

Physics Education Division Fachverband Didaktik der Physik (DD)

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

Übersicht über Hauptvorträge, Fachsitzungen und Workshops

Hörsaal ELP 6: HS 2
Seminarräume ELP 1: SR 3.21, SR 3.22, SR 3.25, SR 2.26, SR 2.28
Poster ELP 6: Foyer

Plenarvortrag der Didaktik

PV IV Tue 9:45–10:30 ELP 6: HS 3+4 **Climate Crisis Education-Physics Instruction's Role in Ensuring a Sustainable Future** — ●DOUG LOMBARDI

Hauptvorträge

DD 1.1 Mon 11:00–12:30 ELP 6: HS 2 **Wie kann Bildung junge Menschen zur Mitgestaltung gesellschaftlicher Transformation im Kontext der Klimakrise ermöglichen?** — ●MARTIN SCHWICHOW, JOHANNA KRANZ

DD 7.1 Mon 17:40–18:30 ELP 6: HS 2 **Öfter mal die Brille wechseln? Interdisziplinäres Lernen in Schulphysik und Lehramtsausbildung** — ●LUTZ KASPER

DD 19.1 Tue 15:10–16:00 ELP 6: HS 2 **Umweltkrise = Verhaltenskrise? Individuelle und systemische Katalysatoren nachhaltigen Handelns** — ●GERHARD REESE

Preisvorträge der Didaktik

DD 31.1 Wed 11:20–11:50 ELP 1: SR 3.21 **Satellitenfunk, MoonBounce und Atmosphärenforschung: Die modernste Technologie in der Schule** — ●SAFIA OUAZI

DD 31.2 Wed 11:50–12:20 ELP 1: SR 3.21 **Rückblick auf 40 Jahre Physikunterricht mit Sonderaktivitäten** — ●HEINZ-WERNER OBERHOLZ

DD 40.1 Wed 15:10–16:00 ELP 6: HS 2 **Quantenphysik in der Schule: Neue Perspektiven durch Quantentechnologien** — ●RAINER MÜLLER

Invited Talks of the joint Symposium How to Cope with Apocalyptic Narratives? (SYAN)

See SYAN for the full program of the symposium.

SYAN 1.1 Mon 14:00–14:40 ELP 6: HS 4 **The Apocalyptic Moment Is Over - And It Won't Come Back Anytime Soon** — ●FRANK UEKOETTER

SYAN 1.2 Mon 14:40–15:20 ELP 6: HS 4 **Shaping Cold War Futures through the Nuclear Winter Study: Narratives, Imaginaries and Legitimacy** — ●EGLE RINDZEVICIUTE

SYAN 1.3 Mon 15:20–16:00 ELP 6: HS 4 **The Role of Storytelling in Climate Communication** — ●DENISE MÜLLER-DUM

Fachsitzungen

DD 1.1–1.1	Mon	11:00–12:30	ELP 6: HS 2	Hauptvortrag 1: Schwichow und Kranz
DD 2.1–2.3	Mon	16:30–17:30	ELP 1: SR 3.21	Lehr-Lernforschung II
DD 3.1–3.3	Mon	16:30–17:30	ELP 1: SR 3.22	Hochschuldidaktik – Studiengänge
DD 4.1–4.3	Mon	16:30–17:30	ELP 1: SR 3.25	Hochschuldidaktik – Experimente
DD 5.1–5.3	Mon	16:30–17:30	ELP 1: SR 2.26	Anregungen, Sonstige
DD 6.1–6.3	Mon	16:30–17:30	ELP 1: SR 2.28	Quantenphysik I
DD 7.1–7.1	Mon	17:40–18:30	ELP 6: HS 2	Hauptvortrag 2: Kasper
DD 8.1–8.4	Tue	11:00–12:20	ELP 1: SR 3.21	Lehr-Lernforschung II
DD 9.1–9.4	Tue	11:00–12:20	ELP 1: SR 3.22	Hochschuldidaktik – Formate
DD 10.1–10.4	Tue	11:00–12:20	ELP 1: SR 3.25	Hochschuldidaktik – Kompetenzen
DD 11.1–11.4	Tue	11:00–12:20	ELP 1: SR 2.26	Geschichte der Physik und physikdidaktische Forschung
DD 12.1–12.4	Tue	11:00–12:20	ELP 1: SR 2.28	Quantenphysik II
DD 13.1–13.5	Tue	14:00–15:00	ELP 6: Foyer	Quantenphysik – Poster
DD 14.1–14.10	Tue	14:00–15:00	ELP 6: Foyer	Neue / digitale Medien – Poster
DD 15.1–15.2	Tue	14:00–15:00	ELP 6: Foyer	Neue Konzepte – Poster
DD 16.1–16.7	Tue	14:00–15:00	ELP 6: Foyer	Lehr-Lernforschung – Poster
DD 17.1–17.4	Tue	14:00–15:00	ELP 6: Foyer	Außerschulisches Lernen – Poster
DD 18.1–18.1	Tue	14:00–15:00	ELP 6: Foyer	Bildung für nachhaltige Entwicklung – Poster
DD 19.1–19.1	Tue	15:10–16:00	ELP 6: HS 2	Hauptvortrag 3: Reese
DD 20.1–20.4	Tue	16:30–17:50	ELP 1: SR 3.21	Lehr-Lernforschung III
DD 21.1–21.4	Tue	16:30–17:50	ELP 1: SR 3.22	Hochschuldidaktik – Mathematik
DD 22.1–22.4	Tue	16:30–17:50	ELP 1: SR 3.25	Neue / digitale Medien
DD 23.1–23.4	Tue	16:30–17:50	ELP 1: SR 2.26	Bildung für nachhaltige Entwicklung
DD 24.1–24.4	Tue	16:30–17:50	ELP 1: SR 2.28	Quantenphysik III
DD 25	Tue	18:00–20:00	ELP 6: HS 2	Mitgliederversammlung
DD 26.1–26.1	Wed	11:00–11:20	ELP 1: SR 3.21	Anregungen
DD 27.1–27.4	Wed	11:00–12:20	ELP 1: SR 3.22	Hochschuldidaktik – Sachwissen
DD 28.1–28.3	Wed	11:00–12:00	ELP 1: SR 3.25	Experimente und Praktika
DD 29.1–29.1	Wed	11:00–12:30	ELP 1: SR 2.26	Workshop: Maschinelles Lernen in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung
DD 30.1–30.4	Wed	11:00–12:20	ELP 1: SR 2.28	Astronomie
DD 31.1–31.2	Wed	11:20–12:20	ELP 1: SR 3.21	Vorträge Lehrerpreise
DD 32.1–32.6	Wed	14:00–15:00	ELP 6: Foyer	Lehreraus- und -fortbildung – Poster
DD 33.1–33.1	Wed	14:00–15:00	ELP 6: Foyer	Sprache und Physikunterricht – Poster
DD 34.1–34.1	Wed	14:00–15:00	ELP 6: Foyer	Physikdidaktik und Inklusive – Poster
DD 35.1–35.6	Wed	14:00–15:00	ELP 6: Foyer	Hochschuldidaktik – Poster
DD 36.1–36.4	Wed	14:00–15:00	ELP 6: Foyer	Praktika und neue Praktikumsversuche – Poster
DD 37.1–37.3	Wed	14:00–15:00	ELP 6: Foyer	Präsentation von Experimenten – Poster
DD 38.1–38.9	Wed	14:00–15:00	ELP 6: Foyer	Astronomie – Poster
DD 39.1–39.4	Wed	14:00–15:00	ELP 6: Foyer	Sonstiges – Poster
DD 40.1–40.1	Wed	15:10–16:00	ELP 6: HS 2	Hauptvortrag 4 (Georg-Kerschenstein-Preis): Müller
DD 41.1–41.1	Wed	16:00–17:30	ELP 1: SR 3.21	Workshop: Studienreformforum

Mitgliederversammlung des Fachverbands Didaktik der Physik

Dienstag 27.02.2024 18:00–20:00 ELP 6: HS 2

- Genehmigung der Tagesordnung
- Genehmigung des Protokolls der MV vom 07.03.2023
- Berichte aus den Arbeitsgruppen
- Wahl des Vorstands
- Termine
- Verschiedenes

DD 1: Hauptvortrag 1: Schwichow und Kranz

Time: Monday 11:00–12:30

Location: ELP 6: HS 2

Invited Talk

DD 1.1 Mon 11:00 ELP 6: HS 2

Wie kann Bildung junge Menschen zur Mitgestaltung gesellschaftlicher Transformation im Kontext der Klimakrise ermächtigen? — ●MARTIN SCHWICHOW¹ und JOHANNA KRANZ² — ¹PH Freiburg, Kunzenweg 21, 79117 Freiburg — ²Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen, Hauptstraße 16, 67705 Trippstadt

Bildung soll junge Menschen befähigen, die zur Eindämmung des Klimawandels notwendige gesellschaftliche Transformation nachzuvollziehen und mitzugestalten. Bisherige Klimabildungsansätze fokussieren jedoch auf eine Veränderung des individuellen Konsumverhaltens und schreiben damit die Verantwortung für einen ganzheitlichen Systemwandel den einzelnen Menschen zu. Individuelle Änderungen im Kon-

sumverhalten reichen jedoch nicht aus, um eine bedeutsame Reduktion von Treibhausgasemissionen zu erreichen. Stattdessen bedarf es politischer Regulation. Klimabildung muss daher auch politische Steuerungsmöglichkeiten thematisieren, um junge Menschen zur aktiven Mitgestaltung der anstehenden Transformation zu ermächtigen. Der Vortrag zeigt auf, dass bisher im Unterricht überwiegend Handlungen im privaten und nicht im politischen Raum adressiert werden. Anhand eines theoretischen Handlungsmodells werden unterschiedliche Arten des umweltbewussten Engagements vorgestellt, um Wissen, Einstellungen und Kompetenzen abzuleiten, welche Lernenden zu privaten und öffentlichen Handlungen befähigen. Abschließend wird diskutiert, welchen Beitrag der Physikunterricht zu einer Klimabildung leisten kann, welche auch die politische Dimension der Klimakrise adressiert.

DD 2: Lehr-Lernforschung II

Time: Monday 16:30–17:30

Location: ELP 1: SR 3.21

DD 2.1 Mon 16:30 ELP 1: SR 3.21

Eye-Tracking-Studie zur Untersuchung von Strategien im Umgang mit Schaltplänen — ●STEFANIE PETER und OLAF KREY — Universität Augsburg

Beim Lernen, Anwenden und Kommunizieren physikalischer Konzepte spielen externe Repräsentationen eine zentrale Rolle. In der Elektrizitätslehre werden Schaltpläne genutzt, um elektrische Stromkreise auf einheitliche und übersichtliche Weise darzustellen. Der Umgang mit Schaltplänen stellt für Lernende jedoch eine Herausforderung dar, was beispielsweise bei Schwierigkeiten im Erkennen von Reihen- und Parallelschaltungen oder dem Misslingen von Translationen zwischen Schaltplan und Realschaltung deutlich wird. Auf welche Weise Lernende Informationen aus Schaltplänen entnehmen und diese mit physikalischen Konzepten verknüpfen ist bisher jedoch nicht bekannt. In einer Eye-Tracking-Studie untersuchen wir, inwiefern aus der visuellen Aufmerksamkeit von Lernenden beim Lösen von Aufgaben zu elektrischen Stromkreisen Strategien im Umgang mit Schaltplänen rekonstruiert werden können. Erste Ergebnisse zeigen Unterschiede im visuellen Verhalten der Lernenden, die im Zusammenhang mit verschiedenen Argumentationsweisen stehen.

DD 2.2 Mon 16:50 ELP 1: SR 3.21

Zum Einfluss der Nutzung von Modellanalogien auf das Konzeptwissen - Bericht zum Leistungsstand gymnasialer Mittelstufenschüler*innen in der Elektrizitätslehre — ●FLORIAN FRANK und THOMAS TREFZGER — Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik

Zur Vermittlung der grundlegenden Konzepte der Elektrizität werden häufig Modelle zum elektrischen Stromkreis verwendet. Diese Modelle basieren meist auf Analogien zu den Schülerinnen und Schülern (SuS) bekannten Objekten oder Konzepten, wie einer Fahrradkette oder dem Luftdruck. Durch die Nutzung der Modellvorstellungen wird versucht,

zwischen den bekannten Objekten (z.B. den Gliedern einer Fahrradkette) und den Fachinhalten (z.B. den sich in einem Stromkreis bewegendenden Elektronen) Verknüpfungen herzustellen. Diese Verknüpfungen sollen den SuS dabei helfen, ein Grundverständnis von den Konzepten der Elektrizität zu entwickeln. In einem Forschungsprojekt zu digitalen Unterstützungsmöglichkeiten der Vermittlung in der E-Lehre wurden in den Schuljahren 2022/23 und 2023/24 unter anderem Daten zum Konzeptwissen zur Elektrizität von Mittelstufen-Schülerinnen und -Schülern bayerischer Gymnasien erhoben. Diese Daten wurden gemeinsam mit den erhobenen Rahmeninformationen zum von den SuS besuchten Unterricht dazu genutzt, den Einfluss der im Unterricht genutzten Modellanalogien auf das Konzeptwissen der SuS zu untersuchen. Im Vortrag wird über den Leistungsstand der SuS berichtet, Lernschwierigkeiten und -hürden in der Elektrizitätslehre beleuchtet und ausgewählte Analogiemodelle vorgestellt.

