- und physikbezogene-Mindset der Lernenden konnte im Zusammenhang mit dem Projekt "Zukunft gestalten mit Mensch und Technik" untersucht werden. Einflüsse des Projektes sowie unterschiedlicher digitaler Lernwerkzeuge und ein Vergleich zu "klassischen" Schulen werden im Vortrag präsentiert.

## DD 30: Lehreraus- und Lehrerfortbildung – neue Ansätze

Time: Tuesday 16:15–16:55

Location: DD-H11

DD 30.1 Tue 16:15 DD-H11

**Emotionale Professionalität: Ein wichtiger Faktor zur Entwicklung von der Resilienz bei Physiklehrer\*innen?** —

●BENJAMIN NIEHS<sup>1</sup>, MICHEL NOETHLICH<sup>2</sup> und ANDRÉ BRESGES<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Europaschule Bornheim, 52223 Bornheim — <sup>2</sup>ZfSL Leverkusen, 51379 Leverkusen — <sup>3</sup>Institut für Physikdidaktik, Universität zu Köln, 50923 Köln

Junge Lehrende stehen beim Übergang von der ersten zur zweiten Phase vor bedeutenden Herausforderungen wie dem Experimentieren mit Lernenden in einer ungewohnten Umgebung, die Anpassung fachlicher Inhalte an das Niveau der Zielgruppe und, besonders ungewohnt, die Entwicklung einer emotionalen Professionalität. Das Arbeitsfeld Schule ist gekennzeichnet von widersprüchlichen Handlungsanforderungen: Erziehen, Disziplinieren, Sanktionieren und Bewerten auf der einen Seite, Beziehungslernen und emotionale Unterstützung auf der anderen Seite, welche ohnehin schwierig zu vereinbaren sind. Hinzu kommt, dass Physik Lehrende auch noch Vorbilder in wissenschaftlicher Neutralität und objektiver Distanz sein sollten. Für den Berufsanfänger sind dies zum Teil unvereinbare Anforderungen, die zu einem Praxisschock erhöhtem Bewertungsdruck und Schaffens Krisen führen können. Der Aufbau einer emotionalen Professionalität ist daher aus unserer Sicht ein wichtiger Faktor zur Entwicklung der Resilienz bei Physik Lehrenden. Im Beitrag werden die Definition emotionaler Professionalität in geeigneten Quellen betrachtet und Ansätze zur längsschnittlichen Untersuchung der Entwicklung emotionale Professionalität diskutiert.

DD 30.2 Tue 16:35 DD-H11

**Interviewstudie zur Lernergebnissicherung im Physikunterricht aus der Perspektive von Physikfachleiter:innen** —

●JESSICA SCHILLING, JOHANNES F. LHOTZKY und KLAUS WENDT — Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Germany

Die Sicherung von Lernergebnissen ist ein zentraler Teil von Lehr-Lernprozessen im Physikunterricht und bezweckt eine nachhaltige Integration des Lernzugewinns in das bereits bestehende Wissensnetz von Schüler:innen. Bisher findet die Planung und Gestaltung von Lernergebnissicherungen im Physikunterricht jedoch nur sehr wenig Beachtung in der fachdidaktischen Literatur. Zudem gibt es kein einheitliches Verständnis darüber, was unter der Sicherung von Lernergebnissen verstanden wird und welche Bedeutung dieser in der konkreten Unterrichtsgestaltung sowie in der Ausbildung zukünftiger Lehrkräfte zugeschrieben wird. Da Physikfachleiter:innen die Vorstellungen und Unterrichtsplanungen von angehenden Physiklehrkräften im Referendariat maßgeblich prägen, wurde im Rahmen einer Masterarbeit an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz die Bedeutung der Lernergebnissicherung in der zweiten Ausbildungsphase Physik untersucht. Dazu wurden vier leitfadengestützte, qualitative Expert:inneninterviews mit rheinland-pfälzischen Physikfachleiter:innen durchgeführt und mit MAXQDA kategorienbasiert ausgewertet. Im Vortrag werden die Ergebnisse der durchgeführten Interviewstudie zur Bedeutung der Lernergebnissicherung im Physikunterricht vorgestellt.

## DD 31: Praktika und neue Praktikumsversuche

Time: Tuesday 16:15–16:55

Location: DD-H12

DD 31.1 Tue 16:15 DD-H12

**Warum ist die Gerade krumm? Messdaten interpretieren lernen am Beispiel des Stefan-Boltzmann-Gesetzes** — ●MICHAEL DAAM<sup>1</sup>, FABIENNE MÜLLER<sup>1</sup>, ANTJE BERGMANN<sup>1</sup>, CARSTEN ROCKSTUHL<sup>1</sup> und RONNY NAWRODT<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Theoretische Festkörperphysik, Karlsruher Institut für Technologie — <sup>2</sup>Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart

Ein typischer Versuch im physikalischen Anfängerpraktikum vieler Universitäten ist die Verifizierung des Stefan-Boltzmann-Gesetzes mit einer Thermosäule und einem näherungsweise schwarzen Strahler. In unserem Aufbau, mit einem elektrisch geheizten Leslie-Würfel, passen die Messwerte nur auf den ersten Blick zur Theorie. Wird die gemessene Strahlungsleistung über der vierten Potenz der Temperatur aufgetragen, ergibt sich anstatt der vorhergesagten Geraden eine leicht gekrümmte Kurve. Obwohl diese Abweichung offenbar nicht statistischer Natur ist, gehen Studierende in der Regel darüber hinweg und sehen in ihren Messwerten eine Bestätigung des Stefan-Boltzmann-Gesetzes.

Wir stellen eine Umsetzung des Experiments vor, die den Studierenden ihren unkritischen Umgang mit den Messwerten und dem zugrunde liegenden Modell vor Augen führt, Methoden für die sorgsame Interpretation von Messergebnissen bereitstellt und eine Gelegenheit bietet, diese anzuwenden. Im Laufe des Versuchs sollen die Studierenden die Diskrepanz zwischen der Vorhersage und der Messung einsehen, mit selbst ausgedachten Modifikationen des Messaufbaus beseitigen und schließlich Daten aufnehmen, die im Einklang mit dem Stefan-Boltzmann-Gesetz stehen.

DD 31.2 Tue 16:35 DD-H12

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

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

## DD 32: Postersession 2: Astronomie

Time: Tuesday 17:00–18:00

Location: P

DD 32.1 Tue 17:00 P

**AR-Lineale: Astronomie und Planeten im Klassenzimmer** — ●ALEXANDER ARSHEWIZKIJ, ALEXANDER PUSCH und MALTE UBBEN — Wilhelm-Klemm-Straße 10

Die astronomische Bildung kommt mit allerlei bekannten Tücken daher. Eine bekannte Problematik sind fehlende Stützpunktvorstellungen in Bezug auf Größenordnungen verschiedener Körper im Sonnensystem. Dieser Beitrag stellt eine einfache AR-Anwendung vor, mit der SuS sich eigene Größenverständnisse aufbauen können, indem sie "AR-Lineale" nutzen, um Vergleiche mit Alltagsgegenständen durchzuführen. Dabei werden nicht nur die acht Planeten thematisiert, auch Zwergplaneten und ihre Monde werden mit ihren Abständen und Größen durch die Applikation vermittelt.

DD 32.2 Tue 17:00 P

**Lernschwierigkeiten im Umgang mit dem Hertzsprung-Russell-Diagramm** — ●RONJA LANGENDORF, SUSANNE SCHNEIDER und PASCAL KLEIN — Universität Göttingen

Das Hertzsprung-Russell-Diagramm (HRD) gilt als wichtiges Werkzeug

der Astrophysik und ist daher ein zentraler Bestandteil in universitären Astrophysikveranstaltungen. Es unterstützt Lernende dabei, die physikalischen Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften von Sternen zu verstehen und den Prozess der Sternentwicklung zu beschreiben. Die Extraktion von Informationen z.B. zur Leuchtkraft ist dabei Voraussetzung für einen zielführenden Umgang mit dem HRD. Praxiserfahrungen deuten jedoch an, dass dies seitens der Studierenden häufig mit Lernschwierigkeiten verbunden ist. Diese sind vermutlich auf die visuelle Komplexität des HRD zurückzuführen, die eine hohe Aufmerksamkeit auf und sorgfältige Auseinandersetzung mit relevanten Diagrammelementen erfordert. Bisher mangelt es jedoch an empirischen Untersuchungen zu den konkreten Ursachen dieser Schwierigkeiten. Im Beitrag werden daher ausgewählte Ergebnisse einer Studie vorgestellt, in der 35 Physikstudierende 14 offene Aufgaben zum HRD bearbeiteten. Eye-Tracking-Daten ermöglichen eine Analyse der visuellen Aufmerksamkeit während der Aufgabenbearbeitung. In Kombination mit retrospektiven Interviews können mögliche Lernschwierigkeiten aufgedeckt werden. Hiermit geht das langfristige Ziel einher, Physikstudierenden das HRD durch zielgerichtete Instruktionen in einer digitalen Lehr-Lern-Umgebung besser zugänglich zu machen.

## DD 33: Postersession 2: Außerschulisches Lernen

Time: Tuesday 17:00–18:00

Location: P

DD 33.1 Tue 17:00 P

**Science Gateway: Zukünftige SchülerInnenlabore am CERN** — ●JULIA WOITHE, PATRICK THILL und SASCHA SCHMELING — CERN, Genf, Schweiz

Am Teilchenphysik-Labor CERN in Genf, Schweiz, wird derzeit ein neuer Science Center Komplex gebaut (\*CERN Science Gateway\* sciencegateway.cern), welcher auch zwei SchülerInnenlabore beherbergen wird. In diesen Laboren werden Lernende ab 5 Jahren ihre wissenschaftliche Neugierde erkunden und lernen wissenschaftlich zu forschen. Im Rahmen des forschend-entdeckenden Lernens interagieren Lernende aus aller Welt direkt mit Mitgliedern der wissenschaftlichen Gemeinschaft des CERN um einen Einblick in die Forschung, die Ar-

beitsweise und die Technologien des weltweit größten Teilchenphysik-Labors zu erhalten. Die geplanten Themengebiete umfassen dabei verschiedenste Aspekte, wie zum Beispiel die Detektion, Beschleunigung und Manipulation von Teilchen, Robotik, (Quantum) Computing, technische Herausforderungen der Hochenergiephysik, oder medizinische Anwendungen der Teilchenphysik. In diesem Beitrag werden die Konzeption der Labore und einige der geplanten Lernaktivitäten vorgestellt. Wir freuen uns insbesondere über Ideen zu bereits existierenden Lernmaterialien, die wir adaptieren könnten, und über Ideen, die wir zusammen mit anderen Schülerlaboren entwickeln könnten (sciencegateway.labs@cern.ch).

DD 33.2 Tue 17:00 P

**MINT-Begeisterung wecken, fördern und halten - zwei Beispiele für außerschulische Lernangebote** — ●ANNE GEESE, DINA AL KHARABSHEH und RAINER MÜLLER — TU Braunschweig, Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften

Außerschulische MINT-Aktivitäten sind aktuell wenig populär. Sie können aber für mehr Bildungsgerechtigkeit sorgen, indem sie sich an benachteiligte Gruppen wenden. Dies sind z.B. Mädchen und junge Frauen, deren Weg in die MINT-Fächer durch gesellschaftliche Rollenzuschreibungen erschwert wird, aber auch Kinder aus bildungsfernen Regionen, die außerhalb der Schule keine Berührungspunkte mit naturwissenschaftlichen Themen haben.

Wir stellen zwei Beispiele für außerschulische Lernangebote vor, die genau diese beiden Zielgruppen ansprechen: Der Forschungsclub *chang-ING* richtet sich an Mädchen und junge Frauen und bietet seit 2019 in zweiwöchentlichen Gruppentreffen Einblicke in die Luftfahrt der Zukunft. Angekoppelt an den Exzellenzcluster zur nachhaltigen Luftfahrt SE\*A möchte er jungen Frauen den Weg in ein ingenieurwissenschaftliches Studium ebnen. Die MINT Liga startet im Sommer 2022 und ist ein vom BMBF geförderter MINT-Cluster. An Ankerpunkten wie Jugendzentren in sozial benachteiligten Quartieren finden regelmäßig MINT-Angebote statt, wobei die verschiedenen Ankerpunkte in einer Liga gegeneinander antreten und am Ende einen MINT-Meister küren.

Wir stellen diese beiden MINT-Angebote vor und betrachten ihre Gelingensbedingungen.

DD 33.3 Tue 17:00 P

**Fast lichtschnell durch die Stadt** — ●STEPHAN PREISS — Universität Hildesheim, Hildesheim, Germany

In Einsteins Spezieller Relativitätstheorie treten die ungewöhnlichen Effekte der Zeitdilatation und Längenkontraktion auf. Diese meist durch Gedankenexperimente und Diagramme behandelten Erscheinungen stellen eine große kognitive Herausforderung für Lernende, die sich zum ersten Mal mit dieser Thematik auseinandersetzen, dar. Immerhin müssen die alltäglichen Konzepte von Länge und Zeitdauer völlig neu beurteilt werden.

In diesem Beitrag stellen wir eine Unterrichtseinheit vor, die unter Benutzung interaktiver Computersimulationen einen „experimentellen“ Zugang zu den Effekten der Speziellen Relativitätstheorie bietet. Die-

se Einheit, wurde in zahlreichen Veranstaltungen des Schülerlabors *Raumzeitwerkstatt* mit Schülergruppen der Klassenstufen 10 bis 13 erfolgreich eingesetzt.

Um die anfängliche Frage, wie die Umgebung bei einer Bewegung mit nahezu Lichtgeschwindigkeit aussieht, zu beantworten, stellen wir eine virtuelle Welt mit drastisch reduzierter Lichtgeschwindigkeit ( $c = 1\text{ m/s}$ ), in der sich der Nutzer frei bewegen kann, zur Verfügung. In diesem Labor können die Lernenden dann durch Beobachtung schnell bewegter Objekte und eigener Flüge Messungen zu Zeitabläufen und Längen in unterschiedlichen Bezugssystemen durchführen. Der aus dem Gedankenexperiment zur Lichtuhr gewonnene Lorentz-Faktor kann damit auch empirisch untermauert werden.

DD 33.4 Tue 17:00 P

**MILeNa - MINT-Lehrkräfte-Nachwuchsförderung weitergedacht** — ●CHRISTINA LÜDERS<sup>1</sup>, CARSTEN KAUS<sup>1</sup>, CHRISTIAN SALINGA<sup>1</sup>, REBECCA GRANDRATH<sup>2</sup>, SEBASTIAN HÜMBERT-SCHNURR<sup>2</sup>, FRANZISKA KLAUTKE<sup>3</sup>, SEBASTIAN KELLER<sup>3</sup>, HEIKE THEYSSEN<sup>3</sup>, AMÉLIE TESSARTZ<sup>4</sup>, JAN HEYSEL<sup>4</sup>, ULRICH BLUM<sup>4</sup> und HEIDRUN HEINKE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>RWTH Aachen University — <sup>2</sup>Bergische Universität Wuppertal — <sup>3</sup>Universität Duisburg-Essen — <sup>4</sup>Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

MILeNa ist ein Programm zur MINT-Lehrkräfte-Nachwuchsförderung, welches seit 2013 existiert und dem sich dramatisch verschärfenden MINT-Lehrkräftemangel entgegenwirken soll. Interessierte Oberstufenschüler:innen werden in der Phase der Berufsentscheidung langfristig begleitet und erhalten tiefe Einblicke in das Berufsfeld einer MINT-Lehrkraft mit dem Ziel eine fundierte Studienentscheidung zu unterstützen. Seit 2017 wurde das Programm in einer modifizierten Variante zunächst von der RWTH Aachen angeboten und seit 2019 auf weitere Hochschulen ausgeweitet. Dabei werden die Programmbestandteile in einem Präsenz-, Hybrid- oder Onlineformat umgesetzt. Zur Grundstruktur gehören neben einer Auftakt- und Abschlussveranstaltung ein Basis-Workshop, welcher Grundlagen zur Unterrichtsgestaltung und -durchführung vermittelt. In anschließenden schulischen Angeboten erproben sich die Schüler:innen in der Lehrendenrolle. Eine Beteiligung vieler Hochschulen ermöglicht neben wachsenden Teilnehmer:innenzahlen außerdem vielfältige (digitale) Zusatzangebote zu unterrichtlichen Themenstellungen.

