

Fachverband Didaktik der Physik (DD)

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

Die Tagung findet als virtuelle Konferenz (ZOOM-Meeting) statt. Die Meetingräume sind durch folgende Kürzel gekennzeichnet: R1, R2, R3, R4 und R5. Der Pausenraum P (wonder.me) ist während der gesamten Tagung durchgängig geöffnet. Während der Pause von 11:40-12:00 Uhr besteht von 11:45-11:55 in R1 ein Sportangebot.

Übersicht der Hauptvorträge, Fachsitzungen und Workshops

(Die Links zu den einzelnen Veranstaltungen können dem Online-Programm entnommen werden)

Hauptvorträge

DD 1.1	Mo	9:00–10:00	R1	Kulturgenetisch lehren und lernen in den Naturwissenschaften — ●MARC EYER
DD 16.1	Mo	15:30–16:15	R1	Die zweite Quantenrevolution – Neue Perspektiven auf das Schulcurriculum zur Quantenphysik im internationalen Umfeld — ●STEFAN HEUSLER
DD 18.1	Mo	16:30–17:15	R1	Die zweite Quantenrevolution – Quanteninformation im Physikunterricht — ●GESCHE POSPIECH
DD 19.1	Di	9:00–10:00	R1	Welches Wissen bringen Physikstudierende am Studienbeginn mit? Empirische Forschung zu Eingangsvoraussetzungen und Wissenszuwachs in der Studieneingangsphase — ●ANDREAS BOROWSKI

Georg Kerschensteiner-Preisvortrag

DD 35.1	Mi	9:00–10:00	R1	Phänomenale Physik: Rezepte für Science Dinner und Science Shows — ●KIM LUDWIG-PETSCH
---------	----	------------	----	--

Workshops

DD 22.1	Di	10:20–11:40	R3	Workshop zur Vorbereitung der Tagung «Physikdidaktik – Quo vadis?» — ●JOHANNES GREBE-ELLIS, SUSANNE HEINICKE, MARTIN HOPF, HEIKO KRABBE, DANIEL LAUMANN, HORST SCHECKER, RÜDIGER SCHOLZ, ERICH STARAUSCHEK, HEIKE THEYSSEN, THOMAS WILHELM, RITA WODZINSKI
DD 49.1	Mi	14:30–16:30	R1	Hochschuldidaktische Konsequenzen aus zwei Semestern Krisenlehre — ●STEFAN BRACKERTZ, AMR EL MINIAWY, JEANETTE GEHLERT, DANIELA KERN-MICHLER, MANUEL LÄNGLE

Fachsitzungen

DD 1.1–1.1	Mo	9:00–10:00	R1	Eröffnung und Hauptvortrag 1
DD 2	Mo	10:00–10:20	P	Kaffeepause
DD 3.1–3.4	Mo	10:20–11:40	R2	Lehr- und Lernforschung 1
DD 4.1–4.4	Mo	10:20–11:40	R3	Neue Medien 1
DD 5.1–5.4	Mo	10:20–11:40	R4	Neue Konzepte 1
DD 6.1–6.4	Mo	10:20–11:40	R5	Experimente

DD 7	Mo	11:40–12:00	P	Pause
DD 8	Mo	11:45–11:55	R1	Sportangebot
DD 9.1–9.3	Mo	12:00–13:00	R2	Lehr- und Lernforschung 2
DD 10.1–10.3	Mo	12:00–13:00	R3	Neue Medien 2
DD 11.1–11.3	Mo	12:00–13:00	R4	Praktika / Neue Praktikumsversuche 1
DD 12.1–12.3	Mo	12:00–13:00	R5	Astronomie
DD 13	Mo	13:00–14:00	P	Mittagspause
DD 14.1–14.23	Mo	14:00–15:00	R1	Postersitzung 1
DD 15	Mo	15:00–15:30	P	Kaffeepause
DD 16.1–16.1	Mo	15:30–16:15	R1	Hauptvortrag 2
DD 17	Mo	16:15–16:30	P	Kurze Pause
DD 18.1–18.1	Mo	16:30–17:15	R1	Hauptvortrag 3
DD 19.1–19.1	Di	9:00–10:00	R1	Hauptvortrag 4
DD 20	Di	10:00–10:20	P	Kaffeepause
DD 21.1–21.4	Di	10:20–11:40	R2	Lehr- und Lernforschung 3
DD 22.1–22.1	Di	10:20–11:40	R3	Workshop 1: "Physikdidaktik - Quo vadis?"
DD 23.1–23.4	Di	10:20–11:40	R4	Neue Konzepte 2
DD 24.1–24.4	Di	10:20–11:40	R5	Quantenphysik / Anregungen für den Unterricht
DD 25	Di	11:40–12:00	P	Pause
DD 26	Di	11:45–11:55	R1	Sportangebot
DD 27.1–27.3	Di	12:00–13:00	R2	Lehr- und Lernforschung 4
DD 28.1–28.3	Di	12:00–13:00	R3	Hochschuldidaktik 1
DD 29.1–29.3	Di	12:00–13:00	R4	Praktika / Neue Praktikumsversuche 2
DD 30.1–30.3	Di	12:00–13:00	R5	Lehrendenaus- und -fortbildung 1
DD 31	Di	13:00–14:00	P	Mittagspause
DD 32.1–32.23	Di	14:00–15:00	R1	Postersitzung 2
DD 33	Di	15:00–15:30	P	Kaffeepause
DD 34	Di	15:30–17:30	R1	Mitgliederversammlung
DD 35.1–35.1	Mi	9:00–10:00	R1	Georg Kerschensteiner-Preisvortrag
DD 36	Mi	10:00–10:20	P	Kaffeepause
DD 37.1–37.4	Mi	10:20–11:40	R2	Physikdidaktik und Inklusion
DD 38.1–38.4	Mi	10:20–11:40	R3	Neue Medien 3
DD 39.1–39.3	Mi	10:20–11:20	R4	Hochschuldidaktik 2
DD 40.1–40.4	Mi	10:20–11:40	R5	Lehrendenaus- und -fortbildung 2
DD 41	Mi	11:40–12:00	P	Pause
DD 42	Mi	11:45–11:55	R1	Sportangebot
DD 43.1–43.3	Mi	12:00–13:00	R2	Sonstiges
DD 44.1–44.3	Mi	12:00–13:00	R3	Neue Medien 4
DD 45.1–45.3	Mi	12:00–13:00	R4	Praktika / Neue Praktikumsversuche 3
DD 46.1–46.2	Mi	12:20–13:00	R5	Lehrendenaus- und -fortbildung 3
DD 47	Mi	13:00–13:30	R1	Abschlussplenum
DD 48	Mi	13:30–14:30	P	Mittagspause
DD 49.1–49.1	Mi	14:30–16:30	R1	Workshop 2: Hochschuldidaktische Konsequenzen aus zwei Semestern Krisenlehre

Mitgliederversammlung Fachverband Didaktik der Physik

Dienstag, 23.03.2021 15:30–17:30 R1

1. Genehmigung der Tagesordnung
2. Genehmigung des Protokolls vom 05.06.2020
3. Bericht des Vorstands
4. Wahlen
5. Berichte aus den Arbeitsgruppen
6. Anträge von Mitgliedern
7. Termine
8. Verschiedenes

Mitgliederversammlung der AG Schule

Mittwoch, 24.03.2021 14:30–16:30 R1

DD 1: Eröffnung und Hauptvortrag 1

Zeit: Montag 9:00–10:00

Raum: R1

Hauptvortrag DD 1.1 Mo 9:00 R1
Kulturgenetisch lehren und lernen in den Naturwissenschaften — ●MARC EYER — PHBern, Fabrikstrasse 8, 3012 Bern, Schweiz

Die Methodik der Lehrkunstdidaktik steht auf den drei Pfeilern exemplarisch - genetisch - dramaturgisch. Im Vortrag wird das genetische Lehren und Lernen, das sich gemeinhin auf die Genese des individuellen Wissens der Schülerinnen und Schüler bezieht, um die Dimension der Kulturgenese erweitert. Es wird die These zugrunde gelegt, dass das genetische und erkenntnisorientierte Lehren und Lernen in den Naturwissenschaften besser gelingt, wenn die Kulturgenese des Unterrichtsgegenstandes zur Grundlinie der Unterrichtsgestaltung verwendet wird. Dabei wird die Kulturgenese grob in drei paradigmatische Epochen unterteilt: in die Aristotelik (Epoche der Anthropozentrik), die

Klassik (Epoche des klassisch-naturwissenschaftlichen Denkens) und die Moderne (Epoche der universellen Verallgemeinerung). Im Vortrag wird argumentiert, dass die alltägliche Weltanschauung der Schülerinnen und Schüler trotz allen wissenschaftlichen Fortschritts der heutigen Gesellschaft in der Aristotelik wurzelt, dass die Mittelschule im Allgemeinen aber den Anspruch hat, die klassisch-naturwissenschaftliche Methodik zu vermitteln, dass die moderne Wissenschaft allerdings abermals an ganz einem anderen Ort steht und ihr auch ganz ein anderes Weltbild zugrunde liegt. Um dieser Diskrepanz zu begegnen ist es wichtig, in Unterrichtseinheiten den Gang durch die Kulturgeschichte des Unterrichtsgegenstandes zu machen. Diese These wird im Vortrag am konkreten Unterrichtsbeispiel, dem Lehrstück "Pascals Barometer", erläutert und diskutiert.

DD 2: Kaffeepause

Zeit: Montag 10:00–10:20

Raum: P

In den Pausenraum gelangt man über den wonder.me-Link.

DD 3: Lehr- und Lernforschung 1

Zeit: Montag 10:20–11:40

Raum: R2

DD 3.1 Mo 10:20 R2
Visuelle Aufmerksamkeit beim Lösen des TUG-K (Diagramm-Test) — ●PASCAL KLEIN¹, SEBASTIAN BECKER², STEFAN KÜCHEMANN², ANDREAS LICHTENBERGER³ und JOCHEN KUHN² — ¹U Göttingen — ²TU Kaiserslautern — ³ETH Zürich

Der *Test of Understanding Graphs in Kinematics* (TUG-K) ist der am häufigsten eingesetzte Test, um das Graphenverständnis von Lernenden in der Kinematik zu erfassen. Die 26 Multiple-Choice-Items des TUG-K stellen verschiedene Anforderungen an die Lernenden; darunter der qualitative Vergleich zweier Graphen oder eine quantitative Flächen- bzw. Steigungsbestimmung. Ob die Lernenden diese Anforderungen erfüllen, wird in der Regel aus der Auswertung der Ergebnisse als richtig oder falsch abgeleitet ohne den Lösungsprozess selbst zu betrachten. Jedoch beinhaltet der Bearbeitungsprozess Informationen über Denkmuster, Lösungsstrategien und Aufgabenmerkmale, die sich einer rein produktorientierten Auswertung entziehen. Neuere Studien haben gezeigt, dass die Blickverfolgung mittels Eye Tracking diese Lücke schließen kann. In dem Beitrag werden verschiedene Analysen eines Eye-Tracking Datensatzes ($N = 115$ SchülerInnen) vorgestellt, die reichhaltige Einblicke in die Interaktion der Lernenden mit den Aufgaben liefern. Die Ergebnissen zeigen, dass die Augenbewegungen die Testanforderungen auf einer prozeduralen Ebene widerspiegeln können, wodurch die Möglichkeiten klassischer Methoden zur Testanalyse weit übertroffen werden. Eye Tracking wird dadurch zu einer zusätzlichen Methode der Item-Analyse, die zur Erforschung von Lösungsstrategien, Expertise sowie Test- und Itemstrukturen beiträgt.

DD 3.2 Mo 10:40 R2
Blickdatenanalyse bei der Interpretation linearer Graphen im mathematischen und physikalischen Kontext — ●SEBASTIAN BECKER, LYNN KNIPPERTZ, STEFAN RUZIKA und JOCHEN KUHN — Technische Universität Kaiserslautern

In diesem Beitrag werden Ergebnisse einer Eyetracking-Studie zur visuellen Aufmerksamkeit bei der Interpretation linearer Graphen im mathematischen und physikalischen Kontext vorgestellt. Lineare Funktionen sind ein wesentlicher Bestandteil der schulischen und universitären Ausbildung, vor allem Schülerinnen und Schüler haben jedoch Schwierigkeiten bei der Interpretation dieses Funktionstyps. In der hier beschriebenen Studie wurde ein validiertes Testinstrument zur Interpretation von linearen Graphen bei Schülerinnen und Schülern der gymnasialen Oberstufe eingesetzt. Während des Lösens der Aufgaben wurden die Blickbewegungen der Lernenden systematisch aufgezeichnet. Das Testinstrument besteht dabei aus Paaren von Items im Mathematik- und Kinematikkontext, welche isomorph zueinander sind, also die gleichen Oberflächenmerkmale aufweisen. Die Analyse

der Eyetracking-Daten eröffnet Einsichten hinsichtlich kognitiver Prozesse bei der Anwendung mathematischer Prozeduren. Anhand ausgewählter Items wird dargelegt, inwieweit sich das Blickverhalten bei isomorphen Itempaaren zwischen mathematischem und kinematischem Kontext unterscheidet und dargelegt, welche Fehlerquellen darauf basierend identifiziert werden konnten.

DD 3.3 Mo 11:00 R2
Visuelle Aufmerksamkeit beim lokalen Denken in der Elektrizität — ●EVA REXIGEL¹, MICHAEL THEES¹, PASCAL KLEIN² und JOCHEN KUHN¹ — ¹Technische Universität Kaiserslautern, Didaktik der Physik, Kaiserslautern — ²Georg-August-Universität Göttingen, Didaktik der Physik, Göttingen

Präkonzepte in der Elektrizität sind stabil und beeinflussen das Lernen. Mit etablierten Konzepttests können vorhandene Präkonzepte bei der Bearbeitung von Aufgaben zu Schaltskizzen identifiziert werden. Die Auswirkung typischer Präkonzepte auf den Aufgabenlöseprozess ist bisher jedoch kaum empirisch untersucht. In der vorliegenden Studie wurde der Einfluss des Präkonzepts *lokales Denken* auf die visuelle Nutzung einer Schaltskizze explorativ untersucht. Dies erfolgte durch Blickdatenanalysen von Erstsemesterstudierenden der Ingenieurwissenschaften ($N=69$) beim Lösen einer Konzeptaufgabe zur Verteilung der Stromstärke in einer mehrfach verzweigten Parallelschaltung. Forschungsergebnisse zeigen, dass Studierende mit Präkonzept *lokales Denken* die Knotenpunkte als relevante Unterteilungen für den Stromfluss ansehen, wodurch unterschiedliche Stromstärken in den Verzweigungen erwartet werden. Statt theorieabgeleiteter Unterschiede an Knotenpunkten zeigt sich eine höhere Aufmerksamkeit (gemessen als relative Fixationsanzahl und -dauer der Blickdaten in der Schaltskizze) auf der vermeintlich abweichenden Verzweigung bei *lokalem Denken*. Die Ergebnisse geben Hinweise, dass Präkonzepte in der Elektrizität nicht nur nach dem Bearbeiten von Aufgaben, sondern auch währenddessen mithilfe von Blickdaten identifiziert werden können.

DD 3.4 Mo 11:20 R2
Visuelle Strategien bei der Erstellung von Repräsentationen und anschließendem Experimentieren — ●STEFAN KÜCHEMANN¹, SEBASTIAN BECKER¹, VERENA RUF¹, SERGEY MUKHAMETOV¹, PASCAL KLEIN² und JOCHEN KUHN¹ — ¹Didaktik der Physik, Fachbereich Physik, TU Kaiserslautern, 67663 Kaiserslautern — ²Physik und ihre Didaktik, Fakultät für Physik, Georg-August-Universität Göttingen, 37077 Göttingen

Multiple externe Repräsentationen sind für das Lernen unerlässlich - insbesondere in der Physik. Bisherige Arbeiten konnten zeigen, dass die Generierung visueller Repräsentationen für das Lernen von Vorteil sein

kann. In diesem Beitrag zeigen wir in einem randomisierten kontrollierten Zweigruppensdesign den Einfluss der Generierung von Repräsentationen auf das Blickverhalten von 42 Studierenden der Gesundheitswissenschaften beim Experimentieren im Rahmen eines Laborpraktikumsversuchs im Bereich der geometrischen Optik. Die Ergebnisse weisen auf einen signifikanten Lernzuwachs in beiden Gruppen und eine signifikant erhöhte visuelle Verarbeitung, gemessen an der Gesamtbeobachtungszeit, konzeptrelevanter Bereiche des Lernmaterials während

des Generierens von Repräsentationen hin. Darüber hinaus zeigen wir, dass Studierende, nach vorherigem Generieren, während des Experimentierens weniger Zeit auf diesen Repräsentationen und mehr Zeit auf relevanten experimentellen Komponenten verbringen als die Vergleichsgruppe. Somit kann die Erzeugung von Repräsentationen nicht nur förderlich für das konzeptuelle Lernen sein, sondern hat auch einen positiven Effekt auf das nachfolgende Experimentieren.

DD 4: Neue Medien 1

Zeit: Montag 10:20–11:40

Raum: R3

DD 4.1 Mo 10:20 R3

Design-Based Research: Der Designprozess der Web-Applikation ViSeMo — ●SVEN WEISSENBORN, UTE KRAUS und CORVIN ZAHN — Universität Hildesheim, Deutschland

Unter Nutzung des Design-Based Research Frameworks entwickeln wir im Projekt *Virtual Sector Models* (ViSeMo) virtuelle Repräsentationen sogenannter Sektormodelle, die zur Vermittlung grundlegender Konzepte der Allgemeinen Relativitätstheorie eingesetzt werden können. Im Rahmen dieses Projekts wurde eine Web-Applikation erstellt, in der Lernende die Geometrien gekrümmter Flächen, z. B. die der Kugeloberfläche sowie der Äquatorfläche eines Schwarzen Lochs, untersuchen und darüber Phänomene – wie das der gravitativen Lichtablenkung – geometrisch erarbeiten können. Darüber hinaus können auch die Eigenschaften 1+1-dimensionaler Raumzeiten analysiert werden.

In diesem Vortrag wird der bisherige Designprozess der Applikation skizziert. Dabei zeigen wir, welche Eigenschaften des gegenständlichen Vorbilds als Basis für die Applikation dienen, welche Designprinzipien die Gestaltung maßgeblich prägen und wie die Erkenntnisse erster Studien in den Designprozess einfließen.

DD 4.2 Mo 10:40 R3

Videostudie zum Einsatz von mathematischer Modellbildung und Videoanalyse — ●JANNIS WEBER und THOMAS WILHELM — 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 von der nötigen Mathematik entlasten und es damit ermöglichen sollen, reale und komplexe Bewegungen zu modellieren bzw. zu analysieren und Reibungskräfte bewusst zu thematisieren. Mit den beiden Ansätzen wurden jeweils Interventionen mit Schüler*innen der gymnasialen Oberstufe zur Vertiefung der ersten beiden Newton'schen Gesetze durchgeführt, die zu einem besseren Konzeptverständnis führen sollten. Die Schüler*innen arbeiteten dazu nach dem klassischen Dynamikunterricht einen Vormittag lang in Zweiergruppen mit der jeweiligen Software. Der Lernerfolg wurde u. a. mit einem Fragebogen zum Konzeptverständnis evaluiert. Als Teil dieser Studie wird in diesem Vortrag beleuchtet, welche Erkenntnisse man aus der Arbeitsweise der Proband*innen gewinnen kann. Dazu wurden in der Intervention während den Arbeitsphasen Bildschirmvideos der Zweiergruppen zusammen mit Aufnahmen der Gespräche angefertigt und diese nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet. Im Vortrag werden die verschiedenen Dimensionen der Analyse, das methodische Vorgehen und erste (Zwischen-)Ergebnisse dieser Evaluation vorgestellt.

DD 4.3 Mo 11:00 R3

17 Regeln für erfolgreiche Wissensvideos auf YouTube —

●JACOB BEAUTEEMS, ANDRÉ BRESGES, FLORIAN GENZ und LARS MÖHRING — Universität zu Köln Institut für Physikdidaktik Gronewaldstraße 2 50931 Köln

Lernvideos auf digitalen Plattformen sind eine attraktive Art des Lernens, insbesondere für die jüngere Generation, da sie einen einfachen, personalisierteren Zugang zu einer Vielzahl von Inhalten bieten. Da sie vereinfachte Erklärungen und visuelle Demonstrationen ermöglichen, eignen sich Lernvideos hervorragend für wissenschaftliche Inhalte. Mit 500 Stunden an Videoinhalten, die pro Minute hochgeladen werden, ist YouTube die weltweit meistgenutzte Plattform für nutzergenerierte Videoinhalte. In einer Untersuchung mit über 5.000 Teilnehmerinnen und Teilnehmern wurden Elemente untersucht, die die wahrgenommene Qualität von naturwissenschaftlichen Wissensvideos durch die Betrachter beeinflussen. Es wurde festgestellt, dass es sechs Schlüsselemente für ein erfolgreiches pädagogisches YouTube-Video gibt: 1) Struktur, 2) Seriosität, 3) Qualität, 4) Integration der Community, 5) Moderation, 6) Themenauswahl. Basierend auf diesen Elementen wurde eine Checkliste mit 17 Empfehlungen für die Erstellung erfolgreicher Wissensvideos entwickelt, die als praktischer Leitfaden für Content-Ersteller dient.

DD 4.4 Mo 11:20 R3

Lassen sich die Grundregeln für erfolgreiche YouTube-Videos auch auf Vorlesungsaufzeichnungen übertragen? — ●ANDRÉ BRESGES¹, STEFAN HOFFMANN¹, KATHLEEN FALCONER¹, JACOB BEAUTEEMS¹, MICHEL NOETHLICH² und THOMMY LUKE BOEHLIG³ — ¹Universität zu Köln, Institut für Physikdidaktik, Gronewaldstraße 2, 50931 Köln — ²Zentrum für schulpraktische Lehrerbildung, Leverkusen, Brückenstraße 10-12, 51379 Leverkusen — ³Wing Tsjun International, Hackhausen 2c, 42697 Solingen

Wir haben in einer Vorlesung mit 135 Studierenden ausprobiert, ob sich die Regeln für ein erfolgreiches YouTube Wissensvideo von Jacob Beateems (<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fcomm.2020.600595>) auch auf Hörsaal- und Unterrichtsvideos anwenden lassen. In einigen Videos wurde ein besonderer Stellenwert auf die Einbindung externer Experten gelegt; unter anderem wurde ein Fachleiter für Physik gebeten, den fachlichen Inhalt mit didaktischen Kommentaren zu versehen, und ein Kung Fu Meister sollte nach lebensweltlichen Anwendungen für Regeln der klassischen Mechanik suchen.

Statt dem normalen Einbruch in der Mitte des Semesters stieg die Anzahl der Betrachter kontinuierlich an, auf bis zu 833 Aufrufe eines Videos zum Bau von Kirchen und Brücken (<https://youtu.be/mrLyj6AtTBY>). Wir werten die Lernprodukte der Studierenden aus und versuchen Schlüsse zu ziehen, welche der Regeln die für YouTube-Videos gelten sich sinngemäß auf Vorlesungen in der Physik anwenden lassen, und an welcher Stelle eine Vorlesung über die Möglichkeiten von YouTube hinaus geht.

DD 5: Neue Konzepte 1

Zeit: Montag 10:20–11:40

Raum: R4

DD 5.1 Mo 10:20 R4

Der Energie-Feld-Ansatz: Design-Forschung zur Entwicklung und Evaluation eines Unterrichtskonzeptes für den Energieunterricht der Oberstufe — ●MANUEL BECKER und MARTIN HOPF — Universität Wien, Österreich

Trotz seiner zentralen Bedeutung für das Beschreiben und Erklären von

Phänomenen wird das abstrakte Konzept der Energie und insbesondere das Prinzip der Energieerhaltung nach dem traditionellen Unterricht von vielen Schüler*innen nur unzureichend verstanden (vgl. Nordine, 2019). Mehrere Quellen schlagen vor, dass ein Verknüpfen von Energie mit Feldern oder Systemen das Verständnis für Energie erleichtern könnte (u. a. Nordine, 2019; Quinn, 2014).

Der Energie-Feld-Ansatz (EFA) entwickelt ein Unterrichtskonzept

für die Sekundarstufe II, in welchem die traditionellen Energieformen retrospektiv zu nur zwei Formen zusammengeführt werden: Bewegungs- und Feldenergie. Nach dem Modell der didaktischen Rekonstruktion (Kattmann u. a., 1997) wird mit Hilfe der Methode der Akzeptanzbefragungen (Jung, 1992) und qualitativer Textanalyse (Kuckartz, 2012) die Lernwirksamkeit des Unterrichtskonzeptes evaluiert und dieses weiterentwickelt. Der Vortrag gibt Einblick in die wesentlichen Merkmale und ersten Ergebnisse des EFA.

DD 5.2 Mo 10:40 R4

SchriFT II: Beschreiben und Erklären in der Textsorte Versuchsprotokoll Ergebnisse aus dem interdisziplinären BMBF-Verbundprojekt SchriFT II (2017-2020) — ●PHILIP TIMMERMAN und HEIKO KRABBE — Ruhr-Universität Bochum, AG Didaktik der Physik, Postfach NB/123, 44780 Bochum

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

Nach Schmölder-Eibinger et al. (2017) können nicht alle Schülerinnen und Schüler (SuS) von Anfang an etwas beschreiben oder erklären - dies sollte auch im Fachunterricht entwickelt werden.