DD 2.3 Mon 17:10 ELP 1: SR 3.21

Konzeptionelles Verständnis von Studierenden der Ingenieurwissenschaften zum elektrischen Stromkreis — ●BERNADETTE SCHORN¹ und ALEXANDER VOIGT² — ¹Europa-Universität Flensburg — ²Hochschule Flensburg

Sowohl national als auch international zeigen sich in den Studien zu Lernendenvorstellungen zum elektrischen Stromkreis bei Studierenden typische Lernendenvorstellungen und Lernschwierigkeiten wie z. B. die Stromverbrauchsvorstellung (Burde et al. 2022, Chang & Shieh 2018, Fromme 2018, Goris & Dyrenfurth 2013). Zur Untersuchung des Verständnisses von Studierenden der Ingenieurwissenschaften zu grundlegenden Konzepten des elektrischen Stromkreises und möglichen Veränderungen des konzeptionellen Verständnisses durch Lehrveranstaltungen wurden an der Hochschule Flensburg in einem Zwei-Gruppen-Pretest-Posttest-Design Befragungen durchgeführt. Es werden erste Ergebnisse zum konzeptionellen Verständnis der Proband:innen im Allgemeinen sowie erste Ergebnisse der Interventionsstudie vorgestellt.

DD 3: Hochschuldidaktik – Studiengänge

Time: Monday 16:30–17:30

Location: ELP 1: SR 3.22

DD 3.1 Mon 16:30 ELP 1: SR 3.22

Das Q-Masterstudium als wissenschaftsbasierter Quereinstieg in das Lehramt. Ergebnisse der Begleitforschung zum Fach Physik an der FU Berlin — ●NOVID GHASSEMI und VOLKHARD NORDMEIER — Freie Universität Berlin

Mit dem bestehenden und für die kommenden Jahre erwarteten Mangel an grundständig qualifizierten Lehrpersonen werden weiterhin alternative Wege in das Lehramt benötigt. Ein diesbezüglich oftmals positiv hervorgehobenes Modell sind die sogenannten Quereinstiegs-Masterstudiengänge (kurz: Q-Master). Dabei wird zwar kein grundständiges Lehramtsstudium absolviert; im Gegensatz zum Quereinstieg ist dem Vorbereitungsdienst hier allerdings ein spezielles Lehramts-

masterstudium vorangestellt. Empirische Studien zu diesem alternativen Weg in den Lehrer*innenberuf deuten bislang auf günstige motivationale und kognitive Eingangsbedingungen sowie eine vergleichbare Ausprägung und Entwicklung der berufsrelevanten, professionellen Kompetenzen der Studierenden hin. Der Vortrag stellt die Ergebnisse der Begleitstudie zum Q-Masterstudiengang im Fach Physik an der FU Berlin vor und diskutiert diese hinsichtlich ihrer Implikationen für alternative Wegen in den Beruf sowie die Lehrer*innenbildung in Deutschland allgemein.

DD 3.2 Mon 16:50 ELP 1: SR 3.22

Fachwissenschaft fürs Lehramt: 2 Beispiele und was sich

daraus lernen lässt — ●ANDREAS SCHULZ¹, STEFAN BRACKERTZ¹ und THOMAS JOCKWEG² — ¹Universität zu Köln, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät — ²Gesamtschule Köln-Holweide

Seit Langem, zuletzt in diesem Jahr [1,2] fordert die DPG ein Lehramtsstudium sui generis inklusive eigener, auf das Lehramt zugeschnittener fachwissenschaftlicher Veranstaltungen. Allein: Trotz angeregter Debatten und pointierter Stellungnahmen, wie etwa in den Leserbriefen im Physik Journal ist allerdings kaum klar, was diese Veranstaltungen eigentlich ausmacht außer weniger Details, weniger Mathe und Auslassen von Inhalten [2].

In diesem Vortrag werden exemplarisch zwei fachwissenschaftliche Veranstaltungen fürs Lehramt zur modernen Physik vorgestellt: Kern- und Elementarteilchen-Physik und Astrophysik.

An Hand der Konzeption dieser Veranstaltungen werden einige Leitideen für die Gestaltung von Lehramts-bezogenen fachwissenschaftlichen Physikveranstaltungen heraus gearbeitet. Zuletzt soll die mit Sicherheit kontroverse Frage diskutiert werden, ob Veranstaltungen, die diesen Leitideen folgen, nicht für alle Studierenden die besseren sind.

[1] Woitzik et al.: Physik Journal 7/23, S. 35ff

[2] Heinicke et al.: Physik Journal 12/23, S. 43ff

DD 3.3 Mon 17:10 ELP 1: SR 3.22

Vom Karzer zum Bachelor: Eine kurze Geschichte der Prü-

fungsversuchsbeschränkungen — ●STEFAN BRACKERTZ¹, ANNE-MARIE SICH¹, BARBARA OBWALLER⁴, LISA LEHMANN², AMR EL MINIAWY³, ROBERT BARTZ¹, PHILIPP BÖNNINGHAUS¹ und JONATHAN MOELLER² — ¹Universität zu Köln, Fachschaft Physik — ²TU Dresden, Fachschaft Physik — ³HU Berlin, Fachschaftsinitiative Physik — ⁴Universität Innsbruck, Studienvertretung Physik

Die erschreckenden Ergebnisse jüngster Studien zur mentalen Gesundheit [1] von Studierenden geben der Debatte über Prüfungsversuchsrestriktionen eine neue Aktualität. Die Argumente dieser Diskussion und die Erfahrungen in Physikstudiengängen an verschiedenen Universitäten sind inzwischen weitgehend systematisiert und dokumentiert [2], einige Vorreiter-Universitäten haben bereits mehr als ein Jahrzehnt an Erfahrung mit der Abschaffung dieser Restriktionen und an einigen Orten gibt es vorsichtige Schritte zur Lockerung.

Hauptbedenken bei diesen Schritten ist in der Regel, dass Studierende ohne Restriktionen die Prüfungsvorbereitung weniger ernst nähmen. Interessant ist, dass solche Überlegungen in der Entstehungsgeschichte dieser Restriktionen kaum eine Rolle gespielt haben. Als Beitrag zur Debatte sollen daher Ursprung der Prüfungsversuchsbeschränkungen und die Debatte um diese Regelung seit dem 19. Jh. skizzenhaft rekonstruiert werden.

[1] TK-Gesundheitsreport 2023, <https://ogy.de/2kr6>

[2] Themenseite des Studienreformforums, <https://studienreformforum.de/de/themen/pruefungsversuchsbeschränkungen/>

DD 4: Hochschuldidaktik – Experimente

Time: Monday 16:30–17:30

Location: ELP 1: SR 3.25

DD 4.1 Mon 16:30 ELP 1: SR 3.25

Zentrales Datenmanagement im Praktikumlabor mit elektronischen Laborbüchern — ●CEDRIC KESSLER, JOHANNES MARCZINKOWSKI, STEFAN MOHN, REBEKKA MURATI, VALENTINA ALBERINI, ANTONIA PÉREZ-CEREZO, ANDREA MERLI, CHRISTIAN HENNIG, RALPH ERNSTORFER und NINA OWSCHIMIKOW — Institut für Optik und Atomare Physik, Technische Universität Berlin

Die erfolgreiche Digitalisierung an Hochschulen erfordert neben moderner Hardware, auch die Schulung der Studierenden auf die neuen Technologien. Es muss auf den Laboralltag mit hochmodernen Computercluster, vollautomatisierten Elektronenmikroskopen und Kollaboration mit internationalen Kolleg*Innen über digitale Plattformen vorbereitet werden. Das seit Langem genutzte händische Laborbuch kann mit diesem Fortschritt nicht mithalten und immer strengere Forschungsrichtlinien erfordern einen umfangreichen Datenmanagementplan. Im modernen Labor unterstützt das frei verfügbare elektronische Laborbuch openBIS [1] die digitale Protokollierung vom Laborgeschehen, zentrale Datensammlung, Verwaltung von Laborinventar und flexiblen Zugriff hierauf über eine Vielzahl von Plattformen. Die Studierenden können durch vorgegebene oder Freitext-Felder in die Laborbuchführung eingeführt werden. Die zentrale Datenverwaltung erleichtert Evaluationen und ermöglicht den Datenaustausch unter Studierenden.

[1] Barillari, C., Et al. (2016). openBIS ELN-LIMS: an open-source database for academic laboratories. *Bioinformatics* (Oxford, England), 32(4), 638 – 640.

DD 4.2 Mon 16:50 ELP 1: SR 3.25

Digitalisierung im physikalischen Anfänger*innenpraktikum als Zweck oder Mittel?: — ●JOHANNES MARCZINKOWSKI, CEDRIC KESSLER, REBEKKA MURATI, STEFAN MOHN, VALENTINA ALBERINI, ANTONIA PÉREZ-CEREZO, CHRISTIAN HENNIG, ANDREA MERLI, RALPH ERNSTORFER und NINA OWSCHIMIKOW — Institut für Optik und Atomare Physik, Technische Universität Berlin

„Digitalisierung“ zählt zu den Schlüsselbegriffen in der Debatte um die Modernisierung der Bildung auf allen Ebenen. Traditionelle Ausbildungsinhalte werden zunehmend durch digitale Hilfsmittel ergänzt. Darüber hinaus hat die Digitalisierung zu grundlegenden Veränderungen im Arbeitsalltag von Physiker*innen geführt, insbesondere im

Hinblick auf den Umfang und die Geschwindigkeit der Datenerfassung, die Ansteuerung von Experimenten und die Datenanalyse. Diese Entwicklungen müssen nun in das Physikstudium integriert werden. Das Erlernen von grundlegenden Kompetenzen im Umgang mit Daten, wie Datendokumentation und -management, ist ein unverzichtbarer Bestandteil der modernen Physiker*innenausbildung. An der TU Berlin ersetzen in den physikalischen Anfängerpraktika elektronische Laborbücher die herkömmlichen Papierlaborbücher. Diese bieten Zugang zu weiterführenden Inhalten, wie der professionellen Dokumentation nach FAIR-Kriterien [1], dem Umgang mit Labor-Informationssystemen (LIMS) und einer Datenbankfunktion.

[1] M. D. Wilkinson et al., *Sci. Data* 3, 160018 (2016)

DD 4.3 Mon 17:10 ELP 1: SR 3.25

Physik.SMART: Mit Smartphone-Experimenten die Grenzen zwischen Vorlesung, Übung und Praktikum überwinden — ●HEIDRUN HEINKE¹, DOMINIK DORSEL¹, SEBASTIAN STAACKS¹, MOSAB ABUMEZIED¹, MARINA HRUSKA², CHRISTOPH STAMPPER¹ und CHRISTIAN EFFERTZ² — ¹RWTH Aachen University — ²FH Aachen

Im Projekt Physik.SMART der Stiftung Innovation in der Hochschullehre wird exemplarisch für verschiedene Adressatengruppen demonstriert, wie Smartphone-basierte eigenständig durchgeführte Studierenden-Experimente die tradierte Physiklehre an Hochschulen grundlegend verändern können. Hierfür wird die App phyphox weiterentwickelt und es werden einfache Zusatzmaterialien für Experimente mit Smartphone-internen Sensoren, v.a. aber externe Sensorboxen für eine breite Vielfalt von kostengünstigen, digital gestützten Experimenten in allen Teilgebieten der Physik bereitgestellt. Dies ermöglicht Experimente im gesamten Kanon typischer Veranstaltungen zur Experimentalphysik und schafft die Voraussetzung für eine grundlegende Umgestaltung der Physiklehre an Hochschulen durch die Überwindung der aktuellen Trennung zwischen den Vorlesungen und dem Experimentieren der Studierenden (bisher in Praktika). Die Studierenden können damit zeitlich passend zum Vorlesungsstoff instruktive Experimente durchführen und dabei mit einfachen (Alltags-)Mitteln unter Nutzung ihrer fachlichen Neugier und Kreativität individuelle Versuchsaufbauten und Messszenarien entwickeln. Im Beitrag wird das Konzept vorgestellt und es werden erste Erfahrungen mit der Umsetzung präsentiert.

DD 5: Anregungen, Sonstige

Time: Monday 16:30–17:30

Location: ELP 1: SR 2.26

DD 5.1 Mon 16:30 ELP 1: SR 2.26

Klimabildung - schulisch und außerschulisch vernetzt — ●JONAS TISCHER¹, ELENA VETTER², INA DE BUHR² und MICHAEL KOMOREK¹ — ¹Universität Oldenburg — ²Neues Gymnasium Wilhelmshaven

Komplexe gesellschaftliche Herausforderungen wie der Klimawandel zu verstehen und anzugehen, erfordert das Zusammenspiel vieler disziplinärer Zugänge. Schule ist hierbei oft überfordert, weil separierte Fächer in ihren Angeboten unterkomplex bleiben. Im Projekt ReBiS (Regionales MINT-Bildungsökosystem) werden daher außerschulische Lernangebote, die meist multidisziplinär strukturiert sind, in mehreren Schulfächer eingebettet. Dadurch entsteht zum komplexen Thema Klimawandel ein neues Lernangebot, an dem mehrere Fächer und außerschulische Lernorte beteiligt sind. Es weist eine dem Thema angemessene Komplexität auf, ohne Lehrkräfte und Schüler:innen zu überfordern. ReBiS wird von der Deutschen Telekom Stiftung gefördert; im Raum Wilhelmshaven/Friesland/Oldenburg wirken sechs außerschulische Lernorte und vier Schulen mit vielfältigen Fächerkombinationen mit. Die Schulklassen wählen einen Problemkontext, den sie vielfältig und über mindestens ein Schuljahr lang angehen. Im Vortrag stellen wir das Konzept 'Herausforderung Leben im Klimawandel' des Neuen Gymnasiums in Wilhelmshaven vor.