## DD 34: Postersession 2: Hochschuldidaktik

Time: Tuesday 17:00–18:00

Location: P

DD 34.1 Tue 17:00 P

**Vektorielle Feldkonzepte verstehen durch Zeichnen? Erste Wirksamkeitsuntersuchungen** — ●LARISSA HAHN und PASCAL KLEIN — Universität Göttingen, Deutschland

Um vektorielle Feldkonzepte wie die Divergenz in physikalischen Kontexten anzuwenden, ist ein konzeptionelles Verständnis notwendig. Bisherige Forschungsergebnisse zeigen jedoch studentische Schwierigkeiten im Umgang mit Vektorfeldkonzepten. Im Einklang mit lerntheoretischen Erkenntnissen fordern Fachdidaktiker:innen daher die Entwicklung zielgerichteter Lehr-/Lernmaterialien, die den Einsatz und die Koordination multipler Repräsentationen fokussieren und unterstützen. In diesem Zusammenhang hat in den letzten Jahren die Technik des Zeichnens zunehmend an Aufmerksamkeit gewonnen. Theoretischen Überlegungen und früheren Studien zufolge hat Zeichnen das Potential, eine tiefe Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt durch eine mentale Entlastung zu unterstützen und so den Wissensaufbau, insbesondere komplexer Konzepte, zu fördern. Vor diesem Hintergrund wurden Lehr-/Lernmaterialien entwickelt, die einen visuellen Zugang zu vektoriellen Feldkonzepten anhand von Vektorfelddiagrammen ermöglichen und unterstützende Zeichenaktivitäten, z.B. bei der Interpretation von Richtungsableitungen, integrieren. Die Analyse der kognitiven Prozesse im Zuge der Bearbeitung des Lehr-/Lernmaterials und beim zugehörigen Problemlösen wird hierbei durch Eye-Tracking unterstützt. Neben einem Überblick zum aktuellen Projektstand bezüglich bisheriger Materialentwicklungen und -wirksamkeitsuntersuchungen werden außerdem zukünftige Ziele und Ideen vorgestellt.

DD 34.2 Tue 17:00 P

**Lehramtsspezifischer Professionsbezug in Fachveranstaltungen** — ●BENEDIKT GOTTSCHLICH und JAN-PHILIPP BURDE — Universität Tübingen

Bereits im Jahr 2006 forderte die DPG die stärkere Berücksichtigung professionsbezogener Anforderungen an zukünftige Physiklehrkräfte im Rahmen ihrer fachlichen universitären Ausbildung. Eine Analyse der Modulhandbücher der Physik-Lehramtsstudiengänge in Deutschland zeigt, dass Fachvorlesungen in höheren Semestern tatsächlich häufig separat für Lehramtsstudierende angeboten werden. Im Gegensatz dazu belegen Lehramtsstudierende jedoch üblicherweise einen Großteil der Vorlesungen zur Klassischen Physik gemeinsam mit Fachstudierenden. Es stellt sich daher die Frage, auf welche Art und Weise auch im Rahmen dieser Veranstaltungen ein lehramtsbezogener Professionsbezug hergestellt wird. Eine engere Verzahnung fachlicher und didaktischer Aspekte bereits in der Studieneingangsphase erscheint nicht nur vor dem Hintergrund der beschriebenen Forderungen der DPG wünschenswert, sondern kann zudem einen Beitrag zur Verringerung von Frustration und zur Senkung der Abbruchquote in der ersten Phase des Physik-Lehramtsstudiums leisten. Im Beitrag werden die Ergebnisse einer aktuellen Umfrage unter Standorten in Deutschland vorgestellt, die ein gymnasiales Lehramtsstudium anbieten. Ziel war es hierbei, systematisch zu erheben, in welcher Form und in welchem Umfang ergänzende professionsbezogene Maßnahmen für Lehramtsstudierende im Rahmen gemeinsamer Fachveranstaltungen angeboten werden.

DD 34.3 Tue 17:00 P

**Prüfungen im Physikstudium: Aktuelle Hochschulpraxis bildungswissenschaftlich betrachtet** — ●M. LÄNGLE<sup>1</sup>, D. KERN-MICHLER<sup>2</sup>, S. BRACKERTZ<sup>3</sup>, S. PENGER<sup>3</sup>, A. SICH<sup>3</sup>, L. LEHMANN<sup>4</sup> und C. KRONBERGER<sup>5</sup> — <sup>1</sup>Universität Wien, Wien, Österreich — <sup>2</sup>ZaPF e.V., Frankfurt, Deutschland — <sup>3</sup>UzK, Köln, Deutschland — <sup>4</sup>TU Dresden, Dresden, Deutschland — <sup>5</sup>TU Wien, Wien, Österreich

Die Corona-Pandemie hat dazu geführt, dass viele Prüfungsformate adaptiert werden mussten oder ganz an ihre Grenzen gestoßen sind.



Gleichzeitig wurden zahlreiche neue Prüfungsformate ausprobiert.

Auch wegen der Reduzierung der persönlichen Kontakte haben Prüfungen die Kultur des Studiums besonders geprägt.

All dies geschah typischerweise nur selten mit systematischem Bezug zu Forschung und bildungspolitischen Debatten in der allgemeinen Pädagogik. Letztere ist einerseits sehr fundiert, andererseits nimmt sie nur sehr selten spezifisch auf das Physikstudium Bezug.

Angesichts dessen werden alte und neue Prüfungsformate verschiedener Physikstudiengänge mit dem aktuellen Stand der pädagogischen Debatte konfrontiert. Besonders relevante Aspekte sind:

Prüfungen als

- Selektionselement von Lebenschancen
- Qualifizierungsnachweis
- kulturell prägendes Element des Unialltags und Stressfaktor
- Strukturierungs- und Feedbackinstrument

DD 34.4 Tue 17:00 P

**Die WiMINT-AGs Mathematik und Physik** — BRITTA SCHÜTTER-KERNDL<sup>1</sup>, •MANUELA BOIN<sup>1</sup>, BERND ODER<sup>2</sup>, ACHIM BOGER<sup>3</sup> und KARIN LUNDE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Technische Hochschule Ulm — <sup>2</sup>Hochschule Aalen — <sup>3</sup>Gewerbliche Schule Schwäbisch Gmünd

Die Arbeitsgruppe cosh (Cooperation Schule-Hochschule) setzt sich für eine intensive Zusammenarbeit zwischen Schulen und Hochschulen in Baden-Württemberg ein. LehrerInnen erarbeiten gemeinsam mit ProfessorInnen Möglichkeiten, SchülerInnen besser auf ein Hochschulstudium vorzubereiten (siehe [www.cosh-bw.de](http://www.cosh-bw.de)).

Viele Erstsemester im WiMINT (Wirtschaft, Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik)-Bereich haben zu Studienbeginn fachliche Probleme. Ein Ziel von cosh ist es deshalb, Angebote für Studieninteressierte zu entwickeln, die diese Anfangsschwierigkeiten mindern sollen.

WiMINT-AGs sind studentische Tutorien, die in Kooperation zwischen einer Hochschule und einer Schule stattfinden. Didaktisch geschulte Studierende wiederholen, üben und vertiefen Grundlagen der Mathematik bzw. Physik mit interessierten SchülerInnen. Eine weitere wichtige Aufgabe der TutorInnen ist die Weitergabe eigener Erfahrungen aus dem Studienbeginn.

Das Verbundprojekt cosh wurde im Rahmen des Fonds Erfolgreich Studieren in Baden-Württemberg (FEST-BW, Förderlinie 4 \*Eignung und Auswahl\*) gefördert. Die Erarbeitung eines Konzeptes für die WiMINT-AG Physik, die Erstellung der Materialien und die Erprobung in einem Pilotprojekt waren ein Schwerpunkt der Förderung.

DD 34.5 Tue 17:00 P

**Auswirkungen der Lehr-Lernüberzeugungen studentischer Tutor\*innen** — •ROBIN DEXHEIMER-REUTER — Didaktik der Physik, Technische Universität Darmstadt

Von studentischen Tutor\*innen geleitete Übungen stellen an vielen Universitäten einen wichtigen Baustein der Lehre dar, welcher empirisch jedoch noch wenig untersucht ist. Insbesondere zum Einfluss der Lehr-Lernüberzeugungen von Tutor\*innen erscheinen weitere Erhebungen lohnenswert, da sich diese auf das Handeln der Tutor\*innen und hierüber auch auf den Erfolg der Studierenden auswirken können (Mediationsmodell). In der Informatik erwiesen sich die Überzeugungen von Tutor\*innen als prädiktiv für die Wahrnehmung ihrer Kompetenz durch die Studierenden (Glathe, 2017). Im Bereich der universitären Physikübungen steht eine ähnliche Überprüfung zum Einfluss der Überzeugungen von Tutor\*innen noch aus. Daher ist es Ziel des geplanten Projektes, das Mediationsmodell in diesem Kontext zu untersuchen. In einer Vorstudie wird erhoben, welche Methoden in der Tutor\*innenqualifikation eine besondere Rolle spielen. Diese werden in der anschließenden Hauptstudie besonders berücksichtigt. Dabei wird die Qualität der Übungsleitung in Anlehnung an die COACTIV-Studie (Kunter, 2011) durch Befragung der Studierenden zur wahrgenommenen Gruppenführung, kognitiven Aktivierung und konstruktiven Unterstützung operationalisiert. Auf Seite der Studierenden wird neben dem Veranstaltungserfolg auch ihre Zufriedenheit mit der Übung erfasst. Auf dem Poster werden die Forschungsfragen und das entsprechende Design der ab 2022 geplanten Studie vorgestellt.

DD 34.6 Tue 17:00 P

**Paderborner Studieneingangsphase Physik - Entwicklung von Unterstützungsmaterialien für die Theoretische Physik** — •NILAB ABBAS, ANNA B. BAUER und PETER REINHOLD — Universität Paderborn, Deutschland

Physik Studiengänge weisen eine hohe Abbruchquote vor allem zu Beginn des Studiums auf. Als häufigste Ursache für den Abbruch werden inhaltliche Anforderungen genannt, die vor allem beim Bearbeiten von Aufgaben in Übungszetteln und beim Bestehen von Klausuren besonders herausfordernd wirken. Studien zeigen ebenfalls, dass die hierzu nötigen fachspezifischen Problemlösefähigkeiten nicht auf einem ausreichenden Niveau entwickelt werden. Als Reaktion hierauf wird an der Universität Paderborn eine abgestimmte Studieneingangsphase aus einem Guss gestaltet. Ein Fokus stellt die Theoretische Physik und der mit ihr einhergehende hohe Grad an Mathematisierung dar. Es werden im Rahmen eines Design-Based Research Ansatzes passgenaue Unterstützungsmaßnahmen für die Veranstaltung Theoretische Physik entwickelt und hinsichtlich der Gelingensbedingungen mit Fokus auf die Lernwirksamkeit evaluiert. Zusammen mit den Akteuren werden typische Herausforderungen analysiert. Daraus werden digitale Maßnahmen zur Vermittlung von Problemlösefähigkeiten (Erklärvideo, Worked-Out-Examples etc.) entwickelt und als Selbstlernmaterialien zur Verfügung gestellt. Die Lernwirksamkeit der Maßnahmen wird multiperspektivisch (Videografie, Fragebögen, Fachwissenstest) untersucht. Der Beitrag stellt das Untersuchungsdesign und die identifizierten Herausforderungen der Studierenden vor.

DD 34.7 Tue 17:00 P

**Paderborner Studieneingangsphase Physik - Gestaltung einer Studieneingangsphase aus einem Guss** — •ANNA B. BAUER und PETER REINHOLD — Didaktik der Physik, Universität Paderborn, Deutschland

Die Studieneingangsphase Physik stellt für die Studienanfänger einen komplexen Lernprozess mit vielfältigen Anforderungen auf fachlicher, Metakognitions- und Sozialisations-Ebene dar, der sie im Rahmen der akademischen Identitätsbildung mit einbezieht und prägt. Ziel des Projektes Paderborner Studieneingangsphase Physik ist die evidenzbasierte Gestaltung eines strukturierten Studieneinstiegs und einer in sich kohärent abgestimmten Studieneingangsphase aus einem Guss. Die Maßnahmen werden multiperspektivisch mit Hilfe bestehender Instrumente evaluiert. Die Implementation eines neuen Übungsformats (Präsenzübungen) in den Fachvorlesungen, die Integration einer zentralen Ansprechperson sowie die systematische Unterstützung der Studierenden im Bereich des selbstregulierten Lernens zeigen positive Effekte in einer erhöhten Teilnahmequote sowie Zufriedenheit der Studierenden mit den Veranstaltungen, einem aktiveren Arbeitsverhalten sowie einer höheren Bestehensquote der Klausur im ersten Semester. In dem Beitrag werden die Gelingensbedingungen bzw. Strukturen für eine wirksame Zusammenarbeit von Fachdidaktik und Fachwissenschaft am Beispiel der Überarbeitung Studieneingangsphase im Rahmen einer community of practice (Aktionsforschung), von der Wirksamkeit der bisherigen Implementierung sowie von den nächsten Schritten berichtet.

DD 34.8 Tue 17:00 P

**Das Projekt: Flexible Zusammenführung der Lehrkonzepte und Lehrmaterialien für den Experimental-Physik-Unterricht an der Universität Kiel** — •IRINA SCHNEIDER — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Der Experimental-Physik-Unterricht ist manchmal nicht interessant für Studierende und das behindert auch das Verständnis von den Grundlagen des Faches. Besonders betroffen sind hier die Nebenfachstudenten, die oft wenig Vorlesungs- und Praktika-Stunden haben. Ziel des Projektes ist, den Unterricht verständlicher und abwechslungsreicher zu machen und die Studierenden zu motivieren. Dafür werden die unterschiedlichen Lehrkonzepte, Lehrmaterialien usw. zusammengeführt zu einer flexiblen Sammlung, die die Lehrenden nutzen und auch weiterentwickeln können. Auch der Erfahrungsaustausch zwischen den Lehrenden ist in dem Rahmen des Projektes hier wichtig. Das Projekt können auch die Studierenden mit den Dozierenden gemeinsam weiterentwickeln.

DD 34.9 Tue 17:00 P

**Einsatz von multiplen Repräsentationsformen zur qualitativen Beschreibung realer Phänomene der Fluidodynamik** — •CHRISTIAN RABE, VINCENT DREWS, LARISSA HAHN und PASCAL KLEIN — Universität Göttingen, Deutschland

Bei der qualitativen Beschreibung realer Phänomene in der Fluidodynamik zeigen sich Schwierigkeiten für viele Lernende. In zwei getrennten Studien wurden das studentische Verständnis der Kontinuitätsgleichung in Flüssigkeitsströmungen sowie der aerodynamische Magnus-Effekt untersucht. Beiden Themen ist die Verwendung multipler Re-

präsentationsformen (Formeln, Stromlinien, Vektorfelder) gemein, die zum Lernen konstruiert und aufeinander bezogen werden müssen. In der Physikdidaktik ist bekannt, dass sich die Verwendung von multiplen Repräsentationsformen in vielen Fällen als lernförderlich erweisen kann; eine kohärente Übersetzung zwischen realem Phänomen und Repräsentationsform allerdings auch Schwierigkeiten bereitet. Im Stil des Design-Based Research wurden Lehr-/Lernmaterialien entwickelt, die einen multi-repräsentationalen Zugang zu den Themen ermöglichen und schon frühzeitig vektorielle Feldkonzepte adressieren. Durch Akzeptanzbefragungen ( $N > 10$ ) und den Einsatz von Testinventaren ( $N > 100$ ) konnten Lerngelegenheiten und -schwierigkeiten identifiziert werden, die der Weiterentwicklung der Materialien dienen. Die Fluidynamik erwies sich dabei als ein äußerst reichhaltiges Feld für physikdidaktische Forschungsarbeiten mit hoher Anschlussfähigkeit an die Elektrodynamik.