Eine Intervention in zehn 8. Klassen an NRW-Gesamtschulen untersucht, inwieweit 232 SuS das Schreiben von Versuchsprotokollen im Physikunterricht sprachlich, funktional und technisch erwerben, indem sie differenzierte Textprozeduren (Feilke, 2014) mithilfe des "Genre-Cycles" (Rose & Martin, 2012) in Einheiten von je 270 Minuten zu den Themen elektr. Ladung (beschreiben) und Stromstärke (erklären) üben. Es gibt zwei Interventionsgruppen: eine konzentriert sich auf die spezif. Handlungsmuster, die andere auf die sprachl. Ausdrucksmittel der beiden Handlungen. Der Vortrag stellt erste Ergebnisse vor.

DD 5.3 Mo 11:00 R4

Radiometrie des farbigen Schattens — ●MATTHIAS RANG¹ und JOHANNES GREBE-ELLIS² — ¹Forschungsinstitut am Goetheanum — ²Bergische Universität Wuppertal

Es wird eine strahlungsphysikalische Beschreibung des so genannten

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

DD 5.4 Mo 11:20 R4

Die Kontextorientierung im EPo-EKo-Konzept aus Sicht der Lehrkräfte — ●JAN-PHILIPP BURDE¹, FABIAN HÄSSNER¹, LIZA DOPATKA², VERENA SPATZ², THOMAS WILHELM³, MARTIN HOPF⁴, THOMAS SCHUBATZKY⁵, CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER⁵ und LANA IVANJEK⁶ — ¹Universität Tübingen — ²TU Darmstadt — ³Universität Frankfurt — ⁴Universität Wien — ⁵Universität Graz — ⁶TU Dresden

Ein Ziel des binationalen Projektes "Elektrizitätslehre mit Potenzial - Elektrizitätslehre mit Kontexten" (EPo-EKo) besteht darin, den Elektrizitätslehreunterricht lernwirksamer und gleichzeitig interessanter zu gestalten. Spätestens seit den KMK-Beschlüssen wird eine stärkere Kontextorientierung im Physikunterricht angestrebt. Vor dem Hintergrund, dass bisher jedoch kein kontextorientiertes und empirisch evaluiertes Unterrichtskonzept zu einfachen Stromkreisen existiert, wurde im Rahmen des EPo-EKo-Projektes ein kontextstrukturiertes Unterrichtskonzept entwickelt. Dieses zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass fachliche Inhalte an möglichst interessanten und authentischen Fragestellungen erarbeitet werden, dabei aber auf die bewährte Sachstruktur des Frankfurter Unterrichtskonzepts zurückgegriffen wird. Mittels Online-Fragebogen wurden Lehrkräfte im Sommer 2020 zur vorgenommenen Kontextstrukturierung im Unterrichtskonzept befragt. Die Lehrkräfte waren mit dem kontextstrukturierten Unterrichtskonzept vertraut, konnten aufgrund der Covid-19-Pandemie aber nur teilweise Unterrichtserfahrung mit diesem sammeln. Im Vortrag werden die zentralen Ergebnisse dieser Erhebung vorgestellt.

DD 6: Experimente

Zeit: Montag 10:20–11:40

Raum: R5

DD 6.1 Mo 10:20 R5

MuonPi - Ein Open-Community Projekt von IoT-Detektoren zur Messung kosmischer Strahlung — ●HANS-GEORG ZAUNICK¹, DANIEL TREFFENSTÄDT¹, MARVIN PETER¹, LUKAS NIES², SIMON GLENNEMEYER-MARKE¹, LARA DIPPEL¹, JAN LEHMANN³ und KIM GIEBENHAIN¹ — ¹Justus-Liebig-Universität Gießen, Heinrich-Buff-Ring 16, 35392 Gießen — ²Centre Europeen de la Recherche Nucleaire (CERN) — ³Landgraf-Ludwigs-Gymnasium Gießen

Das MuonPi-Projekt ist ein verteiltes Netzwerk von Raspberry-Pi-basierten Internet-of-Things (IoT) Detektorstationen zur Messung der Myonenschauer, welche durch das Auftreffen ultrahochenergetischer Teilchen der kosmischen Primärstrahlung auf die Hochatmosphäre ausgelöst werden. Durch Anbindung der Detektoren an das globale Navigationsnetzwerk (GNSS) können die Einzelevents mit Zeitgenauigkeiten im Nanosekundenbereich zeitgestempelt werden. Damit können aus den Zeitkorrelationen zwischen den Detektoren weitere Informationen, wie Schauergeometrie und ggf. -energie gewonnen werden. Im Beitrag werden neben der Vorstellung des Projektes auch verschiedene Möglichkeiten präsentiert, durch welche Schüler, Lehrer und Interessierte mithilfe des Meßnetzwerkes an das Forschungsgebiet der Astroteilchenphysik herangeführt werden können.

DD 6.2 Mo 10:40 R5

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

Die Relativitätstheorie ist ein fester Bestandteil in den Bildungsplänen der gymnasialen Oberstufe Physik. Bedauerlicherweise finden sich

aber so gut wie keine "echten" Experimente zu diesem Thema, welche im Rahmen der Schule oder eines Schülerlabors durchführbar wären.

Ahnhilfe können hier Analogexperimente und Simulationen schaffen. Als eine Art Hybrid aus beiden wurden auf Grundlage der Open-Source Microcontroller-Plattform Arduino zwei Versionen einer relativistischen Uhr entwickelt. Mit diesen lassen sich die Effekte zum einen der speziell relativistischen und zum anderen der gravitativen Zeitdilatation in einer wahrnehmbaren Größenordnung simulieren und untersuchen. Darauf aufbauend können weitere Themen wie z.B. die Längenkontraktion betrachtet werden.

Im Rahmen des Vortrages sollen die Prototypen der relativistischen Uhren vorgestellt und eine erste Übersicht über mögliche Anwendungen und Lerneinheiten gegeben werden.

DD 6.3 Mo 11:00 R5

Qualitative Versuche zur Physik des Treibhauseffekts — ●TIM RUHE, MARCEL STACHOWIAK und LENA VON KOLKEN — Technische Universität Dortmund

Der anthropogene Klimawandel und seine Folgen sind nicht zuletzt deswegen eine Herausforderung für Politik und Gesellschaft, weil die zugrunde liegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten der resonanten Absorption von Strahlung nicht trivial sind. Zwar existieren einige Versuche, die sich der Thematik annehmen indem zum Beispiel die Temperaturänderung in Gasen mit und ohne erhöhten CO₂-Anteil unter Sonneneinstrahlung untersucht wird, jedoch funktionieren diese Versuche in der Praxis oft nur unzureichend. Der vorliegende Beitrag beschreibt eine etwas größer dimensioniert Variante dieser Versuche, die für eine bessere Sichtbarkeit der physikalischen Effekte mit computergesteuerter Messwertfassung kombiniert werden und an der TU Dortmund

in der Ausbildung von Lehrkräften eingesetzt werden. Darüber hinaus wird gezeigt, wie im Rahmen der entwickelten Versuche Anknüpfungspunkte an andere naturwissenschaftliche Fächer entstehen, wodurch z.B. die Rolle von Ozeanen oder Wäldern als CO₂-Senken qualitativ erfahrbar wird.

DD 6.4 Mo 11:20 R5

Physik und Wein: eine Experimentierreihe (auch ohne Alkohol) — •LUTZ KASPER¹ und PATRIK VOGT² — ¹PH Schwäbisch Gmünd, Abteilung Physik — ²Institut für Lehrerfort- und Weiterbildung (ILF) Mainz

In diesem Vortrag werden Fragen im Kontext der Alltagsphysik experimentell untersucht. Inhalte sind u.a. die Bestimmung der Schallgeschwindigkeit mithilfe des Plopp-Geräuschs beim Entkorken einer Weinflasche sowie mit verschiedenen geformten (Wein-)Gläsern, die Bestimmung des Drucks in einer Sektflasche, die Mechanik von Korkeziehern, die Verwandlung eines bereits ausgebauten Rotweins zu einem Blanc de Noirs, der Vergleich verschiedener Möglichkeiten des schnellen Dekantierens sowie weitere optische und akustische Phänomene an Weingläsern. Die vorgestellten Experimente folgen zwar dem üblichen Fortgang einer Weinprobe, können aber auch ohne den Einsatz von Wein gut in den Physikunterricht integriert werden.

DD 7: Pause

Zeit: Montag 11:40–12:00

Raum: P

In den Pausenraum gelangt man über den wonder.me-Link.

DD 8: Sportangebot

Zeit: Montag 11:45–11:55

Raum: R1

Angebot für eine 10-minütige Bewegungseinheit mit Anleitung.

DD 9: Lehr- und Lernforschung 2

Zeit: Montag 12:00–13:00

Raum: R2

DD 9.1 Mo 12:00 R2

Inter-Aktive Lern-LiveStreams mit rolling feedback - fachdidaktische Konzepttests konzipieren & administrieren — •LARS MÖHRING¹, FLORIAN GENZ¹, JACOB BEAUTE MPS¹, HELMUT MÖHLENKAMP^{2,3}, MICHEL NOETHLICH⁴ und ANDRÉ BRESGES¹ — ¹Universität zu Köln — ²Gesamtschule Hürth — ³Zentrum für schulpraktische Lehrerbildung (ZfSL) Leverkusen — ⁴Zentrum für schulpraktische Lehrerbildung (ZfSL) Köln

Die öffentlichen MINT-Livestreams von BreakingLab erreichten mehr als 250.000 Youtube-Aufrufe in den ersten vier Monaten des Schul-Lockdowns. Im Rolling-Feedback-Verfahren wurden wertvolle Rückmeldungen von Schüler*innen und Lehrkräften gesammelt sowie große Effektstärken beim Lernzuwachs erreicht. Wesentliche Teile des Konzeptes wurden dabei 1.) Perspektiven aus einem multiprofessionellen Team zusammenführen, 2.) aktivierendes Quiz, 3.) Live-Experimente, 4.) Einspieler, 5.) Chat-Funktion, 6.) Experten-Gäste, 7.) Nachbetreuung mit Studierenden und 8.) fachdidaktische Konzepttest als Pre-Post-Selbsttests. Dieser Vortrag konzentriert sich auf die gesammelten Erfahrungen bei der Implementierung und den Ergebnissen der Pre-Post-Selbsttests. Weitere Aspekte werden in den thematisch benachbarten Vorträgen der Co-Autoren erläutert.

weitere Infos unter: mint-livestream.de, physikdidaktik.uni-koeln.de, jacob-beautemps.de/mint-unterricht-live

DD 9.2 Mo 12:20 R2

Wirkung von Feedbackarten beim webbasierten Lernen — •BIANCA WATZKA — LMU München

Online Lernmaterialien können Schülerinnen und Schüler zum zeitlich und räumlich unabhängigen Lernen anregen. Dabei nimmt das Feedback als Einflussfaktor auf den Lernprozess eine wichtige Rolle ein. In online Lernmaterialien wird Feedback meist zur Korrektheit der Lösung, zu Fehlern oder zur Musterlösung in automatisierter Form angeboten. Bislang weitgehend ungeklärt ist, inwieweit sich ein automatisch erscheinendes, digitales Feedback von einem papierbasierten Feedback hinsichtlich des Lernerfolgs und der kognitiven Belastung

der Schülerinnen und Schüler beim Lernen mit webbasierten Lernmaterialien unterscheidet. Diese Lücke wird von der hier vorgestellten Studie (N=180) am Beispiel von H5P-Übungen zu Bewegungsdiagrammen aufgegriffen. Die Studie untersucht den Einfluss der Feedbackart (digital vs. papierbasiert) auf die kognitive Belastung, den Lernerfolg, das Konzeptverständnis und die aktuelle Motivation im pre-post-Kontrollgruppendesign. Im Vortrag werden die Methodik der Studie sowie Ergebnisse zur kognitiven Belastung und dem Lernerfolg vorgestellt.

DD 9.3 Mo 12:40 R2

Aktionsforschung zur Implementierung von Technologien zur Umstellung einer Physik-Präsenzvorlesung zu einem Online-Kurs an der Universität zu Köln — •STEFAN HOFFMANN, KATHLEEN FALCONER und ANDRÉ BRESGES — Institut für Physikdidaktik, Universität zu Köln

In den vorangegangenen Jahren wurde Aktionsforschung bereits erfolgreich genutzt, um eine Einführungsvorlesung zu erforschen und zu modifizieren, so dass das studentische Lernen verbessert werden konnte. Dabei konnten bereits zahlreiche Erfahrungen gesammelt werden, um in Physikkursen durch Plattformen wie z.B. ZOOM Studierende mit einzubeziehen, die nicht persönlich an den Veranstaltungen teilnehmen konnten. Als die COVID-Krise begann, mussten wir auf die veränderte Situation reagieren und Kurse neu strukturieren und modifizieren. Auf Basis der langjährigen Erfahrungen mit Medien und Lerntechnologien konnten fundierte Entscheidungen getroffen werden, um die Lehr- und Lernpraxis der neuen Situation anzupassen. Die Physikvorlesung wurde von einem 90-minütigen technologieunterstützten Präsenz-Vorlesungsformat in eine um weitere ausgewählte und evaluierte Tools ergänzte Online-Vorlesung umgebaut. Das Muster einer Sitzung besteht aus abwechselnden Online-Video-Kapiteln und durch Tutoren moderierte kooperative Gruppenarbeiten. Um das im Video Gesehene zu diskutieren und zu vertiefen, wurden in digitalen Whiteboards in MURAL weiterführende Aufgaben vorbereitet, die in Breakoutrooms in kleineren Gruppen diskutiert und erarbeitet wurden. Es wird über Erfahrungen, Weiterentwicklungen und Ausblicke berichtet.

DD 10: Neue Medien 2

Zeit: Montag 12:00–13:00

Raum: R3

DD 10.1 Mo 12:00 R3

Physikalische Modelle erfahrbar machen - Mixed-Reality im Praktikum — ●PAUL SCHLUMMER¹, ADRIAN ABASI², RASMUS BORKAMP³, JONAS LAUSTRÖER³, WOLFRAM PERNICE², CARSTEN SCHUCK², REINHARD SCHULZ-SCHAEFFER³, STEFAN HEUSLER¹ und DANIEL LAUMANN¹ — ¹Institut für Didaktik der Physik, WWU Münster — ²Center for Nanotechnology, WWU Münster — ³Department Design, HAW Hamburg

In der Regel arbeiten Studierende in den Anfängerpraktika an didaktisch aufbereiteten Experimenten, die einen starken Bezug zu physikalischen Modellen aufweisen. Mit den üblicherweise zur Verfügung gestellten Materialien ist es den Lernenden kaum möglich, das Experiment mit der Modellebene unmittelbar in Verbindung zu setzen, da diese keinen direkten Bezug zueinander zu haben scheinen.

Die Erweiterung von Praktikumsversuchen um Elemente der Mixed-Reality ermöglicht eine engere Verknüpfung der beiden Ebenen. Dies verdeutlicht der im Vortrag vorgestellte Versuch zur Polarisierung und Verschränkung von Lichtquanten. Die Nutzung einer Augmented-Reality-Brille ermöglicht während des Experimentierens nicht nur die Echtzeit-Darstellung von Messdaten, sondern erlaubt es auch, die Effekte experimenteller Handlungen direkt im Experiment und auf Modellebene zu visualisieren. Überdies ergeben sich neue Interaktionsformen zwischen Lernenden und Experiment.

Diese erweiterten Gestaltungsaspekte von Versuchs- und Modellebene werden im Vortrag vorgestellt und in Hinblick auf aktuelle Forschungsperspektiven diskutiert.

DD 10.2 Mo 12:20 R3

Gestaltung von Lernmaterial und Didaktische Typographie: wie sich die Lesbarkeit von Texten auch ohne sprachliche Anpassungen verändern lässt — ●ROSALIE HEINEN und SUSANNE HEINICKE — Institut für Didaktik der Physik, Universität Münster

Zahlreiche Studien haben in den letzten Jahren aufgezeigt, dass naturwissenschaftsbezogene Texte, wie sie üblicherweise in Schulbüchern

und Lernmaterialien verwendet werden, allgemeinsprachliche und fachsprachliche Herausforderungen an die Lernenden stellen (Busch & Ralle, 2011; Merzyn, 1994; Prediger, 2013; Sumfleth & Schüttler, 1995; Fraas, 1998, S. 434; Hoffmann, 1998). Kohnen et al. (2017) zeigen außerdem auf, dass Änderungen allein auf morpho-syntaktischer Ebene kaum signifikante Effekte in Bezug auf die Erhöhung der Lesbarkeit hervorbringen. Die Ergebnisse einer aktuellen Studie unter 200 Schülerinnen und Schülern zeigen, wie bereits durch typographische Maßnahmen das sinnentnehmende Lesen deutlich erleichtert werden kann. Der Beitrag wird zum einen die Ergebnisse der Studie vorstellen und aus ihnen Empfehlungen der didaktischen Typographie ableiten. Zum anderen wird ein evidenz- und theoriebasiertes (CLT, Sweller, 1994 und CTML, Mayer, 2005) Design zur Gestaltung von Lernmaterial vorgestellt, das auf dieser Basis an der Universität Münster entwickelt wird.

DD 10.3 Mo 12:40 R3

Selbstgesteuertes Lernen mit digitalen erweiterten Workbooks — ●SUSANNE HEINICKE und STEFAN HEUSLER — Institut für Didaktik der Physik, Universität Münster

Die Zeit des Distanzlernens hat die Digitalisierung schulischen Lernens auch im Physikunterricht weiter vorangebracht. Gleichzeitig wird offenkundig, welche sozialen, persönlichen und individuellen Aspekte des unterrichtlichen Lernens durch das vornehmlich digitale Format nicht ersetzt werden können. Es heißt also, Lehren aus den Erfahrungen der vergangenen 12 Monate zu ziehen und digitale Elemente gewinnbringend unter Beachtung der Lernförderlichkeit in den Unterricht zu integrieren. Auf Basis forschungsseitiger Erkenntnisse (Einzelstudien und Metastudien wie z.B. Hattie 2013, Herzig 2014), theoretischer Überlegungen (Fakler 1997) und einer empirischen Fallstudie leiten wir Empfehlungen für die inhaltliche Auswahl und Strukturierung von digital erweitertem Lehr- Lernmaterial ab. Grundlagen, Studienergebnisse sowie Erfahrungen aus der prototypischen Realisierung solchen Lehr-Lernmaterials an der Universität Münster stellen wir in diesem Beitrag vor.

DD 11: Praktika / Neue Praktikumsversuche 1

Zeit: Montag 12:00–13:00

Raum: R4

DD 11.1 Mo 12:00 R4

Studie zur Wirkung adressatenspezifischer Physikpraktika — ●JASMIN ANDERSEN^{1,2}, DIETMAR BLOCK¹ und KNUT NEUMANN² — ¹Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Universität Kiel — ²Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik, Kiel

An der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel wurde ein physikalisches Anfängerpraktikum spezifisch für Lehramtsstudierende des Faches Physik neu konzipiert, umgesetzt und umfassend evaluiert. Der Neuentwicklung lagen, wie auch bei anderen adressatenspezifischen Praktika an anderen Studienorten, die Wirkannahmen zugrunde, dass eine Förderung der wahrgenommenen Relevanz durch die adressatenspezifische Konzeption sich positiv auf die Lernmotivation und damit schlussendlich positiv auf den Lernerfolg auswirkt. Basierend auf unserer umfassenden Erhebung haben wir diese Wirkannahmen in Form eines theoretisch abgeleiteten Wirkmodells für adressatenspezifische Praktika quantitativ geprüft. Die zentralen Ergebnisse dieser Studie werden im Rahmen dieses Vortrages vorgestellt und bzgl. ihrer Übertragbarkeit auf adressatenspezifische Physikpraktika im Allgemeinen diskutiert.

DD 11.2 Mo 12:20 R4

Flexible Anteile an Grundlagen- und Projektversuchen Im Physikalischen Praktikum Master der MLU Halle — ●FRANZ-JOSEF SCHMITT, FLORIAN DEININGER und REINHARD KRAUSE-REHBERG — Institut für Physik, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Eigene Projekte motivieren Studierende, sich besonders mit dem Lehrstoff auseinanderzusetzen und neue Ideen zu entwickeln. Im Idealfall lernen sie die Grundlagen des Fachs und führen zugleich eigenständig

komplexe Experimente im Labor durch. Zusätzlich lernen sie Entwicklung, Organisation und Durchführung eines Projektes, die Dokumentation, Präsentation und die Diskussion der Ergebnisse. Wenn sie ihre experimentellen Fragestellungen und Anwendung der wissenschaftlichen Methodik selbst entwickeln, arbeiten sie nach dem Prinzip des forschenden Lernens.

Im Fortgeschrittenenpraktikum und im Physikalischen Praktikum Master an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg können Studierende seit dem Sommersemester 2020 ein eigenes Projekt bearbeiten und damit zwei Grundlagenversuche ersetzen. Das Projekt können die Studierenden mit den Dozierenden gemeinsam weiterentwickeln und im Rahmen eines Projektversuchs XXL ihr Projekt ausdehnen. Dadurch fällt ein weiterer Grundlagenversuch weg. So können gezielt motivierte Studierende größere Projekte bearbeiten.

DD 11.3 Mo 12:40 R4

Selbständiges Entwickeln von Experimenten im physikalischen Praktikum für Lehramtsstudierende — ●RICHARD KEMMLER, HARALD KÜBLER und RONNY NAWRODT — 5. Physikalisches Institut, Abt. Physik und ihre Didaktik, Pfaffenwaldring 57, 70569 Stuttgart

Im Rahmen ihrer Physikausbildung erhalten Lehramtsstudierende erstmals im Grundpraktikum Kontakt mit Experimenten. Hier sind die Experimente üblicherweise bereits fertig aufgebaut und man führt das Experiment nur noch durch und wertet die Daten aus.

Im Hinblick auf ein didaktisches Praktikum ist es jedoch essentiell, dass Studierende Experimente selbstständig aufbauen können. Um Lehramtsstudierende besser vorzubereiten wurde die eigene Konstruktion und Charakterisierung eines physikalischen Pendels eingeführt. Im Rahmen des Beitrags wird dieser Versuch sowie erste Ergebnisse begleitender Interviews vorgestellt.

DD 12: Astronomie

Zeit: Montag 12:00–13:00

Raum: R5

DD 12.1 Mo 12:00 R5

Erstellen von Mathematikaufgaben aus astronomischen Fakten und Gesetzen — ●EILEEN HAMMER und HOLGER CARTARIUS — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

Astronomie wird in 13 der 16 Bundesländer nicht (mehr) als eigenständiges Fach in der Sekundarstufe I unterrichtet, obwohl das Interesse der Schüler daran hoch ist und das Fach einen wichtigen Beitrag zur Allgemeinbildung leistet. Hier kann die Interdisziplinarität der Astronomie ausgenutzt werden. In diesem Vortrag wird vorgestellt, wie astronomische Fakten und Gesetzmäßigkeiten zu Mathematikaufgaben für die Sekundarstufe I umgebildet werden können, um dabei dem modernen kompetenzorientierten Mathematikunterricht gerecht zu werden als auch die Faszination der Astronomie zu vermitteln. Dazu werden beispielhafte Aufgaben gezeigt.

DD 12.2 Mo 12:20 R5

Das Stellarium Gornergrat — ●SASCHA HOHMANN¹, STÉPHANE GSCHWIND², ANDREAS MÜLLER², JEFFREY NORDINE¹ und TIMM RIESEN³ — ¹IPN - Leibniz Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik, Kiel — ²Université de Genève — ³Universität Bern

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

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

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

In diesem Vortrag sollen das Grundkonzept des Stellarium Gornergrat sowie einige Beispielaktivitäten inklusive Integrationspunkten für den Schulunterricht vorgestellt werden.

DD 12.3 Mo 12:40 R5

The Origin of the Energy — ●HANS-OTTO CARMESIN — Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — Studienseminar Stade, Bahnhofstr. 5, 21682 Stade — Universität Bremen, Fachbereich 1, Postfach 330440, 28334 Bremen

The energy is a basic concept. It is an essential invariant in physics. It is an exciting area for discovery. For instance, Leibniz introduced the kinetic energy in 1686, Mayer realized the universal relevance of energy in 1842 and Einstein derived the equivalence of mass and energy in 1905. But where does energy come from? In 1973 Tryon proposed the hypothesis that the energy of the universe comes from zero-point oscillations. Here we analyze the time evolution of the energy in full detail: We introduce an appropriate frame. With it we trace back the current energy within the light horizon until we arrive at the Big Bang. As a result we obtain the time evolution of the various forms of energy, including its original values (Hans-Otto Carmesin (2020): *The Universe Developing from Zero-Point Energy - Discovered by Making Photos, Experiments and Calculations*. Berlin: Verlag Dr. Köster). The concept can be directly used in science education, research clubs or astronomy clubs.

DD 13: Mittagspause

Zeit: Montag 13:00–14:00

Raum: P

In den Pausenraum gelangt man über den wonder.me-Link.

DD 14: Postersitzung 1

Zeit: Montag 14:00–15:00

Raum: R1

DD 14.1 Mo 14:00 R1

Fachwissen und Problemlösen im Physikstudium — ●DAVID WORTKOWSKI — Uni Paderborn, Didaktik der Physik, Paderborn, Deutschland

Die Studieneingangsphase im Fach Physik fordert von den Studienanfängern den Aufbau vielfältiger Fertigkeiten und Fähigkeiten. Zwei wichtige Standen im Fokus des Projektes KEM (Kompetenzentwicklung Physik in der Studieneingangsphase): Das physikalische Fachwissen, welches in Vorlesungen gelehrt und in Übungen (und z.T. auch in Praktika) angewandt werden muss, sowie die physikbezogene Problemlösefähigkeit, ohne die ein erfolgreiches Bearbeiten von Übungszetteln oder Klausuraufgaben kaum möglich ist.