DD 5.2 Mon 16:50 ELP 1: SR 2.26

Kooperative Datenerfassung am Beispiel des Hertzsprung-Russell-Diagramms — ●SVEN LEVETZOW und LUKAS MACZEWSKY — Universität Rostock

Die digitale Messwerterfassung ist in den Rahmenplänen für das Fach Physik in Mecklenburg-Vorpommern fest verankert. Neben der Nutzung von Smartphones und Sensoren zur Messwerterfassung oder Videoanalysesoftware ist die kooperative Datenerfassung eine Möglichkeit, der digitalen Messwerterfassung gerecht zu werden. Dieser Vortrag stellt die kooperative Methode mit einem Ersatzversuch zur Einführung des Hertzsprung-Russell-Diagramms vor. Schülerinnen und Schüler werten Aufnahmen von Sternen in verschiedenen Himmels-

auschnitten hinsichtlich ihrer Farbe und ihrer Helligkeit bezüglich der HSL-Farbskala aus. Durch das Zusammentragen vieler Messwerte kann das Hertzsprung-Russell-Diagramm erarbeitet und der wissenschaftliche Erkenntnisprozess nachvollzogen werden.

Es wird eine mögliche Unterrichtsstunde vorgestellt, die die Entwicklung der experimentellen Teilkompetenz *Fragestellung entwickeln* fokussiert. Weiterhin wird diese Unterrichtsstunde anhand verschiedener didaktischer Modelle und Theorien in den Erkenntnisprozess von Schülerinnen und Schülern eingeordnet.

DD 5.3 Mon 17:10 ELP 1: SR 2.26

Prozess- und Sequenzanalyse von schriftlichen Problemlöseansätzen — ●PAUL TSCHISGALE¹, STEFAN PETERSEN¹, PETER WULFF² und KNUT NEUMANN¹ — ¹IPN, Kiel, Germany — ²Heidelberg University of Education, Heidelberg, Germany

Problemlösen ist eine zentrale Arbeitsweise für PhysikerInnen und spielt im Physikunterricht und -studium eine wichtige Rolle. Individualisiertes Feedback zum Problemlösen ist dabei für den Erwerb von Problemlösefähigkeiten unabdingbar, jedoch zeitaufwändig und erfolgt daher eher selten. Methoden des maschinellen Lernens bieten Potential für skalierbare, automatisierte und personalisierte Rückmeldungen. Solche Rückmeldungen überprüfen in der Regel primär, ob bestimmte Elemente in einer Problemlösung vorhanden sind. Die Reihenfolge, in der bestimmte Elemente in einer Problemlösung auftreten, spielt hierbei keine Rolle. Wir gehen der Frage nach, wie sich schriftliche Problemlösungen von SchülerInnen auf dieser Prozessebene charakterisieren und welche Problemlösestrategien sich identifizieren lassen. Hierfür wurden Problemlösungen auf Satzebene betrachtet und jedem Satz eines der Themen Annahmen, Konzepte, quantitative Aspekte, Hypothesen, Metabeschreibungen zugeordnet. Basierend darauf wurde untersucht, 1) inwieweit bestimmte Sequenzen von Themen prädiktiv für erfolgreiches Problemlösen sind und 2) inwieweit sich die Struktur der Problemlösungen zwischen SchülerInnen unterscheidet. Der Vortrag präsentiert erste Ergebnisse dieser Untersuchung und beschreibt Implikationen für die Verbesserung automatisierter Rückmeldesysteme durch Einbeziehung der Prozessebene von Problemlösungen.

DD 6: Quantenphysik I

Time: Monday 16:30–17:30

Location: ELP 1: SR 2.28

DD 6.1 Mon 16:30 ELP 1: SR 2.28

Quantentechnologien in der Industrie: Herausforderungen, Bedarfe und Empfehlungen für die Gestaltung von Bildungsangeboten — ●FRANZISKA GREINERT, RAINER MÜLLER, ISMET N. DOGAN und MALTE S. UBBEN — Technische Universität Braunschweig, IFdN, Physik und Physikdidaktik

Quantentechnologien wie Quantensensoren, Quantencomputer und Quantenkommunikationssysteme gewinnen rasant an industrieller Bedeutung. Damit steigt auch der Bedarf an Fachkräften in der Industrie. Doch was braucht die Industrie? Vor welchen Herausforderungen steht sie, welche Rollen sind zu besetzen und welche Personengruppen benötigen welche Bildungsmaßnahmen? Und wie sollten die Bildungsangebote aussehen?

Diese Bildungsbedarfe der Industrie in Europa wurden in 34 Interviews und einem Follow-up-Fragebogen mit über 50 Antworten erhoben. Im Vortrag werden die zentralen Bedarfe thematisiert und Empfehlungen für die Gestaltung von Bildungsangeboten gegeben.

DD 6.2 Mon 16:50 ELP 1: SR 2.28

Quantentechnologien für die Industrie: Entwicklung und Evaluation von Bildungsangeboten — ●ISMET N. DOGAN, FRANZISKA GREINERT, MALTE S. UBBEN und RAINER MÜLLER — Technische Universität Braunschweig, Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften, Abteilung Physik und Physikdidaktik

Mit der steigenden Bedeutung der Quantentechnologien zweiter Generation wird auch ein deutlicher Anstieg des Bedarfs an Fachkräften prognostiziert. An den bereits bestehenden und kontinuierlich ausgebauten Angeboten an Studiengängen anknüpfend, zielt das QTIndu-Projekt auf die Entwicklung und die Evaluation von Bildungsangebo-

ten für die Industrie ab. Im Vortrag werden das QTIndu-Projekt, die bisherigen Ergebnisse sowie zukünftige Vorhaben präsentiert. Hierzu erfolgt ein Einblick in das allgemeine Evaluationssystem des Projektes und die in 2023 gestartete Konzipierung und Entwicklung von Lernmaterialien.

DD 6.3 Mon 17:10 ELP 1: SR 2.28

Quanteninformatik in der Lehrerbildung mit Transfer in den berufsorientierenden Unterricht — MORITZ FÖRSTER, ●GESCHE POSPIECH und JULIA UNGER — TU Dresden, Professur für Didaktik der Physik

Quantentechnologien bilden ein fest etabliertes und weiterhin stark wachsendes Forschungsfeld mit großem Anwendungspotenzial für die Industrie. Eine der aktuellen Herausforderungen für Deutschland und Europa besteht darin, den erwartbar wachsenden Bedarf an spezifisch ausgebildeten Fachkräften mittel- und langfristig zu decken.

Das Projekt QUILT (Quanteninformatik in der Lehrerbildung mit Transfer in den berufsorientierenden Unterricht) zielt langfristig auf die Gewinnung von Fachkräften durch einen berufsorientierenden Ansatz im Physikunterricht ab. Unter aktiver Beteiligung industrieller Partner wird eine universitäre Lehrveranstaltungen konzipiert, in der Lehramtsstudierende die Grundlagen der Quanteninformatik in einem allgemeinbildenden Sinne erlernen, einen konkreten Einblick in die Berufswelt erhalten und die Kompetenzen erwerben, ihren eigenen Unterricht berufsorientierend zu gestalten. Auf diese Weise soll der Unterricht dazu beitragen, dass die Schüler:innen zum einen berufliche Perspektiven erfahren und zum anderen ein Verständnis für das Zusammenspiel von Wissenschaft, Technik und Wirtschaft entwickeln.

Im Vortrag wird ein Überblick über die konzipierte Lehrveranstaltung sowie über erste Ergebnisse der Evaluation gegeben.

DD 7: Hauptvortrag 2: Kasper

Time: Monday 17:40–18:30

Location: ELP 6: HS 2

Invited Talk DD 7.1 Mon 17:40 ELP 6: HS 2
Öfter mal die Brille wechseln? Interdisziplinäres Lernen in Schulphysik und Lehramtsausbildung — ●LUTZ KASPER — PH Schwäbisch Gmünd, Abteilung Physik

Die gegenwärtige Situation des Physikunterrichts wie auch der Ausbildung von Physiklehrkräften zwingt alle Beteiligten zu einer kritischen Reflexion. Während ersterer seit langem an Motivationsdefiziten bei Lernenden krankt, trübt der Lehrkräftemangel bei gleichzeitig immer öfter unbesetzt bleibenden Studienplätzen des Physik-Lehramtes das Gesamtbild weiter ein. Lösungen für diese Probleme müssen auf verschiedenen Ebenen, z.B. der inhaltlich-curricularen, der bildungspolitischen und der gesellschaftlichen, gesucht werden. Indem die Begriffe des authentischen Alltagskontextes und der Interdisziplinarität

miteinander in Zusammenhang gebracht werden, soll hier ein Faktor der inhaltlichen Ebene zur Diskussion gestellt werden. Authentizität und Kontextorientierung sind in fachdidaktischer Forschung und Lehre längst keine Unbekannten. Lehrende, die diese in standardisierte Curricula (Bildungsstandards) integrieren, sehen sich oft in der Lage, die Grenzen der Physik überschreiten zu müssen. Wie gut werden sie in ihrem Studium darauf vorbereitet? Welchen Stellenwert hat Interdisziplinarität in einem Studiengang, der mit zwei Fächern und den bildungswissenschaftlichen Anteilen ohnehin multiperspektivisch angelegt ist? Wie können inhaltlich und methodisch integrative Ansätze bereits in der Schule, vor allem aber in der Lehrkräftebildung gefördert werden? Neben begrifflichen Klärungen und beispielhaften Einblicken greift der Vortrag die oben genannten Fragen auf.

DD 8: Lehr-Lernforschung II

Time: Tuesday 11:00–12:20

Location: ELP 1: SR 3.21

DD 8.1 Tue 11:00 ELP 1: SR 3.21
Kontexte empathisierend oder systematisierend gestalten? Einflüsse auf das Interesse an Physik — ●JULIA WELBERG, DANIEL LAUMANN und SUSANNE HEINICKE — Universität Münster

Das Interesse von Lernenden beeinflusst deren Engagement und Leistung. Es besteht daher ein besonderer Bedarf an einem umfassenden Verständnis des Interesses an naturwissenschaftlichen Fächern, insbesondere an einem unbeliebten Fach wie Physik. Während sich frühere Forschungen auf genderspezifische Unterschiede konzentrierten, deuten neuere Studien darauf hin, dass es sinnvoll sein könnte den Fokus zu erweitern. In dieser Studie wird die Empathizing-Systemizing Theorie (EST) zur Analyse des Interesses von Lernenden an Physik herangezogen. Es wird untersucht, wie sich das Interesse von Schülerinnen und Schülern bei einer eher empathisierenden oder systematisierenden Kontextformulierung verändert. Die Ergebnisse deuten auf einen Zusammenhang zwischen der EST und dem Interesse an Kontexten für den Physikunterricht in Bezug auf die Formulierung der Kontexte hin, was für die Gestaltung von Physikunterricht von Bedeutung sein kann.

DD 8.2 Tue 11:20 ELP 1: SR 3.21
Wirksamkeit aktivierender Lehrmethoden in einführenden Physikmodulen - Ein exemplarischer Vergleich zwischen der Schweiz und Deutschland — ●ANDREAS JOHANNES MODLER — Berliner Hochschule für Technik, Luxemburger Straße 10, 1353 Berlin

In einführenden Physikmodulen zur Mechanik wurden als aktivierende Lehrmethoden Peer Instruction (PI), Just-in-Time-Teaching (JiTT) und Tutorials der Physik eingesetzt. Die Wirksamkeit der Lehrmethoden wurde mittels des Force Concept Inventories (FCI) gemessen, der als Vor- und Nachtest zu Beginn und Ende der Lehrveranstaltungen durchgeführt wurde. Als Maß für den Lernzuwachs und damit für die Wirksamkeit der Lehrmethoden wurde der normierte Zuwachs nach Hake, die normierte Änderung und die Effektstärke nach Cohen (Cohens d) bestimmt. Es werden die in den Studiengängen Maschinen-, Verfahrens- und Systemtechnik an der der Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) aus den Jahren 2012-2015 erhobenen Daten mit jenen an der Berliner Hochschule für Technik (BHT) im Studiengang Physikalische Technik und Medizinphysik aus den Zeitraum 2016-2022 verglichen. Bei signifikant unterschiedlichen Ergebnissen im Vor- und Nachtest der Schweizer Kohorte zur deutschen Kohorte der Studierenden ergeben sich miteinander verträgliche Lernzuwächse. Diese sind charakteristisch für aktivierende Lehrmethoden, wobei der zeitliche Umfang der eingesetzten aktivierenden Lehrmethoden zwischen den beiden Kohorten grob um den Faktor zwei variierte. Spezifische Unterschiede zwischen den beiden Kohorten werden als mögliche Einflussfaktoren diskutiert.