DD 34.10 Tue 17:00 P

**Ausbildung in drei Dimensionen: Theorie, Praxis, Forschung** — ●JOHANNES LHOTZKY<sup>1</sup>, NADINE BASTON<sup>2</sup>, KLAUS WENDT<sup>1</sup> und MARIUS HARRING<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Physik — <sup>2</sup>Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Erziehungswissenschaften

Im Projekt "Lehr-Lern-Forschungslabore als Orte vertieften Lernens: Das Mainzer Modell kooperativer Lehrerbildung" der BMBF Qualitätsoffensive Lehrerbildung partizipieren Studierende des gymnasialen Lehramtsstudiengangs im Teilprojekt Physik an Lehr-Lern-Labor-Seminaren. Diese sind an bildungswissenschaftliche Veranstaltungen im Bachelor- und Mastertstudiengang gekoppelt. In der fachdidaktischen Lehrveranstaltung treffen drei zentrale und auch empirisch geforderte Aspekte der universitären Lehramtsausbildung an einem Ort aufeinander: Theorieinput, Praxisphase und Forschungsperspektive. Die Veranstaltung umfasst inhaltlich praxisrelevante Schwerpunkte der Unterrichtsplanung, deren Umsetzung als auch zentrale theoretische und methodische Schwerpunkte: kognitive Aktivierung, vertieftes Lernen sowie indikatorbasierte Videoanalyse. Mithilfe der Videoanalyse gelingt eine enge Verzahnung von Forschung und Theorie mit konkretem Praxisbezug. Zur Unterstützung des Analyseprozesses wird eine im Projektkontext entwickelte, interaktive Lehr-Lern-Plattform eingesetzt. Der kooperativ gestaltete Beitrag präsentiert und diskutiert die gemeinsame theoretische Verortung, das Seminarkonzept, konkrete Studierendenergebnisse, sowie die Resultate der begleitenden summarischen Evaluation.

DD 34.11 Tue 17:00 P

**Empirische Überprüfung der Wirksamkeit eines Strategie-**

**trainings im Rahmen eines Physikmoduls** — ●KATJA PLICHT<sup>1</sup>, HENDRIK HÄRTIG<sup>2</sup> und ALEXANDRA DORSCHU<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Hochschule Ruhr West, Mülheim an der Ruhr — <sup>2</sup>Universität Duisburg-Essen

Der Übergang von der Schule zur Hochschule stellt sich besonders in den Natur- und Ingenieurwissenschaften als problematisch dar und führt noch immer häufig zum Studienabbruch (Heublein, 2018). Dabei zeigt sich, dass ein notwendiges tieferes Verständnis physikalischer Konzepte und die Befähigung zum selbständigen Problemlösen oftmals nicht ausreichend entwickelt ist (Schecker & Klieme, 2001).

Der Experten-Novizen-Vergleich zeigt darüber hinaus, dass das erfolgreiche Problemlösen im Bereich der Physik einerseits das Verständnis von Tiefenstrukturen und andererseits das Erlernen von Problemschemata und Heuristiken beinhaltet (Friege, 2003). Daraus ergibt sich ein Bedarf nach einer systematischen Entwicklung von Problemlösestrategien entgegen dem oftmals verbreiteten plug-and-chuck-Verfahren, bei dem eine zur Zielgröße passende Formel gesucht und weiterverwendet wird (Redish, 2006).

Mit einem Fokus auf diese beiden Aspekte wurde ein Strategietraining zur Förderung der Problemlösekompetenz entwickelt. Dieses wurde im Rahmen der Physikübung im Studiengang Maschinenbau eingesetzt und im Kontrollgruppendesign evaluiert. Es werden das Konzept sowie erste Pilotierungsergebnisse präsentiert.

DD 34.12 Tue 17:00 P

**Quantenphysik und Astronomie - mehr als nur bunte Farben?** — ●TOBIAS REINSCH<sup>1</sup>, LUKAS MACZEWSKY<sup>2</sup>, HOLGER CARTARIUS<sup>3</sup> und RONNY NAWRODT<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 57, 70569 Stuttgart — <sup>2</sup>Experimentelle Festkörperphysik, Universität Rostock, Albert-Einstein-Str. 23, 18059 Rostock — <sup>3</sup>AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

Die Beobachtung des Sternenhimmels gehört nicht nur zu den ältesten Wissenschaften, sondern bietet noch immer einen interessanten Einstieg in moderne Fragestellungen der Physik für Schüler\*innen und Studierende. So bietet die Analyse von Stern- und Sonnenspektren einen motivierenden und vielfältigen Einstieg in die Quantenphysik. In diesem Beitrag wird eine unterrichtstaugliche experimentelle Herangehensweise auf Basis einfacher spektroskopischer Messungen der Linien im Sonnenspektrum vorgestellt. Quantenphysikalische Grundkonzepte wie Spin, Wellen- und ferner Teilchencharakter lassen sich damit direkt experimentell aus den Spektren ableiten. Zusätzlich können diskrete Übergänge als Lösungen der Schrödingergleichung hergeleitet werden. Aus der Beobachtung weit entfernter Prozesse in unserem Universum lassen sich also Rückschlüsse auf die mikroskopischen Prozesse quantenmechanischer Natur auf Atomebene schließen und umgekehrt.

## DD 35: Postersession 2: Neue / digitale Medien

Time: Tuesday 17:00–18:00

Location: P

DD 35.1 Tue 17:00 P

**Unterstützung eines qualitativen Verständnisses der elektromagnetischen Induktion durch Augmented Reality** — ●ROLAND BERGER<sup>1</sup> und PHILIPP LENSING<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Universität Osnabrück — <sup>2</sup>Hochschule Osnabrück

Ein grundlegendes Verständnis der elektromagnetischen Induktion erfordert bei Lernenden die Einsicht, dass die zeitliche Änderung des Magnetfeldes in einer Leiterschleife eine elektrische Spannung induziert. Um dieses Grundprinzip möglichst deutlich zu machen, haben Erfmann und Berger ein qualitatives Unterrichtskonzept vorgeschlagen, welches auf dem Abzählen von Feldlinien basiert. Nach diesem Konzept wird die zeitliche Änderung des Magnetfeldes in einer Leiterschleife mithilfe eines Filmstreifens veranschaulicht. In dem Filmstreifen sind Bild für Bild Feldlinien eingezeichnet, sodass die zeitliche Änderung der Zahl der Feldlinien unmittelbar zu erkennen ist. Um dieses Feldlinienkonzept der elektromagnetischen Induktion zu unterstützen, haben wir eine App entwickelt, welche die Stärke des Magnetfeldes mit dem Sensor des verwendeten Tablets misst. Dem Prinzip von Augmented Reality folgend wird einer Induktionsspule innerhalb einer Helmholtzspule eine entsprechende Zahl virtueller Feldlinien überlagert. Mithilfe dieser App können somit zentrale Fehlvorstellungen unmittelbar adressiert werden. Beispielsweise ist entgegen der Erwartung vieler Schülerinnen und Schüler die induzierte Spannung in dem Moment maximal, in dem das Magnetfeld Null ist.

DD 35.2 Tue 17:00 P

**Für alles eine App. Ein Buch mit Ideen für Physik mit dem Smartphone** — ●THOMAS WILHELM<sup>1</sup> und JOCHEN KUHN<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt — <sup>2</sup>Physics Education Research Group, Department of Physics, University of Kaiserslautern

Welche Apps eignen sich, um Smartphones oder Tablets für physikalische Untersuchungen und Betrachtungen zu nutzen? Diese Frage stellen sich physikalisch Interessierte genauso wie Lehrkräfte. Auf dem Poster wird das Praxisbuch "Für alles eine App. Ideen für Physik mit dem Smartphone" vorgestellt. Es gibt einen schnellen und umfassenden Überblick über geeignete Apps und stellt anhand vieler Praxisbeispiele dar, wie man Smartphone und Tablet physikalisch nutzen kann.

Das Buch geht auf unterschiedlichste Anwendungen ein: Sie reichen von vorgefertigten Simulationen über physikalische Spiele bis hin zu Augmented Reality-Anwendungen. Zudem werden Apps vorgestellt, mit denen Messdaten mit den internen Sensoren oder externen Zusatzgeräten erfasst, von einer Datenbank abgerufen oder durch die Verwendung der Foto- und Videokamera gewonnen werden. In jedem einzelnen Abschnitt wird eine andere App kurz und überblicksweise vorgestellt und deren Verwendbarkeit für physikalische Untersuchungen in Schule und/oder Hochschule und/oder zur eigenen Unterhaltung an einem Beispiel erläutert. Zunächst gibt es eine App-Kurzbeschreibung, dann folgt die Beschreibung eines physikalischen Anwendungsbeispiels. Die

Abschnitte sind nach klassischen Themenbereichen der Physik geordnet.

DD 35.3 Tue 17:00 P

**Eine AR-Erweiterung des EPo-Konzepts zu einfachen Stromkreisen** — ●SASKIA RAUBER<sup>1</sup>, JAN-PHILIPP BURDE<sup>1</sup>, THOMAS WILHELM<sup>2</sup>, MARTIN HOPF<sup>3</sup>, LIZA DOPATKA<sup>4</sup>, VERENA SPATZ<sup>4</sup>, THOMAS SCHUBATZKY<sup>5</sup>, CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER<sup>5</sup> und LANA IVANJEK<sup>6</sup> — <sup>1</sup>Universität Tübingen — <sup>2</sup>Universität Frankfurt — <sup>3</sup>Universität Wien — <sup>4</sup>TU Darmstadt — <sup>5</sup>Universität Graz — <sup>6</sup>TU Dresden

Anders als der Name es vermuten lässt, stellen einfache Stromkreise für viele Schülerinnen und Schüler (SuS) sowie Lehrkräfte eine der größten Herausforderungen des Physikunterrichts in der Sek I dar. Insbesondere entwickeln SuS oftmals kein eigenständiges Spannungskonzept und verstehen nicht, dass die Spannung eine Differenzgröße darstellt. Der Einsatz von digitalen Medien wie bspw. Augmented Reality (AR) könnte dazu beitragen, die Motivation und das konzeptionelle Verständnis der SuS zu fördern. Vor diesem Hintergrund wurden zu einer Reihe von Übungsaufgaben der Unterrichtskonzeption "Eine Einführung in die Elektrizitätslehre mit Potential" diverse AR-Modelle von Stromkreisen erstellt. Diese lassen sich unkompliziert mit Hilfe von mobilen Endgeräten über QR-Codes aufrufen und erscheinen anschließend über den gedruckten Schaltplänen. Da in den AR-Modellen die Spannungsverhältnisse in den Stromkreisen mittels Farbkodierung visualisiert werden, können diese den SuS u.a. als Musterlösungen dienen. Auf dem Poster werden verschiedene AR-Modelle exemplarisch vorgestellt und ihr didaktischer Mehrwert für den Physikunterricht diskutiert.

DD 35.4 Tue 17:00 P

**Vorgehensweise von Schüler\*innen bei der Nutzung von Software zur mathematischen Modellbildung und Videoanalyse** — ●JANNIS WEBER und THOMAS WILHELM — Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt am Main

Mathematische Modellbildung und Videoanalyse sind zwei unterschiedliche Ansätze für das Erlernen und Vertiefen der Newton'schen Dynamik in der gymnasialen Oberstufe, die die Gemeinsamkeit haben, dass sie den Nutzer/die Nutzerin von der nötigen Mathematik entlasten und es damit ermöglichen sollen, reale und komplexe Bewegungen zu modellieren bzw. zu analysieren und Reibungskräfte bewusst zu thematisieren. Als Teil einer Gesamtstudie zum Einsatz von mathematischer Modellbildung und Videoanalyse wurden Bildschirmvideos mit Tonaufnahmen von Schülerweiergruppen während der Arbeit mit der Software aufgenommen. Auf dem Poster werden neben den aufgetretenen Schwierigkeiten die Arbeitsweisen der Proband\*innen bei der Nutzung der entsprechenden Software vorgestellt. Es wird zudem ein Vergleich zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Proband\*innen gezogen, um Merkmale zu identifizieren, die die Wahrscheinlichkeit eines erfolgreichen Umgangs mit der Software und damit einem großen Lernzuwachs erhöhen. Aus diesen Beobachtungen werden Empfehlungen für eine Unterrichtsgestaltung bei Nutzung der entsprechenden Software abgeleitet.

DD 35.5 Tue 17:00 P

**Vergleich von Videoanalyse-Apps auf Tablets** — ●VINIT SURI und THOMAS WILHELM — Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Die Videoanalyse von Bewegungen ist im Physikunterricht bereits weit verbreitet. Für Schüler\*innen ist es selbstverständlich, Videoaufnahmen zu nutzen, und sie verfügen über die Möglichkeit, jederzeit und überall digitale Videoclips aufzuzeichnen. So bietet sich im Physikunterricht der Einsatz von Videoanalyse an, um die Alltagswelt der Schüler\*innen mit dem Mechanikunterricht zu verbinden. Besonders einfach ist die Videoanalyse auf mobilen Endgeräten. Für diese sogenannte mobile Videoanalyse gibt es bereits einige Videoanalyse-Apps für unterschiedliche Betriebssysteme, die sich in ihrer Bedienung und ihren Möglichkeiten zum Teil erheblich unterscheiden, für die es aber bisher keinen systematischen Vergleich gab.

Fünf derzeit auf dem Markt verfügbare Videoanalyse-Apps für Tablets wurden systematisch getestet, kriteriengeleitet verglichen und hinsichtlich des Einsatzes im Physikunterricht bewertet, sodass den Lehrkräften die Entscheidungsfindung für eine geeignete App erleichtert wird. Das Poster stellt die fünf Apps vor und gibt einen Einblick in die Vergleichsergebnisse.

DD 35.6 Tue 17:00 P

**3D-Druck-Spektrometer als Unterrichtsprojekt** — ●RIKE

HÄUSSLER<sup>1</sup>, ANTJE BERGMANN<sup>2</sup> und GÜNTER QUAST<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle Teilchenphysik, Karlsruher Institut für Technologie — <sup>2</sup>Institut für Theoretische Festkörperphysik, Karlsruher Institut für Technologie

Das Spektroskop ist ein beliebtes Werkzeug, um Lernenden in niedrigen Klassenstufen die Aufteilung von weißem Licht in die Spektralfarben zu erläutern. Dafür gibt es verschiedene Projekte, die Spektroskope selber, z.B. mit Pappe, zu bauen. Für die Oberstufe kann das Spektrometer im Unterricht genutzt werden, um unterschiedliche Lichtquellen zu charakterisieren und die dazugehörigen Spektren auszumessen. Das in diesem Beitrag präsentierte Projekt beinhaltet das Konstruieren eines Spektrometers in einer CAD-Software. So kann es mit Hilfe der 3D-Druck Technologie realisiert werden. Des Weiteren werden mit dem Spektrometer und einer frei verfügbaren Software verschiedene Lichtquellen quantitativ ausgewertet. Hierfür dient eine handelsübliche Smartphone-Kamera als Objektiv und Sensor. Dadurch wird ein klassischer Schulversuch mit digitalen Medien und mit Hilfe von modernen Fertigungsverfahren neu aufbereitet und ist auch für den fächerübergreifenden Unterricht geeignet.

DD 35.7 Tue 17:00 P

**Vergleich von Videoanalyseprogrammen für den Einsatz im Mechanik-Unterricht der Sekundarstufe I** — FLORIAN BRÄUER, PETER RIEGER und ●ANDREAS KAPS — Universität Leipzig, Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Bereich Didaktik der Physik, Prager Straße 36, 04317 Leipzig

Zu zeitgemäßem modernen Messen im Physikunterricht gehört die Videoanalyse. Moderne Videoanalyseprogramme weisen dabei eine hohe Komplexität auf. Untersucht wurde, ob diese bei der Verwendung im Mechanik Unterricht der Sekundarstufe I lernhemmend sein können. Vorgestellt werden die Ergebnisse einer Kleingruppenuntersuchung (N = 16) mit Lernenden der neunten Klassenstufe zum Einsatz des Verfahrens der Videoanalyse. Auf Grundlage eines theoriebasierten Vergleichs bezüglich der Handhabbarkeit im Unterricht zwischen den drei gängigsten Analyseprogrammen wurde die Anwendung Tracker ausgewählt. Trotz des anspruchsvollen Programms konnte keine lernhemmende kognitive Belastung durch die Komplexität festgestellt werden. Zwischen der Abneigung gegenüber Routinehandlungen (klassische Messverfahren mit Lineal und Stoppuhr) und dem Interesse an modernen Messverfahren, wie Videoanalyse, konnte ein hoher positiver Zusammenhang mit  $r=0,62$  gefunden werden. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurden Implikationen für einen möglichen Einsatz im Physikunterricht der Sekundarstufe I abgeleitet.