Diese beiden Fähigkeiten wurden bei Physik-Fach- und -Lehramts-Studierenden im ersten Studienjahr längsschnittlich zu drei Testzeitpunkten in den Jahre 2017–2020 erhoben. Zusammen mit Vorstudien stehen Daten aus 5 aufeinanderfolgenden Kohorten zur Verfügung. Damit können z.B. Aussagen über typische Entwicklungsverläufe im Fachwissenserwerb und Charakterisierungen von Hoch- und Niedrigperformern angegeben werden. Ebenso können differenzierte Analysen der Schwierigkeiten Studierender beim Lösen typischer Probleme angestellt werden.

Zur Erhebung des Fachwissens wurde ein etabliertes Testinstrument und ein komplexitätsbasiertes Niveaumodell verwendet. Für die Erhebung von Problemlösefähigkeiten wurde ein neues Testverfahren entwickelt, welches sich nah an typischen Übungszettel-Aufgaben als einer wichtigen Problemlösesituation des Physikstudiums orientiert.

DD 14.2 Mo 14:00 R1

Schwarze Löcher experimentell nicht bestätigt? — ●JÜRGEN

BRANDES — Karlsbad, Germany

Nobelpreisträger Genzel stellt öffentlich in Frage, dass das weltberühmte EHT-Bild von M87* den Schatten eines schwarzen Lochs darstellt. Seine Antwort auf die Frage, ob der sog. Schatten eine Fehlinterpretation sein kann: "So ist es. Es kann sein, dass wir den Schatten des schwarzen Lochs sehen ... Aber es könnte auch sein, dass es sich um die Außenwand eines Jets handelt, der ..."

Das Poster beschreibt die Einzelheiten. Die fachlichen Argumente folgen dem DPG-Beitrag von 2020.

[1] Brandes, J.; Czerniawski, J. (2010): *Spezielle und Allgemeine Relativitätstheorie für Physiker und Philosophen - Einstein- und Lorentz-Interpretation, Paradoxien, Raum und Zeit, Experimente* Karlsbad: VRI. [2] www.grt-li.de.

DD 14.3 Mo 14:00 R1

Teacher identity von MINT-Lehrkräften: Explorative Studie zur Selbst- und Fremdwahrnehmung — ●PHILIPP BITZENBAUER¹ und JOAQUIN VEITH² — ¹Professur für Didaktik der Physik, Erlangen, Deutschland — ²Institut für Mathematik und angewandte Informatik, Hildesheim, Deutschland

Die Unterrichtspraxis in allen Fächern wird maßgeblich durch das Selbstverständnis und die Persönlichkeit von Lehrkräften bestimmt. Mit dem Begriff teacher identity ist der Versuch verbunden, diese beiden Aspekte zusammenzuführen. Es existiert jedoch eine anhaltende Debatte über eine praxistaugliche Definition von teacher identity. In diesem Beitrag greifen wir diese Problematik auf: wir leiten aus der Literatur eine mögliche Operationalisierung des Konstrukts ab und zwar durch Unterscheidung verschiedener Narrative, die die Selbst- und Fremdwahrnehmung von Lehrkräften betreffen.

Die Ergebnisse einer ersten explorativen Studie zur Selbst- und Fremdwahrnehmung von MINT-Lehrkräften ($N = 89$) werden präsentiert und damit verbundene Fragestellungen für zukünftige Untersuchungen herausgearbeitet.

DD 14.4 Mo 14:00 R1

Dirac-Algebra: Kurz und schmerzlos — ●MARTIN ERIK HORN — IUBH, Campus Berlin, Master-Studiengang Computer Science

Im Bereich von Informatik und Software-Entwicklung wird die Dirac-Algebra zur Modellierung hyperbolischer und konformer Räume eingesetzt. Es ist deshalb sinnvoll, Lernenden eine Einführung in die Dirac-Algebra zu eröffnen, die auf die Thematisierung des quantenmechanischen Hintergrunds vollständig verzichtet.

Aus diesem Grund wurden Aufgaben zur Lösung Linearer Gleichungssysteme, die zuvor auf Basis der Pauli-Algebra gelöst wurden, umgestaltet und mit Hilfe der Dirac-Algebra bearbeitet. Dieser Ansatz, der vorgestellt und didaktisch hinterfragt wird, führt auf den Kern dessen zurück, was Grassmann in seiner Ausdehnungslehre erstmals formulierte: Die Basisgrößen von Pauli- und Dirac-Algebra (also der Geometrischen Algebra) können als Basisvektoren interpretiert werden. Die Lösung Linearer Gleichungssysteme mit Hilfe der Dirac-Algebra stellt deshalb ein raumzeitliches Analogon zum üblicherweise als Cramersche Regel bezeichneten Lösungsverfahren dar.

Und auch raumzeitliche Analoga zu Moore-Penrose-Matrizeninversen lassen sich konstruieren.

DD 14.5 Mo 14:00 R1

Simulationsbasiertes Lernen im Astrophysik-Tutorium für Lehramtsstudierende am Beispiel Schwarzkörper und Sternspektren — ●RONJA LANGENDORF¹, STEPHANIE MERKER², FREDERIC HESSMAN¹ und SUSANNE SCHNEIDER¹ — ¹Georg-August-Universität Göttingen — ²Studienseminar Göttingen

Im Zuge der Digitalisierung ist die Auseinandersetzung mit fachspezifischen digitalen Medien und Werkzeugen ein zentraler Auftrag der universitären Lehrer:innenbildung (KMK, 2019). Hierzu zählt im Bereich der Physik die Förderung von digitalen Basiskompetenzen, die sich unter anderem auf die Datenverarbeitung und den Umgang mit Simulationen und Modellierungen beziehen (Becker, Mekinger-Koppelt, Thyssen, 2020). Wenn die Durchführung klassischer Experimente wie im Fall der Astrophysik kaum möglich ist, sind z.B. Simulationen eine wichtige Erkenntnismethode. Daher stellt dieser Beitrag eine erprobte Lerneinheit eines Astrophysik-Tutoriums für Lehramtsstudierende vor, die das Ziel der Förderung ebendieser digitalen Basiskompetenzen verfolgt. Im Zentrum der Lerneinheit steht eine Simulation, welche die physikalischen Zusammenhänge eines Schwarzkörperspektrums veranschaulicht und die Helligkeitsmessung von Sternen in unterschiedlichen Filtern aufgreift. Durch das Importieren originaler Sternspektren und eine direkte Analyse der Daten in der Simulation ist eine hohe Authentizität gegeben. Der Beitrag schließt mit einer Diskussion über die mögliche Anpassung der simulationsbasierten Lerneinheit an den Physikunterricht.

DD 14.6 Mo 14:00 R1

Konzeption und Evaluation des Lehr-Lern-Labor Seminars BinEx — ●ANITA STENDER — Universität Duisburg-Essen

Die Analyse der Entwicklung des Professionswissens angehender Lehrender ist ein wesentliches Ziel der Forschung zur Lehrerbildung. Angenommen wird, dass angehende Lehrpersonen an der Universität theoretisches fachdidaktisches Wissen (collective PCK) erwerben. Über Praxiserfahrungen wird dieses theoretische fachdidaktische Wissen in persönliches fachdidaktisches Wissen (personal PCK) überführt. Das an der Universität erworbene theoretische fachdidaktische Wissen verliert dadurch an Relevanz, wobei das persönliche fachdidaktische Wissen nicht immer das erlernte theoretische fachdidaktische Wissen widerspiegelt. Inwieweit sich das persönliche fachdidaktische Wissen durch Praxiserfahrungen verändert, soll im Rahmen eines Lehr-Lern-Labor Seminars für die Masterstudiengänge der Physik-Lehrämter HRSGe und GyGe an der Universität Duisburg-Essen untersucht werden. Bei diesem Seminar werden den Studierenden Merkmale zur Einschätzung der Schwierigkeit von Experimenten als theoretisches fachdidaktisches Wissen vermittelt. Durch Praxiserfahrungen in komplexitätsreduzierten Unterrichtssituationen sollen Sie dieses theoretische fachdidaktische Wissen in ihr persönliches fachdidaktische Wissen überführen. Der Effekt des Seminars auf die Veränderung des persönlichen fachdidaktischen Wissens der Studierenden wird mit Hilfe eines Online-Fragebogens analysiert. Auf dem Poster wird die Konzeption des Lehr-Lern-Labor-Seminars und erste Evaluationsergebnisse

se präsentiert.

DD 14.7 Mo 14:00 R1

Zur Legitimation hochwertiger physikalischer Bildung für Straßenkinder und -jugendliche — ●MATTHIAS FISCHER und MANUELA WELZEL-BREUER — Pädagogische Hochschule Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

Im September 2015 wurden die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung, kurz SDGs, von den Vereinten Nationen verabschiedet. Eines der Ziele fordert den gleichberechtigten Zugang aller Bevölkerungsgruppen zu hochwertiger Bildung. Diese Forderung gilt insbesondere für Straßenkinder und -jugendliche, da sie sowohl in Deutschland als auch weltweit verschiedene Hindernisse im Bezug auf Schulbildung bewältigen müssen. Dementsprechend erwerben Straßenjugendliche keine oder nur geringe Bildungsabschlüsse. Verschiedene Projekte versuchen diesem Problem zu begegnen und hochwertige Bildungsangebote für Straßenkinder und -jugendliche zu realisieren. Mittlerweile gibt es auch erste Bildungsangebote mit physikalischen Inhalten, beispielsweise im Rahmen von Patio13 in Kolumbien. Während vielen Außenstehenden klar ist, dass auch Straßenkinder und -jugendliche lesen und schreiben lernen müssen, bezweifeln sie oft, dass auch physikalische Kenntnisse für diese Gruppen wichtig sind. In meinem Beitrag beantworte ich die Frage, warum Straßenkinder und -jugendliche nicht nur im Lesen und Schreiben unterrichtet werden sollten, sondern ebenso zu physikalischen Inhalten, indem ich auf deren Relevanz für ihre Lebensrealität eingehe.

DD 14.8 Mo 14:00 R1

Multiple Repräsentationen als fachdidaktischer Zugang zum Satz von Gauß — ●LARISSA HAHN und PASCAL KLEIN — Georg-August-Universität Göttingen, Didaktik der Physik, Friedrich-Hund-Platz 1, 37077, Göttingen, Deutschland

Der Satz von Gauß ist für zentrale Konzepte in der Elektro- und Strömungsdynamik fundamental. In Physik-Lehrbüchern wird er typischerweise mit dreidimensionalen Abbildungen illustriert, gefolgt von mathematischer Beweisführung. Ein umfassendes Verständnis des Gaußschen Integralsatzes wird allerdings erst durch eine Auseinandersetzung mit seiner geometrischen Bedeutung möglich. Dieser Beitrag stellt einen Ansatz vor, der mittels verschiedener physikdidaktischer Methoden einen anschaulichen Zugang zu diesem Fundamentalsatz erprobt. Im Zuge einer multikodierten Lernsequenz werden eine Simulation sowie unterschiedliche Zeichenaktivitäten verknüpft, um die Repräsentationskompetenzen von Studierenden im Zusammenhang mit verschiedenen Vektorfeld-Konzepten zu fördern. Der Lern- und Erkenntnisprozess wird dabei durch adressatengerechte Elementarisierungen der zentralen Darstellungen sowie Konzepte unterstützt und mit Eye Tracking analysiert. Neben einem Überblick zum aktuellen Stand des Projekts bezüglich bisheriger Materialentwicklungen und Pilotstudien werden außerdem zukünftige Ziele und Ideen vorgestellt.

DD 14.9 Mo 14:00 R1

Physik und Sport - Kontextorientierte Unterrichtsmaterialien zur Förderung des Interesses am Mechanikunterricht — ●MORITZ KRIEDEL und VERENA SPATZ — TU Darmstadt

Das geringe Interesse der Lernenden an Physik ist seit der IPN-Studie bekannt und seitdem auf weitgehend gleichbleibend niedrigem Niveau. Dabei gilt die Mechanik oft als ein besonders uninteressantestes Themengebiet. Demgegenüber zeigen empirische Befunde allerdings auch, dass der Interessenunterschied weniger durch das Thema als vielmehr durch die Einbettung in bestimmte Kontexte und die damit verbundenen Tätigkeiten hervorgerufen wird (Elster, 2010). Eine Möglichkeit das Interesse an Physik zu fördern stellt dementsprechend ein "Lernen in sinnstiftenden Kontexten" (Muckenfuß, 1995) dar.

Es konnte theoretisch begründet werden, dass sich der Sport durch seine Alltäglichkeit sowie durch vielfältige Bezüge der Physik zum menschlichen Körper als ein solcher sinnstiftender Kontext im Mechanikunterricht eignet. Eine Schulbuchanalyse ergab, dass er bisher allerdings wenig Beachtung findet. Aus diesem Grund wurden im Rahmen einer Abschlussarbeit Vorschläge für die Erarbeitung von vier Inhalten aus dem Bereich der Mechanik im Kontext Sport mit entsprechenden Materialien für die Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe entwickelt. Eine semistrukturierte Lehrkräftebefragung hat Indizien dafür geliefert, dass die Konzepte trotz eines hohen Zeitaufwandes zur Steigerung des Interesses im Physikunterricht beitragen können. Auf dem Poster wird ein Einblick in die erarbeiteten Konzepte und Materialien im Zusammenhang mit den Einschätzungen der Lehrkräfte gegeben.

DD 14.10 Mo 14:00 R1
Validierung eines Mindset-Fragebogens für Physik-(Lehramts-) Studierende mittels Interviewstudie — ●MALTE DIEDERICH und VERENA SPATZ — TU Darmstadt, Deutschland

Nach der Theorie von Carol Dweck werden zwei konkurrierende Mindsets zum eigenen Leistungsvermögen unterschieden: Im Fixed-Mindset werden Fähigkeiten als weitgehend unveränderbare Eigenschaften angesehen. Im Growth-Mindset werden Fähigkeiten dagegen als entwickelbar angenommen, was mit produktiveren Überzeugungen (Umgang mit Rückschlägen und Herausforderungen, Studienzufriedenheit) im Schul- und Universitätskontext verbunden ist. Auf universitärer Ebene ist die Befundlage in der Mindset-Forschung heterogen. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass bislang hauptsächlich fachübergreifende Mindsets erfasst wurden. Daher wurde für die Physik eine fachspezifische Skala entwickelt, welche die klassische Intelligenz-Skala ergänzen soll. In einem nächsten Entwicklungsschritt wurden beide Skalen nun anhand einer Kombination von Think-Aloud bei der Bearbeitung und anschließendem halbstrukturiertem Interview mit 11 Studierenden aus verschiedenen Bereichen und Phasen des Physik-(Lehramts-)Studiums validiert. Aus den erhobenen Daten wurde mittels qualitativer Inhaltsanalyse das Mindset bestimmt und mit den Ergebnissen des Fragebogens verglichen. Auf dem Poster werden ausgewählte Ergebnisse dieser Erhebung präsentiert und Folgerungen für die Auswertung abgeleitet: Durch die Identifikation einiger ungünstiger Items wird eine verkürzte Physik-Mindset-Skala vorgeschlagen, welche in Kombination mit der Intelligenz-Mindset-Skala zu einer höheren Validität führt.

DD 14.11 Mo 14:00 R1
Entwicklung eines Seminars zur Förderung des Konzeptverständnisses mittels digitaler Medien — ●DAVID WEILER³, JAN-PHILIPP BURDE³, ANDREAS LACHNER³, JOSEF RIESE¹, THOMAS SCHUBATZKY² und RIKE GROSSE-HEILMANN¹ — ¹RWTH Aachen, Deutschland — ²Universität Graz, Österreich — ³Universität Tübingen, Deutschland

Die Vermittlung von Kompetenzen im Umgang mit digitalen Medien ist eine der zentralen gesellschaftlichen Herausforderungen des Bildungssystems im 21. Jahrhundert. Im Rahmen der ersten Phase der Lehrerbildung ist es daher besonders wichtig, dass Studierende entsprechende fachspezifische Kompetenzen entwickeln. Im Zuge des Projekts DiKoLeP (Digitale Kompetenzen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik) wird daher an der Universität Tübingen ein Seminar entwickelt, das Studierende befähigen soll, digitale Medien im Physikunterricht didaktisch sinnvoll einzusetzen. Ein besonderer Schwerpunkt des Seminars liegt dabei auf der Frage, wie digitale Medien zur Förderung des konzeptionellen Verständnisses eingesetzt werden können. Im Rahmen der Evaluation des Seminars an mehreren Standorten soll die Kompetenzentwicklung der Studierenden über den Verlauf des Seminars hinweg untersucht werden. Das Seminar gliedert sich in zwei Teile: eine theoretische Phase zur Erarbeitung der Grundlagen des Einsatzes von digitalen Medien im Unterricht und eine praktische Phase zur Umsetzung und Diskussion praxisrelevanter Unterrichtssequenzen. Auf dem Poster werden das Vorgehen bei der Konzeption des Seminars sowie dessen geplante Evaluation vorgestellt.

DD 14.12 Mo 14:00 R1
DiKoLAN - neue Wege in der naturwissenschaftsübergreifenden Fachdidaktik an der Universität Konstanz — ●ANNA HENNE¹, PHILIPP MÖHRKE¹ und JOHANNES HUWER^{1,2} — ¹Universität Konstanz, Deutschland — ²Pädagogische Hochschule Thurgau, Kreuzlingen, Schweiz

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Projekts *edu 4.0 - Digitalisierung in der Lehrerbildung* der Qualitätsoffensive Lehrerbildung wird eine fachübergreifende Veranstaltung für die experimentellen Naturwissenschaften Biologie, Chemie und Physik geplant und ab Sommersemester 2021 durchgeführt. Ziel der Veranstaltung ist die Förderung digitaler Basiskompetenzen angehender Lehrkräfte mit speziellem Fokus auf den naturwissenschaftlichen Unterricht. Die Studierenden sollen für digitalen/digital gestützten Unterricht nötige Kompetenzen kennenlernen, ihre bereits vorhandenen Kompetenzen reflektieren und im Rahmen eines Blended-Learning-Konzepts digitale Unterrichtsgestaltung sowohl aus der Perspektive des Lernenden als auch des Lehrenden kennenlernen. Die Planung und Durchführung der Lehrveranstaltung lehnt sich an den Orientierungsrahmen für digitale Kompetenzen im Lehramt der Naturwissenschaften, DiKoLAN, (Becker et al., 2020) an. Die wissenschaftliche Begleitung gewährleistet eine tiefgehende Evaluation. *Literatur:* Becker et al. (2020). Orientierungsrahmen Digitale

Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften - DiKoLAN. in Becker, Mefinger-Koppelt, Thyssen (Hrsg.), Digitale Basiskompetenzen: Orientierungshilfe und Praxisbeispiele für die universitäre Lehramtsausbildung in den Naturwissenschaften (S. 14-43). JHS.

DD 14.13 Mo 14:00 R1
Augmented-Reality-Applikation zum Einsatz bei Schülerexperimenten im Elektrizitätslehreunterricht der Sekundarstufe I — ●FLORIAN FRANK, CHRISTOPH STOLZENBERGER und THOMAS TREFZGER — Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik

Mithilfe von Augmented Reality (kurz: AR) können reale Situationen (z.B. physikalische Experimente) durch virtuelle Objekte und Texte ergänzt werden. Die hier vorgestellte Applikation erweitert real in Schülerexperimenten erarbeitete Stromkreise um die virtuelle Darstellung des physikalischen Elektronengasmodells (Burde, 2018) sowie um Innenansichten verschiedener Bauteile wie Batterien und Widerständen. Dadurch ergeben sich für die Unterrichtsgestaltung neue Möglichkeiten der Verzahnung von Theorie und Experiment, die Lernenden können mithilfe der Applikation direkt am Experiment qualitative Kenntnisse zu den elektrischen Grundgrößen sowie zu den Gesetzmäßigkeiten in Reihen- und Parallelschaltungen erwerben. Ausgehend von der Cognitive Load Theory und der Self Determination Theory vermuten wir, dass durch diese Erarbeitung der Inhalte am Experiment (anstelle des üblichen Lehrervortrags) ein erhöhter Wissenszuwachs und eine Steigerung der unterrichtsbezogenen Motivation erzeugt wird. Außerdem soll untersucht werden, ob sich dadurch die Möglichkeit ergibt direkter und effektiver auf falsche Schülervorstellungen einzugehen.

Im Posterbeitrag wird die sich in der Entwicklung befindende Applikation vorgestellt sowie die geplante Interventionsstudie im bayerischen Schulunterricht der 8. Klasse skizziert.

DD 14.14 Mo 14:00 R1
Ein Kompetenzrahmen physikspezifischer Technologiekompetenzen beim Experimentieren mit digitalen Messwerterfassungssystemen — ●GREGOR BENZ, KATRIN ARBOGAST und TOBIAS LUDWIG — Pädagogische Hochschule Karlsruhe, Karlsruhe, Deutschland

Unter dem Stichwort "Digitalisierung" ist aus physikspezifischer Sicht insbesondere die Verwendung digitaler Messwerterfassungssysteme (DMS) beim Experimentieren zu verstehen. Verschiedene Forschungsarbeiten konnten zeigen, dass DMS im Physikunterricht nur selten verwendet werden, obwohl DMS seit Jahrzehnten existieren. Diese Problematik ist u.a. darauf zurückzuführen, dass Lehrkräfte ihre eigene Kompetenz im Umgang mit DMS als gering einschätzen. Um bereits in der Ausbildung angehender Physiklehrkräfte diesem Umstand entgegen zu wirken, sollen im Rahmen des QLB-Digitalprojekts InDiKo zunächst physikspezifische Technologiekompetenzen (pTK), die beim Experimentieren mit DMS benötigt werden, identifiziert werden, um diese dann zielgerichtet zu fördern. Aufbauend auf einem Vorschlag von Becker et al. (2020) und durch Analyse von Experimentieranleitungen ist ein Kompetenzrahmen entwickelt worden, der mittels einer Thinking-Aloud Studie in drei prototypischen Experimentiersituationen mit DMS evaluiert und modifiziert wurde. So konnten insgesamt 15 Kompetenzen identifiziert werden. Diese neuen Erkenntnisse erlauben nun zielgerichtet Praktika so zu überarbeiten, dass diese Kompetenzen bei Studierenden gefördert werden. Das Poster stellt diesen Kompetenzrahmen zur Diskussion.

DD 14.15 Mo 14:00 R1
MasterClasses Compact - Ein Konzept für die Coronazeit — ●AZADEH GHANBARI¹, STINA SCHEER², RAINER MÜLLER¹ und GUNNAR FRIEGE² — ¹IFDN, TU Braunschweig — ²IDMP, Leibniz Universität Hannover

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

An den beiden Clusterstandorten Braunschweig und Hannover werden Kurse konzipiert an deren Durchführung auch Forschende der beteiligten Institutionen LUH, PTB und TU BS mit einbezogen werden. Doch wie viele außerschulische Lernangebote sind auch die MasterClasses von der Coronapandemie hart getroffen worden. Unter den aktuellen Bedingungen sind Workshops in Universitätsräumlichkeiten

und Laborbesuche nicht möglich.

Die MasterClasses Compact sind ein Alternativkonzept, welches direkt an den Schulen durchgeführt werden kann, sofern Präsenzunterricht stattfindet. Hierbei haben Lehrkräfte die Möglichkeit ein zentrales Experiment in Klassensatzstärke, sowie begleitendes Arbeitsmaterial, von uns zu leihen und eine vorbereitete 90-minütige Unterrichtseinheit selbst durchzuführen. Ergänzt wird dieses Format durch Online-Anwendungen.

DD 14.16 Mo 14:00 R1

Akzeptanzbefragung zu Augmented Reality-Experimenten auf dem Spielplatz — ●JELKA WEBER, ALBERT TEICHREW und ROGER ERB — Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt am Main

Bei der Vermittlung physikalischer Inhalte und naturwissenschaftlicher Forschungsprozesse spielt die Verknüpfung von Theorie und Experiment zur Erklärung physikalischer Phänomene eine bedeutende Rolle. Der Einsatz einer Geometrie-Software wie GeoGebra stellt ein einfaches Werkzeug zur Visualisierung physikalischer Modelle in Form dynamischer Konstruktionen dar. Mit dem GeoGebra 3D Rechner lassen sich mithilfe von Augmented Reality (AR) reale Situationen mit den Konstruktionen überlagern, sodass Konzept und Beobachtung intuitiv miteinander verglichen werden können. In dem Beitrag wird das Potential der Verknüpfung von Modell und Experiment behandelt. Dazu wurden verschiedene Modelle und zugehörige Lerneinheiten für den Einsatz von AR-Experimenten auf dem Spielplatz konzipiert. Im Rahmen einer Akzeptanzbefragung mit zwei Schüler*innengruppen wurde an diesem Beispiel untersucht, inwiefern sich die Durchführung von AR-Experimenten als lernförderliches Instrument im Physikunterricht eignet.

DD 14.17 Mo 14:00 R1

Augmented Reality-Experimente zur Wellenphysik — ●MARLON GRASSE, ALBERT TEICHREW und ROGER ERB — Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt am Main

Mit dem GeoGebra 3D Rechner lassen sich Visualisierungen abstrakter Strukturen modellieren und mithilfe der App auf einem Smartphone oder Tablet als virtuelle Objekte in den realen Raum platzieren. Damit wird eine Erweiterung realer Experimente mit idealen Darstellungen ermöglicht, die als Augmented Reality-Experimente bezeichnet werden. Virtuelle Bestandteile sollen reale Strukturen dort erweitern, wo nicht beobachtbare Elemente zum Verständnis des Experiments beitragen und den Vergleich von Modell und Realität erleichtern. Für Experimente mit Mikrowellen wurden vier Modelle konstruiert, die in der Lage sind, die Versuchsaufbauten nachzuempfinden und solche Wellenphänomene wie Reflexion, Beugung und Interferenz sichtbar zu machen. Die Messwerte aus dem Experiment können direkt mit dem Modell verglichen werden, um die in der Theorie entwickelten Annahmen zu überprüfen. In dem Beitrag werden Entwicklung und ein möglicher Unterrichtseinsatz von vier Augmented Reality-Experimenten zur Wellenphysik vorgestellt.