DD 8.3 Tue 11:40 ELP 1: SR 3.21
Forscherboxen und Unterrichtsmaterial zum Thema „Farben“ im inklusiven NaWi-Unterricht — ●GIULIA PANTIRI¹, LEA MA-

REIKE BURKHARDT², THOMAS WILHELM¹, VOLKER WENZEL², ARNIM LÜHKEN³ und DIETER KATZENBACH⁴ — ¹Institut für Didaktik der Physik, Uni Frankfurt — ²Abteilung Didaktik der Biowissenschaften, Uni Frankfurt — ³Institut für Didaktik der Chemie, Uni Frankfurt — ⁴Institut für Sonderpädagogik, Uni Frankfurt

Im Rahmen des Design-Based Research Projekt E²piMINT wird ein inklusives und interdisziplinäres Unterrichtskonzept für die Sekundarstufe I entwickelt, getestet und evaluiert. Dafür wurde ein Projekttag zum Thema „Farben“ konzipiert und in den Schülerlaboren der Goethe-Universität Frankfurt durchgeführt, an dem insgesamt 48 Schulklassen teilnahmen. Bei diesem Konzept arbeiten die Schüler*innen während des Projekttagess an Stationen, die in Form von Forscherboxen erstellt wurden, und führen Experimente zu verschiedenen Themen aus den drei Naturwissenschaften durch. An dieser Erprobung in kontrollierten Laborbedingungen schließt sich eine zweite Phase in der Schule an, um die praktische Wirksamkeit des entwickelten Konzeptes in schulischen Lernumgebungen zu erforschen. In dem Vortrag werden das Konzept und das erstellte Material zum Thema „Farben“ präsentiert. Das Material umfasst sowohl das Experimentiermaterial der Boxen als auch helfende Unterrichtsmaterialien wie Anleitungen in verschiedenen Formen und Hilfekarten. Das entwickelte Unterrichtsmaterial enthält besondere inklusive Merkmale, deren praktische Wirksamkeit erprobt wurde und die im Vortrag beschrieben werden.

DD 8.4 Tue 12:00 ELP 1: SR 3.21
Identität von Schüler*innen und naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht: Ergebnisse einer Fragebogen-Studie — ●LISAMARIE CHRIST¹, FREDERIK BUB², OLAF KREY¹ und THORID RABE² — ¹Universität Augsburg — ²Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Im BMBF-geförderten Forschungsprojekt IdentMINT werden während des naturwissenschaftlichen Anfangsunterrichts in Bayern und Sachsen-Anhalt Zugänge und Positionierungen von Schüler*innen aus den Jahrgangsstufen sechs bis neun zu Naturwissenschaften und Physik- und Chemieunterricht erhoben. Über zwei Schuljahre hinweg werden die Schüler*innen in der quantitativen Teilstudie des Projekts in drei Fragebogenerhebungen beispielsweise zu ihren naturwissenschaftlichen Selbstwirksamkeitserwartungen und Interessen sowie ihren Einstellungen und Wahrnehmungen zu und von Naturwissenschaften und naturwissenschaftlichem Unterricht (mit einem Fokus auf Physik und Chemie) befragt. Durch das längsschnittlich angelegte Studiendesign kann herausgearbeitet werden, wie sich einzelne dieser Konstrukte, die als Indikatoren zu MINT-Identitäten angesehen werden, während des naturwissenschaftlichen Fachunterrichts verändern.

Im Vortrag wird die naturwissenschaftliche Identitätsarbeit von Schülerinnen und Schülern auf Grundlage dieser quantitativen Daten betrachtet, wobei ausgewählte Befunde aus den bisherigen Fragebogenerhebungen vorgestellt werden.

DD 9: Hochschuldidaktik – Formate

Time: Tuesday 11:00–12:20

Location: ELP 1: SR 3.22

DD 9.1 Tue 11:00 ELP 1: SR 3.22

Flipped Classroom in der Lehramtsausbildung — ●TIM RUHE — Technische Universität Dortmund

Die Vorlesung "Basiskonzepte Physik" an der TU Dortmund richtet sich an angehende Lehrkräfte aus dem Primärbereich und wird in der Regel von 100 bis 150 Studierenden aktiv besucht. Die Veranstaltung wurde bislang als klassische Vorlesung mit freiwilligen Tutorien abgehalten und im Wintersemester 23/24 auf ein Format mit deutlich mehr interaktiven Inhalten umgestellt, die darauf abzielen im Rahmen der Vorlesung konkrete physikalische Problemstellungen - möglichst aus dem Alltag von Kindern im Grundschulalter - zu bearbeiten. Um innerhalb der Veranstaltung die notwendigen Freiräume für diese intensivere Art der Themenbearbeitung zu schaffen, wurde die Vermittlung reiner Wissensinhalte und Konzepte in die Vorbereitung der Vorlesung verlegt. Die Vorbereitung bestand seitens der Studierenden aus der Bearbeitung von Texten bzw. dem Anschauen von Lernvideos und einem dazugehörigen kurzen Quiz. Über alle Vorlesungstermine hinweg, wurden sowohl die Vorbereitung, als auch die Vorlesungstermine selbst durch kurze Umfragen evaluiert. Dieser Beitrag gibt einen kurzen Überblick über das Veranstaltungsformat, präsentiert einen ersten Einblick in die Ergebnisse der Umfragen unter den Studierenden und misst den Lernerfolg der Studierenden anhand beispielhafter Klausuraufgaben.

DD 9.2 Tue 11:20 ELP 1: SR 3.22

Physik lernen in hybrider Gruppenarbeit - ein innovativer Lehrraum als didaktisches Labor — ●MICHAEL GRIESBECK und CLAUDIA SCHÄFLE — Technische Hochschule Rosenheim, Hochschulstr. 1, 83024 Rosenheim

Um Studierenden mehr Flexibilität zu bieten, gewinnt die Online-Übertragung von Lehrveranstaltungen (LVs) an Bedeutung. Für studierendenzentrierte und aktivierende Lehrformate ergeben sich hierbei besondere Anforderungen, insbesondere im Fall hybrider Gruppenarbeiten, bei denen Studierende synchron in Präsenz und Online in kleinen Gruppen interaktiv zusammenarbeiten. Angestrebt wird, dass der Kompetenzzuwachs der Studierenden unabhängig von der Art der Teilnahme ist und das hohe Niveau einer rein in Präsenz durchgeführten LV mit Gruppenarbeit wie beim SCALE-UP Raum- und Lehrkonzept erreicht wird. Solche hybriden Gruppenarbeiten finden in einem neuen, innovativen Lehrraum an der TH Rosenheim im Rahmen des regulären seminaristischen Unterrichts statt. Der Raum enthält sechs Gruppentische mit zugehörigen Smartboards, Tischmikrofonen und Kameras sowie hybride Technik. Die einzelnen Teams mit je etwa 4 Präsenz- und 2-3 Online-Teilnehmenden erhalten anspruchsvolle Aufgaben, um sich das jeweilige Themengebiet interaktiv zu erarbeiten. Dabei erzielen die Teams erfolgreiche Ergebnisse. In diesem Beitrag wird über Erfahrungen mit Gestaltung und Durchführung, sowie Untersuchung der Wirkungen mittels studentischer Befragungen und Lehrveranstaltungsbeobachtungen u.a. hinsichtlich des ICAP-Frameworks vorgestellt und Vergleiche zum reinen Präsenzformat gezogen.

DD 9.3 Tue 11:40 ELP 1: SR 3.22

Dem gemeinsamen Lernen Raum geben - das SCALE-UP Raum- und Lehrkonzept — ●CLAUDIA SCHÄFLE, SILKE STANZEL und CHRISTINE LUX — Technische Hochschule Rosenheim, Hochschulstr. 1, 83024 Rosenheim 1,

Studierendenzentrierte und aktivierende Physiklehre an Hochschulen kann durch eine spezielle Raumgestaltung besonders unterstützt werden. In den SCALE-UP-Lehrräumen der TH Rosenheim (SCALE-UP ist das Akronym für student-centered active learning environment for upside-down pedagogies, Beichner et al., 2007) arbeiten Studierende an runden Gruppentischen in 2-3er Teams an anspruchsvollen Aufgaben, die an fachdidaktischer Forschung, insbesondere der Physics Education Research, orientiert sind. Dabei werden u.a. Lernaktivitäten wie Peer Instruction, Whiteboards, Tutorial-Arbeitsblätter (McDermott & Shaffer, 2002) und kleinere Experimente eingesetzt. Während so die reine Vorlesungszeit auf ein Minimum reduziert wird, findet die Hinführung zum Inhalt in der studentischen Vorbereitungszeit gemäß dem Just-in-Time Teaching Lehrformat statt.

Im Beitrag wird das umgesetzte SCALE-UP Raum- und Lehrkonzept vorgestellt und Ergebnisse aus Lehrveranstaltungsbeobachtungen im Hinblick auf das kognitive Engagement im Rahmen des ICAP-Modells (Chi & Wylie, 2014) präsentiert. Es zeigt sich, dass die Studierenden mehr als zwei Drittel der Präsenzzeit in den hohen modes interactive und constructive arbeiten. Schließlich werden Daten zum Lernzuwachs der Studierenden mittels Konzepttests gezeigt.

DD 9.4 Tue 12:00 ELP 1: SR 3.22

Making Makers: Ein Seminarkonzept zum Educational Making in der Lehramtsausbildung im Fach Physik — ●FABIAN BERNSTEIN und THOMAS WILHELM — Goethe-Universität Frankfurt

Educational Making erfährt seit geraumer Zeit neue Aufmerksamkeit, was sich in Initiativen wie dem "School FabLab-Netzwerk" oder "Make your school" und einer zunehmenden Zahl von Makerspaces an Schulen widerspiegelt. Die Gründe für diese Popularität sind mannigfaltig: Im Bereich der naturwissenschaftlichen Bildung werden Chancen insbesondere im Zusammenhang mit forschend-entdeckendem Lernen gesehen, verbunden mit der Hoffnung, mehr Schüler*innen für Naturwissenschaften zu begeistern. Makerspaces als innovative und projektzentrierte Lernumgebungen scheinen in besonderer Weise geeignet, diese Hoffnungen einzulösen.

Ob und bis zu welchem Grad diese "Chance Makerspace" ergriffen werden kann, hängt allerdings auch von der Verfügbarkeit entsprechend qualifizierter Lehrkräfte ab. Da Educational Making in der Lehramtsausbildung bisher noch wenig verwurzelt ist, wurde an der Goethe-Universität Frankfurt ein von der Joachim Herz Stiftung gefördertes Seminar für Lehramtsstudierende entwickelt, das sowohl technische Fähigkeiten der Studierenden schulen als auch konzeptionelle Grundlagen des Making für die Arbeit mit Schüler*innen vermitteln sollte. Diese Lehrveranstaltung wurde über drei Semester angeboten.

Im Rahmen des Vortrags wird das Seminarkonzept erläutert, Erfahrungen mit der Lehrveranstaltung reflektiert und verschiedene Projekt- und Arbeitsergebnisse zur Diskussion gestellt.

DD 10: Hochschuldidaktik – Kompetenzen

Time: Tuesday 11:00–12:20

Location: ELP 1: SR 3.25

DD 10.1 Tue 11:00 ELP 1: SR 3.25

Unterstützung zum Selbststudium: Versprachlichung von Formeln und Inhalte rekonstruieren — ●PHILIPP SCHEIGER — Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart, 70569 Stuttgart — Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

Ein wichtiger Aspekt in jedem Physikstudium ist das Selbststudium. Neben der Bearbeitung von Übungsaufgaben ist das Nacharbeiten von Lehrveranstaltungen von großer Bedeutung. Jedoch hat sich in Gesprächen mit Studierenden gezeigt, dass häufig die gesamte Zeit des Selbststudiums in die Bewältigung von Übungsaufgaben investiert wird. Einige Studierende begründen dieses Verhalten mit Zeitmangel, während andere noch nie Vorlesungsinhalte nachgearbeitet haben, auch weil sie

nicht wissen, wie sie das effektiv angehen sollen. Um den Studierenden dafür Werkzeuge an die Hand zu geben, wurde Material entwickelt, das sie dazu anregt, sich qualitativ mit den Inhalten auseinanderzusetzen. Ziel ist es, dass Studierende die wesentlichen Inhalte identifizieren, das Wissen rekonstruieren und in das eigene Vorwissen integrieren. Die Materialien stützen sich dabei auf bewährte fachdidaktische Methoden, wie die didaktische Rekonstruktion und die Versprachlichung von Formeln. In diesem Beitrag werden solche Materialien vorgestellt, die begleitend zu Vorlesungen der Theoretischen Physik getestet wurden und somit sowohl in Übungsserien als auch in Tutorien integriert werden können. Diese Materialien sollten besonders im Lehramtsstudium einen Mehrwert bieten, jedoch für Fachstudierende gleichermaßen nützlich sein.

DD 10.2 Tue 11:20 ELP 1: SR 3.25

Förderung digitaler Kompetenzen von Physik-Lehrkräften im ComeNet Physik — ●DAVID WEILER¹, JAN-PHILIPP BURDE¹, KASIM COSTAN², RIKE GROSSE-HEILMANN³, CHRISTOPH KULGEMEYER², JOSEF RIESE³ und THOMAS SCHUBATZKY⁴ — ¹Universität Tübingen, Tübingen, Deutschland — ²Universität Bremen, Bremen, Deutschland — ³Universität Paderborn, Paderborn, Deutschland — ⁴Universität Innsbruck, Innsbruck, Österreich

Der Kompetenzverbund lernen:digital wurde gegründet, um Lehrkräfte bei der Digitalisierung von Schule zu unterstützen. Ein Teil dieses Kompetenzverbundes ist das Verbundprojekt ComeMINT, dessen Teilprojekt ComeNet Physik ein Fortbildungskonzept zum fachdidaktisch begründeten Einsatz digitaler Medien im Physikunterricht erstellt. Die Implementation des Fortbildungskonzepts erfolgt auf Basis einer ersten Erhebung von Bedarfen und Bedürfnissen von praktizierenden Lehrkräften. Aufgrund der Heterogenität der digitalen Kompetenzen von Lehrkräften wird dabei ein Ansatz gewählt, bei dem Vorerfahrungen und Eingangskompetenzen diagnostiziert und die unterschiedlichen Module des Förderkonzepts adaptiv zugeordnet werden. Eine Beforschung des Fortbildungskonzepts in Hinblick auf Lernwirksamkeit, Praktikabilität und Akzeptanz ist geplant. In dem Vortrag werden erste Ergebnisse der Bedarfserhebung, die abgeleiteten Grundzüge des Konzepts sowie Aspekte der Begleitforschung vorgestellt.