DD 35.8 Tue 17:00 P

**Physik-Erklärvideos: Einstellungen (angehender) Physiklehrkräfte** — ●LOTTE HAHN und THORID RABE — Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Didaktik der Physik

Die Erklärvideonutzung erlebte in den vergangenen Jahren einen deutlichen Anstieg. Allerdings zeigen erste Analysen, dass Erklärvideos zum Teil erhebliche fachliche und fachdidaktische Mängel an Erklärqualität aufweisen, die nachhaltigen Lernprozessen sogar entgegenwirken können (Krey & Rabe, 2021). Vor dem Hintergrund, dass Erklärvideos zunehmend prägenden Einfluss auf das Bild von Physik und Physiklernen haben werden, wird diesem Befund in einem Promotionsprojekt mit einer Analyse ausgewählter Erklärvideos weiter nachgegangen.

Außerdem werden Perspektiven und Einstellungen (zukünftiger) Physiklehrkräfte bezüglich Erklärvideos mittels Leitfadenterviews erhoben. Die Herausarbeitung (expliziter) Einstellungen zu Physik-Erklärvideos erfolgt mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach Mayring (2010). Ziel ist es weiterhin, Personen hinsichtlich ihrer Einstellungen und weiterer Merkmale zu typologisieren.

Im Poster werden das Vorgehen der Erklärvideoanalyse und das Forschungsdesign der qualitativen Erhebung zur Diskussion gestellt.

DD 35.9 Tue 17:00 P

**Kontrastierend und vergleichend die Qualität von Erklärvideos beurteilen lernen - Methodisches Vorgehen** — ●DEBORAH MILWA<sup>1</sup> und RITA WODZINSKI<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Universität Kassel — <sup>2</sup>Universität Kassel

Aufgrund einer steigenden Popularität von Erklärvideos finden diese als Medium zunehmend Einzug in den Grundschulunterricht (Dorgerloh & Wolf, 2020). Um passende Erklärvideos für den Unterricht auszuwählen, benötigen Lehrkräfte ein tieferes Verständnis bezüglich der Qualität von Erklärvideos (Kulgemeyer, 2018). Folglich setzen sich

Sachunterrichtsstudierende in einem Seminar mit Qualitätskriterien in Anlehnung an Kulgemeyer (2018) und Lipowsky & Pätzold (2020) auseinander und wenden diese auf Erklärvideos an. Dabei wird auf die Methode des Kontrastierens und Vergleichens zurückgegriffen, da empirische Ergebnisse zeigen, dass sich das Identifizieren von Gemeinsamkeiten und Unterschieden positiv auf das Lernen auswirkt (u.a. Alfieri, Nokes-Malach & Schunn, 2013). Im Sinne der Methode wird untersucht, wie sich die Verwendung von Videos unterschiedlicher Qualität auf die Kenntnis von Qualitätskriterien und ihre Anwendung bei der Analyse von Erklärvideos auswirkt. Um den Wissenszuwachs der Studierenden zu erfassen, beurteilen sie vor und nach dem Vergleich unterschiedlicher Videos ein vorgegebenes Erklärvideo. Das Poster stellt das methodische Vorgehen und das Pre-Post-Design der Studie vor. Zudem wird die aus wissenschaftlicher Literatur abgeleitete Wirkweise des Kontrastierens und Vergleichens auf das Anwenden der Qualitätskriterien auf Erklärvideos visuell dargelegt.

DD 35.10 Tue 17:00 P

**Erstellung von interaktiven digitalen Experimenten für das Physiklernen** — ●NELSON FINKELMEYER, PETER RIEGER und HELENA FRANKE — Universität Leipzig, Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Bereich Didaktik der Physik, Prager Straße 36, 04317 Leipzig

Die Corona Pandemie hat über Maßnahmen der Kontaktbeschränkung häufig auch den Kontakt der Lernenden mit Experimenten reduziert. Naturwissenschaftlicher Unterricht ohne mit Experimenten in Berührung zu kommen bietet nicht genug Raum zur Anschauung und Kompetenzförderung der Lernenden. Um dieses Problem zu adressieren, wurde im Rahmen einer Staatsexamensarbeit für den schulischen Kontext eine eigene Interpretation interaktiver digitaler (Bildschirm-)Experimente entworfen und umgesetzt:

Als Motivation für die Lernenden wird im Vorfeld eine Challenge formuliert, die experimentell gelöst werden soll. Viele einzelne Videosequenzen wurden zu einer Pfadstruktur verknüpft und bieten verschiedene experimentelle Wege, die in Erfolg oder Misserfolg enden können. Die Lernenden können aktiv über eine Reihe von Auswahlmöglichkeiten entscheiden wie weiter experimentiert werden soll, um die Challenge zu lösen. Durch diese mediale Gestaltung ist es den Lernenden möglich, sich mit dem Experiment im Sinne des forschenden Lernens entdeckend auseinanderzusetzen.

Die Konzeption wird an Hand von einem Experiment zum Prinzip des Archimedes vorgestellt und Möglichkeiten und Herausforderungen zur Erstellung dieser Art des digitalen Experiments erläutert.

DD 35.11 Tue 17:00 P

**PUMA: Web-AR-Techniken als Ergänzung des Physikunterrichts** — ●STEFAN KRAUS und THOMAS TREFZGER — Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Schülerexperimente mit starken Lasern, radioaktiven Präparaten und extremen optischen Dichten? PUMA (PhysikUnterricht Mit Augmentierung) stellt interessante Möglichkeiten zur Verfügung, unsere Welt anhand digitaler Hilfsmittel zu erweitern und zu verstehen. Zum einen als Unterstützung von Realexperimenten, zum anderen für Heimexperimente mit minimalem Materialaufwand. AR-Anwendungen

sind meist mit der Installation einer eigenen App und daraus resultierenden Hürden für die Schülerinnen und Schüler verbunden. Web-AR-Anwendungen hingegen öffnen sich direkt im Browser des Geräts. Dieser ist auf Smartphones wie Tablet-PCs vorhanden und macht die App zudem unabhängig vom Betriebssystem der Nutzerinnen und Nutzer. Mit Blick auf den Physikunterricht soll hier zunächst beleuchtet werden, inwieweit Web-AR-Techniken mit den Features von nativen Apps (maßgeschneidert für iOS oder Android) mithalten können und welche Vorteile sich für den praktischen Einsatz ergeben. Dazu werden exemplarisch Anwendungen aus der geometrischen Optik präsentiert, die zum Ausprobieren einladen und weitere Perspektiven aufzeigen.

DD 35.12 Tue 17:00 P

**Interactive application for visualizing 3D and 2+1D spacetime sector models in GR** — ●VASSILIOS MARAKIS — Institut für Physik, Universität Hildesheim, Universitätsplatz 1, 31131 Hildesheim

The movement in spacetime and its curvature are concepts of general relativity, which are not easy to grasp for beginners. An approach to visualizing curved spacetime is the introduction of sector models, which avoids the introduction of the mathematical necessities for a user. The sector model divides the coordinate space into blocks with euclidean geometry, where elemental mathematical knowledge is sufficient to understand the resulting visuals and interpret them qualitatively in the sense of general relativity. The developed application uses different metrics and scenarios like Schwarzschild or space of constant curvature to create these sectors and lets the user construct geodesics in spacetime or calculate curvatures on specific points in space.

DD 35.13 Tue 17:00 P

**Einsatzmöglichkeiten der Satelliten-Box von phyphox für die schulische und universitäre Lehre** — ●LEO BODEWIG<sup>1</sup>, DOMINIK DORSEL<sup>2</sup>, DUSTIN KIRWALD<sup>1</sup>, SEBASTIAN STAACKS<sup>2</sup>, CHRISTOPH STAMPFER<sup>2</sup> und HEIDRUN HEINKE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>RWTH Aachen University, I. Physikalisches Institut IA — <sup>2</sup>RWTH Aachen University, II. Physikalisches Institut A

phyphox ist eine an der RWTH Aachen entwickelte App, die das Auslesen der internen Sensoren von Smartphones bzw. Tablets ermöglicht und so das physikalische Experiment in die Hände des Nutzers gibt. Um die Bandbreite an möglichen Experimenten zu erweitern, sind externe Sensorboxen entwickelt worden, die sich über Bluetooth mit der App koppeln und auslesen lassen. Diese nutzen verschiedene Sensoren und lassen sich somit zu unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten variabel einsetzen. Für die Implementation in die schulische und universitäre Lehrpraxis müssen konkrete Experimente konzipiert und getestet werden und hierzu Arbeitsmaterialien ausgearbeitet und erprobt werden. Auf dem Poster werden Experimente mit der sogenannten "Satelliten-Box" vorgestellt. Durch ihre zylinderförmige Form eignet sie sich hervorragend für Rollexperimente auf einer schiefen Ebene. Mithilfe des eingebauten Gyroskops können Geschwindigkeit und zurückgelegte Strecke über die phyphox-Benutzeroberfläche angezeigt werden. Des Weiteren können mit Hilfe eines hochauflösenden Drucksensors Höhenunterschiede durch Differenzen im Luftdruck ermittelt werden. Dadurch lassen sich Experimente zum freien Fall realisieren oder die barometrische Höhenformel experimentell untersuchen.

## DD 36: Postersession 2: Praktika und neue Praktikumsversuche

Time: Tuesday 17:00–18:00

Location: P

DD 36.1 Tue 17:00 P

**DigiPhysLab: Digital Physics Laboratory Work for Distance Learning** — ●SIMON Z. LAHME<sup>1</sup>, PEKKA PIRINEN<sup>2</sup>, BRUNO TOMRLIN<sup>3</sup>, ANTTI LEHTINEN<sup>2</sup>, ANA SUŠAC<sup>3</sup>, ANDREAS MÜLLER<sup>4</sup>, and PASCAL KLEIN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>U Göttingen, Germany — <sup>2</sup>U Jyväskylä, Finland — <sup>3</sup>U Zagreb, Croatia — <sup>4</sup>U Geneva, Switzerland

Integral part of studying physics are lab courses in which students learn how to link theory with practice, acquiring experimental and problem-solving competencies. Extensive research has shown that these learning goals are difficult to achieve, with multiple causes: (i) instructional (cf. cookbook-styled instructions), (ii) learner-related (e.g. low motivation) and (iii) content-related (i.e. inherent difficulties by e.g. multiple representations). Due to the Covid-19 pandemic, the challenges of effective lab courses increased as those needed to be implemented in distance rapidly. Thus, the EU-project *DigiPhysLab* pursues the

development of physics lab tasks suitable for distance learning and tackles the general challenges by a competence-centred didactic concept. Based on a literature review, a framework for designing digital lab tasks is created. Building on it, 15 experiments on several topics of basic physics lectures are developed and evaluated. They enable engaging and authentic lab work both in distance and on-campus learning settings. For that, the wide availability of modern digital media is used as these technologies allow everyday data collection (e.g. with smartphone sensors) or immersive simulation of real experiments (e.g. with virtual reality). On the poster, we present the project conceptualization and current findings regarding the framework and experiments.

DD 36.2 Tue 17:00 P

**Schallausbreitung in Festkörpern – ein Schülerversuch auf dem Prüfstand** — ●SEBASTIAN FELLEISEN, ANTJE BERGMANN und CARSTEN ROCKSTUHL — Institut für Theoretische Festkörperphysik,

Karlsruher Institut für Technologie

Das selbstständige Experimentieren stellt für Schülerinnen und Schüler (SuS) einen wichtigen didaktischen Zugang zu physikalischen Themen und Inhalten dar. Um den SuS diese Art des Lernens zu ermöglichen und zu vereinfachen, greifen Lehrerinnen und Lehrer vermehrt auf Versuch-Sets zurück, welche von Lehrmittelfirmen entwickelt werden. Im Rahmen der vorgestellten Bachelorarbeit wurde ein solches Versuchs-Set zur Bestimmung von Schallgeschwindigkeit in Festkörpern systematisch getestet und auf Verständlichkeit und physikalische Korrektheit untersucht. Die Anleitung des Herstellers wurden in Bezug auf Durchführungsvorschläge möglicher Experimente, der Versuchsauswertung, sowie Annahmen in der dort präsentierten Theorie kritisch hinterfragt. In unserem Beitrag zeigen wir Unstimmigkeiten in dieser Anleitung auf, was uns motivierte, die Theorie umfassend zu erarbeiten und mit Messwerten, die mit dem Set aufgenommen wurden, abzugleichen. Wir zeigen (a), dass der Versuch hervorragend geeignet ist, um physikalisches Verständnis für ein so elementares Phänomen wie die Schallausbreitung zu entwickeln aber auch (b), dass es essenziell ist, dies korrekt darzustellen, um die fachlichen Lehrinhalte richtig zu vermitteln.

DD 36.3 Tue 17:00 P

**Optische Datenübertragung mit LEDs und Lasern im Schülerlabor** — ●MARCEL LAUTERWASSER<sup>1</sup>, ANTJE BERGMANN<sup>2</sup> und GÜNTER QUAST<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentelle Teilchenphysik, Karlsruher Institut für Technologie — <sup>2</sup>Institut für Theoretische Festkörperphysik, Karlsruher Institut für Technologie

Optische Datenübertragung ist durch die hohe Übertragungsrates höchst vielversprechend und wird in unserem Alltag durch Fernbedienungen, Glasfasern und neue Projekte wie Starlink immer präsenter. Gerade deshalb ist es auch relevant, diese Technologie Schülerinnen und Schülern näher zu bringen. In diesem Beitrag werden zwei Versuche zur Optischen Datenübertragung vorgestellt, die im Physik-Schülerlabor des KIT eingesetzt werden sollen. Im ersten Versuch wird ein analoges Musiksignal über eine einzelne, in der Helligkeit modulierte LED übertragen. Empfangen wird das Signal in einigen Metern Entfernung von einer Photodiode. Diese wandelt das optische Signal in ein elektronisches um, welches von einem Lautsprecher wiedergegeben werden kann. Dieser Versuch ist sehr kostengünstig und einfach zu realisieren und auch als Unterrichtsprojekt geeignet. Im zweiten Versuch werden zwei unterschiedlich farbige Laser mit jeweils einem Musiksignal moduliert. Die Laser sind durch ein optisches Gitter in dieselbe Glasfaser eingekoppelt (Frequenzmultiplexing). Nach dem Austritt aus

der Glasfaser werden beide Lichtstrahlen durch einen dichroitischen Spiegel getrennt und von unterschiedlichen Lautsprechern wiedergegeben.

DD 36.4 Tue 17:00 P

**Umgang mit digitalen Messsystemen: Lernhilfen bei der Fehlersuche** — ●CHRISTOPHER JOERGENS und CORNELIA GELLER — Universität Duisburg-Essen

Durch ihren Mehrwert für experimentelle Fragestellungen sind digitale Messsysteme aus den Experimentierpraktika der universitären Ausbildung nicht mehr wegzudenken, entsprechende Basiskompetenzen für Lehramtsstudierende sind bereits diskutiert worden. Wie genau der Umgang mit Messsystemen, also beispielsweise eine geeignete Messparameterwahl, als Teil der experimentellen Kompetenz systematisch gefördert werden kann, ist bisher aber wenig untersucht worden.

Mit dem Ansatz, den experimentellen Kompetenzerwerb mit mehr Varianz in den Aufgabenstellungen zu unterstützen, setzen wir in einem Praktikum auch Fehlersuchaufgaben ein, in denen die Studierenden über das Finden und Beheben von typischen Fehlern verschiedene Wissensarten (wie z.B. Gerätewissen und inhaltliches Wissen) verknüpfen können. An zwei Experimentieraufbauten mit digitalen Messsystemen wurde dabei untersucht, inwieweit Studierende das Angebot gestufter Lernhilfen wahrnehmen. Das Prinzip der Aufgaben sowie die Ergebnisse der Erprobung werden auf dem Poster vorgestellt und Implikationen für die experimentelle Ausbildung diskutiert.