DD 14.18 Mo 14:00 R1

Unter welchen Bedingungen erachten Physiklehramtsstudierende ihr Physikfachstudium als relevant für ihren zukünftigen Physikunterricht? - Eine retrospektive Interviewstudie — ●TILMANN JOHN und ERICH STARAUSCHEK — PSE Stuttgart-Ludwigsburg

Angehende Physiklehrkräfte im höheren Fachsemester bewerten - im Vergleich zu fachdidaktischen und pädagogischen Studien - Physikveranstaltungen als hilfreicherer Studententeil, jedoch für den eigenen zukünftigen Unterricht als eher irrelevant. Die tatsächliche Relevanz des erworbenen Fachwissens zeigt sich i.d.R. erstmals in Schulpraktika. Wir wollen daher untersuchen, welche Aspekte des Fachstudiums die Studierenden nach ihren ersten Unterrichtserfahrungen als relevant wahrnehmen. Eine offene, vergleichende Interviewstudie mit Physik-Lehramtsstudierenden (7. Semester) soll diese Frage beantworten. Die Studie untersucht Langzeitwirkungen einer Intervention in Fachveranstaltungen des physikalischen Grundstudiums an der PH Ludwigsburg. Bei dieser Intervention wurden physikalische Grundkonzepte kumulativ und professionsorientiert gelehrt. Zwei Fragefelder stehen im Mittelpunkt: Wie nehmen die Studierenden ihre Unterrichtsdurchführung wahr? Fühlen sich die Studierenden durch ihr Fachstudium auf die Bewältigung der physikalischen Herausforderungen im Unterricht vorbereitet? Die Stichprobe bilden Lehramtsstudierende der PH Ludwigsburg, die an der Intervention teilgenommen haben. Die Vergleichsstichprobe bilden Lehramtsstudierende einer Universität. Das Poster stellt

das Forschungsvorhaben und erste Daten vor

DD 14.19 Mo 14:00 R1

Konzeption eines Forschungsprojekts zu kontextbasiertem Unterricht zu einfachen Stromkreisen — ●BENEDIKT GOTTSCHLICH¹, JAN-PHILIPP BURDE¹, LIZA DOPATKA², VERENA SPATZ², THOMAS SCHUBATZKY³, CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER³, LANA IVANJEK⁴, THOMAS WILHELM⁵ und MARTIN HOPF⁶ — ¹Universität Tübingen — ²TU Darmstadt — ³Universität Graz — ⁴TU Dresden — ⁵Universität Frankfurt — ⁶Universität Wien

Trotz der enormen Bedeutung von Elektrizität für unser heutiges Leben wird der Unterricht zu einfachen Stromkreisen von Lernenden häufig als abstrakt und wenig interessant wahrgenommen; fachliche Lernziele werden zudem vielfach nicht erreicht. Vor diesem Hintergrund wird im EKO-Strang des EPo-EKO-Projektes ein kontextbasiertes Unterrichtskonzept zu einfachen Stromkreisen entwickelt. Anknüpfend an Vorarbeiten im Projekt werden Kontexte wie „elektrische Fische“ oder „Geoelektrik“ in den Unterrichtsmaterialien behandelt, um das Interesse von Mädchen und Jungen gleichermaßen zu fördern. Die Sachstruktur des Konzeptes orientiert sich dabei weiterhin am „traditionellen“ Elektrizitätslehreunterricht. Im Rahmen des Forschungsprojekts sollen das Interesse und das konzeptionelle Verständnis bei den Lernenden untersucht werden, die nach diesem kontextbasierten Unterrichtskonzept unterrichtet wurden. Das Poster stellt neben konkreten Beispielen für verwendete Kontexte das Forschungsdesign und die Einbettung in das EPo-EKO-Projekt vor.

DD 14.20 Mo 14:00 R1

Ansätze zur Diagnose und Förderung von Problemlösefähigkeiten in der Studieneingangsphase Physik — ●SIMON LAHME, ANNA B. BAUER und PETER REINHOLD — Universität Paderborn, Didaktik der Physik

Fast 50% der Studierenden brechen ihr Physikstudium in der Studieneingangsphase ab. Eine der häufigsten Ursachen stellt neben mangelnden selbstregulativen Fähigkeiten die unzureichende Bewältigung fachlicher Anforderungen dar. Die Bearbeitung von Übungsaufgaben als Vorbereitung auf die Modulklausuren, im ersten Semester vor allem in der Experimentalphysik, wird dabei als besonders herausfordernd wahrgenommen. Für die Bewältigung der Übungsaufgaben sind vor allem fachspezifische Problemlösefähigkeiten notwendig, die von den Studierenden noch nicht auf dem geforderten Niveau beherrscht werden. Die resultierenden Fehler und Schwierigkeiten bei der Aufgabenbearbeitung können zu Motivationsverlust und schlussendlich zum Studienabbruch führen. Die Analyse von Problemlösefähigkeiten und das Ableiten passgenauer Unterstützungsangebote stehen im Fokus der Begleitforschung zum Lernzentrum Physiktreff der Universität Paderborn. In diesem Zusammenhang wurde im Rahmen einer Masterarbeit eine Typisierung von Fehlern und Schwierigkeiten bei der Aufgabenbearbeitung im Themenfeld Mechanik entwickelt. Es sollen u.a. basierend auf den Typen passgenaue Diagnose- und Fördermaßnahmen zum Erwerb fachspezifischer Problemlösefähigkeiten abgeleitet und in die Studieneingangsphase implementiert werden. Auf dem Poster werden die Typisierung und erste Ansätze für Fördermaßnahmen präsentiert.

DD 14.21 Mo 14:00 R1

Erwerb und Messung physikdidaktischer Kompetenzen zum Einsatz digitaler Medien — ●RIKE GROSSE-HEILMANN¹, JOSEF RIESE¹, JAN-PHILIPP BURDE², THOMAS SCHUBATZKY³ und DAVID WEILER² — ¹RWTH Aachen — ²Universität Tübingen — ³Universität Graz

Angesichts der zunehmenden Bedeutung digitaler Medien im Unterricht ist die Bereitstellung entsprechender fachdidaktischer Lerngelegenheiten unabdingbar. Im Rahmen des Projektes DiKoLeP (Digitale Kompetenzen von Lehramtsstudierenden im Fach Physik) soll daher ein bestehendes physikdidaktisches Lehr-Lern-Seminar, in dem Studierende in einem komplexreduzierten Rahmen erste Lehrversuche unternehmen, hinsichtlich des Einsatzes digitaler Medien weiterentwickelt und evaluiert werden. Dabei werden Kernelemente des Seminars mit physikdidaktischen Lehrveranstaltungen zum Einsatz digitaler Medien der kooperierenden Universitäten aus Tübingen und Graz abgestimmt.

Neben der Weiterentwicklung des Lehr-Lern-Seminars zielt das vorgestellte Teilprojekt vor allem auf die Modellierung und Messung physikdidaktischer Kompetenzen zum Einsatz digitaler Medien. Dazu werden Testitems entwickelt, die im Sinne des DiKoLAN-Orientierungsrahmens (Becker et al., 2020) vor allem die Bereiche Digitale Messwerterfassung, Simulationen/Modellierung und Erklärvideos abdecken und zur Untersuchung des Kompetenzerwerbs in den Lehr-

veranstaltungen der beteiligten Standorte genutzt werden. Das Poster stellt neben dem entwickelten Modell beispielhafte Items sowie die Umsetzung der geplanten Evaluation vor.

DD 14.22 Mo 14:00 R1

Evaluation eines online Begleitkurses "Physik für Elektrotechnik" im Hinblick auf die Nutzung durch die Studierenden — ●KEVIN SCHMITT und VERENA SPATZ — Technische Universität Darmstadt

Die Lehrveranstaltung *Physik für Elektrotechnik* wurde im Wintersemester 20/21 im Blended-Learning-Format durch ein fakultatives Lernangebot angereichert, das sich in Form eines digitalen Begleitkurses unmittelbar in die Plattform *Moodle* integrieren ließ. Die Inhalte der Lehrveranstaltung wurden hierbei wöchentlich in Aufgaben unterschiedlicher Formate aufgegriffen und gleichzeitig durch ein individualisiertes Feedback vertieft. So konnte den Studierenden einerseits die Möglichkeit zur Überprüfung ihres Wissenstandes und andererseits zur Aufarbeitung der benötigten mathematischen und physikalischen Grundlagen eröffnet werden. Im Anschluss an den Vorlesungsbetrieb wurde die Nutzung dieses Begleitkurses durch die Studierenden in einer Selbstauskunft evaluiert um zu untersuchen, welche Einsatzszenarien sich aus deren Perspektive besonders eignen. Dabei wurde erhoben, in welchem Umfang und in welchen Phasen der Lehrveranstaltung auf das fakultative Angebot zurückgegriffen wurde, sowie welche Intention (Überprüfung und/oder Aufarbeitung des Wissenstandes) die Studierenden damit vorrangig verfolgten. Auch die Einschätzung des eigenen Lernzuwachs wurde erfragt. Auf dem Poster werden die wesentlichen Merkmale der didaktischen und technischen Umsetzung des Begleitkurses skizziert. Nachfolgend werden ausgewählte Ergebnisse der Eva-

luation präsentiert und Schlüsse für die Weiterentwicklung gezogen.

DD 14.23 Mo 14:00 R1

Einführung eines einfachen adaptiven Hausaufgabenkonzeptes für Erstjahres-Physikvorlesungen — JULIE DIRENGA, MILOS KUPRESAK, CHRISTIAN STAMOV-ROSSNAGEL, VEIT WAGNER und ●JÜRGEN FRITZ — Jacobs University Bremen, 28759 Bremen

Die Internationalisierung von Universitäten erhöht die Unterschiede im Vorwissen von Studierenden in Einführungslehrveranstaltungen. Diese Unterschiede beschränken sich nicht nur auf inhaltliche Aspekte wie Fachwissen, sondern erstrecken sich auch auf methodisches Wissen und Lernverhalten.

Um diesen Unterschieden entgegenzuwirken und Studierende metakognitiv zu fördern oder kognitiv stärker zu fordern, wurden im Rahmen einer einführenden Physikveranstaltung ein adaptives Hausaufgabenkonzept in Moodle implementiert. Die Adaption erfolgt basierend auf einem dreidimensionalen Index bestehend aus Metakognition, Kognition und Motivation, mithilfe dessen die Studierenden wöchentlich einer von drei Gruppen zugeordnet wurden. Für die Erfassung der metakognitiven Ebene wurden mit einem standardisierten Messinstrument die Problemlösung der Studierenden in der Physik zu Kursbeginn-, -mitte und -ende gemessen. Die momentane Motivation der Studierenden wurde ebenfalls an drei Zeitpunkten durch eine Abfrage erfasst. Zur Analyse der kognitiven Ebene wurde ein laufender Durchschnitt über Leistungen in einem Eingangstest und eingereichten Hausaufgaben herangezogen. Wir berichten über erste Ergebnisse unseres adaptiven Hausaufgabenkonzeptes. Als weitere Interaktionsform zu den Hausaufgaben ist zur Zeit ein Chatbot im Aufbau.

DD 15: Kaffeepause

Zeit: Montag 15:00–15:30

Raum: P

In den Pausenraum gelangt man über den wonder.me-Link.

DD 16: Hauptvortrag 2

Zeit: Montag 15:30–16:15

Raum: R1

Hauptvortrag DD 16.1 Mo 15:30 R1
Die zweite Quantenrevolution – Neue Perspektiven auf das Schulcurriculum zur Quantenphysik im internationalen Umfeld — ●STEFAN HEUSLER — Institut für Didaktik der Physik, WWU Münster

Technische Anwendungen aus der Zeit der sogenannten ersten Quantenrevolution im 20. Jh., wie Halbleitertechnologie oder der Laser, sind inzwischen zur Alltagstechnologie geworden. Im Gegensatz dazu steht der internationale Wettlauf bei der technologischen Nutzung von Ver-

schränkung als Ressource als einer wesentlichen Grundlage der sogenannten zweiten Quantenrevolution noch ganz am Anfang.

In diesem Vortrag wird ein Überblick über mögliche Konsequenzen für die curriculare Entwicklungsarbeit und entsprechende empirische Forschungsprojekte zur Quantenphysik gegeben, insbesondere auch vor dem Hintergrund des kürzlich gegründeten Netzwerks QuBIT-EDU (<http://www.qubit-edu.de/>) von Fachdidaktiken in Deutschland, die auf diesem Gebiet arbeiten, sowie vom aktuellen Agendaprozess 'Quantentechnologien' der Bundesregierung (<https://www.quantentechnologien.de/>).

DD 17: Kurze Pause

Zeit: Montag 16:15–16:30

Raum: P

In den Pausenraum gelangt man über den wonder.me-Link.

DD 18: Hauptvortrag 3

Zeit: Montag 16:30–17:15

Raum: R1

Hauptvortrag DD 18.1 Mo 16:30 R1
Die zweite Quantenrevolution – Quanteninformatik im Physikunterricht — ●GESCHE POSPIECH — TU Dresden

In den letzten Jahrzehnten hat die Quantentechnologie rasante Fortschritte gemacht. Die sich daraus ergebenden Anwendungen und Möglichkeiten dringen immer stärker in das Bewusstsein der interessierten Menschen und finden ihren Niederschlag in der medialen Begleitung. Parallel dazu bahnt sich ein Paradigmenwechsel im Unterricht über Quantenphysik sowohl an der Schule als auch an der Universität an. Insbesondere treten die vielfach diskutierten Interpretationsfragen in

den Hintergrund und machen einer pragmatischen Betrachtungsweise Platz, die die Besonderheiten der Quantenphysik, vor allem Unbestimmtheit und Verschränkung, als gegeben akzeptiert und sie für neue bislang ungeahnte Anwendungen nutzt. In diesem Vortrag wird analysiert, welche Aspekte konkret für den Schulunterricht auf verschiedenen Stufen oder für die universitäre Ausbildung von Physikern und von Ingenieuren von besonderer Bedeutung sind. Dabei steht der Bereich der Quanteninformatik im Zentrum. Hierbei werden Ansätze vorgestellt, die im Sinne einer Allgemeinbildung als relevant angesehen werden und sich als realisierbar für den schulischen Unterricht erweisen können.

DD 19: Hauptvortrag 4

Zeit: Dienstag 9:00–10:00

Raum: R1

Hauptvortrag

DD 19.1 Di 9:00 R1

Welches Wissen bringen Physikstudierende am Studienbeginn mit? Empirische Forschung zu Eingangsvoraussetzungen und Wissenszuwachs in der Studieneingangsphase —

•ANDREAS BOROWSKI — Universität Potsdam - Didaktik der Physik
Neben physikalischen Kenntnissen gehören mathematische Kenntnisse und Fertigkeiten zu den wichtigsten inhaltlichen Anforderungen eines Physikstudiums. Trotz der Einführung von speziellen Brückenkursen an den Universitäten sprechen Berichte von Lehrenden für zunehmende Heterogenität in Leistungsmerkmalen der Studierenden, die oft mit kompetenzorientierten Schulreformen und einer sich verändernden Zusammensetzung der Studierendenschaft in Verbindung gebracht wird.

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

DD 20: Kaffeepause

Zeit: Dienstag 10:00–10:20

Raum: P

In den Pausenraum gelangt man über den wonder.me-Link.

DD 21: Lehr- und Lernforschung 3

Zeit: Dienstag 10:20–11:40

Raum: R2

DD 21.1 Di 10:20 R2

Scientific skills meaningful learning at senior high school level through neuroeducational strategies. An assessment proposal. — •HECTOR JAIMES-PAREDES — ENP-UNAM, Mexico City, Mexico

Teaching science skills such as observation and hypothesis formulation at the senior high school level represents a research gap that is only just beginning to be explored. The use of neuroeducational strategies with an inclusive and game-based learning approach has so far shown good results. The efficacy of the vast majority of educational experiments are traditionally evaluated based exclusively on immediate pre and posttest diagnoses. However, it is well known that after a certain time, there is a knowledge-forgetting curve, when it is not practiced or rehearsed somehow. It is worth asking, then, how much new knowledge has really been assimilated by students? Are they able of applying this new knowledge to new contexts, after some time of having been learned? How does knowledge retention obtained with neuroeducational strategies compare with that achieved through traditional strategies? The results of the application of initial, final and retention diagnoses in control and experimental groups are analyzed.

DD 21.2 Di 10:40 R2

Fails & Fixes for Data Encoding - Estimating Encoding Reliability — •FLORIAN GENZ, KATHLEEN FALCONER, JACOB BEAUTEMPS, LARS MÖHRING, and ANDRÉ BRESGES — Universität zu Köln

"Data encoding is often neglected or taken for granted, even though this step forms an important bridge between the data collection and analysis." (Springuel, Wittmann & Thompson, 2019) How can I estimate the encoding quality of my research data? Even complete double-coded or digitally collected data can profit from further layers of error redundancy. We present our biggest fails in data encoding and transformation as well as techniques for fixing them. We will do this exemplarily by giving insights into the development of the new Flight Physics Concept Inventory (FLiP-CoIn). We describe how to estimate encoding errors in your research data, probability of remaining scoring errors, and influence on the analysis. We close with best-practice advice for secure and redundant data encoding. We will elaborate our methods to an extent they become practically useful for all kinds of publications dealing with huge quantitative data.

DD 21.3 Di 11:00 R2

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

In den letzten Jahren hat die Forderung nach "Evidenzbasierung" auch in den naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken zu einer vermehrten Anzahl empirischer Arbeiten geführt - etwa Interventionsstudien im Kontrollgruppendesign. Seit vielen Jahrzehnten gibt es jedoch eine kontroverse Debatte zur Schwierigkeit der Interpretation der auf diese Weise gewonnenen Daten. Im Besonderen die Deutung des sog. p-Werts beim Hypothesentest ist Gegenstand zahlreicher Missverständnisse. Dies gipfelte jüngst in der Empfehlung der Amerikanischen Gesellschaft für Statistik, den Begriff "statistisch signifikant" nicht mehr zu verwenden. Wir diskutieren einige dieser Schwierigkeiten, beleuchten ihre Wurzeln und geben Hinweise auf mögliche Lösungsansätze.

DD 21.4 Di 11:20 R2

Beliefs zur Theoretischen Physik, der unbekanntem Seite der Schulphysik — MARION ZÖGGLER¹, ANJA SCHULZ² und •ALEXANDER STRAHL³ — ¹Universität Salzburg, School of Education, AG Didaktik der Matheamtik — ²ÖZBF, Austrian research and support center for the gifted and talented — ³Universität Salzburg, School of Education, AG Didaktik der Physik

Im folgenden Beitrag geht es um das wissenschaftstheoretische Verständnis von physikalischen Theorien. Um Lehr- und Lernziele zu erreichen, ist eine Auseinandersetzung mit dem Wesen der Physik, im Besonderen mit der Bedeutung der Begriffe Theorie, Gesetz, Modell und Hypothese unabdingbar. Nur so können die Lernenden ein annehmbares Verständnis über die Theoriebildung in der Physik entwickeln. Dabei nimmt die Theoretische Physik eine besondere Stellung ein, bei der auch die verschiedenartige Rolle der Mathematik deutlich wird. Um die Vorstellungen der Schüler*innen über das Wesen der Physik zu erkunden, wurde zunächst ein Fragebogen in quantitativer Form erstellt, der die derzeitigen Beliefs über die Physik der Schüler*innen, im Alter zwischen 17 und 20 Jahren, testen sollte. Im Rahmen des Beitrages sollen die wesentlichen Ergebnisse der explorativen Datenerhebung, bei der 191 Probanden getestet wurden, veranschaulicht dargestellt und im Anschluss diskutiert werden.

DD 22: Workshop 1: "Physikdidaktik - Quo vadis?"

Zeit: Dienstag 10:20–11:40

Raum: R3

Workshop DD 22.1 Di 10:20 R3
Workshop zur Vorbereitung der Tagung «Physikdidaktik – Quo vadis?» — ●JOHANNES GREBE-ELLIS¹, SUSANNE HEINICKE², MARTIN HOPF³, HEIKO KRABBE⁴, DANIEL LAUMANN⁵, HORST SCHECKER⁶, RÜDIGER SCHOLZ⁷, ERICH STARASCHEK⁸, HEIKE THEYSSEN⁹, THOMAS WILHELM¹⁰ und RITA WODZINSKI¹¹ — ¹Uni Wuppertal — ²Uni Münster — ³Uni Wien — ⁴Uni Bochum — ⁵Uni Münster — ⁶Uni Bremen — ⁷Uni Hannover — ⁸PH Ludwigsburg — ⁹Uni Duisburg-Essen — ¹⁰Uni Frankfurt — ¹¹Uni Kassel

Zur Vorbereitung der für September 2021 geplanten Klausurtagung «Physikdidaktik – Quo vadis?» laden wir zu einem Workshop ein. Auf der Tagung sollen, ausgehend von einer Bestandsaufnahme, Perspek-

tiven für zukünftige Entwicklungs- und Forschungsbereiche diskutiert werden. Im Workshop wollen wir zunächst den Planungsstand vorstellen und von einem Projekt berichten, in dem wir physikdidaktische Dissertationen zwischen 1990 und 2020 erfasst haben, um die Entwicklung physikdidaktischer Forschung in den letzten 30 Jahren im deutschsprachigen Raum nachzuvollziehen. Anschließend wollen wir uns in zwei Arbeitsgruppen aufteilen: In der AG «Tagungsplanung» sollen Wünsche, Ideen und Anliegen gesammelt werden, die bei der Tagung berücksichtigt werden sollten. In der AG «Physikdidaktische Dissertationen» soll Gelegenheit gegeben werden, das Erfassungsinstrument genauer vorzustellen, erste Ergebnisse zu präsentieren und gemeinsam über weitere Auswertungsschritte und mögliche Verwendungen der Ergebnisse zu beraten.

DD 23: Neue Konzepte 2

Zeit: Dienstag 10:20–11:40

Raum: R4

DD 23.1 Di 10:20 R4
Entwicklung eines Lehr-Lehr-Labors "Radioaktivität": eine didaktische Rekonstruktion — ●AXEL-THILO PROKOP und RONNY NAWRODT — Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 57, 70569 Stuttgart

"Radioaktivität" stellt einen der Begriffe der Physik dar, der die öffentliche Wahrnehmung von Physik maßgeblich geprägt hat und weiterhin prägen wird. Insbesondere durch Unfälle wie z.B. in Tschernobyl ändert sich die Sichtweise auf diesen Begriff. Die Charakterisierung von Vorstellungen zu diesem Thema ist bereits seit Jahrzehnten ein aktiver Forschungsgegenstand der Physikdidaktik. Ziel dieser Arbeit ist es, eine didaktische Rekonstruktion des Themenfeldes voranzutreiben. Neben der Identifikation von weiteren Vorstellungen und der damit verbundenen didaktischen Rekonstruktion, ist das Ziel, ein Programm für Studierende im Lehr-Lern-Labor zu entwickeln. Dieses Programm soll dabei auch die Aufarbeitung von Vorstellungen durch die Studierenden einschließen. An dieser Stelle werden neben Pilotierung zu Vorstellungen zum Thema Radioaktivität von Studierenden erste Einblicke in die kontextbezogene Umgebung des Lehr-Lern-Labors geboten.

DD 23.2 Di 10:40 R4
Die Bewegung im räumlichen Denken bei physikalischen Aufgaben — ●MARION ZÖGGLER, ALEXANDER STRAHL und GÜNTER MARESCH — Paris-Lodron-Universität Salzburg, Österreich

Das räumliche Denken und die Vorstellung von Bewegung sind eng miteinander verbunden. Dies zeigt sich im Besonderen in den Inhalten der STE(A)M Fächer, namentlich in Physik. Das vorliegende Konzept der Bewegung als zentrales Element des räumlichen Denkens basiert auf grundlegenden wissenschaftlichen Theorien zur visuellen Wahrnehmung und zur Raumvorstellung in Verbindung mit fachdidaktischen Erkenntnissen aus Mathematik und Physik. Es beinhaltet u. a. die Bewegung als Vorstellung eines realen Ablaufs, die Bewegung als verändernden Vorgang, die Bewegung als gedanklichen Prozess zur Problemlösung sowie die Bewegung als Bewegbarkeit innerhalb eines ruhenden Systems. All diesen Vorstellungen liegt die Erfahrung der Bewegung im realen Raum zugrunde. An das Konzept anlehnd, werden physikalisch-technische, astronomische und mathematische Aufgaben zur Bewegung im Hinblick auf das räumliche Denken analysiert. Des Weiteren wird auf eine qualitative Studie zur Untersuchung von räumlichen Denkschritten bei der Lösung dieser Aufgabenstellungen eingegangen. Die Studie zielt auf das Auffinden von Hypothesen, ob und wie das räumliche Denken von Lehramtsstudierenden dieser Fächer bei der Lösung der gestellten Aufgaben verwendet wird.