DD 10.3 Tue 11:40 ELP 1: SR 3.25

KI-basierte Analyse kontextspezifischen Professionswissens in schriftlichen Selbstreflexionen — ●LUKAS MIENTUS und ANDREAS BOROWSKI — Universität Potsdam, Potsdam, Deutschland

Reflexionskompetenz wird in Praxisphasen oft als Schlüssel professioneller Entwicklung angesehen. Schriftliche Selbstreflexionen sind hierbei eine häufig angewandte Praxis. Für die Vorbereitung von Unterricht wiederum scheint die Methode der Content Representations (CoRes) gewinnbringend zu sein, welche eine nützliche Technik darstellt kontextspezifisches Wissen in dessen Ausprägung und Vernetzung aufzuzeigen. Eine Kluft zwischen dem Wissen vor und dem Handeln in einer Unterrichtssituation wird seit langem als träges Wissen disku-

tiert. Konkret bleibt jedoch offen, inwieweit kontextspezifisches, träges Wissen im Rahmen der Reflexion von Unterricht abgerufen werden kann. Ein unsupervised Machine-Learning Algorithmus kann diese kontextspezifischen Wissensfacetten aus CoRes in schriftlichen Reflexionen identifizieren. Unterschiede und Gemeinsamkeiten vor und nach einer Unterrichtssituation können auf diese Weise handlungsnah analysiert werden. Hierzu werden die Studierenden gebeten, vor Unterrichtssituationen CoRes in einer eigens entwickelten online-Infrastruktur zu erstellen. Weiter werden schriftliche Selbstreflexionen von Studierenden nach den Unterrichtssituationen erhoben. Der Vortrag ermöglicht einen Einblick in die Methodik und präsentiert erste Befunde identifizierter Zusammenhänge.

DD 10.4 Tue 12:00 ELP 1: SR 3.25

Integrating data analysis in Python into an introductory physics laboratory course — EUGENIO TUFINO¹, STEFANO OSS¹, and ●MICOL ALEMANI² — ¹Department of Physics, University of Trento, 38123 Trento, Italy — ²Institute for Physics and Astronomy, University of Potsdam, 14476 Potsdam, Germany

In all fields of experimental science and in industry, the rate at which data is being generated is accelerating, and the use of robust tools for data analysis and interpretation has become a necessity. There is thus a growing need to teach computational skills in the physics laboratory courses (PLC), a step away from the conventional use of spreadsheets and integrated mathematical computing packages typically found in those settings. In this presentation, we describe how we introduced data analysis in Python in the first year PLC for physics major students at the University of Potsdam using an active learning type of approach. We carefully developed Jupyter notebooks with exercises and applied physics examples to guide students through the fundamentals of data handling and analysis in Python. Students engage in data analysis actively in the course and use the teaching materials independently and collaboratively, applying the learned techniques and skills in subsequent experiments. The effectiveness of the intervention was evaluated on the basis of qualitative empirical studies. They provide information on students' initial preparation, expectations, and learning.

DD 11: Geschichte der Physik und physikdidaktische Forschung

Time: Tuesday 11:00–12:20

Location: ELP 1: SR 2.26

DD 11.1 Tue 11:00 ELP 1: SR 2.26

Einsatz eines historischen Modells im modernen Astronomieunterricht — ●OLAF KRETZER — 98527 Suhl, Schul- und Volkssternwarte, Friedrich-König Gymnasium Haus 3, Hoheloh 1

Im Zeitalter der Digitalisierung werden die verschiedensten Programme, Apps, virtuelle 3D Modelle etc. für die Veranschaulichung und Erarbeitung von Schulstoff entwickelt und angeboten. Bei der Suche nach neuen Modellen sollte man aber nicht der Erfahrungsschatz der vorangegangenen Generationen außer Acht lassen. Bei der Recherche nach solchen Modellen wurde, neben verschiedenen anderen auch im aktuellen Unterricht einsetzbaren Modellen, der wahrscheinlich erste Planetenwanderweg zur Veranschaulichung der Größen und Abständen im Sonnensystem wiederentdeckt. Dieses Modell, welches wir inzwischen auch im Unterricht verwenden, bietet darüber hinaus noch verschiedene Ergänzungen und Weiterentwicklungen welche zum einen die Schüler noch stärker mit einbeziehen und zum anderen die Möglichkeit auf Erweiterungen offen lässt. Dieses Modell wird stellvertretend erläutert und vorgeführt.

DD 11.2 Tue 11:20 ELP 1: SR 2.26

Das Mondrätsel und die Erfindung der modernen Optik — ●THOMAS QUICK und JOHANNES GREBE-ELLIS — Bergische Universität Wuppertal

In der europäischen Astronomie des 16. Jahrhunderts war es üblich, die Größen von Sonne und Mond mithilfe einer Lochkamera zu bestimmen. Die Erschließung des Monddurchmessers aus dem konkaven Randstück der teilverdeckten Sonne führte jedoch zu Werten, die rätselhaft blieben, solange keine Theorie der Lochkamera existierte, die den Einfluss der Lochblende korrekt berücksichtigte. Auf diese Unstimmigkeiten aufmerksam geworden führte der junge Johannes Kepler am 10. Juli 1600 Messungen während einer Sonnenfinsternis in Graz durch. Nur wenige Tage später präsentierte er in seinen Aufzeichnun-

gen eine vollständig ausgearbeitete Theorie der Lochkamera, die bis heute gültig ist. In unserem Beitrag zeichnen wir den historischen Weg zur Formulierung dieser Theorie anhand ausgewählter Originalarbeiten von Kepler und Brahe nach und stellen eine Reihe veranschaulichender Experimente vor, die sich auch für den schulischen Einsatz eignen. Die damit präsentierte Episode aus der Geschichte der Optik dient zugleich auch als exemplarische Fallstudie, mit der NOS-Aspekte im Physikunterricht reflektiert werden können.

DD 11.3 Tue 11:40 ELP 1: SR 2.26

Geschichte der Quantentheorie und die Nature of Science — ●OLIVER PASSON — Bergische Universität Wuppertal

Die Forderung, dass Physikunterricht nicht nur Begriffe, Gesetze, Theorien und experimentelle Praxen vermittelt, sondern auch von der Genese und Geltung der Wissensform Physik handelt, ist alt aber (bzw. und) berechtigt. Der Lernbereich Nature of Science (NoS) soll genau dies leisten und eine populäre Methode zur Erreichung dieses Ziels ist die historische Perspektivierung der Physik. In diesem Vortrag wird skizziert, welches Potential einzelne historische Fallstudien der Quantentheorie dabei besitzen könnten. Es fallen dabei auch einige Schlaglichter auf allgemeine Aspekte der NoS.

DD 11.4 Tue 12:00 ELP 1: SR 2.26

Entwicklung eines Kodierleitfadens zur Analyse physikdidaktischer Dissertationen — ●DANIEL LAUMANN¹, JOHANNES GREBE-ELLIS², SUSANNE HEINICKE¹, HORST SCHECKER³, HEIKE THEYSSSEN⁴ und THOMAS WILHELM⁵ — ¹Universität Münster — ²Universität Wuppertal — ³Universität Bremen — ⁴Universität Duisburg-Essen — ⁵Goethe-Universität Frankfurt

Die Fachdidaktik Physik als Forschungsdisziplin im deutschsprachigen Raum vollzieht seit der Besetzung erster Lehrstühle in den 1960er Jahren eine dynamische Entwicklung. Wesentliche Impulse kamen aus der

internationalen Forschung (Science Education), aber auch durch wissenschaftspolitische Maßnahmen, wie Programmen zur Forschungsförderung. Um die Genese der Physikdidaktik mit Blick auf Forschungsinhalte und -methoden zu charakterisieren, liefern abgeschlossene Promotionen eine sinnvolle Datengrundlage. Zur Analyse der Dissertationen wurde im Rahmen der Initiative "Quo vadis Physikdidaktik" in einem mehrstufigen Verfahren ein zehn Kategorien umfassender Kodierleitfaden entwickelt und hinsichtlich empirischer Gütekriterien geprüft.

Der Kodierleitfaden ermöglicht es u.a. den Bezug zu physikalischen Fachinhalten oder die wesentlichen Datengrundlagen einer Dissertation zu erfassen. Für die Anwendung des Leitfadens wurde eine aktuell etwa 660 physikdidaktische Dissertationen umfassende Datenbank erstellt. Die Initiative zur Analyse physikdidaktischer Dissertationen in beschriebener Art und Weise wurde durch die Tagung "Physikdidaktik - Quo vadis?" angeregt.

DD 12: Quantenphysik II

Time: Tuesday 11:00–12:20

Location: ELP 1: SR 2.28

DD 12.1 Tue 11:00 ELP 1: SR 2.28

Multiperspektivischer Ansatz zur Erarbeitung der Wesenszüge der Quantenphysik — ●STEFAN AEHLE und HOLGER CARTARIUS — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

Wie kann der Einstieg in die Quantenphysik gelingen und welche Veranschaulichungen helfen dabei, die Natur quantenphysikalischer Phänomene zu erklären? Im Rahmen der hier vorgestellten Arbeit wurde als Antwort auf diese Fragen eine multiperspektivische Herangehensweise an den Quantenphysikunterricht entwickelt, die sich einerseits auf etablierte Lehrkonzepte stützt und diese andererseits durch moderne Verfahren erweitert. Multiperspektivität bezieht sich hierbei auf das inhaltliche Vorgehen und auch auf die experimentelle Ergänzung der Theorie. Es entsteht ein Unterrichtsverlauf, der Versuche der klassischen Optik quantenphysikalischen Realexperimenten gegenüberstellt und die dazwischenliegende Kluft mit Hilfe von Analogiemodellen zu überwinden versucht. Sowohl für außerschulische Lernorte als auch für den alltäglichen Physikunterricht geeignet, ist es Ziel dieses Projekts, bereits bestehende Materialien zu ergänzen und durch seine Vielseitigkeit ein breites Spektrum an Lernenden anzusprechen. Gleichzeitig wird versucht Lehrende durch Variabilität des Materials anzuregen, ohne sie in ihrer Handlungsautonomie einzuschränken. Das Konzept bietet dazu eine enge Verknüpfung von Versuchen und Modellen, die in den Physikunterricht eingebracht werden können, mit quantenoptischen Aufbauten im Quantenphysik-Schülerlabor.

DD 12.2 Tue 11:20 ELP 1: SR 2.28

Zur Rolle mathematischer Repräsentationen für das Verständnis quantenphysikalischer Prinzipien — ●MORITZ FÖRSTER und GESCHE POSPIECH — TU Dresden, Professur für Didaktik der Physik

Die Vermittlung der Quantenphysik über Zwei-Zustands-Systeme ist seit einiger Zeit Kern zahlreicher didaktischer Untersuchungen. Im Forschungsprojekt wird die Rolle mathematischer Repräsentationen für das Verständnis grundlegender quantenphysikalischer Prinzipien in Bezug auf solche Zugänge mittels Zwei-Zustands-Systemen untersucht. Der Fokus liegt dabei auf der Verbindung algebraischer Repräsentationen (Dirac-Notation) mit einer graphischen Repräsentation (Bloch-Kugel).

Zielgruppe der Forschung sind zunächst Lehramtsstudierende und Lehrkräfte. Es werden die Akzeptanz gegenüber einem reduzierten Dirac-Formalismus sowie die Frage untersucht, welchen Beitrag die Mathematik zum Verständnis von Quantenphysik beitragen kann. Um qualitativ Einblick in Lernprozesse und Einstellungen zu gewinnen, werden leitfaden- und materialgestützte Einzelinterviews (sog. Teaching Experiments) durchgeführt. Im zweiten Teil der Studie werden diese Erhebungsinstrumente für Lernende der Sekundarstufe II angepasst und analoge Fragestellungen bearbeitet.

Seit Sommer 2023 erfolgt die Durchführung der Hauptstudie mit Studierenden sowie Lehrkräften. Im Vortrag werden erste Ergebnisse diskutiert.

DD 12.3 Tue 11:40 ELP 1: SR 2.28

Entwicklung von Testinstrumenten zu deklarativem Wissen und Vorstellungen zur Quantenphysik in der Mittelstufe — ●CARSTEN ALBERT^{1,2} und GESCHE POSPIECH² — ¹IFW Dresden — ²TU Dresden

Quantenphysik ist ohne Zweifel eine fundamentale physikalische Theorie mit enormem Potential für künftige Anwendungen und gesamtgesellschaftlicher Relevanz.