DD 36.5 Tue 17:00 P

**Ziele eines Demonstrationspraktikums für Physik-Lehramtsstudierende** — ●KATHARINA STÜTZ und RONNY NAWRODT — Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart, 70569 Stuttgart

Das Präsentieren von Demonstrationsexperimenten oder das Durchführen von Schülerexperimenten sind zentrale Bausteine des Physikunterrichts. In der universitären Ausbildung erfolgt die Vermittlung der notwendigen Fähigkeiten klassischerweise in diversen Praktika. In diesem Beitrag soll ein Überblick über die konkreten Ziele eines solchen Praktikums gegeben werden. Dazu werden die Zielvorstellungen von 17 Studierenden aus drei Semestern den Zielen aus Theorie und Praxis gegenübergestellt und diskutiert. Für einen standortübergreifenden Überblick über die universitäre Praxis wurden die Modulpläne aller 48 Universitäten und Hochschulen, an denen in Deutschland Physik für das Gymnasiale Lehramt studiert werden kann, zusammengefasst.

## DD 37: Postersession 2: Präsentation von Experimenten

Time: Tuesday 17:00–18:00

Location: P

DD 37.1 Tue 17:00 P

**Kostengünstige Simulation der Röntgen- und Elektronenbeugung mit Hilfe von optischen Gittern** — ●HUBERTUS GIEFERS — Humboldt Gymnasium, Bad Pyrmont, Deutschland

Beugungsversuche mit Röntgen- oder Elektronenstrahlen sind im schulischen Unterricht oft auf wenige Substanzen wie NaCl oder Graphit beschränkt. Eine Alternative zur Darstellung von Laue- und Debye-Scherrer-Aufnahmen stellen die Beugungsmuster nach Koppelman dar, wobei auf dem Lehrmittelmarkt solche Beugungsgitter kaum erhältlich sind. In diesem Beitrag werden neu entwickelte Beugungsgitter für solche optischen Analogieversuche sowie die didaktische Hinführung vorgestellt. Die 2D-Transmissionsgitter zeigen Beugungsmuster ähnlich denen echter Materialsysteme und sie können mit Hilfe eines Lasers und des Transmissionsgitters im Diaformat kostengünstig und schnell gezeigt werden. Die neuen Transmissionsgitter sind so aufgebaut, dass die grobe Struktur für das menschliche Auge sichtbar auf dem Dia erkennbar ist, die Mikrostruktur für den Beugungsversuch allerdings erst mit dem Mikroskop/Diaprojektor. Eine qualitative Auswertung der Beugungsmuster kann mit der Bragg-Gleichung erfolgen, da die auftretenden Beugungswinkel klein sind. Im Folgenden eine Auswahl an Beugungsgittern: verschiedene 2D-Bravais-Gitter; einkristalline, pulverförmige und amorphe Substanzen; Graphitpulver; Legierungen/intermetallische Verbindungen; isotrope/texturierte Substanzen; inkommensurable Strukturen; große Moleküle; Quasikristalle; Temperatureinflüsse. Diese neu entwickelten Transmissionsgitter sind selbstverständlich auch für die Lehre im Hochschulbereich interessant.

DD 37.2 Tue 17:00 P

**Exploration wichtiger ästhetischer Qualitäten der Wissenschaftsillustration am Beispiel von MR-AR- und Web3D-Applikationen zur Präsentation von Experimenten in der Quantenphysik** — ●JONAS LAUSTRÖER<sup>1</sup>, REINHARD SCHULZ-SCHAEFFER<sup>1</sup>, JOCHEN STUHRMANN<sup>1</sup>, RASMUS BORKAMP<sup>1</sup>, ADRIAN ABASI<sup>2</sup>, CARSTEN SCHUCK<sup>2</sup>, WOLFRAM H. P. PERNICE<sup>2</sup>, STEFAN HEUSLER<sup>2</sup>, PAUL SCHLUMMER<sup>2</sup> und DANIEL LAUMANN<sup>2</sup> — <sup>1</sup>HAW Hamburg, Hochschule für angewandte Wissenschaften, Informative Illustration und Wissenschaftsillustration, Germany — <sup>2</sup>WWU Münster, Center for Nanotechnology, WWU Münster Institut für Didaktik der Physik, Germany

Um visuelle Wissenschaftskommunikation mit interpretierenden Bildern evaluieren zu können, wurde ein Katalog an visuellen ästhetischen Variablen erarbeitet. Visuellen Kriterien zur Evaluation ästhetischer Qualitäten in dynamischen, dreidimensionalen Gestaltungen lassen sich am besten visuell entwickeln und evaluieren. Im Gegensatz zum statischen 2D-Bild sind Qualitäten wie Komposition, Farbharmonie, Licht, Textur, Aufmerksamkeitssteuerung etc. in interaktiven 3D-Applikationen von dynamischen Einflüssen abhängig. Interaktive Elemente erweitern die Gestaltungsräume und müssen in die visuelle Konzeption einbezogen werden. Das Plakat stellt dynamische, ästhetische Variablen vor, die zur Verbesserung der Lesbarkeit des User Interface sowie zur Steigerung der Usability und der User Experience entwickelt wurden. Diese Variablen werden zur Datenerhebung in qualitativen Interviews adressiert.

## DD 38: Postersession 2: Quantenphysik

Time: Tuesday 17:00–18:00

Location: P

DD 38.1 Tue 17:00 P

**Quantenteleportation und Verschränkung im Science Center mit erweiterter Realität: Projekt Holodeck:Q** — ●FRANZISKA GREINERT<sup>1</sup>, OLIVER BODENSIEK<sup>1</sup>, DOMINIK ESSING<sup>2</sup> und GOWTHAM MUTHUSAMY<sup>1</sup> — <sup>1</sup>TU Braunschweig, Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften, Germany — <sup>2</sup>phaeno gGmbH, Wolfsburg, Germany

Quantentechnologien, die Verfahren für die physikalisch abhörsichere Kommunikation nutzen, gewinnen zunehmend an Bedeutung und Bekanntheit. Damit gehen jedoch auch vielfach Skepsis und Verunsicherung mit einher. Daher sind Hemmungen abbauen und Interesse wecken die Hauptziele der Outreach-Initiative Quantum aktiv des BMBF und auch des Projektes Holodeck:Q.

Im Wolfsburger Science Center phaeno entsteht im Rahmen des Projektes ein zweiteiliges Exponat. Im ersten Teil wird spielerisch in erweiterter Realität (AR) das Quantenteleportationsprotokoll eingeführt, bevor im zweiten, vertiefenden Teil Verschränkung erlebbar wird. Für letzteres wird eine Einzelphotonenquelle von qutools mit zwei Polarisatoren verwendet, sodass die Verschränkung in der Polarisationsrichtung von Photonenpaaren beobachtbar wird. Vorgestellt werden das didaktische Konzept, der aktuelle Umsetzungsstand und die weiteren Pläne.

DD 38.2 Tue 17:00 P

**Explanation of Quantum Physics by Gravity and Relativ-**

**ity: A Possible Course** — ●HANS-OTTO CARMESIN — Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — Universität Bremen, Fachbereich 1, Postfach 330440, 28334 Bremen — Studienseminar Stade, Bahnhofstraße 5, 21682 Stade

Since Planck discovered quantization in 1900, the nature of quanta was a mystery. That problem has now been resolved [1]. For it, I derived the postulates of quantum physics from the equivalence principles, gravity and relativity, whereby I analyzed the vacuum.

Using that derivation, I explain many quantities and properties of quantum physics in a precise manner. Examples are the nature of non-locality, the physical quantity corresponding to the wave function  $\psi$ , the mathematical transformation describing the particle wave duality and the origin of the dynamics inherent to the Schrödinger equation. Moreover, I propose and derive the generalized Schrödinger equation. Furthermore, I identify the physical basis of the Planck constant  $h$ .

Altogether, quantum physics has now been derived, explained and extended in a direct and transparent manner on the basis of space, time and gravity. As an additional test, I derive the density parameter  $\Omega_\Lambda$  of the vacuum by using the wave function  $\psi$ . The result is in precise accordance with observation, whereby I do not apply any fit. I propose a concept for a course in quantum physics, based on space, time and gravity.

[1] Carmesin, H.-O. (February 2022): *Explanation of Quantum Physics by Gravity and Relativity*. Berlin: Verlag Dr. Köster.

## DD 39: Postersession 2: Sonstige

Time: Tuesday 17:00–18:00

Location: P

DD 39.1 Tue 17:00 P

**Physikdidaktik - Quo vadis?** — ●JOHANNES GREBE-ELLIS<sup>1</sup>, SUSANNE HEINICKE<sup>2</sup>, MICOL ALEMANI<sup>3</sup>, MARTIN HOPF<sup>4</sup>, HEIKO KRABBE<sup>5</sup>, DANIEL LAUMANN<sup>2</sup>, HORST SCHECKER<sup>6</sup>, ERICH STARAUSCHEK<sup>7</sup>, HEIKE THEYSSSEN<sup>8</sup>, THOMAS WILHELM<sup>9</sup> und RITA WODZINSKI<sup>10</sup> — <sup>1</sup>Universität Wuppertal — <sup>2</sup>Universität Münster — <sup>3</sup>Universität Potsdam — <sup>4</sup>Universität Wien — <sup>5</sup>Universität Bochum — <sup>6</sup>Universität Bremen — <sup>7</sup>PH Ludwigsburg — <sup>8</sup>Universität Duisburg-Essen — <sup>9</sup>Universität Frankfurt — <sup>10</sup>Universität Kassel

Die Initiative "Physikdidaktik - Quo vadis?" widmet sich der Frage, wohin wir uns als Physikdidaktik zukünftig entwickeln möchten. Die Planungen für eine Tagung, bei der sich Professor\*innen der Physikdidaktik in Klausur intensiv austauschen, laufen bereits seit 2019. Coronabedingt musste diese Tagung mehrfach verschoben werden. Um zumindest einen ersten Schritt gehen zu können, fand am 7. und 8. Oktober 2021 ein erster Teil der Tagung online statt. In vier "Schlaglichtern" wurden exemplarisch zentrale Forschungsgebiete der Physikdidaktik, ihre bisherige Entwicklung und der aktuelle Forschungsstand vorgestellt. In drei "Reflexionen" wurden übergreifende Themen wie Rahmenbedingungen und Methoden diskutiert. Der Online-Tagung soll eine Präsenztagung im Frühsommer 2022 folgen, die sich aufbauend auf einer Rückschau und Standortbestimmung vermehrt den Perspektiven physikdidaktischer Forschung widmet. Auf dem Poster werden das gemeinsame Anliegen der beiden "Quo vadis?"-Tagungen und ausgewählte Ergebnisse der Online-Tagung vorgestellt.

DD 39.2 Tue 17:00 P

**Pythagoras und Euklid in höheren Dimensionen** — ●MARTIN ERIK HORN — iu - International University of Applied Sciences, Campus Berlin — ISM - International School of Management, Campus Berlin

Die Physik spielt sich in einer mindestens dreidimensionalen Welt ab, in der Richtungsbeziehungen eine wesentliche Rolle bei der Beschreibung physikalischer Phänomene spielen. Es ist deshalb sinnvoll im Rahmen physikalisch motivierter mathematischer Ansätze (wie z.B. der Geometrischen Algebra von Grassmann, Clifford und Hestenes)

elementare geometrische Beziehungen nicht nur durch skalare, sondern durch richtungsbezogene Größen (also Vektoren, Bivektoren, Trivektoren, etc.) auszudrücken.

Am Beispiel der Satzgruppen von Pythagoras und von de Gua de Malves wird gezeigt, wie solche k-vektoriellen Beschreibungen gelingen und höher-dimensionale Analogien zu den Höhen- und Kathetensätzen von Euklid gefunden werden können.

Und da die in der Physik betrachteten Größen auch nicht immer nur senkrecht zueinander stehen, ist es erfreulich, dass diese höherdimensionalen Verallgemeinerungen auch für nicht-rechtwinklige geometrische Objekte (in Analogie zu [https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/39479/1/BzMu2020\\_HORN-id235.pdf](https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/39479/1/BzMu2020_HORN-id235.pdf)) in eleganter Art und Weise beschrieben werden können.

DD 39.3 Tue 17:00 P

**Subjektive Relevanz von Physik im Alltag** — ●JASMINA MUJAGIC<sup>1</sup> und CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Fritz Strobl Schulzentrum, Spittal an der Drau, Österreich — <sup>2</sup>Universität Graz, Institut für Physik, Graz, Österreich

Das Unterrichtsfach Physik hat kein besonders gutes Image. Schülerinnen und Schüler verlieren im Laufe ihrer Schulzeit zunehmend das Interesse am Unterrichtsfach Physik, wie zahlreiche Studien zeigen. Im Gegensatz dazu boomen Wissenschaftsformate etwa im Fernsehen. Untersuchungen dazu, welchen Nutzen Schülerinnen und Schüler, die keinen beruflichen Weg in eine technisch-naturwissenschaftliche Richtung einschlagen, vom erworbenen Wissen aus dem Physikunterricht auch nach der Schulzeit ziehen, gibt es bisher kaum. Es ist wenig darüber bekannt, wie Erwachsene die Relevanz ihres Schulwissens im Bereich Physik für ihren Alltag einschätzen. Die vorgestellte Qualifizierungsarbeit setzte an dieser Fragestellung an und untersuchte, ob Menschen, insbesondere auch jene ohne beruflichen Hintergrund im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich, ihrer individuellen Einschätzung nach von ihrem Schulwissen in ihrem Lebensalltag profitieren, bzw. dieses für Entscheidungen heranziehen. Dazu wurden 72 Erwachsene mittels Fragebogen befragt, inhaltlich wurde auf die Bereiche Anfangselektizitätslehre und Erneuerbare Energie fokussiert.

## DD 40: Mitgliederversammlung des Fachverbands Didaktik der Physik

Time: Tuesday 18:00–19:30

Location: DD-MV

## Mitgliederversammlung

## DD 41: Neue / digitale Medien – Experimente

Time: Wednesday 10:45–11:45

Location: DD-H8

DD 41.1 Wed 10:45 DD-H8

**Mit Arduino und Spielzeugeisenbahn zur Relativitätstheorie** — ●JÖRG SCHNEIDER und HOLGER CARTARIUS — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

Die Relativitätstheorie ist als Teil des Physikunterrichts der gymnasialen Oberstufe fest in den Bildungsplänen verankert. Leider mangelt es aber an konkreten Experimenten, mit denen sich relativistische Prinzipien und Effekte veranschaulichen und erklären lassen.

Um dieser Problematik entgegenzuwirken und die Experimentiermöglichkeiten zur Relativitätstheorie im Schulunterricht und in unserem Schülerlabor zu erweitern, wurden auf Grundlage von Arduino Analogversuche entwickelt, welche Simulationen mit konkreten, greifbaren Experimenten vereinen. In Verbindung mit einer Spielzeugeisenbahn können so beispielsweise die Zeitdilatation und die Längenkontraktion untersucht werden.

Im Rahmen des Vortrages soll eine Übersicht über die Anwendungsmöglichkeiten des Aufbaus gegeben werden sowie exemplarisch für einen Versuch zugehöriges Lehr- und Lernmaterial vorgestellt werden.

DD 41.2 Wed 11:05 DD-H8

**phyphox: Erste Testungen der externen Sensorboxen mit erweiterten Experimentiermöglichkeiten** — ●DUSTIN KIRWALD<sup>1</sup>, DOMINIK DORSEL<sup>1</sup>, LEO BODEWIG<sup>1</sup>, SEBASTIAN STAACKS<sup>2</sup>, CHRISTOPH STAMPFER<sup>2</sup> und HEIDRUN HEINKE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>RWTH Aachen University, I. Physikalisches Institut IA — <sup>2</sup>RWTH Aachen University, II. Physikalisches Institut A

Bis heute sind bereits viele faszinierende wie didaktisch gewinnbringende Experimente mit Hilfe der internen Sensoren von Smartphones entwickelt worden. Die kostenlose und quelloffene App phyphox greift auf die fest verbauten, internen Sensoren des Smartphones zu und stellt die Messdaten sowie deren Auswertung live dar. Damit die Lernenden weitere Inhalte über ihre eigenen mobilen Endgeräte experimentell erschließen können, müssen die bereits zugänglichen Messgrößen aus der internen Sensorik des Gerätes um weitere Größen erweitert werden. Dazu nutzt phyphox eine Bluetooth Low Energy Schnittstelle, welche

es externer Messtechnik ermöglicht, Daten aufzunehmen und an phyphox zu übermitteln. Es sind vier Sensorboxen entwickelt worden, die eine quantitative Messung und Auswertung von Experimenten unter anderem aus der Elektrizitäts- und Wärmelehre sowie der Mechanik in der phyphox-App ermöglichen. Diese Sensorboxen durchlaufen aktuell in Kooperation mit zwölf Partnerschulen und in den physikalischen Praktika der Universität erste Anwendungstests. Im Vortrag werden sowohl das Konzept zu den Sensorboxen als auch erste Rückmeldungen seitens der Schulen und Ergebnisse aus Testläufen in den Praktika vorgestellt.