DD 23.3 Di 11:00 R4
Die Fahrradkette als durchgängige Analogie im Elektrizitätslehreunterricht der Mittelstufe — ●MICHAEL KAHNT — Graf-

Stauffenberg Gymnasium Osnabrück

Im Elektrizitätslehreunterricht der Mittelstufe sind verschiedene Analogien verbreitet, um den Schülerinnen und Schülern z.B. die Idee des geschlossenen Stromkreislaufs, die Kontinuitätsvorstellung des Elektronenstroms zur Vorbeugung der Stromverbrauchsvorstellung oder den Spannungs- oder Potenzialbegriff verständlich zu machen. Alle Analogien haben ihre spezifischen Vor- und Nachteile. Die Fahrradkette als Analogie zeichnet sich u.a. dadurch aus, dass sie den Schülerinnen und Schülern sehr vertraut ist. Daher ist ein Unterricht für die Elektrizitätslehre der Mittelstufe entwickelt worden, in dem durchgängig auf die Fahrradkette zurückgegriffen wird. Wichtige Aspekte des Unterrichts sind z.B. die gleichzeitige Einführung der Begriffe Spannung, elektrischer Strom und Widerstand sowie die Arbeit mit dem Begriff des Potenzials und der Spannung als Potenzialunterschied. Empirische Untersuchungen zeigen, dass Unterrichtskonzeptionen, die den Potenzialbegriff verwenden (z.B. Burde, 2018, Gleixner, 1998) eine hohe Lernwirksamkeit erzielen, speziell hinsichtlich der Differenzierung von Spannungs- und Strombegriff. Der entwickelte Unterricht ist bereits in mehreren gymnasialen Klassen der Mittelstufe erprobt worden. Im Vortrag werden fachliche Aspekte zum Fahrradkettenmodell diskutiert und wichtige Unterrichtsinhalte vorgestellt.

DD 23.4 Di 11:20 R4
Energiekonversion im Laser - physikalische Basiskonzepte im Experimentalkurs — ●CARSTEN NOWAK — Georg-August-Universität Göttingen, XLAB - Göttinger Experimentallabor für junge Leute

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

Vor diesem Hintergrund wurde am XLAB - Göttinger Experimentallabor für junge Leute ein mehrtägiger Experimentalkurs entwickelt, in dem laserrelevante physikalische Phänomene mit Fokus auf die Basiskonzepte Energieumwandlung, Struktur von Atomen und Festkörpern sowie Wellen- und Quantenphänomene erarbeitet werden. Für den Experimentalkurs werden optisch gepumpte Pr:YLF-Lasersysteme eingesetzt. Diese sind gut geeignet, um durch Schüler*innen aufgebaut zu werden und erlauben eine Vielzahl von Experimenten.

Der Vortrag gibt einen Überblick über die Möglichkeiten von Grundlagenexperimenten (Fluoreszenz, Lebensdauer der Elektronen im angeregten Zustand, Strahlungsleistung, Wellenlänge, transienten Zustände) und Experimenten zu Laseranwendungen (Interferometrie, Lichtgeschwindigkeitsmessungen) und stellt die physikalischen Inhalte im Kontext der Basiskonzepte dar.

DD 24: Quantenphysik / Anregungen für den Unterricht

Zeit: Dienstag 10:20–11:40

Raum: R5

DD 24.1 Di 10:20 R5

Ermittlung von Anforderungen an künftige Quanten-Fachkräfte: Zwischenbericht aus der Delphi-Studie —

•FRANZISKA GERKE¹, RAINER MÜLLER¹, PHILIPP BITZENBAUER², MALTE UBBEN³ und KIM-ALESSANDRO WEBER⁴ — ¹TU Braunschweig, Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften, Germany — ²FAU Erlangen, Physikalisches Institut, Germany — ³WWU Münster, Institut für Didaktik der Physik, Germany — ⁴LU Hannover, Institut für Quantenoptik, Germany

Mit den „neuen“ Quantentechnologien, den QT 2.0, ergeben sich spezielle Anforderungen an die Fachkräfte, die mit diesen arbeiten werden. Die vorgestellte Delphi-Studie dient der Ermittlung von Kompetenzen für und Anforderungen an die künftigen Quanten-Fachkräfte. Die Studie besteht aus einer Pilotrunde und zwei Hauptrunden. Die Ergebnisse der Pilotrunde bildeten die Grundlage zur Entwicklung des ersten Hauptrunden-Fragebogens. Hierin wurde aus überwiegend offenen oder vorstrukturierten Antworten zahlreiche Kompetenzen ermittelt, analysiert und kategorisiert. Sie bilden die Basis für die Entwicklung eines Competence Frameworks im europäischen Quantum Flagship Projekt QTedu CSA.

Zudem lieferte die Delphi-Studie bereits Einschätzungen zur Begriffs- bzw. Definitionsschärfung und Prognosen künftiger Relevanz der einzelnen QT 2.0 Bereiche. Vorgestellt werden die aktuellen Zwischenergebnisse, die in der kommenden, abschließenden Befragungsrunde bewertet und ergänzt werden sollen.

DD 24.2 Di 10:40 R5

Didaktische Ansätze für Quantum Random Number Generators (QRNG) —

•STEFAN AEHLE und HOLGER CARTARIUS — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

Im Vormarsch der Quantentechnologien 2.0 sehen Enthusiasten und Medien den Quantencomputer an vorderster Front, auch wenn dessen Entwicklung noch in den Kinderschuhen steckt. Viel greifbarer dagegen sind erste Errungenschaften der Quantensensorik und -kryptografie, wie z.B. die Erzeugung echter Zufallszahlen mittels quantenoptischer Zufallsgeneratoren (QRNG). Mit diesen gelingt es, sich bestimmte quantenmechanische Phänomene zunutze zu machen; sie sind außerdem inzwischen auch kommerziell verfügbar. Der Vortrag beschreibt Ansätze, wie man Schülerinnen und Schülern Quantum Randomness näher bringen kann.

DD 24.3 Di 11:00 R5

Smart Textiles in MINT-Fächern - Elektronik mit Nadel und Faden —

•ANDREA EHRMANN¹ und GUIDO EHRMANN² — ¹FH Bielefeld, Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Mathematik, Bielefeld,

Deutschland — ²Virtual Institute of Applied Research on Advanced Materials (VIARAM)

Smart Textiles, auch als intelligente Textilien bezeichnet, bieten in der Schule sowie im Bachelorstudium neue Möglichkeiten, motorische Fähigkeiten mit Elektronik-Kenntnissen zu verbinden. Die meisten Smart Textiles gehören zu den E-Textiles, den elektronischen Textilien, die beispielsweise leitfähige Garne als Datenleiter enthalten oder leitfähige textile Flächen als Druck- oder Dehnungssensoren [1]. Hinzu kommen textilbasierte oder textilintegrierte Sensoren und Aktoren, eine interne oder externe Kommunikation und eine Batterie oder eine ähnliche Energiequelle [2]. Die Datenverarbeitung geschieht normalerweise über textilintegrierte Microcontroller oder Miniatur-Computer [3].

Solche E-Textiles bieten die Möglichkeit, „typisch weibliche“ Interessen, wie Nähen und Textilien, mit „typisch männlichen“ Wissensbereichen wie Elektronik und Programmierung zu verbinden. Sie können in Schule und Hochschule genutzt werden, um solche Klischees zu überwinden, und den Schüler(inne)n und Student(inn)en helfen, sich über die häufig unbewusst selbst gesetzten Grenzen hinwegzusetzen.

[1] A. Schwarz-Pfeiffer et al., IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 141, 012008 (2016)

[2] G. Ehrmann, A. Ehrmann, Encyclopedia 1, 115-130 (2021)

[3] G. Ehrmann, A. Ehrmann, CDATP 1(2), 170-179 (2020)

DD 24.4 Di 11:20 R5

Digitale Kompetenzen beim Experimentieren fördern: Ortsfaktorbestimmung mit verschiedenen Sensoren im Physikunterricht —

•THOMAS FRANK¹ und LARS-JOCHEN THOMS² — ¹Otto-von-Taube-Gymnasium Gauting — ²Ludwig-Maximilians-Universität München

Die KMK-Strategie zur Bildung in der digitalen Welt verlangt von allen Lehrkräften, digitale Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern zu fördern. Für den Physikunterricht wurde die Förderung digitaler Kompetenzen in einer projektorientierten Unterrichtseinheit zur Bestimmung des Ortsfaktors durch Messungen der Schwingungsdauer unterschiedlicher Fadenpendel mit verschiedenen Sensoren und Messmethoden beispielhaft umgesetzt. Neben fachspezifischen Kompetenzen werden auch allgemeinere digitale Kompetenzen geschult, indem die Lernenden durch die gemeinsame Arbeit in Forscherteams zur digital gestützten Kommunikation und Kollaboration motiviert und angeleitet werden. Ihr Vorgehen und ihre Messungen dokumentieren die Schülerinnen und Schüler digital, präsentieren ihre Ergebnisse im Anschluss und verteidigen ihr Vorgehen spielerisch im Rahmen eines Wissenschaftskongresses. Im Vortrag wird das Projekt vorgestellt und Möglichkeiten des fachlich orientierten Erwerbs digitaler Kompetenzen im Unterricht diskutiert.

DD 25: Pause

Zeit: Dienstag 11:40–12:00

Raum: P

In den Pausenraum gelangt man über den wonder.me-Link.

DD 26: Sportangebot

Zeit: Dienstag 11:45–11:55

Raum: R1

Angebot für eine 10-minütige Bewegungseinheit mit Anleitung.

DD 27: Lehr- und Lernforschung 4

Zeit: Dienstag 12:00–13:00

Raum: R2

DD 27.1 Di 12:00 R2

Das physikbezogene Growth Mindset bei Schüler*innen fördern — •LAURA GOLDHORN¹, THOMAS WILHELM¹ und VERENA SPATZ² — ¹Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt am Main — ²Didaktik der Physik, TU Darmstadt

Dweck beschreibt zwei Mindsets, die als tief verankerte Überzeugungen zu unterschiedlichen Reaktions- und Handlungsmustern führen. Das Fixed Mindset beschreibt die Überzeugung, dass Intelligenz determiniert ist und damit der Spielraum für erlernbare Fähigkeiten und Fertigkeiten durch Begabung festgelegt ist. Damit stehen für Lernende demonstrierbare Leistungserfolge im Fokus und herausfordernde Si-

tuationen werden möglichst vermieden. Das Growth Mindset bildet den Gegenpol und beschreibt Intelligenz, aber auch Kompetenz als stets weiterentwickelbar. Somit steht das Lernen selbst im Mittelpunkt und Schüler*innen mit Growth Mindset nehmen Herausforderungen als Lerngelegenheit positiv wahr. Das Mindset selbst wird vor allem durch persönliche Erfahrungen und Bezugspersonen geprägt, entsprechend kann es mit geeigneten Interventionen gezielt verändert werden. Auf der Basis der in den USA schon weiter verbreiteten Mindset-Forschung und eines speziell für Physik entwickelten Mindset-Fragebogens wurde das domänenspezifische Mindset von Schüler*innen im Physikunterricht in allen Jahrgangsstufen erhoben und Korrelationen zu äußeren Gegebenheiten wie Alter, Geschlecht und Schulart untersucht. Darauf aufbauend soll mit einer fachspezifischen Intervention das Growth Mindset von Schüler*innen in der Sekundarstufe I gefördert werden. Diese geplante Intervention wird im Vortrag vorgestellt.

DD 27.2 Di 12:20 R2

Mehrdimensionale Analyse zur Vernetzung von Begriffselementen des Basiskonzepts Energie — ●DENNIS DIETZ und CLAUS BOLTE — Freie Universität Berlin

Als Reaktion auf die nach wie vor eher enttäuschenden Ergebnisse in den zurückliegenden TIMS- (1997) und PISA-Studien (2000; 2003) wurden Basiskonzepte, wie das fächerübergreifende Energiekonzept, in den deutschen Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss verankert (KMK 2005). Damit war die Hoffnung verbunden, die nach der konstruktivistischen Lerntheorie und den Leitlinien des kumulativen Lernens wichtige Vernetzung von Unterrichtsinhalten zu forcieren. In unserem Beitrag gehen wir der Frage nach, inwieweit in von Schüler*innen der Jahrgangsstufe 9 eines Berliner Gymnasiums formulierten Essays zum Basiskonzept Energie sowohl vertikale, also innerfachliche, als auch horizontale, also fächerübergreifende, Vernetzungsstrukturen nachzuweisen sind. Da die uns bekannten Strukturmodelle zur Analyse von Vernetzungsleistungen (u.a. Fischer, Glemnitz, Kauertz & Sumfleth 2007; Bernholt & Parchmann 2011) ausschließlich auf den Aspekt der vertikalen Vernetzung fokussieren, haben wir auf der Basis

dieser Modelle ein weiter ausdifferenziertes Analyseinstrument entwickelt, das neben der vertikalen Vernetzung ebenso der Dimension der horizontalen Vernetzung Rechnung trägt. Die Pilotierung des Analyseinstruments belegt, dass es nunmehr möglich ist, die Qualität der Vernetzung von Begriffselementen des Basiskonzepts Energie in Essays umfassend zu untersuchen. In unserem Beitrag stellen wir ausgewählte Analyseergebnisse von 134 Schüler*innen-Essays vor.

DD 27.3 Di 12:40 R2

Empirische Forschung im Erlanger SchülerForschungsZentrum — ●ANGELA FÖSEL und PHILIPP BITZENBAUER — Didaktik der Physik, FAU Erlangen-Nürnberg

Seit etwas mehr als 10 Jahren gibt es das Erlanger SchülerForschungs-Zentrum ESFZ (www.esfz.nat.uni-erlangen.de), verortet am Department Physik der Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg. Schülerinnen und Schüler ab 14 Jahren, die Lust und Spaß am Forschen und Tüfteln an eigenen Projektideen aus dem Bereich Naturwissenschaft und Technik haben, finden hier Unterstützung in einem wissenschaftlich professionellen Rahmen: In einwöchigen Forschungscamps nutzen bis zu 25 Jugendliche die zur Verfügung gestellte Infrastruktur, um über den Unterricht hinaus unter Betreuung von studentischen Tutor*innen und Wissenschaftler*innen an eignen Projektideen aus Naturwissenschaft und Technik zu forschen.

Im Rahmen einer explorativen Fragebogenuntersuchung soll erhoben werden, wie Schülerinnen und Schüler, die bereits an ESFZ-Forschungscamps teilgenommen haben, die Betreuung in den Camps erlebt haben, wie sehr sie sich in das Forschungsleben eingebunden fühlen, und welche Fähigkeiten und Fertigkeiten ihrer Meinung nach in den Camps erlernt und gefördert wurden. Im Beitrag werden sowohl der eigens für die Erhebung konzipierte Online-Fragebogen und die Ergebnisse einer ersten Pilotstudie vorgestellt als auch mögliche Forschungsfragen für daran anknüpfende Untersuchungen im Rahmen der empirischen Begleitforschung zum Erlanger SchülerForschungsZentrum diskutiert.

DD 28: Hochschuldidaktik 1

Zeit: Dienstag 12:00–13:00

Raum: R3

DD 28.1 Di 12:00 R3

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

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

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

Aktuell befindet sich das Projekt bei Schritt 4 und soll im kommenden Jahr in Schritt 5 überführt werden. Erste Übungen sollen dann in Seminaren zum Schreiben einer Bachelor- bzw. Masterarbeit Anwendung finden. Eine Dokumentation über die Schritte 1 bis 4 liegt bereits vor.

DD 28.2 Di 12:20 R3

Vorstellung des Studienreformforums — ●JEANETTE GEHLERT¹, STEFAN BRACKERTZ², DANIELA KERN-MICHLER³, MANUEL LÄNGLE⁴, AMR EL MNAWY⁵ und WANDA WITTE⁶ — ¹Uni Göttingen — ²Uni Köln — ³Uni Frankfurt — ⁴Uni Wien — ⁵HU Berlin — ⁶Uni Rostock

Erfolglos auf der Suche nach wissenschaftlichen Erkenntnissen zu Studienreformen begannen Physik-Studierende dafür zu sorgen, dass wel-

che entstehen. Aus dieser Initiative ist das "Studienreform-Forum" entstanden.

Das Studienreform-Forum befasst sich einerseits mit der Systematisierung von Studienreformen der letzten Jahre, andererseits mit Grundsatzfragen der Studienreform, welche theoretisch beleuchtet werden. Beides zusammen bildet die Grundlage zur Entwicklung von Ansätzen zur Weiterentwicklung von Studiengängen.

Darüber hinaus werden die Herausforderungen der aktuellen Situation mit digitaler Lehre zu bisherigen Fragestellungen und Ergebnissen in Bezug gesetzt.

Weitere Infos: www.studienreform-forum.de

DD 28.3 Di 12:40 R3

Wie sieht die Struktur des Physikstudiums aus? — ●DANIELA KERN-MICHLER¹, FABIAN FREYER², LARS VOSTEEN³, MANUEL LÄNGLE⁴ und STEFAN BRACKERTZ⁵ — ¹Frankfurt — ²Technische Universität Berlin — ³Universität zu Lübeck — ⁴Universität Wien — ⁵Universität zu Köln

Im Rahmen der Reflektion der Reformprozesse von Physikstudiengängen, die im Studienreform-Forum stattfindet, kam die Frage auf, wie sich die Strukturen von Physikstudiengängen unterscheiden.

Läuft Physik studieren im deutschsprachigen Raum im Großen und Ganzen überall auf die gleiche Art ab oder sind die Strukturen von Standort zu Standort verschieden? Wie lässt sich die Ähnlichkeit von Studiengangsstrukturen feststellen?

Für die Beantwortung dieser Fragen werden einerseits Inhalte und Formate sowie Prüfungsformen und andererseits die Zusammenhänge und Voraussetzungen zwischen Modulen betrachtet. Als Datengrundlagen dienen zum einen eine Umfrage unter den Fachschaften und zum anderen die Modulhandbücher aus den Studienordnungen einiger exemplarischen Physik Bachelorstudiengängen. Die Umfrage wurde von der Zusammenkunft der deutschsprachigen Physikfachschaften (ZaPF) und der jungen Deutschen Physikalisch Gesellschaft (jDPG) in 2018 und 2020 organisiert und durchgeführt. Aus den öffentlich zugänglichen Modulhandbüchern wurde eine Art "Strukturformel" oder

”Explosionszeichnung” nach dem Vorschlag eines vorherigen Beitrags im Studienreform-Forum erstellt. Hier werden die vorläufige Ergebnis-

se der beiden Auswertungen vorgestellt und diskutiert.

DD 29: Praktika / Neue Praktikumsversuche 2

Zeit: Dienstag 12:00–13:00

Raum: R4

DD 29.1 Di 12:00 R4
Entwicklung eines Didaktikpraktikums für Physik-Lehramtsstudierende, ein Zwischenstand — ●KATHARINA STÜTZ und RONNY NAWRODT — Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart, 70569 Stuttgart

In ihrem späteren Beruf als Physiklehrkräfte sollen die Studierenden Experimente fachlich und fachdidaktisch reflektiert aufbauen und in einen Unterrichtsverlauf einbetten können. Um dieses Ziel zu erreichen haben wir innerhalb der fachdidaktischen Ausbildung der Lehramtsstudierenden eine neues Konzept für ein Didaktikpraktikum entwickelt und umgesetzt. Dieses Konzept wird in diesem Artikel vorgestellt und an Beispielen verdeutlicht. Ein erster Testlauf des Seminars ist abgeschlossen und soll in diesem Artikel analysiert werden. Die Ergebnisse einer Studierendenbefragung werden präsentiert.

DD 29.2 Di 12:20 R4
Vergleich computerunterstützter Messwerterfassungssysteme für den Physikunterricht — ●PATRICK SEKYRA und ERIK KREMSEK — Technische Universität Darmstadt, FB Physik, Hochschulstraße 6, 64289 Darmstadt

Ziel dieser Arbeit ist das Herausstellen von Vergleichskriterien und der anschließende Vergleich mittels Nutzwertanalyse verschiedener computerunterstützter Messwerterfassungssysteme für den Einsatz im Physikunterricht. Dazu wurden die Messwerterfassungssysteme anhand einer Auswahl an physikalischen Schlexperimenten verglichen, durch die sich Unterscheidungsmerkmale und Kriterien ergeben. Durch eine Nutzwertanalyse werden die Messwerterfassungssysteme schließlich

bewertet und es ergibt sich eine nachvollziehbare und transparente Rangfolge. Zum Vergleich standen die kabellosen Sensoren von Pasco, Phywe und Vernier zur Verfügung.

DD 29.3 Di 12:40 R4
Eignung von Wireless Sensoren in Experimentalphysik-Vorlesungen — ●ERIK KREMSEK und PATRICK SEKYRA — Technische Universität Darmstadt, FB Physik, Hochschulstraße 6, 64289 Darmstadt

In Experimentalphysik-Vorlesungen werden zahlreiche Versuche durchgeführt, die mit computerunterstützter Messwerterfassung ausgewertet werden. Kabelgebundene Sensoren können bei der Untersuchungen von Rotationsbewegungen die zu untersuchende Bewegung einschränken. Werden viele Messgrößen gleichzeitig erfasst, kann ein Versuchs Aufbau mit den oft gleichfarbigen Anschlussleitungen der Sensoren unübersichtlich werden. Bei zahlreichen Versuchen wird aufgrund der Längen der Anschlussleitungen der Sensoren deren Positionierung örtlich eingeschränkt. Durch den Einsatz von Wireless Sensoren kann diesen Schwierigkeiten begegnet werden. Gibt es nur Vorteile? Aufbauend auf den Untersuchungen im Rahmen der wissenschaftlichen Hausarbeit ”Vergleich computerunterstützter Messwerterfassungssysteme für den Physikunterricht” wurden Versuche der Experimentalphysik-Vorlesungen am Fachbereich Physik der TU Darmstadt mit Wireless-Sensoren an Stelle von kabelgebundenen Sensoren der Lehrgerätehersteller Phywe, Pasco und Vernier durchgeführt. Mit ausgewählten Versuchen werden die Vor- und Nachteile beim Einsatz von Wireless-Sensoren vorgestellt.

DD 30: Lehrendenaus- und -fortbildung 1

Zeit: Dienstag 12:00–13:00

Raum: R5

DD 30.1 Di 12:00 R5
Umsetzung eines interdisziplinären Seminars zur Erkenntnisgewinnung als E-Learning-Veranstaltung — ●JANA TAMPE und VERENA SPATZ — Technische Universität Darmstadt

Die Veranstaltungen im Vernetzungsbereich an der Technischen Universität Darmstadt haben insbesondere das Ziel, dass sich Lehramtsstudierende aus unterschiedlichen Fächern gemeinsam mit interdisziplinären Fragestellungen auseinandersetzen. Dabei soll die eigene Fachidentität gestärkt und gleichzeitig interdisziplinäres Arbeiten geübt werden, damit die zukünftigen Lehrkräfte auch auf fächerübergreifende Unterrichtsformate, z. B. Projektwochen oder naturwissenschaftlich-integrierten Unterricht vorbereitet sind. Um dies zu ermöglichen, erfordern diese Veranstaltungen viel Interaktion zwischen den Studierenden. Die Corona-Pandemie erforderte die Umsetzung dieser Veranstaltungen als digitales Format, wodurch die Möglichkeiten zur Interaktion im Vergleich zu Präsenzveranstaltungen eingeschränkt bzw. verändert wurden. Dies war auch bei der Veranstaltung Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften der Fall. Hierbei kam erschwerend hinzu, dass auch geplante praktische Versuche digital umgesetzt werden mussten. Der Vortrag stellt die Umsetzung des Seminars als Online-Seminar dar, das ursprünglich als Präsenzveranstaltung konzipiert war. Zudem werden Daten aus der Evaluation präsentiert, die sich mit den Einstellungen der Studierenden zum E-Learning auseinandersetzen. Anhand dessen können Vor- und Nachteile einer digitalen Seminarumsetzung diskutiert werden, um zu schlussfolgern, welche digitalen Elemente auch nach der Pandemie das Seminar bereichern können.

DD 30.2 Di 12:20 R5
Entwicklung eines Testinstruments zur Untersuchung der Arbeitssituation von MINT-Lehrkräften — ●RENAN VAIRO NUNES und FRIEDERIKE KORNECK — Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

In Deutschland besteht seit Jahren ein Lehrkräftemangel, der vor al-

lem im MINT-Bereich akuter wird. Um dem entgegenzuwirken, wurden Sondereinstellungsmaßnahmen konzipiert, die die Zusammensetzung der MINT-Kollegien erheblich veränderten. So wird ein substantieller Anteil des heutigen MINT-Unterrichts von Quer- und Seiteneinsteigenden, fachfremd Unterrichtenden und studentischen Vertretungslehrkräften erteilt (Korneck, 2019).

Bisher gelang es den Kultusministerien nur begrenzt, den Lehrkräftenbedarf zu decken. Es fehlt eine langfristige Strategie, um den Lehrkräftenachwuchs zu sichern. Zudem fehlen Erkenntnisse über die Auswirkungen kultusadministrativer Entscheidungen auf die Arbeitssituation von MINT-Lehrkräften. Wie zufrieden ist das MINT-Lehrpersonal und welche Gestaltungsspielräume hat es? Gelingt es den Kollegien, Lehrkräfte unterschiedlicher Professionalisierungswege zu integrieren?

In Kooperation mit der TU Darmstadt/dem IPN wird eine Online-Erhebung an allgemein-/berufsbildenden Schulen durchgeführt, die untersuchen soll, ob sich Gruppenunterschiede in Abhängigkeit von Professionalisierungswegen, Schularten und Fachgruppen zeigen, aus denen sich Maßnahmen für die Verbesserung der Berufsbedingungen von MINT-Lehrkräften ableiten lassen. Der Vortrag präsentiert das Forschungsdesign sowie die Entwicklung und Validierung des Fragebogens.