Mit dem Ziel, den allgemeinbildenden Charakter der Quantenphysik zu stärken und einer breiten Zielgruppe zugänglich zu machen, wurde im Rahmen eines Promotionsprojektes ein phänomenorientiertes Unterrichtskonzept zur Quantenphysik mit umfangreichen Materialien für die gymnasiale Mittelstufe (Zielgruppe Klasse 9) entwickelt. Für die aktuell laufende Hauptstudie zur summativen Evaluierung des Konzeptes wurden u. a. zwei geschlossene Fragebögen entwickelt, mit deren Hilfe das erworbene deklarative Wissen sowie der Ausprägungsgrad quantenphysikalischer Vorstellungen zum Gegenstandsreich bei den teilnehmenden Schülerinnen und Schülern erhoben werden.

Der Vortrag gibt eine kurze Einführung in das Unterrichtskonzept und die Forschungsmethodik und beleuchtet danach die Entwicklung der beiden Testinstrumente zur Evaluierung des kognitiven Lernerfolgs durch das Lehrkonzept.

DD 12.4 Tue 12:00 ELP 1: SR 2.28

Entwicklung und Erprobung eines Fragebogens zum quantenphysikalischen Messprozess — ●PHILIPP BITZENBAUER², GESCHE POSPIECH¹, KRISTOF TOH³, MARISA MICHELINI⁴, SERGEJ FALETIC⁵, LORENZO SANTI⁴, ALBERTO STEFANEL⁴, ANTONELLA ARCHIDIACONO⁶, LUCA MOGNO⁶ und STEFANO MONTAGNANI⁶ — ¹TU Dresden, Fakultät Physik, Professur Didaktik der Physik — ²FAU Erlangen-Nürnberg, Arbeitsgruppe Physikdidaktik — ³Eötvös University Budapest, Institute of Physics, — ⁴Universität Udine, URDF, DMIF — ⁵Universität Ljubljana, Fakultät Mathematik und Physik, Slowenien — ⁶Scientific Liceum L da Vinci, Treviso,

Im Zuge der Entwicklung der Quantentechnologien gewinnt die Vermittlung der Quantenphysik auf unterschiedlichen Niveaus an Bedeutung. Dabei stehen moderne Zugänge zur Quantenphysik über Zweizustandssysteme im Fokus. Für solche modernen Zugänge fehlen aber bislang Instrumente, die das Verständnis Lernender über die quantenphysikalischen Konzepte erheben und Einblick in Lernschwierigkeiten geben können. Im Zuge des Pilotprojekts DQC-2stap im Rahmen des Quantum Flagship wurde begonnen, ein entsprechendes Instrument zu entwickeln. Wegen der Bedeutung des Messprozesses fokussiert es auf die Sichtweise und Argumentation der Schüler über den Messprozess als Schlüsselkonzept der Quantenphysik mit deutlichen Unterschieden zur klassischen Physik. Der so entstandene Fragebogen wurde nach einer Pilotphase und Überarbeitung mit Lehramtsstudierenden aus Deutschland und Oberstufenschülern aus Ungarn erprobt. In diesem Beitrag werden erste Ergebnisse der Auswertung des Fragebogens beschrieben.

DD 13: Quantenphysik – Poster

Time: Tuesday 14:00–15:00

Location: ELP 6: Foyer

DD 13.1 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Vom quantenoptischen Experiment zur Beschreibung mit Hilfe der Dirac-Notation im Physikunterricht - Ergebnisse einer Akzeptanzbefragung — ●FABIAN HENNIG¹, KRISTÓF TÓTH², MORITZ FÖRSTER³ und PHILIPP BITZENBAUER¹ — ¹FAU Erlangen-Nürnberg — ²Eötvös Loránd University — ³TU Dresden

Aktuelle Forschungsergebnisse legen nahe, dass die Einführung einer formal-mathematischen Beschreibung quantenphysikalischer Phänomene die Abkehr von naiv-realistischen Vorstellungen Lernender fördern könnte. Eine systematische Untersuchung dieses Zusammenhangs steht jedoch noch aus. In diesem Projekt wurde daher eine Unterrichtskonzept für die Sek. II entwickelt, in dem Lernende von quantenoptischen Effekten (Antikorrelation, Einzelphotoneninterferenz) zu einer formal-mathematischen Beschreibung derselben geführt werden. Zu diesem Zweck wird ein reduzierter Formalismus vorgeschlagen, der die Dirac-Notation verwendet, aber keine fortgeschrittene Mathematik erfordert. Dieser Formalismus ermöglicht Lernenden eine quantitative Beschreibung der oben genannten Quantenphänomene im Einklang mit dem Experiment und soll helfen, die Aspekte Zustand, Präparation und Messung in den Vordergrund zu rücken. Im Rahmen einer Akzeptanzbefragung wurden leitfadengestützte Einzelinterviews mit 14 Schüler:innen durchgeführt. Das Zusammenspiel von Instruktion, Akzeptanzbefragung und Anwendungsaufgabe, ermöglicht (i) die Identifikation möglicher Lernhürden sowie (ii) die Weiterentwicklung der Lehr-Lernsequenz. Auf dem Poster werden das Unterrichtskonzept und Ergebnisse der Akzeptanzbefragung vorgestellt.

DD 13.2 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Spukhafte Fernwirkung? Exploration der Vorstellungen Physikstudierender zur Quantenverschränkung — ●MICHAEL BRANG¹, FABIAN HENNIG², HELENA FRANKE¹, MALTE ÜBBEN³, FRANZISKA GREINERT³ und PHILIPP BITZENBAUER² — ¹Universität Leipzig — ²FAU Erlangen-Nürnberg — ³TU Braunschweig

Die Quantenverschränkung ist eines der zentralen Konzepte der Quantenphysik, auf dem moderne Quantentechnologien maßgeblich beruhen. Gleichzeitig stellt das Lehren und Lernen über Verschränkung sowohl Lehrende als auch Lernende vor Schwierigkeiten - nicht zuletzt aufgrund falscher oder ungenauer Vorstellungen, die durch zahlreiche populärwissenschaftliche Darstellungen zu diesem Thema vermittelt werden. Im Rahmen einer explorativen Studie wurden die Vorstellungen angehender Physiklehrkräfte zur Verschränkung untersucht: Dazu wurden in einem ersten Schritt Freitextfragen verwendet, um die Vorstellungen von $N = 31$ angehenden Physiklehrkräften zur Quantenverschränkung mittels qualitativer Inhaltsanalyse zu erschließen. Auf Basis des Kategoriensystems wurde anschließend ein zweiter Fragebogen entwickelt. Dieser enthielt Aussagen zur Quantenverschränkung, zu denen $N = 73$ Physikstudierende ihre Zustimmung oder Ablehnung auf einer fünfstufigen Ratingskala äußerten. Es zeigt sich, dass die in populärwissenschaftlichen Darstellungen weit verbreiteten Assoziationen der Quantenverschränkung zum Beispiel mit (i) perfekten Korrelationen oder (ii) Informationsaustausch mit Überlichtgeschwindigkeit auch unter Physikstudierenden weit verbreitet sind. Das Poster stellt

Methodik und Ergebnisse der Studie vor.

DD 13.3 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

3D-gedrucktes Analogieexperiment zum Quantenschlüssel- laustausch mithilfe des BB84-Protokolls — ●KIM KAPPL und RONNY NAWRODT — Universität Stuttgart, 5. Physikalisches Institut, Abteilung Physik und ihre Didaktik

Die Bedrohung unserer bisherigen Verschlüsselungstechnik basierend auf dem RSA-Verfahren könnte durch die immer weiter fortschreitende Entwicklung der Quantencomputer in den nächsten Jahrzehnten rapide zunehmen. Das im Jahr 1984 von den Wissenschaftlern Charles H. Bennett und Gilles Brassard entwickelte BB84-Protokoll liefert eine neue Art der Verschlüsselungstechnik basierend auf quantenmechanischen Grundprinzipien und gilt bis heute als eines der wohl bekanntesten Protokolle zum sicheren Austausch eines Quantenschlüssels.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein 3D-Drucker Aufbau entwickelt, mithilfe dessen das BB84-Protokoll mit möglichst geringem Kostenaufwand nachgestellt werden kann. Bei der Zielgruppe dieses Projekts handelt es sich dabei um Schulen und Lehrkräfte, welche ihren Quantenphysikunterricht durch Anwendungsbeispiele aus der aktuellen Forschung bereichern möchten. Aufgrund der geringen Kosten eines einzelnen Aufbaus werden die Lehrkräfte insbesondere dazu ermutigt, das Analogieexperiment als Schülerexperiment umzusetzen.

DD 13.4 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Experimental and Theoretical Analysis of Quantum Computing — ●PHILIPP SCHÖNEBERG¹, HANS-OTTO CARMESIN^{1,2,3}, PHIL IMMANUEL GUSTKE¹, and JANNES RUDER¹ — ¹Athenaeum, Stade — ²Studienseminar Stade — ³Universität Bremen

In a student research club, we explain elemental concepts of quantum computing with theory and experiments. For it, we demonstrate multiple fundamental quantum gates. These quantum gates result in a valuable universal set. By using this set, we derive two known algorithms showing quantum supremacy. Moreover, we present and discuss an opportunity to multiply the calculation speed of quantum computing.

DD 13.5 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Physical and robust forecast of the climate — ●JANNES VON BARGEN^{1,4} and HANS-OTTO CARMESIN^{1,2,3} — ¹Athenaeum, Stade — ²Studienseminar Stade — ³Universität Bremen — ⁴Brecht Schule Hamburg

Our climate is an issue for everybody. So, everyone should be able to understand and verify climate change. For this purpose, we develop a progressive set of models for the time evolution of the climate. In this manner, these models can be understood in a progressive way with a smooth learning process. Moreover, we organize the models in such a manner that a robust and verifiable forecast is possible. We carry out precise analyses by carefully comparing our calculated data with measured values. Thus, everyone can check personal CO₂ emissions and take concrete action.

DD 14: Neue / digitale Medien – Poster

Time: Tuesday 14:00–15:00

Location: ELP 6: Foyer

DD 14.1 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Lernen mit (interaktiven) Experimentiervideos — ●MATHIAS ZIEGLER und LISA STINKEN-RÖSNER — Universität Bielefeld

Videos stellen im Physikunterricht ein etabliertes Lernmedium dar. Neben Erklärvideos werden dabei u.a. (interaktive) Experimentiervideos zur Erkenntnisgewinnung eingesetzt. Durch ihren Einsatz können individuelle, selbstregulierende und kognitiv aktivierende Lernprozesse ausgelöst werden (Chi & Wylie, 2014). Obwohl die Einstellung der Lehrkräfte gegenüber (interaktiven) Experimentiervideos grundlegend positiv ist, werden sie im Wesentlichen als Ersatz für Realexperimente gesehen (Meier et al., 2023), die keinen weiteren Mehrwert bieten (Puentedura, 2006). Woraus diese Einstellung resultiert, stellt ein Forschungsdesiderat dar. Im Schülerlabor teutolab-physik wird das Ziel

verfolgt, Implementationsbarrieren zu identifizieren, die Gelingensbedingungen für einen Unterrichtseinsatz zu ermitteln sowie die Auswirkungen des Einsatzes auf die Einstellung der Lehrkräfte zu untersuchen. Dazu besuchen die Lehrkräfte eine Fortbildung, in der sie selbst Videos produzieren, den Einsatz mit einer Schulklasse im Schülerlabor erproben und den möglichen Transfer in die Schulpraxis reflektieren. Wissenschaftlich begleitet wird die Fortbildung durch eine Mixed-Methods-Studie. Dabei werden die Selbstwirksamkeitserwartungen, die Akzeptanz und das professionelle Wissen (TPACK) der Lehrkräfte bezüglich digitaler Medien und (interaktiven) Experimentiervideos mit einem Fragebogen im Prä-Post-Design abgefragt. Außerdem werden Implementationsbarrieren und Gelingensbedingungen qualitativ über teilnehmende Beobachtungen und Gruppeninterviews ermittelt.

DD 14.2 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Ein Online-Selbstlernkurs zur Teilchenphysik — ●LAUREEN DÄNZER, TOBIAS REINSCH und RONNY NAWRODT — Universität Stuttgart, Physik und ihre Didaktik

Das Verständnis vom Aufbau der Materie ist für viele Schülerinnen und Schüler von großem Interesse. Im Unterricht wird dieses Thema oftmals gar nicht oder nur als eine Wahlmöglichkeit abgebildet. Mithilfe des neu entwickelten Online-Selbstlernkurses und des in 3D gedruckten Quark-Puzzles können die grundlegenden Verfahren, Konzepte und Ideen der Teilchenphysik auch für Schülerinnen und Schüler (be-)greifbar gemacht werden. Der digitale Moodle-Kurs kann ebenfalls zur Einarbeitung bzw. Auffrischung des Themengebiets für Lehrkräfte und Studierende genutzt werden. Mit Hilfe eines digitalen Endgeräts kann am Poster der Selbstlernkurs direkt erprobt werden. Dazu gehört nicht nur der Onlinekurs, sondern auch das Zusammensetzen der 3D-Quark-Puzzleteile zu Hadronen.

DD 14.3 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Erfassung von großräumigen zweidimensionalen Bewegungen mit GPS — ●THOMAS WILHELM, PATRICK ZEDER und LUKAS SCHAUER — Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Zunehmend mehr Lehrpläne schreiben vor, dass die Einführung in die Mechanik in der Sekundarstufe I anhand zweidimensionaler Bewegungen erfolgen soll. Die Videoanalyse von Bewegungen hat sich hier als Messwerterfassungsmöglichkeit bewährt. Es kann aber durchaus attraktiv sein, auch einmal großräumigere Bewegungen zu erfassen. Dazu eignet sich das GPS-System.