DD 41.3 Wed 11:25 DD-H8

**Die PhyxBox – ein interdisziplinäres Lehrmittel für diverse Unterrichtsformen** — ROBERT SCHNEEWEISS, SARA OGRISSEK, MICHAEL BECKSTEIN, ●SIMEON VÖLKELE und AXEL ENDERS — Experimentalphysik XI, Universität Bayreuth, 95440 Bayreuth

Unsere PhyxBox stellt ein neu entwickeltes Lehrmittelkonzept dar, um interdisziplinäre Lerninhalte mit Schülerversuchen zu vermitteln. Konkret werden hier an der Grenzfläche zwischen Informatik und Physik angesiedelte PhyxBoxen vorgestellt.

Die PhyxBox zeichnet sich durch eine explizite Trennung in physikzentrierte und informatikzentrierte Aufgabenstellungen aus. Diese sind speziell aufeinander abgestimmt, so dass physikorientierte und informatikorientierte Teams parallel arbeiten und ihre Ergebnisse schließlich zu einem gemeinsamen Aufbau kombinieren können. Die PhyxBox-Hälften sind dabei so konzipiert, dass sie auch für sich genommen als einzelne Unterrichtseinheit direkt einsetzbar sind.

Dieses Konzept wird am Beispiel der PhyxBox zu Thermometern welche auf dem thermoelektrischen Effekt basieren illustriert. Eine aufbauende PhyxBox zu dessen Umkehrung, dem Peltiereffekt, ermöglicht durch die Kombination mit Arduino-basierter Datenerfassung und Auswertung den Bau eines Taupunkt-Hygrometers. Damit skalieren die PhyxBoxen von fachübergreifendem Unterricht über Begabtenförderung bis zu universitären Praktikumsversuchen. Durch die spezielle Zusammenstellung der Materialien sind die PhyxBoxen nicht nur für den Präsenzunterricht geeignet, sondern auch in der Distanzlehre oder für selbstreguliertes Lernen einsetzbar.

## DD 42: Lehr- und Lernforschung – Repräsentationsformen

Time: Wednesday 10:45–11:45

Location: DD-H9

DD 42.1 Wed 10:45 DD-H9

**Wie man multiple externe Repräsentationen gewinnbringend im Physikunterricht einsetzt: Resultate zweier Interventionsstudien** — ●ANDREAS LICHTENBERGER<sup>1</sup>, LENNART SCHALK<sup>2</sup> und TOMMI KOKKONEN<sup>3</sup> — <sup>1</sup>ETH Zürich, Schweiz — <sup>2</sup>PH Schwyz, Schweiz — <sup>3</sup>Universität Helsinki, Finnland

Im naturwissenschaftlichen Unterricht werden meist verschiedene externe Repräsentationen wie Manipulative (z.B. Experimente), Visualisierungen (z.B. Diagramme) und mathematische Formeln eingesetzt. Zahlreiche Studien belegen die positive Förderung des Lernens durch den Einsatz von multiplen im Vergleich zu einzelnen Repräsentationen. Weniger erforscht ist bislang, wie verschiedene Repräsentationen möglichst effektiv sequenziert und kombiniert werden können. Eine Methode, die als besonders förderlich für den Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht vorgeschlagen wird, ist das *Concreteness Fading*. Dabei beginnt der Unterricht mit einer konkreten Repräsentation (z.B. einem Experiment) und geht schrittweise zu abstrakteren Repräsentationen (z.B. Formeln) über. In zwei experimentellen Studien am Gymnasium zum anspruchsvollen Thema der elektromagnetischen Induktion haben wir die Effektivität von Concreteness Fading mit der umgekehrten Sequenz, Concreteness Introduction (N = 70), und mit einem integrierten Ansatz, bei dem alle Repräsentationen gleichzeitig eingeführt werden (N = 115), verglichen. Es hat sich gezeigt, dass sich bezüglich des konzeptuellen Verständnisses keine Unterschiede zwischen den drei Ansätzen ergeben. Allerdings gibt es Hinweise darauf,

dass der integrierte Ansatz die Repräsentationskompetenz stärkt.

DD 42.2 Wed 11:05 DD-H9

**Räumliches Denken bei Studierenden bei der Lösung mathematisch-physikalischer Aufgaben zu Bewegung und Veränderung** — ●MARION ZÖGGELE — Universität Salzburg, Österreich

Zur Lösung mathematisch-physikalischer Aufgaben fließt das räumliche Denken in unterschiedlicher Ausprägung und auf verschiedene Weise ein. Anhand einer qualitativen Studie wird untersucht, wie Studierende räumliche Denkprozesse bei der Bearbeitung ausgewählter Aufgaben aus den Bereichen Mathematik, Physik, Technik und Astronomie einsetzen. Ziel der Untersuchung ist es, eine Vielzahl an räumlichen Denkschritten zu sammeln. Die Datenerhebung dieser Studie an der Universität Salzburg erfolgt mittels individueller Bearbeitung der Aufgaben, einer paarweisen Besprechung des Lösungsweges und eines leitfadengestützten Interviews. Die Aufgaben beziehen sich auf Inhalte zu Bewegung und Veränderung als wesentliche Elemente des räumlichen Denkens. Eine eingehende Sachanalyse fachlicher Inhalte der STEM-Fächer zeigt nämlich, dass Bewegung als fachliches Element und als Element des räumlichen Denkens eine zentrale Rolle spielt: als Vorstellung einer realen Bewegung, als verändernder Vorgang in einem Lösungsprozess sowie als Erkennen von Bewegbarkeit von Teilen in einem System. Die Auswertung, die auf einer qualitativen Inhaltsanalyse beruht und auf die Aufstellung von Hypothesen zielt, zeigt spezielle

Prozesse des räumlichen Denkens, wie die Fokussierung auf relevante Merkmale der Bewegung, aber auch die Verbindung mit weiteren mentalen Fähigkeiten, wie unter anderem mit logischem Denken.

DD 42.3 Wed 11:25 DD-H9

**Förderung schriftlicher Erklärungen im Physikunterricht** — ●HEIKO KRABBE, CARINA WÖHLKE und LUKAS ELFLEIN — Physikdidaktik, Ruhr-Universität Bochum

Sprachliche Handlungen wie das Erklären sind ein fester Bestandteil der Bildungsstandards für Physik (Tajmel, 2011). Wissenschaftliche Erklärungen haben eine spezifische Struktur, die auch sprachlich diffe-

renziert ist (Osborne & Patterson, 2010). In der Studie wird die Umsetzung von Erklärungen im Physikunterricht in fachlich-konzeptioneller und sprachlicher Hinsicht gefördert. In einer Untersuchung mit 5 Gesamtschulklassen erstellten die Schülerinnen und Schüler Erklärvideos, in denen sie die Bewegung eines startenden Raumschiffs anhand der auftretenden Kräfte erklären sollten. Sie mussten zuvor Drehbuchtexte verfassen und diese je nach Gruppe mit rein fachlich-konzeptionellen, rein sprachlichen oder fachlich-konzeptionellen und sprachlich kombinierten Gerüsten zur Strukturierung der Erklärungstexte überarbeiten. Die Analysen mittels Kodiermanual, t-Test und Kruskal-Wallis-Test zeigen, dass fachlich-fachlich-konzeptionelle und sprachlich kombinierte Gerüste am ehesten beim Verfassen einer Erklärung helfen.

## DD 43: BNE – Lernendenperspektive

Time: Wednesday 10:45–11:45

Location: DD-H10

DD 43.1 Wed 10:45 DD-H10

**Mit Interesse ermächtigt: die Welt verstehen und mit Hilfe der Physik handeln** — ●JOHN-LUKE INGLESON<sup>1</sup>, ANDRÉ BRESGES<sup>2</sup> und ALEXANDER STRAHL<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Wöhlerschule, 60320 Frankfurt — <sup>2</sup>Universität Köln — <sup>3</sup>Universität Salzburg

Klimawandel, Pandemien, ein sich beschleunigender gesellschaftlicher Wandel, neue Technologien und eine höhere Dichte an Informationen verändern die Art und Weise, wie Lernende Ihre Umwelt wahrnehmen. Auf der Basis dreier Studien aus Salzburg und der IPN Interessenstudie soll anhand einer Befragung in Deutschland ein aktueller Überblick über das Interesse von jungen Menschen in den Naturwissenschaften ermöglicht werden. Hier werden insbesondere Bereiche, die sich mit den Problemstellungen der Umwelt, der Gesellschaft und den SDG beschäftigen, betrachtet. Bei den bisher vorliegenden Studien hat sich herausgestellt, dass sich unterschiedliche Interessengruppen von Lernenden herauskristallisiert haben. Vor allem bei den zwei größten dieser Interessensgruppen deutet sich das Potential an, über umwelt- und gesellschaftsrelevante Themen zu motivieren und damit die physikalische Breitenbildung zu stärken. Es ist geplant gemeinsam mit Lernenden in einem nächsten Schritt durch Aufbau und Testen von Hypothesen zu prüfen, ob die oben genannten Themen bei den Interessentypen auf Akzeptanz stoßen. Das Ziel ist es, darauf aufbauend in Lerngruppen mit Hilfe agiler Arbeitsweisen Interventionen zu entwickeln, die kraft der Physik Lösungswege für Zukunftsthemen aufzeigen.

DD 43.2 Wed 11:05 DD-H10

**Bildung für nachhaltige Entwicklung, 4K und digitale Kreativitätswerkzeuge** — ●JANNIK HENZE, LARS MÖHRING und ANDRÉ BRESGES — Institut für Physikdidaktik, Universität zu Köln, Köln, Deutschland

Bildung für nachhaltige Entwicklung beinhaltet neben der Ebene der Information auch die Ebene des Kompetenzerwerbs. Im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht können und sollen die 4K-Kompetenzen Kooperation, Kreativität, Kritisches Denken und Problemlösen sowie Kommunikation durch die Unterrichtseinheiten

vertieft werden. Moderne Bildung jedoch verbindet dies gleichzeitig mit einer digitalen Komponente. In dem Projekt \*Zukunft gestalten mit Mensch und Technik\* wurde jene Kombination mithilfe digitaler Kreativitätswerkzeuge berücksichtigt, erprobt und die sich daraus ergebende Auswirkung der Lernwerkzeuge hinsichtlich der 4K evaluiert. Auch die Auswirkung digitaler Kreativitätswerkzeuge auf das Growth Mindset und die Bereitschaft solche Tools im eigenen Unterricht einzusetzen wurden untersucht.

DD 43.3 Wed 11:25 DD-H10

**Pilotierungsergebnisse eines Klimawandel-Konzepttests** — ●THOMAS SCHUBATZKY<sup>1</sup>, RAINER WACKERMANN<sup>2</sup>, CARINA WÖHLKE<sup>2</sup>, CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER<sup>1</sup>, HANNES KASIMIR LINDEMANN<sup>2</sup>, KAI CARDINAL<sup>2</sup> und MARKO JEDAMSKI<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Universität Graz, Graz, Österreich — <sup>2</sup>Ruhr-Universität Bochum, Bochum, Deutschland

Der aktuelle Klimawandel stellt unsere Gesellschaft vor große Herausforderungen. Der Klimawandel ist somit besonders für junge Menschen, deren Leben künftig von Klimawandelauswirkungen geprägt ist, zentral. Ein grundlegendes Verständnis des Klimawandels kann Personen insbesondere dabei helfen, falsche oder widersprüchliche Darstellungen besser einzuschätzen, um so am gesellschaftlichen Diskurs zum Thema Klimawandel teilhaben zu können. Die Erfassung von Schülervorstellungen ist außerdem zentral für die Entwicklung von Lernangeboten, etwa im Sinne der didaktischen Rekonstruktion. Um Aussagen über das Verständnis von zentralen fachlichen Inhalten zum Klimawandel zuverlässig treffen zu können, braucht es geeignete Testinstrumente. Für die Entwicklung eines derartigen Klimawandel-Konzepttests wurden zentrale fachliche Inhalte identifiziert, offene Fragen entwickelt und schließlich Distraktoren und Attraktoren aus über 30 Interviews abgeleitet. Anschließend wurde der Konzepttest bei insgesamt rund 200 Schüler:innen, Studierenden und Expert:innen pilotiert. Im Beitrag werden die Ergebnisse der (quantitativen) Pilotierung und abgeleitete Überarbeitungsschritte vorgestellt. Zudem wird ein Ausblick auf die geplante Hauptstudie gegeben.

## DD 44: Hochschuldidaktik – neue Konzepte

Time: Wednesday 10:45–11:45

Location: DD-H11

DD 44.1 Wed 10:45 DD-H11

**Hochschuldidaktischer Vergleich von Experimentierhausaufgaben und klassischen Übungsaufgaben** — ●ANDREAS KAPS und FRANK STALLMACH — Universität Leipzig, Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Bereich Didaktik der Physik, Prager Straße 36, 04317 Leipzig

Im Rahmen einer quasi experimentellen Feldstudie im Zweikohortendesign wurden smartphonebasierte Experimentierhausaufgaben mit klassischen Übungsaufgaben verglichen. Es wurde der Einfluss auf die Motivation und das Interesse mit validierten Testinstrumenten untersucht. Außerdem wurde die Lernwirksamkeit über Pre- und Posttest quantifiziert. Das Studiendesign und die Aufgaben werden detailliert vorgestellt. Die Ergebnisse des Vergleichs werden abschließend diskutiert und Implikationen für die Lehre abgeleitet.

DD 44.2 Wed 11:05 DD-H11

**Strukturanalyse von Physik Studiengängen** — ●DANIELA KERN-MICHLER<sup>1</sup>, STEFAN BRACKERTZ<sup>2</sup>, SOPHIE PENGER<sup>2</sup>, MANUEL LÄNGLE<sup>3</sup>, CHRISTOPH KRONBERGER<sup>4</sup>, ANNEMARIE SICH<sup>2</sup>, LISA LEHMANN<sup>5</sup>, WANDA WITTE<sup>6</sup> und AMR EL MINIAY<sup>7</sup> — <sup>1</sup>ZaPF e.V., Frankfurt, Deutschland — <sup>2</sup>Uni zu Köln, Köln, Deutschland — <sup>3</sup>Uni Wien, Wien, Österreich — <sup>4</sup>TU Wien, Wien Österreich — <sup>5</sup>TU Dresden, Dresden, Deutschland — <sup>6</sup>Uni Rostock, Rostock, Deutschland — <sup>7</sup>Humboldt Uni, Berlin, Deutschland

Bei der Frage wie Studiengänge flexibel studierbar gestaltet werden können, spielen vor allem die Struktur also die Module und ihre Zusammenhänge sowie Voraussetzungen eine große Rolle. Einem Vorschlag eines vorherigen Beitrags im Studienreform-Forum folgend wurde ein Onlinetool erstellt, welches aus der Eingabe von Modulen und Voraussetzungen "Strukturformeln" oder "Explosionszeichnungen" erstellt



[1].

In diesem Vortrag werden bisherige Ergebnisse des Projektes zur Erhebung und zum Vergleich von Physikstudiengängen vorgestellt und diskutiert. Neben der Frage nach gemeinsamen Strukturmustern und Unterschieden stellt sich auch die Frage nach dem Einfluss der Darstellungsart.

[1] <http://studiengang-diagramm.de/>

DD 44.3 Wed 11:25 DD-H11

**Peer Instruction in der Theoretischen Physik** — ●PHILIPP SCHEIGER<sup>1,2</sup>, RONNY NAWRODT<sup>2</sup> und HOLGER CARTARIUS<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena — <sup>2</sup>Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart, 70569 Stuttgart

Die Peer Instruction ist ein effektives Konzept, aktivierende Lehre praktisch umzusetzen. Durch gezielte Verständnis- oder Konzeptfragen mit Multiple-Choice-Antworten können Lernende animiert werden, das

eigene Verständnis an konkreten Beispielen noch in der Vorlesung zu testen. In der Peerdiskussion lernen sie eigene Argumente zu formulieren und zu überprüfen. Seit diese Methode von Eric Mazur vorgestellt wurde, fand sie Einzug in unzählige Lehrveranstaltungen.