DD 30.3 Di 12:40 R5
Rating der Qualität kollegialer Reflexionen über Physikunterricht im Prä-/Post-Vergleich — ●ANDRÉ GROSSE, JAN LAMPRECHT und FRIEDERIKE KORNECK — Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Das Planen, Analysieren und Reflektieren unterrichtlichen Handelns steht im Zentrum jeder Phase der Lehrer*innen-Bildung. Die Reflexivität von Lehrkräften gilt als eine zentrale Kompetenz, da die Qualität der Reflexion deren Professionalisierung wesentlich beeinflusst (Baumert/Kunter, 2006; Hiebert et al., 2007), indem sie als Brückenbildner zwischen Erfahrungen sowie dem Wissen u. Handeln fungiert (Heiner, 2004).

Nachdem eine qualitative Charakterisierung zur Beschreibung reflexiver Prozesse erfolgte (Szogs, eingereicht), stellt dieser Beitrag ein Ratingverfahren zur unmittelbaren Einschätzung der Qualität von Reflexionsprozessen über Physikunterricht vor. Hierfür wurden offene u. kollegiale Reflexionsgespräche, vor/nach einer Intervention bzgl. der Basisdimensionen von Unterrichtsqualität, untersucht. Durch Einsatz eines Ratingmanuals wurden erste Aspekte identifiziert, in denen sich

die Reflexionsqualität angehender Physiklehrkräfte veränderte.

Zusätzlich wird das Manual zur hochinformativen Einschätzung der Qualität reflexiver Prozesse an einem Microteaching-Setting pilotiert sowie auf Funktion u. Güte überprüft. Dabei erfolgt ein Rating anhand von Items in acht Skalen (z.B. Qualität von Handlungsoptionen). Inwiefern hierbei eine qualitätvolle Reflexion erfasst werden kann, diskutieren wir gern mit Ihnen.

DD 31: Mittagspause

Zeit: Dienstag 13:00–14:00

Raum: P

In den Pausenraum gelangt man über den wonder.me-Link.

DD 32: Postersitzung 2

Zeit: Dienstag 14:00–15:00

Raum: R1

DD 32.1 Di 14:00 R1

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

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

DD 32.2 Di 14:00 R1

Entwicklung von AR-Applikationen für die Elektrizitätslehre der Sekundarstufe I — ●HAGEN SCHWANKE und THOMAS TREFZGER — Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Universität Würzburg

Experimente stehen im naturwissenschaftlichen Unterricht nach wie vor im Zentrum des Unterrichtsgeschehens. Durch die Weiterentwicklungen im informationstechnischen Bereich ergänzen inzwischen kostengünstige digitale Medien und Werkzeuge das Experiment im Unterricht. Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung von Augmented-Reality (AR)-Applikationen. Mit deren Hilfe kann die reale Lernumgebung bzw. das Realexperiment gezielt mit computergenerierten Informationen überblendet werden. Die Sekundarstufe I bietet in der 9. Jahrgangsstufe in Bayern zum Thema der Elektrizitätslehre viele Experimente zur Anwendung einer augmentierten Lernumgebung. Dabei sollen die in diesem Projekt entwickelten Applikationen hauptsächlich die Modelle der magnetischen Felder sichtbar machen. Sie können jedoch auch zur Darstellung des *Unsichtbaren*, wie z.B. Atome, Elektronen oder Raumladungen, genutzt werden. Auf diesem Poster werden unterschiedliche Applikationen und deren Integration in einen Lernzirkel vorgestellt. Mit diesem Zirkel soll in einer weiteren Studie ein möglicher andersartiger Verlauf des Lernens der Thematik Magnetismus aufgedeckt werden. Bevor die Applikationen für die Pilotierung genutzt werden, werden diese mittels einer Mixed-Methods-Studie bezüglich ihrer Nutzerzufriedenheit evaluiert. Dabei kommt der quantitative System Usability Score (SUS) nach Brooke und ein qualitatives Leitfadenterview zum Einsatz.

DD 32.3 Di 14:00 R1

Formgedächtnispolymere - vom 3D-Druck zur Polymerchemie — ●GUIDO EHRMANN¹ und ANDREA EHRMANN² — ¹Virtual In-

stitute of Applied Research on Advanced Materials (VIARAM) — ²FH Bielefeld, Fachbereich IuM, Bielefeld, Deutschland

Der 3D-Druck bietet heutzutage ganz neue Möglichkeiten, Schüler(innen) und Student(inn)en an verschiedenste Wissensgebiete heranzuführen. Neben der Konstruktion spielt hier vor allem die Materialwissenschaft eine wichtige Rolle.

Die meisten preiswerten 3D-Drucker arbeiten nach dem Fused-Deposition-Modeling (FDM)-Verfahren, bei dem ein geschmolzenes Polymer-Filament durch eine Düse gepresst und lagenweise auf dem Druckbett abgelegt wird, bis die gewünschte 3D-Form entsteht.

Ein besonders interessantes Druckmaterial ist Polylactid (PLA), das nicht nur einfach zu drucken ist, sondern auch Formgedächtniseigenschaften aufweist [1]. Dies bedeutet, dass es sich stark verformen und anschließend durch Wärmezufuhr wieder in die ursprüngliche Form zurückbringen lässt - solange keine Teile des Objekts brechen. Solche Formgedächtnis-Objekte können durch eine angepasste Konstruktion optimiert werden, die Schwachstellen weitestgehend verhindert und auf diese Weise möglichst viele Regenerationszyklen ermöglicht. Je nach Kenntnisstand der Beteiligten können dabei vorhandene Füllstrukturen ausgewählt oder auch eigene Strukturen konstruiert werden. Auf diese Weise können Schüler(innen) und Student(inn)en spielerisch das Zusammenspiel aus Konstruktion und Material erfahren.

[1] G. Ehrmann, A. Ehrmann, *Polymers* 13, 164 (2021)

DD 32.4 Di 14:00 R1

Mobiles Eyetracking zur Diagnose von Lernschwierigkeiten in Schülerexperimenten — ●SEBASTIAN BECKER, STEFAN KÜCHEMANN, SERGEY MUKHAMETOV und JOCHEN KUHN — Technische Universität Kaiserslautern

Forschungsfragen, die mit stationären Eyetracking-Systemen beantwortet werden können, sind limitiert auf die Präsentation von Lerninhalten über den Computerbildschirm (Texte, Videos, Simulationen, etc.). Für das Lernen naturwissenschaftlicher Inhalte typische Lernszenarien, wie das experimentbasierte Lernen, erfordern jedoch einen flexibleren Einsatz von Eyetracking-Systemen. Mobile Eyetracking-Systeme, insbesondere Eyetracking-Brillen, eröffnen hierbei einen Zugang zu solchen Lernszenarien. Gerade Schülerexperimente stellen ein vielversprechendes Forschungsfeld für den Einsatz mobiler Systeme dar. Denn obwohl solchen Experimenten eine Schlüsselrolle im naturwissenschaftlichen Unterricht zugeschrieben werden kann, konnten Studien zeigen, dass das Potenzial dieser Lernform oftmals nur unzureichend ausgeschöpft wird. Mittels mobilem Eyetracking lassen sich Selektions- und Integrationsmechanismen von Informationen auf Ebene des Experimentierprozesses quantifizieren und die Interaktion der Lernenden während des kollaborativen Experimentierens aufklären. Auf diese Weise lassen sich wertvolle neue Erkenntnisse über kooperative Lernschwierigkeiten und deren Zusammenhang mit dem Lernerfolg gewinnen.

DD 32.5 Di 14:00 R1

Entwicklung des "FLexKom-Karussells" zur Förderung experimenteller Kompetenzen — ●MARIA HINKELMANN, SIMON GOERTZ und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University, I. Physikalisches Institut IA

Der "PISA-Schock" Anfang der 2000er Jahre war der Anstoß zu einer grundlegenden Diskussion über das deutsche Bildungssystem und

fürte letztendlich zu einer Kompetenzorientierung in den Kernlehrplänen, die dem Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht einen höheren Stellenwert einräumte (vgl. MSB NRW, 2019, S. 9). An der RWTH Aachen werden spezielle Unterrichtsmaterialien zum Fördern und Lernen experimenteller Kompetenzen entwickelt und auf der Plattform FLexKom kostenlos zur Verfügung gestellt. In diesem Rahmen wurde ein Miniaturkarussell (das "FLexKom-Karussell") konzipiert, auf dessen Basis experimentelle Module erstellt werden können. Das Karussell kann vielfältig eingesetzt werden, da sowohl Kompetenzen aus der Experimentierphase der Planung (z.B. Hypothesen formulieren) als auch Kompetenzen der Durchführung (z.B. Variablenkontrollstrategie) und Auswertung (z.B. Messunsicherheiten) durch den Einsatz dieses Karussells gefördert werden können. Auf dem Poster wird zunächst der Aufbau des Karussells präsentiert und anschließend ein dazugehöriges Modul zur Förderung der Variablenkontrollstrategie vorgestellt. Dieses Modul wurde in zwei verschiedenen Versionen konzipiert. Eine Ausführung fokussiert auf Schüler:innen der Sekundarstufe I und eine zweite auf Schüler:innen der Oberstufe.

Theoretische Modellierung naturwissenschaftlicher Leistungs- und Begabungspotenziale im Kita- und Grundschulalter — ●TOBIAS MEHRTENS, FREYA MÜLLER, HILDE KÖSTER und DANIEL REHFELDT — Freie Universität Berlin

DD 32.6 Di 14:00 R1

Im Beitrag werden ein neues Modell naturwissenschaftsbezogener Leistungspotenziale im Grundschulalter (Mehrtens, Köster & Rehfeldt 2021) und dessen Weiterentwicklung und Adaption für die frühkindliche naturwissenschaftliche Bildung präsentiert und zur Diskussion gestellt. Die Adaption eines potenzialorientierten didaktischen Ansatzes für Kita- und Grundschule (Köster 2018; Mehrrens et al., 2021) sowie die besondere Rolle von Transitionsprozessen (Griebel & Niesel 2011; Faust 2008) zwischen KiTa und Grundschule und deren Weiterentwicklung hin zu einer kontinuierlich potenzialorientierten Bildungsbiografie finden in diesem Beitrag besondere Berücksichtigung. Erste Erkenntnisse dazu, inwiefern das Setting und die Kooperationen Hinweise auf besondere Potenziale bei Kindern geben kann, werden vorgestellt.

Ein Escape-Game zur Förderung experimenteller Kompetenzen - Gestaltung des finalen Rätsels "Geldkoffer" — ●SIMON ROTH, SIMON GOERTZ, THERESA WESTPHALEN, JAN BERNDTGEN und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

DD 32.7 Di 14:00 R1

An der RWTH Aachen ist mit der Plattform FLexKom (Fördern und Lernen experimenteller Kompetenzen) ein Schwerpunkt auf die Vermittlung methodischer Kompetenzen gelegt worden. Die Beliebtheit eines Escape-Game Settings hat zu der Verknüpfung von spielerischen Elementen mit den physikalischen Lerninhalten geführt. Im Rahmen eines sog. FLexcape Games steigen die Schülerinnen und Schüler in eine fiktive Geschichte ein und lösen einzelne Rätsel, in denen sie physikalische Aufgaben unter Anwendung experimenteller Kompetenzen bearbeiten. Als gemeinsames Abschlussrätsel wurde ein Geldkoffer für das FLexcape Game entwickelt. Durch Lösen der gestellten Aufgaben gelangen die Teilnehmenden der Lerngruppe an Informationen, mit denen sie den Geldkoffer öffnen und die Belohnung erhalten können. Auf dem Poster wird die allgemeine Konzeption unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung und der Funktionsweise des Geldkoffers präsentiert und erklärt.

Phyphox-fähige CO₂-Monitor-Bausätze für den Einsatz an Schulen — DOMINIK DORSEL¹, JENS NORITZSCH¹, SEBASTIAN STAACKS¹, ROBIN BLÄSING¹, ●AHMAD ASALI¹, CHRISTOPH STAMPFER¹ und HEIDRUN HEINKE² — ¹II. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen Universität, Deutschland — ²I. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen Universität, Deutschland

DD 32.8 Di 14:00 R1

Die Smartphone-App phyphox der RWTH Aachen erlaubt zahlreiche Experimente unter Nutzung der großen Bandbreite interner Sensoren dieser Geräte. Seit einiger Zeit lassen sich auch externe Sensoren über Bluetooth Low Energy (BLE) auslesen. Vor dem Hintergrund der COVID-19-Pandemie wurde ein Open-Hardware und -Software CO₂-Monitor entwickelt, der im Unterschied zu herkömmlichen CO₂-Ampeln über BLE mit phyphox kommunizieren kann. Neben dem Nutzen zur Pandemiebekämpfung lässt er sich somit nachhaltig im MINT-Unterricht z.B. zur Untersuchung des grundlegenden biologischen Phänomens der Photosynthese oder fächerübergreifende Aspekte des Treibhauseffekts einbinden.

Der kostengünstige Bausatz für den CO₂-Monitor ist so konzipiert,

dass der Aufbau des Monitors durch Schüler:innen erfolgen kann. Dies erlaubt den Schüler:innen, Verantwortung für ihre Schule zu übernehmen und gleichzeitig technische, naturwissenschaftliche und soziale Kompetenzen zu erwerben. Im Beitrag werden die Grundfunktionen des Monitors und erste Erfahrungen mit dem Schuleinsatz präsentiert.

DD 32.9 Di 14:00 R1

Kollegiale Beobachtung und Reflexion von Physikunterricht — ●JAN LAMPRECHT, ANDRÉ GROSSE, MICHAEL SZOGS und FRIEDERIKE KORNECK — Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Das Planen, Analysieren und Reflektieren von unterrichtlichem Handeln steht im Zentrum jeder Phase der Lehrer*innen-Bildung. In einem geplanten und mit Lehramtsstudierenden pilotierten Fortbildungssetting für Physiklehrkräfte bieten wir als universitärer Partner einen Raum für Peer-Reflexionen über Physikunterricht an, orientiert an den Basisdimensionen von Unterrichtsqualität (Klieme, 2019).

Die Fortbildung nutzt die Analyse von Videosequenzen von Physikunterricht. Als theoretische und strukturierende Elemente werden die Qualitätsmerkmale des Physikunterrichts mithilfe digitaler Lernmodule eingeführt und durch Kurzskaalen geratet. In Anschlussterminen reflektieren die Lehrkräfte kriteriengeleitet weiteren und auch eigenen Unterricht. Ziel der Fortbildung ist es, die Lehrkräfte zu einem stetigen Austausch und Reflexion der Qualität ihres Unterrichts zu befähigen und zu motivieren.

Durch die Auswertung der Bewertungsbögen und Peer-Reflexionen der Pilotierung des Fortbildungskonzeptes mittels eines Ratingmanuals für Reflexionsqualität (Große, eingereicht) konnten Aspekte identifiziert werden, in denen sich die Reflexionsqualität durch die Intervention veränderte.

Das Poster stellt sowohl das Fortbildungssetting als auch die empirischen Ergebnisse der Pilotierung vor und lädt zur Diskussion ein.

DD 32.10 Di 14:00 R1

Und für wen ist dieser Kontext? Studien zu Kontexten und Interessen im Physikunterricht unter Beachtung von Gender und Selbstkonzept — ●JULIA WELBERG, DANIEL LAUMANN und SUSANNE HEINICKE — Institut für Didaktik der Physik, Universität Münster

In Bezug auf Jungen und Mädchen und Physikunterricht greifen wir in der Physikdidaktik oft auf allseits bekannte Sätze zurück. Dazu gehört beispielsweise die Aussage von Wagenschein (1965, S. 350), es sei, wenn man sich nach den Mädchen richte, auch für Jungen richtig, umgekehrt aber nicht. Oder die Feststellung, dass das Interesse von Mädchen am Physikunterricht grundsätzlich geringer sei bzw. in der Mittelstufe stärker absinke, sich danach noch weniger erhole als das der Jungen (Hoffmann et al., 1998, S. 21). Ebenso seien Mädchen mehr an Kontexten interessiert, die die Natur, Umwelt und den eigenen Körper betreffen, Jungen hingegen mehr an technischen Kontexten oder an allen gleichermaßen (Häufker et al., 1996). In mehreren Studien unter insgesamt über 275 Schülerinnen und Schülern haben wir erhoben, welche Kontexte die Lernenden als interessant für sich ausweisen und welche Interessen sie jeweils Jungen und Mädchen allgemein zuordnen. Da die aktuelle Forschung zeigt, dass neben dem Geschlecht als Clustervariable auch andere Konstrukte zur Klärung dieser Unterschiede beitragen können (vgl. Zöchling et al., 2020), ziehen wir in einer weiteren Studie u.a. die Konstrukte Selbstkonzept und Selbstwirksamkeitserwartung hinzu. Die Ergebnisse der Studien werden im Beitrag vorgestellt.

DD 32.11 Di 14:00 R1

Untersuchung der Wahrnehmung von Feynman-Diagrammen mittels Eye Tracking — ●MERTEN DAHLKEMPER^{1,2}, JEFF WIENER¹, ANDREAS MÜLLER³, SASCHA SCHMELING¹ und PASCAL KLEIN² — ¹CERN, Schweiz — ²Universität Göttingen — ³Universität Genf

Seit über 70 Jahren sind Feynman-Diagramme (FD) aus der Elementarteilchenphysik kaum wegzudenken, da sie komplexe Rechnungen kompakt veranschaulichen. Dies wird auch für die Behandlung im Schulunterricht genutzt. Aus fachdidaktischer und lerntheoretischer Sicht wird der Nutzen verschiedener Repräsentationsformen zum Problemlösen und Lernen als zentral erachtet. Dennoch wird im Rahmen der Vermittlung von Teilchenphysik kontrovers über ihre Verwendung im Schulunterricht diskutiert, da umstritten ist, inwiefern der Nutzen dieser Darstellungen ihre potentiellen Nachteile durch resultierende Missverständnisse und Fehlvorstellungen übersteigt. Diese Schwierigkeiten und das Fehlen empirischer Untersuchungen zum visuellen

Umgang mit FD zeigen den Forschungsbedarf zu diesem Thema auf.

Wir berichten über eine Studie, bei der die Bearbeitung von Aufgaben mit FD mittels Eye Tracking untersucht wird. Die Stichprobe setzt sich aus einem aus Studierenden zusammen, die mit der Repräsentationsform nicht vertraut sind, und zum anderen aus Forschenden in dem Gebiet der Elementarteilchenphysik. Das Ziel ist, aus den Studienergebnissen forschungsbierte Instruktionen zum Betrachten, Zeichnen und Anwenden von FD im Rahmen eines Onlinekurses zur Teilchenphysik zu entwerfen.

DD 32.12 Di 14:00 R1

Selbstbestimmtes und angeleitetes Experimentieren im Schülerlabor — ●SARAH HOHRATH¹, HEIKO KRABBE¹, SANDRA ASSMANN¹ und MARIA OPFERMANN² — ¹Ruhr-Universität Bochum — ²Bergische Universität Wuppertal

Schülerlabore ermöglichen Schülerinnen und Schülern (SuS) wie echt Forschende in einer authentischen Lernumgebung zu agieren. In physikalischen Projekten können SuS z. B. einen Experimentierprozess planen, durchführen, auswerten und evaluieren - und somit selbstreguliert lernen. Im Rahmen dieser Mixed Methods-Studie soll untersucht werden, wie der Grad der Instruktion (angeleitet vs. selbstbestimmt) während des Experimentierens - in Abhängigkeit vom Vorwissen des Lernenden - den Selbstregulationsprozess beeinflusst (F1) und wie sich Vorwissen und Instruktionsgrad auf die Judgments of Performance der Lernenden auswirken (F2). Die Erhebung soll im Februar 2021 beginnen: N = 128 SuS der 7. und 8. Jgst. experimentieren in Kleingruppen zum Phänomen des Sonnentalers im Schülerlabor. Hierbei erhalten sie identische Materialien und nach dem Predict-Observe-Explain-Ansatz strukturierte Arbeitsblätter. Die angeleitet experimentierenden Gruppen bekommen Vorgaben für den Ablauf des Experimentierprozesses, während die selbstbestimmt experimentierenden Gruppen explorativ vorgehen können. Während des Experimentierens werden einzelne Kleingruppen videographiert, um ihren Lernprozess hinsichtlich der Selbstregulation zu analysieren. Zudem werden die SuS Fachwissenstests sowie Judgments of Performance und Confidence Judgments ausfüllen. Der Beitrag gibt erste Einblicke in das Projekt.

DD 32.13 Di 14:00 R1

Experiencing Core Concepts and Skills at the SE2A Research Club changING — ●DINA AL-KHARABSHEH, ANNE GEESE, and RAINER MÜLLER — Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften, Abteilung Physik und Physikdidaktik, TU Braunschweig
Projects initiated in the changING research club setting include mainly engineering content and courses (primarily in the context of Aviation science). These have raised questions about the scope and sequence of teaching engineering-related concepts and skills to high school students. The research club teaches core concepts of "engineering" as well as relevant physics principles based on the up-to-date learning theories. Some projects in the research club will be introduced. The main research that follows is going to be defining the difficulties encountered by students in learning a particular concept or skill, the development of students' understanding and cognitive capabilities during projects as well as the experiences and teaching interventions that facilitate an increasingly sophisticated understanding of each concept or skill. A longitudinal assessment of engineering self-efficacy will help in mapping out any possible differences between different genders. The results will help identify common principles for future projects.

DD 32.14 Di 14:00 R1

Konzeption eines adressatenspezifischen Lehramts-Studiengangs im Bachelor — ●MARTIN DICKMANN und CORNELIA GELLER — Universität Duisburg-Essen

Im Bachelorstudiengang für das Haupt-, Real-, - Sekundar- und Gesamtschullehramt (HRSGe) Physik zeigten sich an der Universität Duisburg-Essen in den letzten Jahren Probleme mit der Studienmotivation und dem Kompetenzerwerb. Davon ausgehend wird momentan ein HRSGe-spezifischer Bachelorstudiengang konzipiert, der vorliegende methodische und fachdidaktische Konzeptionen berücksichtigt und sich an den späteren beruflichen Anforderungen orientiert. Dies führt sowohl in inhaltlicher als auch didaktisch-methodischer Hinsicht zu grundlegenden Veränderungen: So wird eine stärkere Vernetzung der Fachinhalte nicht nur über die sechs Semester hinweg, sondern auch mit fachdidaktischen Themen angestrebt. Zugunsten von konzeptuellen Betrachtungen wird der Mathematisierungsgrad verringert. Klassische Veranstaltungsformate werden durch abwechslungsreichere Formen von Instruktion und Konstruktion ersetzt. Auf dem Poster werden die Konzeption des Studiengangs und erste Erfahrungen mit der Um-

setzung vorgestellt.

DD 32.15 Di 14:00 R1

Neue Beispiele zum Experimentieren mit Smartphones als mobile Mini-Labore — ●STEFANIE PETER¹, PASCAL KLEIN¹, JOCHEN KUHN² und THOMAS WILHELM³ — ¹Uni Göttingen — ²TU Kaiserslautern — ³Uni Frankfurt

Bereits 91 % der 12 bis 13-jährigen Schülerinnen und Schülern besitzen ein Smartphone. Durch die verschiedenen Sensoren der Geräte steht den Schülerinnen und Schülern damit ein digitales Messwerterfassungssystem zur Verfügung, mit dessen Gebrauch sie aus dem Alltag vertraut sind. In den letzten 10 Jahren wurden bereits zahlreiche Beispiele vorgestellt, wie damit physikalische Experimente nicht nur im Unterricht durchgeführt, sondern auch Zuhause in den Alltag eingebunden werden. Ergänzend dazu, stellen wir in diesem Beitrag drei neue Experimente mit gleichem Grundgedanken aus den Themenbereichen Mechanik, Thermodynamik und Magnetismus & Elektrizität vor.

Die Videoanalyse ermöglicht es, die Bewegung von Objekten Schritt für Schritt nachzuvollziehen und in Zeit-Weg-Diagramme zu übertragen. Die Kamera des Smartphones bietet bei traditionellen Experimenten (z.B. schiefe Ebene) eine Alternative zu Versuchsaufbauten mit Lichtschranken und Maßbändern. Die eingebauten Magnetfeldstärkesensoren messen nicht nur das Magnetfeld einer Spule, sondern kommen Zuhause auch als Leitungsdetektoren zum Einsatz. Integrierte Barometer machen das Smartphone zu einer mobilen Wetterstation und mithilfe einiger Alltagsgegenstände zu einer smarten Waage.

DD 32.16 Di 14:00 R1

Moderne Physik im Lehr-Lern-Labor — ●TOBIAS REINSCH, AXEL-THILO PROKOP, RICHARD KEMMLER, PHILIPP SCHEIGER, KATHARINA STÜTZ, HOLGER CARTARIUS und RONNY NAWRODT — 5. Physikalisches Institut, Abt. Physik und ihre Didaktik, Pfaffenwaldring 57, 70569 Stuttgart

Immer mehr Themen drängen sich mittelfristig in unseren Alltag. Aktuell beginnen moderne Quantentechnologien Einzug in Industrie und nachfolgend auch unsere tägliche Lebenswelt zu halten. Damit einher geht die Notwendigkeit nach einem tiefgreifenden Verständnis komplexer Zusammenhänge, die im Minimum durch eine geeignete Schulausbildung untermauert werden müssen. Hierbei muss ein besonderes Augenmerk auf zukünftige Lehrkräfte gelegt werden, wobei umfassende experimentelle Fertigkeiten gefordert werden, die im Lehramtsstudium bisher nur eine nebeneordnete Rolle spielen. Wir präsentieren im Rahmen dieser Arbeit einen ersten Entwurf für die Eingliederung dieser Themen in das Studium.*So sollen die Grundlagen der Themen moderner Physik im Zuge eines Lehr-Lern-Labors erlernt und ausprobiert werden. Dies umfasst zum einen optische Aufbauten, mit welchen quantenmechanische Analogieexperimente durchgeführt werden können. Zum anderen werden für die Auswertung von Einzelphotonenmessungen digitale Zähler und das nötige Verständnis elektronischer Schaltungen benötigt und erlernt.