Im ersten Teil des Posters werden sechs verschiedene Apps für Smartphones aufgezeigt, die als GPS-Tracker verwendet werden können, sowie drei Möglichkeiten der Datenauswertung und Darstellung. Außerdem werden Beispiele aufgenommener Bewegungen gezeigt.

Im zweiten Teil des Posters wird aufgezeigt, dass Onlinedienste die GPS-Position von Flugzeugen in Echtzeit darstellen können, wie zum Beispiel Flightradar24.com. Wird hier von einem Flugzeug ein Bildschirmvideo aufgenommen, kann dieses mit Hilfe eines Videoanalyseprogrammes analysiert werden. Beispiele aufgenommener Bewegungen werden gezeigt.

DD 14.4 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Interferometrie in einer Virtual Reality Umgebung — ●GUNNAR FRIEGE und DIRK BROCKMANN-BEHNSEN — Leibniz Universität Hannover, IDMP-AG Physikdidaktik

Im Rahmen des EU-Projekts STEM Digitalis zu digitalen Werkzeugen wurde u. a. eine Virtual-Reality (VR) - Umgebung zu Experimenten mit einem Michelson-Interferometer entwickelt. Lernende können darin eigenständig experimentieren. Die VR-Umgebung wurde bereits in mehreren Physikkursen der gymnasialen Oberstufe und mit Physik-Lehrkräften erprobt. Vorgestellt werden diese Experimente und Erweiterungen der VR-Umgebung, die im Rahmen von Qualifikationsarbeiten vorgenommen wurden und werden: Mach-Zehnder-Interferometer und Detektion von Gravitationswellen mit Interferometern im Weltall.

DD 14.5 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Videoanalyse in die Praxis bringen — ●JULIE KYAS, CHRISTIAN HENGEL, JAKUB KNEBLOCH, ANDREAS HANSCH und THOMAS WILHELM — Institut für Didaktik der Physik, Universität Frankfurt

Neue Technologien wie Smartphones und Tablets bieten viele neue Möglichkeiten im Physikunterricht. So ist es mit der mobilen Videoanalyse von Bewegungen möglich, dass Bewegungen aus der Alltagswelt untersucht werden, Schüler*innen selbst Bewegungen analysieren und sogar Bewegungen der Schüler*innen selbst untersucht werden. Die Implementation neuer Lehr- und Lernkonzepte im Unterricht ist jedoch erfahrungsgemäß schwierig.

In einem Kooperationsprojekt mit dem hessischen Kultusministerium geht es darum, für Physiklehrkräfte Unterrichtsmaterialien zur Mechanik zu entwickeln, die es ihnen erleichtern, selbst entsprechende Geräte im Physikunterricht einzusetzen, damit Schüler*innen Interesse an der Analyse mechanischer Bewegungen finden. Dabei werden kognitiv aktivierende Aufgaben zum Aufbau von Grundvorstellungen und zur Überprüfung der Anwendbarkeit kinematischer Modelle für den Einsatz im Unterricht bereitgestellt.

Im Vorfeld werden Lehrkräfte befragt, welche Materialien sie genau benötigen. Die Unterrichtsmaterialien sollen im Schülerlabor und im Schulunterricht erprobt werden und schließlich auf einer Webseite frei zur Verfügung gestellt werden. Zusätzlich wird eine Lehrkräftefortbil-

dung angeboten.

DD 14.6 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Videos von Bewegungen für den Unterricht vorbereiten — ●CHRISTIAN HENGEL, JULIE KYAS, JAKUB KNEBLOCH, ANDREAS HANSCH und THOMAS WILHELM — Institut für Didaktik der Physik, Universität Frankfurt

Gerade am Anfang des Konzeptaufbaus ist der schnelle Weg zu fertigen Diagrammen, den Videoanalyse-Apps bieten, für das Verständnis eher hinderlich. Eine Videoanalyse zu Fuß, bei der die Schüler*innen einem Video in regelmäßigen Zeitabständen die Position eines Objekts entnehmen und die gewonnenen Daten auswerten, ist eher für einen ersten Zugang zur quantitativen Betrachtung kinematischer Größen geeignet. Dafür ist es erforderlich, im Video die Zeit und die Position eines Objekts bestimmen zu können.

Im Rahmen eines Kooperationsprojekts mit dem Hessischen Kultusministerium haben wir hierfür vier Apps für Windows und MacOS entwickelt, mit denen man Videos mit einem zweidimensionalen Koordinatensystem oder einer eindimensionalen Positionsskala versehen und einen Zeitstempel zu jedem Frame hinzuzufügen kann. Wenn also in einem Video der Maßstab oder die Uhr im Bild fehlt, kann man sie auf diese Weise nachträglich hinzufügen. Damit erleichtern die Apps es auch, in einem Videoanalyseprogramm Stroboskopbilder oder Serienbilder für Aufgaben zu erzeugen, in denen die Positionen des Objekts gut abzulesen sind.

Auf dem Poster wird der Funktionsumfang der Apps vorgestellt und es werden Testversionen zum Download bereitgestellt.

DD 14.7 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

phyphox: Eine Sensorkette als DIY-Projekt - ortsaufgelöste Messung von Beschleunigung und Temperatur — ●JOHANNES SCHLAF¹, SEBASTIAN STAACKS², DOMINIK DORSEL² und HEIDRUN HEINKE¹ — ¹I. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen — ²II. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen

Mithilfe der Smartphone-App phyphox wird das eigene Smartphone über die internen Sensoren zum mobilen Messinstrument. Zudem können über Bluetooth Low Energy externe Sensoren verbunden und in Echtzeit ausgelesen werden. Um auch eine ortsaufgelöste Messung physikalischer Größen zu ermöglichen, wurde eine an phyphox koppelbare Sensorkette entworfen und erfolgreich getestet. Für jede mit der Kette messbare Größe existiert ein designiertes, hinsichtlich der Darstellung der Messdaten optimiertes phyphox-Experiment. Aktuell sind Messung von Beschleunigung und Temperatur möglich, wofür erste Anwendungsbeispiele (Schwingung einer Slackline, Temperaturgradient) präsentiert werden. Die Einbindung weiterer Sensoren ist geplant.

Die Kette ist als DIY-Projekt mit 3D-druckbaren Gehäusen konzipiert, wobei die zugehörige Bauanleitung so ausgelegt ist, dass sie auch für Anfänger im 3D-Druck und im Programmieren leicht zugänglich ist.

DD 14.8 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Visualisierung von Elektronen in Stromkreisen mithilfe der App PUMA : Spannungslabor — ●LISA NEBEL, CHRISTOPH STOLZENBERGER, FLORIAN FRANK und THOMAS TREFZGER — Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Universität Würzburg

Elektronen werden meistens als Kugeln visualisiert. Inwiefern diese Visualisierung der Natur dieses Elementarteilchens gerecht wird, bleibt dabei unklar. Dabei sollten unterschiedliche Elektronendarstellungen das Konzeptverständnis der SuS positiv beeinflussen können. Da es keine eindeutige Empfehlung auf wissenschaftlicher Grundlage zur Nutzung von Elektronendarstellungen gibt, findet man in gängigen Schulbüchern recht uneinheitlich verschiedene Visualisierungen. Diese beschränken sich in niedrigeren Klassen v.a. auf Teilchendarstellungen, welche zur Oberstufe hin langsam in Richtung einer Wellen- oder Wahrscheinlichkeitsvorstellung erweitert werden. Die Applikation PUMA : Spannungslabor erlaubt die Darstellung von Analogie-Modellvorstellungen zu elektrischen Stromkreisen und visualisiert dabei auch die sich im Stromkreis bewegenden Elektronen. Mithilfe einer Literaturrecherche wurden die gängigsten Elektronendarstellungen identifiziert und in die App implementiert. Im Rahmen einer Akzeptanzbefragung erhielten Physik-Lehrkräfte die Möglichkeit, die verschiedenen Darstellungen hinsichtlich des Einsatzes im Physikunterricht zu bewerten. In diesem Beitrag werden die Literaturrecherche, die praktische Umsetzung in der Applikation sowie die Ergebnisse der Befragung der Lehrkräfte vorgestellt.

DD 14.9 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Konzipierung und Erprobung einer Einführung in das Expe-

rimentieren mit der App phyphox — ●MARIJA HERDT, MARIA HINKELMANN und HEIDRUN HEINKE — I. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen

Die App phyphox dient als mobiles Messinstrument und wird vermehrt in der Lehre eingesetzt. Im Rahmen einer Masterarbeit wurde ein vierwöchiger Kurs für eine MINT-AG im außerschulischen Bereich konzipiert, welcher in insgesamt 6 Stunden einen Einstieg in das Experimentieren mit phyphox bietet. Dieser Kurs soll möglichst motivierend und niederschwellig gestaltet sein und richtet sich an Schüler:innen der Jahrgangsstufen 7-10. Jeder der Bausteine fokussiert ein anderes Thema, das mit phyphox-Experimenten untersucht wird. Der erste Baustein besteht aus einem modularen Lernzirkel mit sechs Stationen und liefert Einblicke in die verschiedenen Sensoren des Smartphones und deren Nutzbarkeit in physikalischen Experimenten. In weiteren Bausteinen wird das Inhaltsfeld Akustik am Beispiel eines Flaschenxylophons behandelt und das Fadenpendel untersucht. Bei der Erprobung mit ca. 250 Schüler:innen hat sich gezeigt, dass insbesondere die 90-minütige einführende Lerneinheit auch im regulären Physikunterricht breite Einsatzmöglichkeiten finden kann. Die Konzeption der Kurs-Bausteine, ihre Erprobung und Weiterentwicklung im Rahmen des Design-Based-Research Ansatzes werden im Poster vorgestellt.

DD 14.10 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Integration digitaler Messwerterfassungssysteme im Studi-

um: Förderung und Entwicklung von Technologieakzeptanz bei angehenden Physiklehrkräften — ●LENA LENZ und TOBIAS LUDWIG — Pädagogische Hochschule Karlsruhe; Institut für Physik und Technische Bildung

Im Physikunterricht erfolgt die Datenaufnahme bei Experimenten oft analog (Rosenberg et al., 2022). Demgegenüber steht ein Einsatz von digitalen Messwerterfassungssystemen (dMS), der es ermöglicht, schneller, länger und umfangreicher zu messen und so ein hohes didaktisches Potential birgt (Benz et al., 2022). Um zukünftige Physiklehrkräfte zur Integration dieser Systeme in ihren Unterricht zu befähigen ist es entscheidend, dass sie fachspezifische dMS-Kompetenzen im Studium erwerben. Frühere Studien untersuchten TPACK-Kompetenzen und Selbstwirksamkeitseinschätzungen zu dMS (Benz & Ludwig, 2023). Empirische Befunde deuten darauf hin, dass neben diesen Kompetenzen und der Selbstwirksamkeit auch die Technologieakzeptanz, die sich aus den beiden wahrnehmbaren Komponenten Bedienfreundlichkeit und Nützlichkeit zusammensetzt (Davis, 1985), hoch ausgeprägt sein muss, damit digitale Medien Eingang in Schule finden (Gorovoj, 2019). Vor diesem Hintergrund untersucht die vorliegende Studie die Wirkung kurzer spezifischer Interventionen zum Potential von dMS auf die Technologieakzeptanz. Es wurde insgesamt 67 ProbandInnen zu mehreren Messzeitpunkten befragt. Das Poster stellt die Implementation von dMS in unsere Studiengänge vor sowie berichtet Ergebnisse zur Entwicklung der Technologieakzeptanz der Lehramtsstudierenden.

DD 15: Neue Konzepte – Poster

Time: Tuesday 14:00–15:00

Location: ELP 6: Foyer

DD 15.1 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

”Project Find & Link” - ein Gesellschaftsspiel zum Vertiefen und Vernetzen physikalischer Fachbegriffe — ●RAMONA SCHAUER-BOLLIG, MARIA HINKELMANN und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University, I. Physikalisches Institut IA

Die Fachsprache und insbesondere der Fachwortschatz sind von hoher Relevanz im naturwissenschaftlichen Unterricht und damit auch im Physikunterricht. Den natürlichen Drang des Spielens ausnutzend sowie der langen Tradition von Lernspielen folgend, wurde im Sinne der Gamification ein kooperatives und kommunikatives Gesellschaftsspiel entwickelt und evaluiert, um mit dessen Hilfe Fachbegriffe im Physikunterricht der Sekundarstufe I zu vertiefen und zu vernetzen. Dabei wurden Erkenntnisse aus Fachdidaktik, Lernpsychologie und die Bildungsstandards zur Ableitung der Ziele und zur Konzipierung des Spiels herangezogen. Insbesondere der Einsatz von Spielen in kooperativen Lernsettings verspricht eine lohnenswerte Kombination zu sein, um kognitive, motivationale, soziale und emotionale Lernziele zu erreichen. Das Modell der didaktischen Rekonstruktion bildete den theoretischen und methodischen Rahmen, sowohl bei der Entwicklung als auch bei der Evaluation des Spiels. Unter Nutzung erprobter Spiel-

mechaniken des existierenden Gesellschaftsspiels ”Codenames” erfolgte die Umsetzung der Gamification in Form des neuen Spiels zum Lernen, respektive zum Vertiefen und Vernetzen von Fachbegriffen im Physikunterricht. Auf dem präsentierten Poster werden das Gesellschaftsspiel und erste Erfahrungen zum Einsatz des entwickelten Spiels in Schulen vorgestellt.