Im Bereich der Theoretischen Physik, mit meist vom Formalismus geprägten Vorlesungen, gibt es allerdings noch kaum Umsetzungen oder konkret ausgearbeitete Beispiele, die im Sinne der Peer Instruction eingesetzt werden können. Wir möchten in diesem Vortrag Beispiele vorstellen, wo und wie Konzeptfragen nach den fünf Grundregeln von Mazur (Fragen sollten: -sich auf ein Konzept konzentrieren; -nicht durch Anwendung von Formeln zu lösen sein; -attraktive Multiple-Choice-Distraktoren anbieten; eindeutig formuliert sein; -nicht zu leicht oder zu schwer sein.) in der Theoretischen Physik umgesetzt werden können. Darüber hinaus möchten wir aber ebenfalls aufzeigen, wie das Feld der Peer Instruction neben den Konzeptfragen erweitert werden kann, um das Wechselspiel Physik-Mathematik zu trainieren und so die Formalismen physikalischer Theorien nahbarer zu machen.

## DD 45: Astronomie

Time: Wednesday 10:45–11:45

Location: DD-H12

DD 45.1 Wed 10:45 DD-H12

**Fern, ferner, am fernsten – warum es sinnvoll ist, auch im Mathematikunterricht über Exoplaneten und Kosmologie zu sprechen** — ●ELEEN HAMMER und HOLGER CARTARIUS — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

In lediglich 3 deutschen Bundesländern wird Astronomie als eigenständiges Fach in der Sekundarstufe I unterrichtet, obwohl Studien belegen, dass das Interesse der Schüler am Fach hoch ist und Astronomie einen wichtigen Beitrag zum Allgemeinbildungsauftrag der Schule leistet. Da Astronomie stark interdisziplinär ist, wird die enge Verknüpfung zur Mathematik ausgenutzt, um den Schülern im Mathematikunterricht astronomische Inhalte näher zu bringen. In diesem Vortrag werden konkrete Sachaufgaben für den modernen, kompetenzorientierten Mathematikunterricht vorgestellt, die den Schülern der Sekundarstufe I Fakten und Gesetzmäßigkeiten der Themenbereiche Exoplaneten und Kosmologie vermitteln.

DD 45.2 Wed 11:05 DD-H12

**Stellarium Gornegrat - ein ferngesteuertes astronomisches Observatorium für Bildungszwecke** — ●STÉPHANE GSCHWIND<sup>1</sup>, SASCHA HOHMANN<sup>3</sup>, ANDREAS MUELLER<sup>1</sup> und TIMM RIESEN<sup>2</sup> — <sup>1</sup>IUFE - Institut Universitaire de Formation des Enseignants, Université de Genève, Schweiz — <sup>2</sup>CSH - Center for Space and Habitability, Universität Bern, Schweiz — <sup>3</sup>IPN - Leibniz Institute for Science and Mathematics Education, Kiel, Deutschland

Das Stellarium Gornegrat gegenüber vom Matterhorn in der Schweiz ist eines der leistungsfähigsten robotischen Observatorien für didakti-

sche und "citizen science"-Zwecke in Europa. Über ein Webportal können SchülerInnen und LehrInnen von der Primarstufe bis zur gymnasialen Oberstufe verschiedene astronomische Beobachtungsaktivitäten durchführen. Die inhaltliche Bandbreite reicht von erdnahen Sonnensystem bis zu entfernten Galaxien.

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

Wir geben einen Überblick über neue Entwicklungen und Beobachtungsaktivitäten mit dem Stellarium Gornegrat, z.B. zu Exoplaneten oder zum Mond.

DD 45.3 Wed 11:25 DD-H12

**Entwicklung eines Konzepttests zur Astronomie - Erste Ergebnisse** — ●PHILIPP BITZENBAUER<sup>1</sup> und MALTE UBBEN<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Staudtstr. 7 / B2, 91058 Erlangen — <sup>2</sup>Wilhelm-Klemm-Str. 10, 48149 Münster

Sterne und das Weltall sind bei Lernenden seit jeher hoch im Kurs, wie die Ergebnisse von Interessensstudien zeigen. Empirische Instrumente zur Erhebung von Vorstellungen oder Konzeptverständnissen Lernender zu Konzepten der Astronomie sind jedoch rar. Im vorgestellten Projekt wird die Entwicklung und Pilotierung von solchen Instrumenten für den deutschen Sprachraum angestrebt. Wir berichten in diesem Beitrag die Ergebnisse der Pilotierung eines ersten Konzepttests zu Sternen, der auf international bereits etablierten Concept Inventories basiert.

## DD 46: BNE - Konzepte

Time: Wednesday 12:00–13:00

Location: DD-H8

DD 46.1 Wed 12:00 DD-H8

**Bildung für Nachhaltige Entwicklung und Physikunterricht: Wie geht das am besten zusammen?** — ●ANDRÉ BRESGES, CARINA SCHATZ, LARS MÖHRING, SASCHA THEROLF, JANNIK HENZE, FLORIAN GENZ und CRISTAL SCHULT — Institut für Physikdidaktik, Universität zu Köln, 50923 Köln

Die globalen Ziele für nachhaltige Entwicklung der Agenda 2030 richten sich an Regierungen, Zivilgesellschaft, Privatwirtschaft und auch an die Wissenschaft. Die meisten dieser Ziele lassen sich ohne grundsätzliche mathematisch-naturwissenschaftliche Kenntnisse weder durchdringen noch erreichen. Es ist jedoch die Komplexität von Nachhaltigkeitszielen wie Klimaschutz, nachhaltigen Städte und Gemeinden oder bezahlbarer und sauberer Energie, die dem Physikunterricht zu schaffen macht. Von der Berechnungsformel des Anhalteweges bis zum Ziel der sicheren und nachhaltigen Mobilität ist es unterrichtlich ein weiter Weg. Die Auseinandersetzung mit den komplexen und zum Teil nicht reversiblen Wirkungskreisen des Klimawandels kann bei Schüler\*innen

schnell das Gefühl von Verzweiflung bis hin zur erlernten Hilflosigkeit erzeugen. Aus Sicht von Klimaaktivisten wie der \*Fridays for Future\* Bewegung informiert Schule über den Status Quo und verstärkt ihn damit, da in den Schüler\*innen keine \*Kompetenz zur Veränderung\* gefördert wird. Aufbauend auf dem 5E Modell von Bybee et al. erproben wir in der Inklusiven Universitätsschule der Universität zu Köln in verschiedenen Projekten, wie sich der Physikunterricht den Globalen Nachhaltigkeitszielen annähern und die Kompetenz zur Veränderung des Status Quo in Schüler\*innen anlegen kann.

DD 46.2 Wed 12:20 DD-H8

**Climate Escape - Entkommen aus der Klimakatastrophe?!** — ●TIMO GRAFFE, JOHANNES LHOTZKY, FILIP SIRRENBURG, UWE OBERLACK und KLAUS WENDT — Institut für Physik, JGU Mainz

Das "Climate Escape" ist ein interaktiv gestaltetes Schülerlabor in Form eines Escape Games, welches im NaTLab Physik der Universität Mainz durchlebt werden kann. Dafür wurden sechs Stationen zum

Thema "Klimawandel und Nachhaltigkeit" mit Fokus auf den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Klimawandels für die Mittelstufe konzipiert. Neben einer physikalischen Schwerpunktsetzung werden im Labor auch immer wieder Bezüge zu chemischen, geographischen und biologischen Inhalten hergestellt. Dabei werden die Themen den Schüler:innen anhand von Modellversuchen im Escape Room-Design nähergebracht. Die Idee dahinter ist, den Bildungsinhalt mit dem Lösen von Rätseln und Öffnen von Schlössern zu verbinden. Die "Escape"-Umgebung ist durch gezielte Gamification, progressive Arbeitsmaterialgestaltung und Methoden der Binnendifferenzierung darauf ausgelegt, von Lernenden in eigenständiger Kleingruppenarbeit bewältigt werden zu können. Der Escape Room-Ansatz bietet so die Möglichkeit, in Form von Educational Gaming das Lernen zu einem Erlebnis zu machen und dabei die Schüler:innen intrinsisch zu motivieren. Der Vortrag im Rahmen der DPG-Tagung zielt darauf ab, den Zuhörer:innen einen Einblick in die Gestaltung des "Climate Escapes" und der Versuche zu geben sowie eine rezeptartige Anleitung für die Konzeption eines eigenen Escape Rooms aufzuzeigen.

DD 46.3 Wed 12:40 DD-H8

**Bildung für nachhaltige Entwicklung im Naturwissenschaftsunterricht der IGS: Die Bedeutung von physikalischem Wissen im BNE-orientierten Unterricht** — ●CHRISTIN SAJONS, SI-

MON HERMANN, MITJA EVERS und MICHAEL KOMOREK — Carl von Ossietzky Universität, Oldenburg, Deutschland

Bildung findet unter den Bedingungen einer sich schnell wandelnden Gesellschaft statt, was die Bedeutung einer Bildung für eine nachhaltige Entwicklung (BNE) immer stärker in den Fokus rückt. BNE soll Kinder und Jugendliche auch dazu befähigen, ein angemessenes und positives Bild von Wissenschaft zu entwickeln, um komplexe persönliche und gesellschaftliche Herausforderungen und Krisen (Pandemien, Klimawandel) anzunehmen und damit verbundene Chancen zu nutzen. Dennoch findet BNE bisher meist nur in Randformaten (AGs, Projektwochen) und selten direkt im Fachunterricht statt. Eine kooperierende Gesamtschule hat sich deshalb als Ziel gesetzt, das schuleigene Curriculum von den Global Goals der Vereinten Nationen aus neu zu strukturieren und den Fachunterricht daran auszurichten. Hierzu ist ein fachbezogener Unterricht nötig, in dem disziplinäre und übergreifende Kompetenzen (vgl. cross-cutting key competencies, UNESCO) erreicht werden können. Im Vortrag werden das Verhältnis zwischen physikalischen und übergreifenden Kompetenzen diskutiert und konkrete Entwicklungsergebnisse des Kooperationsprojektes präsentiert. Es wird anhand zweier exemplarischer Unterrichtsansätze demonstriert, wie der Anchored-Instruction-Ansatz genutzt wird, um einen BNE-orientierten Fachunterricht umzusetzen.

## DD 47: Lehreraus- und -weiterbildung – Lehrkonzepte

Time: Wednesday 12:00–13:00

Location: DD-H9

DD 47.1 Wed 12:00 DD-H9

**Das Storytelling im Physikunterricht - konkrete Ausblicke zur Untersuchung der Wirksamkeit des Storytelling als Planungsansatz für Praxissemester Studierende** — ●MICHEL NOETHLICH<sup>1</sup>, BENJAMIN NIEHS<sup>2</sup>, ALEXANDER STRAHL<sup>3</sup> und ANDRÉ BRESGES<sup>4</sup> — <sup>1</sup>ZfSL Leverkusen, 51379 Leverkusen — <sup>2</sup>Europaschule Bornheim, 52223 Bornheim — <sup>3</sup>Universität Salzburg, 5020 Salzburg — <sup>4</sup>Institut für Physikdidaktik, Universität zu Köln, 50923 Köln

Die Lehrerbildung in Deutschland unterteilt sich in das eher theoretische Studium und dem anschließenden Referendariat, in dem es eher darum geht, Inhalte in die Praxis umzusetzen. Dabei kommt der Planung von Physikunterricht eine sehr große Rolle zu und stellt für die Studierenden eine große Kompetenz da, die es gilt im Lauf der Ausbildung zu entwickeln. In diesem Forschungsfeld soll daher das Storytelling als Planungsansatz anhand der Umsetzung durch die Praxissemester Studierenden untersucht werden. Erste vielversprechende Ergebnisse zur Wirkung des Storytellings bei Lehrpersonen wurden bereits von der Arbeitsgruppe um Prof. Heering an der Uni Flensburg untersucht. Daran angelehnt soll ein etwas abweichender Ansatz des Storytelling als Planungsprämisse für Physikunterricht durch Praxissemester Studierende untersucht werden. Ein wesentliches Merkmal soll dabei die aktive Teilnahme der Lernenden in die Story sein - die Lernenden werden somit selbst Teil einer Geschichte und müssen Probleme oder Erkenntnisse mit Hilfe physikalischer Erkenntnisse lösen. Inwiefern sich dieser Planungsansatz auf die Planungskompetenz der Studierenden auswirkt, bleibt zu untersuchen.

DD 47.2 Wed 12:20 DD-H9

**Beeinflusst eine professionsbezogene Lehre der Physik im Studium das schulpraktische Handeln?** — ●TILMANN STEINMETZ und ERICH STARAUSCHEK — PSE Stuttgart-Ludwigsburg

Der Professionsbezug gilt als wichtiger Bestandteil der Physiklehramtsausbildung. Es gibt verschiedene Ansätze diesen im Rahmen der Phy-

sikfachveranstaltungen an Universitäten zu erhöhen. Damit ist u.a. das Ziel verbunden, Studierende gezielter auf Anforderungen der Schulpraxis vorzubereiten. Unsere Studie untersucht, ob und wie sich ein Professionsbezug auf das Handeln angehender Physiklehrkräfte im Physikunterricht der Schulpraxis auswirkt. Eine vergleichende qualitative Interviewstudie mit Physik-Lehramtsstudierenden im Schulpraxissemester umfasst Gruppen: (1) Studierende mit und (2) Studierende ohne Professionsbezug in der physikalischen Fachausbildung des Grundstudiums. Bei den Studierenden der ersten Gruppe wurde der Professionsbezug durch das Konzept des kumulativen Lehrens im Lehramtsstudium Physik realisiert. Eine Typenbildung anhand einer qualitativen Inhaltsanalyse ergibt, dass Studierende der ersten Gruppe eher schülerorientiert unterrichten, während Studierende der zweiten Gruppe eher inhaltsorientiert unterrichten. Ein expliziter Professionsbezug könnte somit eine Sozialisation als Lehrkraft während des Fachstudiums fördern.

DD 47.3 Wed 12:40 DD-H9

**Weniger rechnen, mehr sprechen: Einblicke in einen neuen Lehramtsstudiengang** — ●MARTIN DICKMANN, CORNELIA GELLER und HENDRIK HÄRTIG — Universität Duisburg-Essen, Essen, Deutschland

Ausgehend von aktuellen Befunden der Unterrichts- und Professionalisierungsforschung wird an der Universität Duisburg-Essen ein spezifischer Bachelorstudiengang für das Sek I-Lehramt an nicht gymnasialen Schulformen neu konzipiert. Ziele der Neukonzeption sind der Erwerb von konzeptuellem Verständnis in unterrichtsrelevanten Inhalts- und Handlungsfeldern bei geringerem Mathematisierungsgrad sowie die Unterstützung der Studienmotivation durch Kompetenzerleben und Kohärenzwahrnehmung. Dazu werden sowohl inhaltlich als auch organisatorisch neue Strukturen erprobt, beispielsweise werden klassische Veranstaltungsformate durch kognitiv aktivierende Lehr- und Lernformate ersetzt. Im Vortrag werden die Grundideen der Neukonzeption vorgestellt und an konkreten Beispielen diskutiert.

## DD 48: Lehr- und Lernforschung – Methodik

Time: Wednesday 12:00–13:00

Location: DD-H10

DD 48.1 Wed 12:00 DD-H10

**Was ist eigentlich tet.folio?** — ●SEBASTIAN HAASE<sup>1</sup>, MARKUS ELSHOLZ<sup>2</sup>, WOLFGANG LUTZ<sup>2</sup> und THOMAS TREFZGER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie, AB Schulpädagogik/Schulentwicklungsforschung, Freie Universität Berlin — <sup>2</sup>Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Julius-Maximilians-

Universität Würzburg

tet.folio ist als offene Entwicklungs- und Lehr-Lern-Plattform aus dem Projekt *Technology Enhanced Textbook (TET)* an der FU Berlin entstanden. Das zugrundeliegende didaktisch-technologische Prinzip fordert, dass sich digital angereicherter Unterricht nicht von den momentan verfügbaren technischen Lösungen einschränken lassen darf. Didak-

tische Unterrichtskonzeptionen werden vielmehr als Anforderungen an eine technologische Umsetzung verstanden und Lehrende als kreative Autor:innen digitaler Lernumgebungen gesehen. Im Sinne des SAMR-Modells können sie interaktive und kollaborative digitale Lerninhalte erstellen, die sich nahtlos in das individuelle didaktische Konzept einfügen. Im Vergleich zu einer menügesteuerten Learning Management Umgebung orientiert sich tet.folio an der Buch-Metapher und fokussiert auf die Freiheit der Gestaltungsmöglichkeiten. Im Beitrag zeigen wir exemplarisch verschiedene Anwendungsszenarien und aktuelle Entwicklungsrichtungen der tet.folio-Umgebung, wie z.B. real-time Kollaboration und Erhebungsmöglichkeiten für die Lehr-Lern-Forschung.