DD 32.17 Di 14:00 R1

Statistische Analysen mit R in den MINT-Didaktiken - eine Tutorial-Sammlung — ●PHILIPP MÖHRKE¹, DAVID BUSCHHÜTER², TINA GROTTKE³ und MARVIN ROST⁴ — ¹Universität Konstanz — ²Universität Potsdam — ³Humboldt-Universität zu Berlin — ⁴Universität Wien

MINT-didaktische Forschung mit dem Anspruch auf Reproduzierbarkeit, Transparenz und Quantifizierbarkeit ist ohne eine elektronisch zu verarbeitende Datengrundlage nicht durchführbar. Gleichzeitig stehen Early-Career-Researcher einer nicht systematisierten Fülle von Angeboten gegenüber, um entsprechende Kenntnisse und Fähigkeiten erlernen und einüben zu können. Dazu gehören nicht nur der Umgang mit Daten, bzw. mit angewandter Statistik, sondern auch deren Umsetzung in entsprechender Software.

Wir möchten hier ein im Rahmen des Pre-Conference-Hackathons der GDGP-Jahrestagung 2020 gegründetes Projekt vorstellen, welches diesen Herausforderungen mit dem Aufbau eines digitalen, permanent revidierbaren und kollaborativen Sammelbands zu Analysen mit R begegnen möchte. Einem Open-Source-Ansatz folgend, können Erkenntnisse und Workflows der eigenen Arbeit im Sinne eines wissenschaftlichen Austauschs anderen offen verfügbar gemacht und diskutiert werden. Die vielfältigen Erfahrungen, Kenntnisse und Fähigkeiten einer aktiven Community sollen so zusammengetragen werden, um neuen Mitgliedern eine Einstiegshürde aus dem Weg zu räumen und den Etablierten einen Raum zum gegenseitigen Austausch in dieser Facette von

Forschung zu eröffnen.

DD 32.18 Di 14:00 R1

Dimensional Transitions in a Bose-Gas — ●PAUL SAWITZKI¹ and HANS-OTTO CARMESIN^{1,2,3} — ¹Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — ²Hohenwedeler Weg — ³Universität Bremen, Fachbereich 1, Postfach 330440, 28334 Bremen

In the early universe, the density reached the order of the Planck density. As a result, there were gravitational instabilities in which dimensional transitions occurred. It should be taken into account that the early universe consists only of photons and black holes. Photons are bosons. The quantum physical model for many bosons, such as photons, is the Bose-gas model. Here we can study the dynamics of the early universe more accurately (Hans-Otto Carmesin (2020): *The Universe Developing from Zero-Point Energy Discovered by Making Photos, Experiments and Calculations*. Berlin: Verlag Dr. Köster). This research aims to determine and apply the critical densities of dimensional phase transitions in Bose-gases with the use of a computer simulation. This new type of phase transitions could be used in the future to apply them to the horizon problem. This might accordingly lead to the solution of the problem without including a hypothetical entity such as the so called *inflation field*. The project is presented as an example for teamwork in an ensemble of projects in the field of quantum gravity that are carried out in a research club at our school.

DD 32.19 Di 14:00 R1

Precise and permanent measurement of the earth's magnetic field — ●FLORIAN VON BARGEN¹ and HANS-OTTO CARMESIN^{1,2,3} — ¹Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — ²Studienseminar Stade, Bahnhofstr. 5, 21682 Stade — ³Universität Bremen, Fachbereich 1, Postfach 330440, 28334 Bremen

In the following article we would like to address the problem of black-outs caused by solar flares. The aim of the project is to measure and record the magnetic B-field of the Earth, in order to make a prediction based on this in terms of frequency and intensity. This is influenced by the solar winds. Through various development steps a robust precision of the measurements could be achieved, which then led to the construction of an own stationary measuring station in Stade. A correlation with the data of the magnetic field measuring station of the Physikalisch Technische Bundesanstalt was carried out, since the construction of the own station was oriented to the PTB. The correlation of the data showed that a solar event was measured by our station and could be confirmed by the Kp index and the data of the PTB. This is the event of 23.12.2020 from 4-7 o'clock CET, at this time the Kp index was 4+. Moreover, the measurement was recorded on the night side of the Earth, which confirms another precision of our measurement data. Our station has verifiably and accurately recorded the Earth's magnetic field. To explain the results we will show some formulas, calculations and spreadsheets. The project is presented as an example for teamwork in an ensemble of projects in the field of climate change that are carried out in a research club at our school.

DD 32.20 Di 14:00 R1

Calculation of the Climate — ●JANNES VON BARGEN¹ and HANS-OTTO CARMESIN^{1,2,3} — ¹Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — ²Studienseminar Stade, Bahnhofstr. 5, 21682 Stade — ³Universität Bremen, Fachbereich 1, Postfach 330440, 28334 Bremen

In the following article we would like to point out the problem of the drastic increase in temperature due to climate change and 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 CO₂, which is 4.8 tons per person per year. We develop a physical model that is suitable to derive the time evolution of the average temperature of the atmosphere in the past and in the future in a robust manner. With it we can predict the climate for various scenarios of future emission in CO₂. The project is presented as an example for teamwork in

an ensemble of projects in the field of climate change that are carried out in a research club at our school.

DD 32.21 Di 14:00 R1

Zero-Point Oscillations at Various Dimensions — ●JÖRN KANKELFITZ¹, DENNIS FELDMANN¹, and HANS-OTTO CARMESIN^{1,2,3} — ¹Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — ²Hohenwedeler Weg — ³Universität Bremen, Fachbereich 1, Postfach 330440, 28334 Bremen

First we investigate the harmonic oscillator experimentally and analytically. Moreover we study the zero-point oscillations measured in crystals at low temperature. We transfer these observations to the harmonic oscillator. Secondly we investigate chains of harmonic oscillators experimentally and analytically. These exhibit waves and wave solutions. Furthermore we study the zero-point oscillations measured in the Casimir effect. We transfer these observations to the chain of harmonic oscillators. We generalize all results to various dimensions (Hans-Otto Carmesin (2020): *The Universe Developing from Zero-Point Energy - Discovered by Making Photos, Experiments and Calculations*. Berlin: Verlag Dr. Köster). So our results provide a basis for the investigation of space in the early universe (Hans-Otto Carmesin (2018): *Entstehung der Raumzeit durch Quantengravitation * Theory for the Emergence of Space, Dark Energy and Space-Time*. Berlin: Verlag Dr. Köster). The project is presented as an example for teamwork in an ensemble of projects in the field of quantum gravity that are carried out in a research club at our school.

DD 32.22 Di 14:00 R1

Dynamics in the early universe — ●JONAS LIEBER¹ and HANS-OTTO CARMESIN^{1,2,3} — ¹Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — ²Studienseminar Stade, Bahnhofstr. 5, 21682 Stade — ³Universität Bremen, Fachbereich 1, Postfach 330440, 28334 Bremen

We develop a scientific simulation program that calculates the dynamics of the light horizon in the early universe. The calculation is based on the dimensional transitions that took place in the early universe as a consequence of gravitational instabilities (Hans-Otto Carmesin (2019): *Die Grundschrwingungen des Universums - The Cosmic Unification*. Berlin: Verlag Dr. Köster). In particular, we apply the time evolution of the light horizon arising as a consequence of the combined dynamics of the Friedmann Lemaitre equation and of these dimensional transitions (Hans-Otto Carmesin (2020): *The Universe Developing from Zero-Point Energy - Discovered by Making Photos, Experiments and Calculations*. Berlin: Verlag Dr. Köster). The project is presented as an example for teamwork in an ensemble of projects in the field of quantum gravity that are carried out in a research club at our school.

DD 32.23 Di 14:00 R1

Solution of the horizon problem — ●PHILIPP SCHÖNEBERG¹ and HANS-OTTO CARMESIN^{1,2,3} — ¹Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — ²Studienseminar Stade, Bahnhofstr. 5, 21682 Stade — ³Universität Bremen, Fachbereich 1, Postfach 330440, 28334 Bremen

We present a solution of the horizon problem. For it we derive an answer to the following question: How was light able to thermalize the early and rapidly expanding universe? We apply the dimensional transitions that took place in the early universe as a consequence of gravitational instabilities (Hans-Otto Carmesin (2020): *The Universe Developing from Zero-Point Energy - Discovered by Making Photos, Experiments and Calculations*. Berlin: Verlag Dr. Köster). In particular, we apply the time evolution of the light horizon arising as a consequence of the combined dynamics of the Friedmann Lemaitre equation and of these dimensional transitions. We analyze various models for the matter and energy in the early universe. The project is presented as an example for teamwork in an ensemble of projects in the field of quantum gravity that are carried out in a research club at our school.

DD 33: Kaffeepause

Zeit: Dienstag 15:00–15:30

Raum: P

In den Pausenraum gelangt man über den wonder.me-Link.

DD 34: Mitgliederversammlung

Zeit: Dienstag 15:30–17:30

Raum: R1

Tagesordnung siehe Übersicht am Beginn des Programms von DD

DD 35: Georg Kerschensteiner-Preisvortrag

Zeit: Mittwoch 9:00–10:00

Raum: R1

Preisträgervortrag DD 35.1 Mi 9:00 R1
Phänomenale Physik: Rezepte für Science Dinner und Science Shows — ●KIM LUDWIG-PETSCH — Deutsches Museum, Museumsinsel 1, 80538 München — Träger des Georg-Kerschensteiner-Preises 2021

Physik ist schwierig und langweilig – mit diesem Vorurteil wird man oft konfrontiert, wenn man Physik einem breiten Publikum vermitteln möchte. Welche Rezepte gibt es, um dieser – vielleicht nicht ganz unberechtigten – Haltung zu begegnen und das Interesse und die Begeisterung an Physik beim Publikum zu fördern? Science Shows und Science Dinners vermitteln auf unkonventionelle Art und Weise phy-

sikalische Inhalte und machen Phänomene erlebbar. Wie bei jedem Gericht kommt es auch hier auf die richtigen Zutaten an: Erlebnis, Unterhaltung und Wissen bilden die Grundlagen. Das Ergebnis ist auch hier Geschmackssache und daher die Zusammenstellung des "Gerichts" abhängig vom Publikum. Das eigene Experimentieren und Erleben von physikalischen Phänomenen ist ein wichtiger Bestandteil und kann mit Freihand- bzw. einfachen Tischexperimenten realisiert werden. Im Vortrag werden verschiedene "Rezepte" für Science Shows aus dem Deutschen Museum vorgestellt. Darüber hinaus erhalten Sie Einblicke in die Erfahrungen bei der Konzeption und Umsetzung von Science Dinner-Formaten.

DD 36: Kaffeepause

Zeit: Mittwoch 10:00–10:20

Raum: P

In den Pausenraum gelangt man über den wonder.me-Link.

DD 37: Physikdidaktik und Inklusion

Zeit: Mittwoch 10:20–11:40

Raum: R2

DD 37.1 Mi 10:20 R2
Lernen aus Widersprüchen - ein Ansatz für Universal Design — ●STEFAN BRACKERTZ und ANDREAS SCHULZ — Universität zu Köln
 Im Kölner Schülerlabor hat es sich wie früher berichtet bei der Erarbeitung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge mit stark heterogenen Gruppen als überaus fruchtbar erwiesen, Widersprüche in den Mittelpunkt zu stellen, in die die Schüler*innen bereits involviert sind.[1][2]

Im Anschluss an eine Einführung in das Konzept geht der Beitrag der Frage nach, wieso das Lernen aus Widersprüchen ein so produktiver und zugleich universeller Ansatz ist. Dies wird anhand der folgenden drei Perspektiven begründet:

- Analyse der Schwierigkeiten verbreiteter Differenzierungskonzepte ausgehend von Trautmann & Wischer, Sasse und Klafki und Begründung, warum inklusiver Naturwissenschaftsunterricht auf Universal Design for Learning setzen sollte.
- Analyse der spezifischen Herausforderungen und Möglichkeiten der Naturwissenschaften für Inklusion in Anschluss an Feuser und Reich.
- In Anschluss an Markard, Klafki, Wagenschein und Freire: Begründung, warum Naturwissenschaften insbesondere angesichts der epochalen Aufgabe der Inklusion für alle Menschen unverzichtbarer Teil von Allgemeinbildung sind.

DD 37.2 Mi 10:40 R2
Lernen aus Widersprüchen: vom Schülerlabor zur Schulpraxis — JONAS WILKENLOH¹, STEFAN BRACKERTZ² und ●ANDREAS SCHULZ^{1,2} — ¹Universität Bonn — ²Universität zu Köln

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

Die Lerneinheit beginnt stets mit von (möglichst vielen) Schüler*innen zusammengetragenen Vermutungen zum behandelten Thema, wobei alle (auch die auf Fehlvorstellungen beruhenden) zunächst als völlig gleichwertig behandelt werden, um so alle, also auch lernschwache, Schüler*innen zu Äußerungen zu ermutigen und Widersprüche zu provozieren. Diese werden dann in heterogenen Kleingruppen

durch Argumentieren und dann durch Experimente von den Schüler*innen untersucht, sodass schließlich jede Kleingruppe zu einem gemeinsamen Ergebnis gelangt, das am Ende der Lerneinheit von jeder Gruppe planar vorgetragen und daraufhin gemeinsam bewertet wird. Durch die Anwendung dieser Methodik wird der Erwerb der Kompetenzen Kommunikation, des Argumentierens und des Bewertens besonders gefördert.

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

DD 37.3 Mi 11:00 R2
Unterstützungsangebote und deren Nutzung im inklusiven Physikunterricht — ●FRANZISKA KLAUTKE und HEIKE THEYSEN — Universität Duisburg-Essen, Didaktik der Physik

Zunehmende Heterogenität an Schulen verlangt Fachunterricht, der allen Lernenden eine aktive Teilnahme ermöglicht. Ein Rahmen dafür stellt das Universal Design for Learning (UDL) dar, dessen Prinzipien Lehrkräften helfen sollen, Lernbarrieren zu reduzieren und Zugangsmöglichkeiten zu offerieren. Die Anwendung dieser Prinzipien auf fachinhaltlich- bzw. fachmethodisch fokussierte Lerngelegenheiten des Physikunterrichts und die Frage, wie Schülerinnen und Schüler die damit verbundenen Wahl- und Unterstützungsangebote nutzen, ist Gegenstand dieses Vortrags. Zunächst wird eine fachinhaltliche Lerngelegenheit zu Stromkreisen präsentiert, in der durch multimediale Unterstützungsangebote und Wahlaufgaben zahlreiche Prinzipien des UDL umgesetzt wurden. Die Ergebnisse einer Erprobung mit zwei sechsten Klassen einer Gesamtschule und der Analyse des Nutzungsverhaltens werden vorgestellt. Darüber hinaus wird ein Ausblick auf eine Lerngelegenheit zur Förderung ausgewählter experimenteller Fähigkeiten gegeben, die ebenfalls nach den Prinzipien des UDL gestaltet wird.

DD 37.4 Mi 11:20 R2
Inklusionsorientierung und Differenzierung: Status Quo und Anregungen für das Fach Physik in Schule und Hochschule — ●DOHRMANN RENÉ, NOVID GHASSEMI, ALEXANDER MORITZ RÜGE und VOLKHARD NORDMEIER — Freie Universität Berlin

Die Bemühungen und normativen Vorgaben zur inklusionsgerechten Umgestaltung des Bildungssystems sowie zahlreiche damit verbundene Empfehlungen und administrative Vorgaben zum Umgang mit Heterogenität scheinen eher sukzessive in den Curricula von Lehramts-

studiengängen an deutschen Hochschulen verankert zu werden. Damit wird auch das Physik-Lehramtsstudium in Bezug auf die Ausprägung von Diagnose- und Förderkompetenzen (angehender) Physiklehrkräfte häufig nur bedingt den unterrichtlichen Ansprüchen und Anforderungen für einen adäquaten Umgang mit heterogenen Ausgangslagen gerecht. Im Vortrag wird über den aktuellen Stand der curricularen Umsetzung inklusionsorientierter Inhalte in der Physiklehrkräftebildung an deutschen Hochschulen berichtet. Die Datengrundlage bieten

Studien- und Prüfungsordnungen sowie Modulhandbücher von Physik-Lehramtsstudiengängen, die hinsichtlich bestimmter Begriffe analysiert wurden. Vertiefend werden in diesem Zusammenhang Befunde zur Differenzierung systematisch zusammengefasst und der Einsatz komplexer Lernaufgaben in Schule und Hochschule, im Hinblick auf den Umgang mit Heterogenität sowie als Mittel zur inhaltlichen Strukturierung von Lernumgebungen, die kompetenzorientiert und differenziert gestaltet sind, diskutiert.

DD 38: Neue Medien 3

Zeit: Mittwoch 10:20–11:40

Raum: R3

DD 38.1 Mi 10:20 R3

tet.folio: Eine Online-Plattform für die Produktion innovativer Lehr-Lern-Angebote — ●SEBASTIAN HAASE¹, MANFRED SOMMERER², JÜRGEN KIRSTEIN³ und VOLKHARD NORDMEIER³ — ¹Freie Universität Berlin, Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie, AB Schulpädagogik/Schulentwicklungsforschung — ²Freie Universität Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Institut für Veterinär-Physiologie — ³Freie Universität Berlin, Fachbereich Physik, AG Didaktik

Als "Technology Enhanced Textbook", dem "Schulbuch der Zukunft" sowie als Verteilplattform für Interaktive Bildschirmexperimente (IBE) hat sich tet.folio in den letzten 10 Jahren zu einer universell einsetzbaren Lehr-Lern-Plattform entwickelt. Nach einer Übersicht interaktiver Beispiele aus unterschiedlichsten Fachgebieten stellen wir das Potential von tet.folio als Autorenplattform vor. Basierend auf einfachen Konzepten, werden mit tet.folio einheitlich erscheinende Lehr-Lern-Angebote umsetzbar. Effektiv herstellbar sind mit tet.folio neben individualisierten Inhalten dafür Formatvorlagen, mit denen Autorinnen und Autoren einheitlich gestaltete Lehr-Lern-Angebote schnell umsetzen können. Eine ansprechende Gestaltung der Angebote unterstützt die Fokussierung auf Lerninhalte. Der so erstellte Kontext kann, wenn gewünscht, auch in einem ausdrucksfähigen DIN-A4 Format oder für den Offline-Einsatz exportiert werden.

DD 38.2 Mi 10:40 R3

Forschen@Home: Ein digitaler Lehr-Lern-Raum mit tet.folio — ●MARKUS ELSHOLZ¹, WOLFGANG LUTZ¹, SEBASTIAN HAASE² und THOMAS TREFZGER¹ — ¹Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg — ²Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie, AB Schulpädagogik/Schulentwicklungsforschung, Freie Universität Berlin

Die aktuellen Pandemiebedingungen beeinflussen die Organisation und den Ablauf schulischen Unterrichts erheblich, insbesondere können Schülerexperimente kaum noch durchgeführt werden. Die Einschränkungen betreffen auch die Praktika für Lehramtsstudierende sowohl an den Schulen wie auch in außerschulischen Kontexten, z.B. in Lehr-Lern-Laboren. Der Beitrag beschreibt ein Konzept für die asynchrone Betreuung von Schüler:innen durch Lehramtsstudierende an der Universität Würzburg in Zeiten des Homeschooling. Mithilfe der interaktiven Online-Plattform tet.folio wurde von den Studierenden ein digitaler Lehr-Lern-Raum geschaffen, in dem sie Schüler:innen bei ihrer selbstbestimmten forschend-entdeckenden Erkundung physikalischer Phänomene begleiten und ihre experimentelle Kompetenz gezielt fördern. Neben den Herausforderungen des eigenständigen, selbstbestimmten Experimentierens erweisen sich auch vermeintlich einfache technische und kommunikative Prozesse als wesentliche Herausforderungen für ein gelingendes Projekt.

DD 38.3 Mi 11:00 R3

Forschen@Home: Studentische Erfahrungen bei Schülerforschungsprojekten mit tet.folio — ●JULIA ULKE, WOLFGANG LUTZ, MARKUS ELSHOLZ und THOMAS TREFZGER — Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Im Projekt Forschen@Home betreuten Studierende der Universität Würzburg Schüler:innen zu Zeiten der pandemiebedingten Schulschließungen bei der Durchführung von forschend-entdeckenden Lernprojekten im Homeschooling. Die Projekte wurden von den Studierenden im Rahmen des Lehr-Lern-Labor-Seminars vorstrukturiert und getestet. Als digitaler Lehr-Lernraum kam die interaktive Online-Plattform tet.folio zum Einsatz. Während der dreiwöchigen Projektphase kommunizierten die Studierenden mit den Schüler:innen über Chats und entwickelten die individuellen Projektseiten aufbauend auf den Ideen und Vorschlägen der Lernenden kontinuierlich weiter. Im Beitrag werden anhand des Themenbeispiels Fadenpendel Einblicke in die individuellen Arbeitsprozesse und Lernprodukte der Schüler:innen gegeben. Abschließend wird die studentische Sichtweise auf die verwendete Lernplattform tet.folio zusammengefasst.

DD 38.4 Mi 11:20 R3

Ein interaktiver Lehrgang zur geometrischen Optik auf tet.folio — ●WOLFGANG LUTZ¹, SEBASTIAN HAASE², JAN-PHILIPP BURDE³, THOMAS WILHELM⁴ und THOMAS TREFZGER¹ — ¹Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Julius-Maximilians-Universität Würzburg, — ²Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie, AB Schulpädagogik/Schulentwicklungsforschung, Freie Universität Berlin — ³AG Didaktik der Physik, Eberhard-Karls-Universität Tübingen — ⁴Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Aufbauend auf den Forschungsergebnissen zu Schülervorstellungen in der geometrischen Optik wurde von Wiesner et al. eine Unterrichtskonzeption entwickelt und in einem Re-Design von Haagen-Schützenhöfer et al. überarbeitet. Beide Ansätze basieren auf der Idee des Sender-Strahlungs-Empfänger-Konzepts, d.h. auf der konsequenten Verfolgung von Lichtquellen über das optische System bis zum Empfänger. Aufbauend auf diesen Grundlagen wurde ein neuer Lehrgang mit insgesamt zwölf digital aufbereiteten Einheiten entwickelt. Durch den Einsatz von Lernvideos, interaktiven Bildschirmexperimenten, Simulationen und Quizaufgaben ergibt sich eine asynchron einsetzbare Lernumgebung, die ein forschend entdeckendes Lernen im Sinne des 5-E-Modells nach Bybee ermöglicht. Im Beitrag werden die didaktischen Überlegungen bei der Entwicklung der Unterrichtsmaterialien und die Möglichkeiten der interaktiven Lernplattform tet.folio vorgestellt. Außerdem wird ein Ausblick gegeben, wie die Materialien im Rahmen einer empirischen Evaluation eingesetzt werden.

DD 39: Hochschuldidaktik 2

Zeit: Mittwoch 10:20–11:20

Raum: R4

DD 39.1 Mi 10:20 R4

Beispiele für interaktive und aktivierende Lehrkonzepte in der Theoretischen Physik — ●PHILIPP SCHEIGER^{1,2}, RONNY NAWRODT² und HOLGER CARTARIUS¹ — ¹Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena — ²Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart, 70569 Stuttgart

In den letzten Jahrzehnten wurden viele interaktive sowie aktivieren-

de Lehrkonzepte für den Schulunterricht oder für universitäre Einführungsvorlesungen in der Physik konzipiert und etabliert. Als Beispiel seien hier die *Peer Instruction* oder *Worked Examples* genannt.

Eine Verbesserung des Lernerfolgs bei Schüler*innen, bzw. bei Studierenden mithilfe solcher Lehrkonzepte ist hinreichend belegt. In fortgeschritteneren Themenfeldern wie der Theoretischen Physik in den Gebieten Mechanik, Quantenmechanik, Elektrodynamik, Thermodynamik und der statistischen Physik gibt es jedoch im deutschsprachi-

gen Raum noch kaum konkrete Umsetzungen dieser Konzepte.

In diesem Vortrag werden Beispiele vorgestellt, wie interaktive und aktivierende Lehrkonzepte in Universitätsvorlesungen zur Theoretischen Physik mit einem hohen mathematischen Anteil aufgebaut und angewendet werden können. Die vorgestellten Beispiele werden in Seminaren begleitend zu Vorlesungen für Theoretische Physik für das gymnasiale Lehramt an der Universität Stuttgart (seit WiSe 18/19) sowie der Friedrich-Schiller-Universität Jena (seit SoSe 2020) erprobt und weiterentwickelt. Diese Vorlesungen behandeln die oben genannten Gebiete der Physik, weshalb die Lehrkonzepte in eben diesem Themenspektrum umgesetzt und untersucht werden.

DD 39.2 Mi 10:40 R4

Lernwirksamkeitsanalyse smartphonebasierter Experimentierhausaufgaben — ●ANDREAS KAPS und FRANK STALLMACH — Universität Leipzig, Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Bereich Didaktik der Physik, Prager Straße 36, 04317 Leipzig

In diesem Beitrag wird das Design einer Studie vorgestellt, welche die Lernwirksamkeit eines neuen Aufgabenformates in der Studiengangphase für das Fach Physik untersucht. Der Lernansatz beabsichtigt, das physikalische Konzeptverständnis mittels smartphonebasierter Experimentierhausaufgaben zu stärken. Die entsprechenden Aufgaben ersetzen teilweise die klassischen Rechenaufgaben in der Mechanik. Die Lernwirksamkeit wird exemplarisch für einen Themenbereich

aus der Rotationsdynamik starrer Körper in der Mechanik mit einer Pre-Post-Test Studie samt Interventions- und Kontrollgruppe untersucht. Erste Ergebnisse werden kurz diskutiert.

DD 39.3 Mi 11:00 R4

Analyse von Experimentierhausaufgaben in der klassischen Mechanik — ANDREAS KAPS, THERESA SCHMIDT, HELENA FRANKE und ●FRANK STALLMACH — Universität Leipzig, Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Bereich Didaktik der Physik, Prager Straße 36, 04317 Leipzig

Im Rahmen eines Lehr-Lern-Projekts zum Smarten Physiklabor bearbeiten Studierende des 1. Fachsemesters Lehramt Physik eigenständig Experimentierhausaufgaben mit Ihren Smartphones als digitales Messinstrument. Die von den Studierenden eingereichten Protokolle zur Lehrthematik Dynamik des Massenpunktes wurden einer systematischen Analyse bezüglich typischer Fehlerquellen unterzogen. Dabei zeigte sich, dass das Formulieren einer überprüfbaren Experimentierhypothese auf der Grundlage der zum Experiment gehörenden theoretischen Grundlagen den Studierenden am häufigsten schwerfällt. Dieses Fehlerbild führen wir auf ein lückenhaftes oder fehlerbehaftetes Wissensnetzwerk zurück. Unterstützende Maßnahmen in Form einer detaillierten Anleitung zum Erstellen eines Protokolls in der Experimentalphysik wurden aus der statistischen Auswertung der Fehlerquellen abgeleitet.

DD 40: Lehrendenaus- und -fortbildung 2

Zeit: Mittwoch 10:20–11:40

Raum: R5

DD 40.1 Mi 10:20 R5

Computational Playground - Eine Rasch-Analyse des Computational Thinkings bei Sachunterrichtsstudierenden im Lehr-Lern-Labor — ●MARTIN BRÄMER, DANIEL REHFELDT und HILDE KÖSTER — Habelschwerdter Allee 45, 14195 Berlin

Informatische Bildung soll, wie von der KMK oder auch von sachunterrichtsdidaktischer Seite gefordert, Teil des Sachunterrichts werden. Dieser Vorgang stellt einen Transfer einer Innovation in ein bestehendes Bildungssystem und somit eine große Herausforderung dar: Insbesondere für diesen Transfer muss auch eine entsprechende Qualifizierung von angehenden Lehrkräften im Lehramtsstudium sichergestellt werden. Da informatikbezogene Kompetenzen bei Grundschullehramtsstudierenden jedoch bisher wenig erforscht wurden, wird im QLB-Projekt K2teach an der Freien Universität Berlin eine Studie durchgeführt, die einerseits auf die Ausgangslage zum sog. Computational Thinking bei Studierenden fokussiert und andererseits darauf, inwiefern die Teilnahme an einem entsprechend ausgerichteten Seminar im Lehr-Lern-Labor-Format Einfluss auf dessen Ausprägung nimmt. Hierbei wird insbesondere die Verzahnung der Theorie- und Praxisphasen sowie weiterer Einflussgrößen betrachtet.

DD 40.2 Mi 10:40 R5

Eine Lehrerbefragung zum Einsatz digitaler Tools im Physikunterricht — ●LARS-JOCHEN THOMS und RAIMUND GIRWIDZ — Ludwig-Maximilians-Universität München

Die Covid-19-Pandemie hat – insbesondere während der Schulschließungen – Lücken in der Digitalisierung von Schule und Unterricht aufgezeigt. Neben teils mangelnder technischer Ausstattung haben sich auch unterschiedliche Ausprägungen der für das Lehren und Lernen mit neuen Medien notwendigen Kompetenzen aufgetan. Entsprechend ist die Nachfrage nach Fortbildungen zum Einsatz digitaler Medien im Physikunterricht gestiegen. Diese sollten unabhängig von den eingesetzten Tools fachdidaktische Aspekte und neue methodische Möglichkeiten anhand konkreter Beispiele und Anwendungen aufzeigen. Es kann daher nützlich sein, bei der Planung eines Workshops auch die Verbreitung und Nutzung digitaler Tools in der Zielgruppe zu berücksichtigen.

Es wurden $n = 58$ Physiklehrkräfte basierend auf den im Orientierungsrahmen digitaler Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften (DiKoLAN) formulierten Kompetenzerwartungen dazu befragt, welche Tools sie wie häufig für welchen Tätigkeiten einsetzen. Im Vortrag werden ausgewählte Ergebnisse der Befragung vorgestellt.

DD 40.3 Mi 11:00 R5

Integration digitaler Kompetenzen in das Studium Lehramt

an Gymnasien Physik an der TU Darmstadt — ●ERIK KREMSER — TU Darmstadt, FB Physik, Hochschulstraße 6, 64289 Darmstadt

Im Strategiepapier "Bildung in der digitalen Welt" der Kultusministerkonferenz (KMK, 2016) wird in der ersten Phase der Lehrerbildung den Universitäten die Aufgabe zuteil, die Curricula, Didaktik und Lehrorganisation zum Erwerb von Kompetenzen im Umgang mit und in der Anwendung von digitalen Medien und Werkzeugen weiterzuentwickeln und anzupassen. Basierend auf den Kompetenzerwartungen des Orientierungsrahmens Digitale Kompetenzen für das Lehramt in den Naturwissenschaften (DiKoLAN) wird beabsichtigt, in den Lehrveranstaltungen des Studiengangs Lehramt für Gymnasien am Fachbereich Physik der TU Darmstadt einen kontinuierlichen und kumulativen Kompetenzaufbau für einen kompetenten und reflektierten Einsatz digitaler Medien als Ergänzung zu den bisher genutzten Medien zu fördern. Ab dem ersten Semester werden für eine fachspezifische Gestaltung von Lehr-Lern-Szenarien in praxisnahen Lerngelegenheiten Nutzungsmöglichkeiten aufgezeigt und Anregungen geliefert persönliche Zielsetzungen zu ermöglichen und die Nutzung digitaler Medien zu motivieren. Aufbauend auf den Methoden, die im Rahmen des Forschungsprojektes "Tablets als Arbeitsgeräte in der Lehre" am Fachbereich Physik der TU Darmstadt entwickelt wurden wird ein stufenweiser Erwerb von Kompetenzen im Umgang mit und in der Anwendung von digitalen Medien beabsichtigt. Mit dem Vortrag wird ein Überblick über das Vorhaben gegeben.

DD 40.4 Mi 11:20 R5

Experimente gezielt einsetzen - eine Übersicht — ●FRANZ BOZIANOWSKI — HU Berlin

Mit der Durchführung von Experimenten ist im Physikunterricht eine Vielzahl an Zielen verbunden. In der Literatur sind diverse Aufstellungen zu finden, die sich nicht aufeinander beziehen und stark variieren. Allein das Lehrbuch "Physikdidaktik" (Kircher et al., 2015) listet 14 physikdidaktische Funktionen auf. Unser Projekt hat es zum Ziel, ein praktikables Hilfsmittel für die Planung von Unterricht zu entwickeln, um es Student:innen und Lehrer:innen an die Hand geben zu können.

In einem ersten Schritt hat Papakonstantinou aus der aktuellen Literatur mit Experimenten verbundene didaktische Ziele zusammengetragen und gegeneinander abgegrenzt, dabei Schnittmengen und Unterschiede ausgemacht und final einen detaillierten Katalog erstellt. Im Weiteren konnte sie die 34 ausgemachten Ziele fünf Kategorien (Priemer, unveröffentlicht) zuordnen, die im engen Bezug zu den Basismodellen von Oser (2001) stehen (vgl. Wackermann, Priemer, 2013). Die Kategorien sind (stark verkürzt): Erleben (z.B. zur Motivation), Veranschaulichen (z.B. von Gesetzen), Prüfen (z.B. linearer Zusammenhänge), Üben (z.B. Erstellung von Protokollen) und Kontrastieren

(z.B. Alltagsvorstellungen).

Im Vortrag werden die Ziele und Kategorien zur Diskussion gestellt. Für das weitere Vorgehen ist geplant, das Kategoriensystem zu kom-

primieren, indem weniger relevante Aspekte vernachlässigt werden, um es für die Unterrichtsplanung handhabbar zu machen.

DD 41: Pause

Zeit: Mittwoch 11:40–12:00

Raum: P

In den Pausenraum gelangt man über den wonder.me-Link.

DD 42: Sportangebot

Zeit: Mittwoch 11:45–11:55

Raum: R1

Angebot für eine 10-minütige Bewegungseinheit mit Anleitung.

DD 43: Sonstiges

Zeit: Mittwoch 12:00–13:00

Raum: R2

DD 43.1 Mi 12:00 R2

Förderung interessierter und begabter Schülerinnen und Schüler im Fach Physik — ●UWE KOPTE — Geschwister-Scholl-Gymnasium Löbau

Das Interesse für die Physik kann bei allen Schülerinnen und Schülern auf der Grundlage ihrer Alltagserfahrungen geweckt werden.

Eine gezielte Förderung von besonderen Interessen und Begabungen ist in vielfältiger Art und Weise möglich. In Sachsen existieren dafür ganz spezielle Strukturen.

In Gymnasien mit vertiefter mathematisch-naturwissenschaftlicher Ausbildung können bei veränderter Stundentafel zu Gunsten der MINT-Fächer und mit speziellen Förderangeboten bereits im Unterricht zielgerichtet Interessen und Begabungen entwickelt werden.

Mit der Sächsischen Physikolympiade werden an allen Gymnasien Schülerinnen und Schüler motiviert, ihre Leistungsfähigkeit in einem Wettbewerb unter Beweis zu stellen. Durch eine ganz spezielle Wettbewerbsvorbereitung an den Schulen und in Spezialistenlagern sind sie befähigt, an nationalen und internationalen Wettbewerben (z.B.: IPhO, GYPT/IYPT) erfolgreich teilzunehmen.

DD 43.2 Mi 12:20 R2

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

Die stete Umsetzung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse in neue Technologien und Produkte bringt einerseits Fortschritte auf vielen Gebieten, andererseits bergen Innovationen stets auch nicht intendierte Risiken, die von der Gesellschaft und dem Einzelnen erkannt und bewertet werden müssen (KMK 2005 a-c, 6). Der Umgang mit Risiken innovativer Technologien, wie dem Einsatz radioaktiver Stoffe in Medizin und Technik, und deren Bewertungen sind daher auch zunehmend Gegenstand gesellschaftlicher Diskussionen. In solchen Kontroversen wird

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

DD 43.3 Mi 12:40 R2

Kontexte für den Kontext — ●THOMAS ZÜGGE — Uni Wuppertal

Die Forderung nach kontextualisiertem Unterricht war und ist so allgegenwärtig, dass sie weder aus den naturwissenschaftlichen Lehrplänen noch aus dem didaktischen Diskurs wegzudenken ist. Gleichzeitig ist es ein Allgemeinplatz der Linguistik, dass die Kommunikation über einen Begriff ohne Kontext (und hier ist schon etwas anderes gemeint) schwerlich gelingen kann. Im Vortrag wird entsprechend zu klären sein, was mit dem Begriff "Kontext" im didaktischen Diskurs bezeichnet wird und wie unterschiedliche Begriffsverständnisse zu unterschiedlichen Kriterien für die Bewertung von kontextualisiertem Unterricht führen. Bei allen Unterschieden wird eine Gemeinsamkeit deutlich werden: Das Individuum wird im Diskurs um gelingende Kontextualisierung an den Rand gedrängt. Dies ist, wie sich zeigen wird, keine definitorische Notwendigkeit: die "inneren Kontexte" der Lernenden werden im Vortrag als Orientierung stiftende Dimension des Kontextbegriffs eingeführt und schaffen Abhilfe.

DD 44: Neue Medien 4

Zeit: Mittwoch 12:00–13:00

Raum: R3

DD 44.1 Mi 12:00 R3

Interaktive Bildschirmexperimente und digitale Lernangebote zum Kernlehrplan Physik der gymnasialen Oberstufe NRW — STEFAN BLUMENTHAL¹, ●CHRISTIAN BURISCH¹, PETER GOLDKUHLE¹, NORBERT STIRBA¹, GEORG TRENDEL¹, SILKE WALPUSKI¹, SEBASTIAN HAASE³ und JÜRGEN KIRSTEIN² — ¹QUA-LiS NRW Soest, Arbeitsgruppe Digitale Angebote zum Unterricht Physik — ²Freie Universität Berlin, Fachbereich Physik, AG Didaktik der Physik — ³Freie Universität Berlin, Fachbereich Erziehungswissenschaft und Psychologie, AB Schulpädagogik/Schulentwicklungsforschung

Zu ausgewählten Schlüsselexperimenten des Kernlehrplans Physik der gymnasialen Oberstufe NRW werden digitale Unterstützungsmateria-

lien, basierend auf dem tet.folio-System, für den Unterricht und zum selbstständigen Weiterlernen vorgestellt. Zentral sind dabei interaktive Bildschirmexperimente (IBE), die sich auf (fast) jedem Endgerät virtuell durchführen lassen. Eingebettet sind die IBE in lehrplankonforme Lernumgebungen, die grundlegende und weiterführende Fachinformationen ebenso umfassen wie differenzierte Arbeitsaufgaben sowie für deren Bearbeitung sinnvolle Darstellungs- und Auswertungswerkzeuge.

DD 44.2 Mi 12:20 R3

Quantitative Phänomene rund ums Fliegen: Erfassung realer Flugdaten mit der App "Flightradar24" — ●PATRIK VOGT¹ und LUTZ KASPER² — ¹Institut für Lehrerfort- und -weiterbildung (ILF) Mainz — ²PH Schwäbisch Gmünd, Abteilung Physik

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

DD 44.3 Mi 12:40 R3

3D-Druck und Mikrocontroller: Ein Dreamteam für Lowcost-Hightech-Experimente? — ●FABIAN BERNSTEIN^{1,2}, OLIVER KELLER^{1,3}, SASCHA SCHMELING¹ und THOMAS WILHELM² — ¹CERN, Schweiz — ²Goethe-Universität Frankfurt — ³Universität Genf

Chancen, die sich aus der Nutzung von 3D-gedruckten Ressourcen oder Mikrocontrollern wie dem Arduino (Uno) für den Physikunterricht ergeben, wurden bereits verschiedentlich ausgelotet. Weniger Aufmerksamkeit hat bisher eine Kombination und Integration beider Technologien für den Physikunterricht erhalten, obwohl dies faszinierende neue Möglichkeiten, gerade im Bereich der Lowcost-Hightech-Experimente, eröffnet.

So verfügen in einer Top-Level-Ansicht viele moderne physikalische Experimente über ein Steuerungssystem, ein System zur Datenaufnahme und -auswertung sowie einen spezifischen Aufbau, der von der jeweiligen experimentellen Fragestellung abhängt. Diese Funktionalitäten lassen sich durch eine geschickte Verbindung von Mikrocontroller und 3D-Druck häufig abbilden. Auf diese Weise können fortgeschrittene Experimente zur modernen Physik kostengünstig realisiert werden.

Der Vortrag thematisiert exemplarisch verschiedene Vorgehensweisen anhand zweier Experimente: einem interferometrischen, piezogesteuerten Analogieexperiment zur Gravitationswellendetektion sowie einem funktionalen Modell eines Linearbeschleunigers.

DD 45: Praktika / Neue Praktikumsversuche 3

Zeit: Mittwoch 12:00–13:00

Raum: R4

DD 45.1 Mi 12:00 R4

A Modern Arduino Approach for Advanced Physics Laboratories in the Time of COVID — ●SHAWN ZALESKI, THOMAS HEBBEKER, and KERSTIN HOEPFNER — III Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University, Aachen, Germany

Entering 2021, COVID-19 still threatens to require remote laboratory operation, and new longer-term solutions need to be developed to for students to do this. Many kits have been developed for the introductory level during 2020. However, very little has been developed for the advanced physics laboratory. We have developed a kit that allows advanced lab students to perform a set of mini-experiments using PYTHON, a Raspberry Pi, Arduinos, and Arduino compatible sensors. Students are permitted to take the kit home and only need to provide a few common items, e.g. a ruler, to perform the experiment.

This experiment serves as a nice introduction to microcontrollers. The overarching goal is for students to gain familiarity with the Raspberry Pi, Arduino, and its sensors by performing basic experiments in which the physics is well known and the students learn how to acquire data with these microcontrollers. Students perform mini-experiments from basic kinematics to determining Planck's constant and using a Geiger-Mueller counter. Students use analog-to-digital converters (ADCs), digit-to-analog converters (DACs), accelerometers, and more complex sensors. We give details on the different mini-experiments that the students perform.

We also discuss some of the learning outcomes as well as how the experiment can easily be performed at the university or at home.

DD 45.2 Mi 12:20 R4

Matched Filtering im Fortgeschrittenenpraktikum fürs Lehramt anhand eines Analogieversuchs zur Gravitationswellendetektion — ●MICHAEL DAAM¹, ANTJE BERGMANN¹, CARSTEN ROCKSTUHL¹ und RONNY NAWRODT² — ¹Institut für Theoretische Festkörperphysik, Karlsruher Institut für Technologie (KIT) — ²Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart

Matched Filtering wird in der Datenanalyse eingesetzt, um gemessene

Daten systematisch auf theoretisch vorhergesagte Muster zu untersuchen. Mathematisch beruht sie auf der Kreuzkorrelation gemessener und erwarteter Daten. Die Methode ist in vielen modernen physikalischen Experimenten in den Erkenntnisprozess involviert, wie zum Beispiel bei der Gravitationswellendetektion. Das vorgestellte Experiment bietet fortgeschrittenen Studierenden die Möglichkeit, sich in diesem Kontext anschaulich mit der Methode auseinanderzusetzen.

Ein ebenso wie das reale LIGO Gravitationswellenobservatorium besteht der Praktikumsversuch aus einem Michelson-Interferometer. In diesem Analogieaufbau werden modellierte Signale möglicher Gravitationswelleneignisse mit einem Piezo-Aktuator an einem der Endspiegel in das Interferometer eingekoppelt und die daraus resultierenden Helligkeitsschwankungen im Interferenzmuster mit einer Photodiode gemessen. Die Soundkarte des Computers dient hier gemeinsam mit der Freeware Audacity als preiswerter Datenlogger. Mithilfe des Matched Filtering können die Studenten nun die gemessenen Signale unterscheiden und den entsprechenden Ereignissen zuordnen.

DD 45.3 Mi 12:40 R4

Zeitaufgelöste Absorptionsspektroskopie mit Nanosekundenlasern — TIAGO BUCKUP¹, LEO PÖTTINGER², JONATHAN DÖRING² und ●JENS KÜCHENMEISTER² — ¹Physikalisch Chemisches Institut und Centre for Advanced Materials, Universität Heidelberg — ²Thorlabs GmbH

Ultra-schnelle Prozesse werden oft mithilfe von zeitaufgelöster Absorptionsspektroskopie beobachtet. Dabei regt ein Laser ein System an ("Pump") und ein anderer Laser vermisst, wieviel von der Anregung nach einer gewissen Zeit noch übrig ist ("Probe"). Durch mehrfache Durchführung erhält man dann einen zeitlichen Verlauf des angeregten Zustands. Für viele atomare Zustände bedarf es ungeheuer schneller Laser (z.B. Femtosekunden), die sich für ein normales Praktikum nicht eignen. Wir demonstrieren einen Aufbau, bei dem preiswerte Nanosekundenlaser das zeitliche Absorptionsverhalten eines Triplett-Zustands eines Farbstoffs vermessen. Dies ermöglicht einen überzeugenden Transport des Pump-Probe-Messprinzips von der Forschung in ein Hochschulpraktikum.

DD 46: Lehrendenaus- und -fortbildung 3

Zeit: Mittwoch 12:20–13:00

Raum: R5

DD 46.1 Mi 12:20 R5

Digitale Medien in der naturwissenschaftlichen Lehrkräftebildung: Integriert statt zusätzlich — ●LISA STINKEN-RÖSNER — Leuphana Universität Lüneburg

Eine erfolgreiche Implementation digitaler Medien im Nawi-Unterricht kann nur gelingen, wenn geeignete universitäre und berufsbegleitende Qualifizierungsangebote entwickelt werden, in denen (zukünftigen) Lehrkräften der sinnvolle Einsatz digitaler Medien im Fachunterricht vermittelt wird. Eine besondere Rolle fällt dabei den Fachdidaktiken

zu, da sowohl das Angebot an als auch die Einsatzmöglichkeiten von digitalen Medien je nach Unterrichtsfach variieren.

Im Rahmen des Projektes "FoLe - Digital" wird eine systematische Verankerung digitaler Medien in die naturwissenschaftliche Lehrkräftebildung angestrebt. Hierzu werden digitale Medien nicht als zusätzliches Themenfeld ergänzt, sondern entlang naturwissenschafts-didaktischer Schwerpunkte in die existierenden Module des 4. und 5. Semesters integriert. Im Rahmen der Begleitforschung werden u.a. Einstellungen, motivationale Orientierungen sowie die TPACK-Wissensdomänen der Studierenden im Pre-Re-Post Design erhoben (Stinken-Rösner, im Druck). Die erste Kohorte besteht aus 58 Studierenden, 26 davon nahmen an der freiwilligen Begleitstudie teil. Bereits zwischen Prä- und Re-Test fand eine (hoch) signifikante Zunahme der motivationalen Orientierung, sowie der TK-, CK-, PCK-, TCK- und TPACK-Wissensdomänen statt. Die Ergebnisse der Post-Tests werden aktuell ausgewertet und auf der DPG-Frühjahrstagung präsentiert.

DD 46.2 Mi 12:40 R5

Ein Masterstudiengang mit dem Profil Quereinstieg als alternativer Professionalisierungsweg für das Lehramt an Gymnasien und Integrierten Sekundarschulen — ●NOVID GHASSEMI und VOLKHARD NORDMEIER — Freie Universität, Berlin, Deutschland

Der Bedarf an Lehrkräften kann in vielen Bundesländern nicht durch grundständig ausgebildete Lehrkräfte gedeckt werden. Mit dem Ziel einer vollständigen Unterrichtsversorgung, werden Quer- und Seiteneinsteiger:innen in den Schuldienst eingestellt. Für diese gängige Praxis fehlt bislang ein konzeptueller Rahmen. Ein alternativer, an den Standards für die Lehrer:innenbildung orientierter Professionalisierungsweg ist der Masterstudiengang für das Lehramt an Integrierten Sekundarschulen und Gymnasien mit dem Profil Quereinstieg (Q-Master). Der Modellstudiengang wird seit dem Wintersemester 2016/17 im Land Berlin an der Freien Universität erprobt und die ersten Absolvent:innen sind bereits im Schuldienst. Teile der Evaluation des Studiengangs fokussieren exemplarisch auf das Fach Physik. Hier wird untersucht, welche Professionalisierungswege die Studierenden durchlaufen und welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Vergleich zu regulären Lehramtsstudierenden bestehen. Zu diesem Zweck werden unter anderem fachdidaktisches Wissen, Überzeugungen (zum Lehren und Lernen) und Berufswahlmotive erhoben. Erste Ergebnisse deuten auf eine gelingende Professionalisierung im Zuge des Q-Masterstudiums hin. Im Vortrag werden Ergebnisse aus der Evaluation vorgestellt und diskutiert bezüglich der Ziele sowie der Übertragbarkeit des Q-Mastermodells auf andere Fächer und Standorte.

DD 47: Abschlussplenum

Zeit: Mittwoch 13:00–13:30

Raum: R1

Aussprache zur Tagung

DD 48: Mittagspause

Zeit: Mittwoch 13:30–14:30

Raum: P

In den Pausenraum gelangt man über den wonder.me-Link.

DD 49: Workshop 2: Hochschuldidaktische Konsequenzen aus zwei Semestern Krisenlehre

Zeit: Mittwoch 14:30–16:30

Raum: R1

Workshop

DD 49.1 Mi 14:30 R1

Hochschuldidaktische Konsequenzen aus zwei Semestern Krisenlehre — ●STEFAN BRACKERTZ¹, AMR EL MINI AWY², JEANETTE GEHLERT³, DANIELA KERN-MICHLER⁴ und MANUEL LÄNGLE⁵ — ¹Uni Köln — ²HU Berlin — ³Uni Göttingen — ⁴Uni Frankfurt — ⁵Uni Wien

Die Umstellung des Lehrbetriebs an den Hochschulen auf Online-Lehre hat nicht nur technische, sondern vor allem auch didaktische Herausforderungen mit sich gebracht, die vielfältig – und zum Teil sehr unterschiedlich – beantwortet wurden. An einer systematischen hochschulübergreifenden Auswertung fehlt es bislang aber noch. In diesem Workshop wollen wir den aktuellen Stand der Debatte in verschiedenen Organisationen vorstellen, exemplarisch Projekte präsentieren und diskutieren, wie es gelingen kann, dass die wertvollen Erfahrungen dieser Zeit nicht mit der Rückkehr zur Präsenzlehre verloren gehen.

Programm:

- Stand der Debatte über Online-Lehre aus verschiedenen Blickwinkeln
- Vorstellung fachbereichsweiter Projekte zur Gestaltung von Online-Lehre
- Exemplarische Vorstellung von Erfahrungen mit Online-Lehrformaten
- Erste Evaluationsergebnisse von Online-Lehre
- Podiumsdiskussion: "Was haben wir aus der Onlinelehre gelernt? Wie gelingt es dies langfristig fruchtbar zu machen?"

Weitere Infos: www.studienreform-forum.de