DD 48.2 Wed 12:20 DD-H10

**Computerbasiertes Testen mit tet.folio** — ●WOLFGANG LUTZ<sup>1</sup>, SEBASTIAN HAASE<sup>2</sup>, MARKUS ELSHOLZ<sup>1</sup> und THOMAS TREFZGER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg — <sup>2</sup>Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie, AB Schulpädagogik/Schulentwicklungsforschung, Freie Universität Berlin

In der empirischen Forschung werden zur Erfassung von Personenmerkmalen häufig Fragebögen oder Multiple Choice Tests im Papierformat eingesetzt. Die erhobenen Daten werden anschließend zur weiteren Auswertung codiert und digitalisiert. Computerbasierte Testungen bieten demgegenüber viele Vorteile z.B. im Bereich der Organisation, Informationsverarbeitung und automatischer Auswerteverfahren. Im Beitrag wird am Beispiel eines Forschungsprojekts zum Einsatz der Flipped Classroom Methode im Physikunterricht der Sek I gezeigt, wie sich mit der Plattform tet.folio online eine pseudonymisierte Te-

stumgebung gestalten lässt. Durch die Entwicklung eines so genannten \*Action-Loggers\* können nicht nur Ergebnisse, sondern alle von den Nutzern getätigten Aktionen mit einem Zeitstempel erfasst werden. Daraus ergeben sich neue Möglichkeiten zur Aufbereitung der erhobenen Daten aber auch zur Erhebung des Nutzungsverhaltens digitaler Unterrichtsmaterialien, beispielsweise von Lernvideos.

DD 48.3 Wed 12:40 DD-H10

**Concept Inventory Development - New lessons learned with the Flight Physics Concept Inventory (FLiP-CoIn)** — ●FLORIAN GENZ<sup>1,3</sup>, ANDRÉ BRESGES<sup>2</sup>, KATHLEEN FALCONER<sup>2</sup>, and LARS MÖHRING<sup>2,3</sup> — <sup>1</sup>ZuS - Science Labs, University of Cologne / GERMANY — <sup>2</sup>Universität zu Köln — <sup>3</sup>ComeIn - Communities of Practice NRW

Concept Inventories surged in physics (e.g.: physport.org) and leaked fast into many other educational disciplines. However, Concept Inventories differ widely in the way they are developed and validated. We present particular important methods and techniques for Concept Inventory development as well as critical turning points by the practical example of the Flight Physics Concept Inventory (FLiP-CoIn, <https://zus.uni-koeln.de/flip-coin.html>).

We shed a practical light on the methodological steps: Literature review and the decision about the underlying test theory, expert opinions, student concepts, think-aloud interviews, focus groups, data collection, data transformation, and analysis.

This will be a humbling talk with focus on avoidable mistakes...inspired by life experience, hence, past mistakes.

keywords: Research-based assessment instrument, conceptual test

## DD 49: Lehreraus- und -weiterbildung – digitale Medien

Time: Wednesday 12:00–13:00

Location: DD-H11

DD 49.1 Wed 12:00 DD-H11

**Digitale Medien im Physikunterricht: Entwicklung eines Seminar-konzepts** — ●DAVID WEILER<sup>1</sup>, JAN-PHILIPP BURDE<sup>1</sup>, ANDREAS LACHNER<sup>1</sup>, RIKE GROSSE-HEILMANN<sup>2</sup>, JOSEF RIESE<sup>2</sup> und THOMAS SCHUBATZKY<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Universität Tübingen, Tübingen, Deutschland — <sup>2</sup>RWTH Aachen, Aachen, Deutschland — <sup>3</sup>Universität Graz, Graz, Österreich

Ein zentrales Ziel des Verbundprojekts DiKoLeP (Digitale Kompetenzen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik) ist es, ein Lehrkonzept zu entwickeln, das die Kompetenzen zum fachdidaktisch sinnvollen Einsatz von digitalen Medien im Physikunterricht bei Lehramtsstudierenden fördert. Das für Graz und Tübingen entwickelte Seminar ist dabei zweigeteilt: In einer theoretischen Phase werden die Grundlagen des Einsatzes digitaler Medien inkl. entsprechender empirischer Befunde erarbeitet, während Studierende in der anschließenden praktischen Phase den Einsatz digitaler Medien im Rahmen exemplarischer Unterrichtssequenzen planen, umsetzen und reflektieren. Nach der Entwicklung des Seminars auf Basis von Literaturrecherche und Bedarfserhebung mit Studierenden wurde dieses im Sommersemester 2021 pilotiert. Dabei wurden der Kompetenzzuwachs der Studierenden und qualitative Rückmeldungen zu einzelnen Seminarsitzungen erhoben. Zudem werden aktuell retrospektive leitfadengestützte Interviews mit den Studierenden sowie Expertenbefragungen durchgeführt, um das Seminar zu optimieren. Im Vortrag werden das bisherige Seminar-konzept sowie die aus der Pilotierung und den Interviews gewonnenen Erkenntnisse vorgestellt und ein Ausblick auf das Re-Design gegeben.

DD 49.2 Wed 12:20 DD-H11

**DiKoLeP: Digitale Kompetenzen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik** — ●THOMAS SCHUBATZKY<sup>1</sup>, JAN-PHILIPP BURDE<sup>2</sup>, RIKE GROSSE-HEILMANN<sup>3</sup>, JOSEF RIESE<sup>3</sup> und DAVID WEILER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Universität Graz, Graz, Österreich — <sup>2</sup>Universität Tübingen, Tübingen, Deutschland — <sup>3</sup>RWTH Aachen, Aachen, Deutschland

Digitale Medien spielen eine immer größer werdende Rolle im physikalischen Fachunterricht. Für eine lernförderliche Integration digitaler Medien braucht es aber dahingehend professionalisierte Lehrkräfte. Fachspezifische digitale Kompetenzen sollten dementsprechend auch in der fachdidaktischen Lehrerbildung gezielt adressiert werden. Im Verbundprojekt DiKoLeP der RWTH Aachen, der Universität Graz und der Universität Tübingen wird daher ein übergeordnetes Lehrkon-

zept mit standortspezifischen Ausprägungen entwickelt, implementiert und evaluiert. Durch dieses Lehrkonzept sollen fachspezifische, digitale Kompetenzen von Lehramtsstudierenden der Physik gefördert werden. Die Evaluation erfolgt einerseits im Hinblick auf den Erwerb physikdidaktischen Wissens zum Einsatz digitaler Medien im Physikunterricht, wozu ein entsprechender Leistungstest entwickelt wurde. Darüber hinaus werden die Entwicklung der Motivation und Überzeugungen und die Rolle des physikdidaktischen Wissens für die Entwicklung der Motivation zum Einsatz digitaler Medien untersucht. Insgesamt sollen so Hypothesen für lernförderliche, standortunabhängig einsetzbare Lerngelegenheiten in der Physik-Lehramtsausbildung abgeleitet werden. Vorgestellt werden die grundlegenden Ideen des Lehrkonzepts, das Studiendesign und der entwickelte Test.

DD 49.3 Wed 12:40 DD-H11

**Digitalisierung beginnt im Kopf - Eine Akzeptanzstudie im Lehr-Lern-Labor Physik** — ●JOHANNES LHOTZKY und KLAUS WENDT — Johannes Gutenberg-Universität, Institut für Physik

Physiklehrer:innen sind technisch versiert, motiviert und nutzen dennoch digitale Medien nur sehr eingeschränkt. Diverse Untersuchungen haben Ressentiments gegen den Medieneinsatz auch bei Physik-lehrkräften konstatiert. Um diesem Umstand zu begegnen, wurde an der JGU Mainz im Rahmen der vom BMBF geförderten Qualitäts-offensive Lehrerbildung ein speziell ausgerichtetes Lehr-Lern-Labor (LLL) entwickelt. Innerhalb dieser Lehrveranstaltungen werden die Studierenden zu einer vertieften Beschäftigung mit digitalen Medien mit dem Fokus auf Physikunterrichtsspezifika geführt und zur praktischen Auseinandersetzung mit diversen Medien von Calliope, Arduino zur programmierbaren Flugdrohne motiviert. Hierbei steht zudem die aktive Gestaltung von Medien/Medieninhalten im Vordergrund, die über eine Anwendungen fertiger Inhalte hinausgeht. Innerhalb des LLL entwickeln die Studierenden sowohl "klassische" als auch "digitalangereicherte" Experimentierumgebungen, die an Schüler:innen praktisch erprobt werden. Mithilfe eines Mixed-Methode-Ansatzes, bestehend aus Fragebogen und Gruppendiskussionen, wird in einem Prä-Post-Design die Wirkung des Seminarbesuchs identifiziert und evaluiert, speziell hinsichtlich Akzeptanz und Relevanzempfinden der Studierenden gegenüber dem Einsatz digitaler Medien im Physikunterricht. Im Vortrag wird das LLL skizziert, Forschungsergebnisse präsentiert und Implikationen für die Aus- und Weiterbildung abgeleitet.

## DD 50: Praktika und neue Praktikumsversuche

Time: Wednesday 12:00–13:00

Location: DD-H12

DD 50.1 Wed 12:00 DD-H12

**Experimente zur Förderung von Kompetenzen zur digitalen Messwerterfassung** — ●GREGOR BENZ, DANIEL ISELE, OLGA WALTER und TOBIAS LUDWIG — Pädagogische Hochschule Karlsruhe, Institut für Physik und Technische Bildung, Karlsruhe, Deutschland

Obwohl digitale Messwerterfassungssysteme (dMS) seit Jahrzehnten existieren, werden entsprechende Systeme im Physikunterricht nur selten eingesetzt (Wenzel & Wilhelm, 2017). Grund hierfür sind u.a. geringe Kompetenzen der Physiklehrenden im Umgang mit dMS. Daher sollen im Rahmen des QLB-Digitalprojekts InDiKo entsprechende Kompetenzen von Physiklehramtsstudierenden gefördert werden. Hierzu haben wir in Vorarbeiten zunächst 15 relevante Kompetenzen identifiziert (Benz et al., 2021). Vor diesem Hintergrund präsentieren wir nun drei speziell entwickelte Experimentiersettings, die zum Ziel haben, Kompetenzen zu a) der Funktionsweise von Sensoren, b) der Samplerate und c) der Auflösung zu fördern. In einer Interventionsstudie mit pre-post-Testdesign konnte anschließend Evidenz dafür gesammelt werden, dass entsprechende Kompetenzen zum Umgang mit dMS durch das Bearbeiten der Lernumgebungen erworben werden können ( $d=.51$ ). Die entwickelten Experimentiersettings können nun dazu verwendet werden, angehende Physiklehrkräfte im Umgang mit dMS zu schulen.

DD 50.2 Wed 12:20 DD-H12

**Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen in (physikalischen) Praktika** — ●JULIA ORTMANN<sup>1</sup>, ANDREAS VORHOLZER<sup>2</sup> und NICOLE GRAULICH<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Institut für Didaktik der Physik, JLU Gießen — <sup>2</sup>Didaktik der Physik, TU München — <sup>3</sup>Institut für Didaktik der Chemie, JLU Gießen

Im Physikstudium sollen Studierende neben Fachinhalten auch naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen (NDAW; z. B. Planung von Experimenten, Auswerten von Daten) erlernen. Zur Förderung von NDAW eignen sich insbesondere die physikalischen Praktika, da Studierende dort in der Regel umfassende Gelegenheiten zum selbstständigen Experimentieren erhalten. Es stellt sich jedoch die Frage, inwiefern NDAW in Praktika gezielt thematisiert werden und welche Relevanz

NDAW im Vergleich zu anderen Lernzielen zugeschrieben wird. Um dieser Frage nachzugehen, wurden mit einem Online-Fragebogen  $N = 86$  Praktikumsbetreuende (davon 27 Physik) und  $N = 399$  Studierende naturwissenschaftlicher Studiengänge (davon 99 Physik) zu den Zielen von Praktika und der Rolle von NDAW befragt. Die Ergebnisse zeigen u. a., dass NDAW aus Sicht der Betreuenden eine große Rolle spielen, die Relevanz und die Maßnahmen zur Förderung sich aber zwischen einzelner NDAW z. T. deutlich unterscheiden. Aus Sicht der Betreuenden der Physik ist insbesondere das Auswerten und Reflektieren von Daten von großer Relevanz. Zudem zeigt sich, dass die Rolle von NDAW in Praktika von Lehrenden und Studierenden in der Physik sehr ähnlich wahrgenommen wird. Diese und weitere Ergebnisse sollen im Vortrag diskutiert werden.

DD 50.3 Wed 12:40 DD-H12

**Experimentierpraktika: Lernangebote mit System oder System mit Lernangeboten?** — ●CORNELIA GELLER, MARTIN DICKMANN und HEIKE THEYSSEN — Universität Duisburg-Essen

Experimentierpraktika stellen in der universitären Ausbildung wesentliche Bausteine dar, die Physik-Studierende sowohl zu einer vertieften Auseinandersetzung mit Fachinhalten anregen als auch praktisch-methodische Grundlagen wie den Umgang mit Geräten oder Messunsicherheiten legen sollen. Sie bewegen sich damit in dem Spannungsfeld, fachinhaltlichen Kompetenzerwerb mit anderen Lernwegen innerhalb der Praktika in Einklang zu bringen, die eine systematische Entwicklung fachmethodischer Kompetenzen erlauben.

Da in der Lehramtsausbildung noch die fachdidaktische Perspektive hinzukommt, sind für diese Herausforderungen standortspezifische Lösungen entstanden, die sich nicht einfach mit Blick auf die Kohärenz der fachinhaltlichen, fachmethodischen und fachdidaktischen Lernangebote vergleichen lassen. Daher soll im Vortrag eine Systematisierung von Praktikumskonzeptionen zur Diskussion gestellt werden, in die wir verschiedene Praktika des Standorts Essen einordnen. Vertieft werden soll die Diskussion am Beispiel eines Praktikums, in dem wir die Strukturierung der Lernangebote der studentischen Wahrnehmung (Ergebnisse der Evaluation) gegenüberstellen.

## DD 51: Workshop: Konsequenzen aus drei Jahren Studienreformforschung

Time: Wednesday 16:00–17:30

Location: DD-H8

**Workshop** DD 51.1 Wed 16:00 DD-H8  
**Konsequenzen aus 3 Jahren Studienreformforschung** — ●STEFAN BRACKERTZ<sup>1</sup>, AMR EL MINI AWY<sup>2</sup>, JANETTE GEHLERT<sup>3</sup>, DANIELA KERN-MICHLER<sup>4</sup> und MANUEL LÄNGLE<sup>5</sup> — <sup>1</sup>Universität zu Köln — <sup>2</sup>HU Berlin — <sup>3</sup>Universität Göttingen — <sup>4</sup>Universität Frankfurt — <sup>5</sup>Universität Wien

Das Studienreform-Forum hat seit 2018 konkrete Studienreformen zusammengetragen und dokumentiert sowie vielerorts aufkommende Entwicklungsfragen bildungsphilosophisch reflektiert. In diesem Workshop

werden Erkenntnisse zu bereits (breit) diskutierten Fragen vorgestellt, um daraus ein Zwischenfazit zu ziehen. Ein Fokus soll darauf gelegt werden, Konsequenzen aus den Ergebnissen zu ziehen. Dies betrifft einerseits die Studienreformerarbeit vor Ort, andererseits aber auch allgemeinere Empfehlungen für Akkreditierungsprozesse etc.

Geplante Kernthemen: - Entlinearisierung und Flexibilisierung von Studiengängen; Schaffung von (Wieder-)Einstiegsmöglichkeiten - Abschaffung von Klausurversuchsbeschränkungen - Systematische Feedbackschleifen als Bestandteil der Lehre - Relevanz und Förderung informeller Kommunikation