DD 15.2 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Handlungsorientierte Elektrizitätslehre — ●DANIEL HECHT — PH Weingarten

Es wird ein Unterrichtskonzept vorgestellt, das die klassischen Elektrikinhalte der Sekundarstufe I im Kontext ”Wie funktionieren Roboter?” behandelt. Arduino wird als ein zentrales Werkzeug eingeführt, weil sich Arduino als vielseitig einsetzbares Instrument auch im weiteren Physikunterricht bewährt. In dieser Studie soll untersucht werden, welche Erlebnisse Schülerinnen und Schüler beim elektrotechnischen Tüfteln haben. Die phänomenologische Erfahrungsforschung könnte aufschlussreichen Zugang zu individuellen Erlebnissen ermöglichen und die Potenziale praxisnaher Elektrizitätslehre herausstellen.

DD 16: Lehr-Lernforschung – Poster

Time: Tuesday 14:00–15:00

Location: ELP 6: Foyer

DD 16.1 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Modelle des einfachen Stromkreises in der Sekundarstufe I in Baden-Württemberg — ●KATHARINA LEIBFARTH und JAN-PHILIPP BURDE — Universität Tübingen, Tübingen, Deutschland

Die einfachen Stromkreise stellen entgegen ihres Namens ein schwieriges und unanschauliches Thema des Physikunterrichts dar. Die zugrundeliegenden physikalischen Größen in Stromkreisen sowie deren Zusammenhänge entziehen sich der direkten Wahrnehmung, sodass es naheliegt, diese mit Modellen bzw. Analogien zu veranschaulichen. Unklar ist bislang die Frage, welche Modelle im Anfangselektrizitätslehreunterricht der Sekundarstufe I Baden-Württembergs Einsatz finden. Anhand von Unterrichtstagebüchern, in welchen Physiklehrkräfte ihren Unterricht dokumentierten, wurde der Modelleinsatz von 17 Lehrkräften analysiert. Dabei wurde untersucht, wie viele und welche Stromkreismodelle Lehrkräfte einsetzen und für welche Inhalte diese genutzt werden. Weiterhin wird auf dem Poster dargestellt, welche Modelle in gängigen Schulbüchern Verwendung finden.

DD 16.2 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Der Einfluss von Visualisierungen auf die Güte von Likertskalen oder wie Umfragen unbewusst das Antwortverhalten von Teilnehmenden beeinflussen können — ●TERESA TEWORDT und LISA STINKEN-RÖSNER — Universität Bielefeld

Gerade bei Erhebungen mit jüngeren Lernenden werden bei Fragebögen, die auf Likert-Skalen beantwortet werden, die Antwortniveaus häufig mit Icons veranschaulicht. Dadurch soll den Lernenden ein Gefühl für die Antwortniveaus vermittelt werden (Fühner, 2022). Durch die Nutzung von Visualisierungen besteht jedoch gleichzeitig die Gefahr, dass das Antwortverhalten der Teilnehmenden verzerrt wird. Dadurch wird die Güte des Erhebungsinstrumentes gegebenenfalls vermindert. In dieser Studie wird der Frage auf den Grund gegangen, in welcher Weise verschiedene Formen der Visualisierungen Unterschiede im Antwortverhalten von Lernenden bewirken. Hierfür wurden über 600 Lernende im Alter von 10-12 Jahren befragt, nachdem sie das Schülerlabor teutolab-physik besucht haben. Die Fragebögen erheben das Interesse beim Experimentieren (Fechner, 2009) und unterschei-

den sich ausschließlich in den unterstützenden Visualisierungsformen. Die Zuordnung der verschiedenen Visualisierungen in Form von Smiley, Daumen, Handybalken oder einer Farbskala zu den Teilnehmenden fand randomisiert statt. In dem Beitrag wird diskutiert, ob und inwiefern Differenzen im Antwortverhalten, in Abhängigkeit von der vorgegebenen Visualisierungsform, identifiziert werden können.

DD 16.3 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Transfer bei analogen Problemsituationen — ●MARCO SEITER und HEIKO KRABBE — Ruhr-Universität Bochum, Deutschland

Transfer bezeichnet die Auswirkungen vom Lernen in einem auf das Lernen in einem anderen Kontext (Perkin & Salomon, 1992). Das Ziel von Bildung besteht im Transfer, da sich die Kontexte des Lernens später von möglichen Anwendungskontexten unterscheiden können. Der Transfer von Wissen aus dem Physikunterricht fällt Lernenden dabei oft schwer (Barnett & Ceci, 2002). Eine Möglichkeit zur Förderung von Transfer besteht in der Verwendung von Analogien durch Abstraktion von Prinzipien (z.B. Gick & Holyoak, 1980, 1983). In dieser Studie wurde untersucht, ob die Ergebnisse früherer Studien (Gick & Holyoak, 1980) mit anderen Analogien reproduziert werden können.

Den Probanden wurde zunächst eine fiktive Problemsituation ohne physikalischen Bezug mit einer Lösung vorgestellt. Im Anschluss wurde eine zur ersten Situation analoge Problemsituation mit physikalischem Alltagsbezug gestellt, zu der so viele Lösungen wie möglich generiert werden sollten. Es wurde der Hinweis gegeben, die erste Situation als Hilfe zu verwenden. Drei Interventionsgruppen erhielten zur ersten Problemsituation je eine unterschiedliche Lösung, die Kontrollgruppe löste nur das zweite Problem. Jede Lösung zum ersten Problem enthielt eine Kernidee, welche auch auf das Zielproblem übertragen werden konnte. Zur Auswertung wurden die Lösungen der Probanden nach den enthaltenden Kernideen kodiert. So kann untersucht werden, ob und inwiefern es zu einem Transfer kommt. Auf dem Poster werden erste Ergebnisse vorgestellt.

DD 16.4 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Lernen durch Lehren - Eine Gelegenheit zur Reflexion von Schülervorstellungen? — ●CELINA HALBLEIB, MARKUS ELSHOLZ und THOMAS TREFZGER — Physik und ihre Didaktik, Universität Würzburg

Präkonzepte zu physikalischen Lerninhalten nehmen für den Lernprozess der Schüler:innen einen zentralen Stellenwert ein. Oftmals gelingt es im Unterricht nicht in ausreichendem Maße, inadäquate Vorstellungen in physikalisch anschlussfähige Vorstellungen zu überführen. Der Beitrag untersucht zum einen die Frage, inwieweit Schüler:innen der Sekundarstufe 2 nach wie vor physikalisch inadäquate Vorstellungen zu Themengebieten der Sekundarstufe 1 zeigen. Weiterhin wird untersucht, ob die Schüler:innen durch die Methode "Lernen durch Lehren" - konkret: durch das Erstellen von Lernvideos - vorhandene problematische Vorstellungen erkennen, reflektieren und gegebenenfalls korrigieren. Im Rahmen einer studentischen Abschlussarbeit wurden dazu Lernprodukte von N= 6 Schüler:innen der Sekundarstufe 2 im Hinblick auf bekannte Lernendenvorstellungen zu den Themenbereichen Mechanik und Optik analysiert. Datengrundlage der Analyse sind Storyboards, die von den Schüler:innen als Grundlage für die Realisierung von Lernvideos erstellt wurden. Sie enthalten die zentralen Abbildungen und die zur Aufnahme vorgesehenen Texte. Die Storyboards liegen sowohl in einer selbstständig erarbeiteten Erstfassung sowie in überarbeiteter Form vor, die nach dem Feedback der Lehrkraft entstand. Der Beitrag fasst erste Analysen des Materials zusammen und reflektiert die Rolle der Lehrkraft bei der Lernbegleitung der Schüler:innen.

DD 16.5 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Arbeitsblattvorlagen als Mittel zur differenzierten Förderung der Variablenkontrollstrategie — ●TOBIAS WINKENS und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

Die richtige Wahl der auftretenden Variablen beim Experimentieren ist

für Schüler:innen keineswegs eine Selbstverständlichkeit. Beobachtungen zeigen vielfach unsystematische oder teilsystematische Vorgehensweisen. Einen Ansatzpunkt, um Schüler:innen individuelle Lerngelegenheiten zum Erlernen und Festigen der wichtigen Variablenkontrollstrategie (VKS) zu unterbreiten, bieten die unterschiedlichen Kompetenzfacetten und Teilfähigkeiten der VKS aufgrund der verschiedenen zugeordneten Schwierigkeitsniveaus. Damit bietet die Vermittlung der VKS einen guten Anlass zur Umsetzung einer binnendifferenzierten Förderung der Schüler:innen bezüglich ihrer experimentellen Kompetenzen. Begründet darauf sind teilfähigkeitsspezifische Vorlagen für Arbeitsblätter entwickelt worden. Mit den Vorlagen können Lehrkräfte eigene experimentelle Settings zur Förderung der VKS einsetzen, indem sie selbstgewählte Experimente und die dort auftretenden Variablen in die Arbeitsblattvorlagen anstelle von Platzhaltern implementieren und damit gleichzeitig anhand von einheitlichen experimentellen Materialien Aufgaben mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden kreieren. Neben der konzeptuellen Vorstellung der Vorlagen soll auf dem Poster ein Einblick in eine erste Evaluation der Materialien mit Lehramtsstudierenden gegeben werden. Der Fokus der Evaluation, bei der die Probanden vorgegebene Experimente in die Vorlagen implementieren, liegt vor allem auf der Usability der entwickelten Arbeitsblattvorlagen.

DD 16.6 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Computerbasiertes Feedback auf physikalische Problemlöseantworten mithilfe großer Sprachmodelle — ●FABIAN KIESER und PETER WULFF — Pädagogische Hochschule Heidelberg

Die Fähigkeit, Probleme zu lösen, gilt als eine Schlüsselfähigkeit im 21. Jahrhundert, speziell im Bereich der Physik. Problemlösen ist ein komplexer kognitiver Prozess, der darauf abzielt, durch den Einsatz verschiedener Operationen einen Ausgangszustand in einen gewünschten Zielzustand zu transformieren. Um diesen Prozess umfassend zu erfassen, sind offene physikalische Problemlöseaufgaben viel wichtiger als geschlossene Aufgaben wie beispielsweise Multiple-Choice-Items. Das Bewerten von schriftlichen Antworten der Schülerinnen und Schüler auf physikalische Problemlöseaufgaben und das Bereitstellen individueller Rückmeldungen kann jedoch für Lehrende viel Zeit in Anspruch nehmen. Das Feedback von Lehrpersonen spielt eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung des konzeptionellen Verständnisses von Lernenden. In diesem Beitrag prüfen wir die Möglichkeiten von großen generativen Sprachmodellen zur computergestützten Erstellung individueller Rückmeldungen für schriftliche Schülerantworten auf konzeptuelle Physikfragen. Wir untersuchen die Effektivität spezieller Prompting-Strategien, um herauszufinden, inwiefern generative Sprachmodelle dazu in der Lage sind, die Problemlösefähigkeiten von Schülerinnen und Schülern in physikalischen Aufgaben zu diagnostizieren und zielgerichtet Feedback zu generieren.

DD 16.7 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Das Zeichnen als Erkenntnismethode bei naturwissenschaftlichen Inhalten — ●PETER MICHAEL WESTHOFF und SUSANNE HEINICKE — Universität Münster

Im digitalen Zeitalter und der zunehmend multimedialen Ausstattung der Lernenden sind Lehrkräfte immer öfter mit der Frage konfrontiert, ob Inhalte oder Sachverhalte z.B. von der Tafel, Experimentieraufbauten oder Erarbeitungsergebnisse schnell und einfach abfotografiert oder zeitaufwändiger abgezeichnet werden sollen. Nun stellt sich jedoch die Frage: Ist das Zeichnen für den Lernprozess hilfreicher und ist der zeitliche Mehraufwand damit sinnvoll investiert? Aus der Geschichte der Naturwissenschaften wissen wir, dass Zeichnungen und Abbildungen eine entscheidende Rolle im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess spielen. Auch in der aktuellen PISA-Studie wird ein besonderer Fokus auf kreative Methoden und Fähigkeiten der Lernenden gelegt. Im laufenden Promotionsprojekt sollen die Lernförderlichkeit des Zeichnens im Physikunterricht in Kombination zu den für den kreativen Lernprozess relevante Persönlichkeitsmerkmale wie bspw. Interesse an Kreativität und Zeichnen untersucht werden. In diesem Beitrag werden erste Ergebnisse vorgestellt.

DD 17: Außerschulisches Lernen – Poster

Time: Tuesday 14:00–15:00

Location: ELP 6: Foyer

DD 17.1 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Physik mobil in Jugendzentren — ●MICHAEL KOMOREK, KAI BLIESMER und JONAS TISCHER — Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Jugendzentren bilden weiße Flecken auf der MINT-Bildungslandkarte. Kinder und Jugendliche, die dort ihre Freizeit verbringen und sich aufgehoben fühlen, haben meist wenig Zugang zu naturwissenschaftlich-technischen Angeboten jenseits der Schule. Die Corona-Beschränkungen verschärften diese Situation weiter. Seit 2022 erreicht das mobile Schülerlabor phymobil_OL Kinder und Jugendlichen in Jugendeinrichtungen, teilfinanziert durch das BMBF (Projekt Ease Corona). phymobil_OL schafft an zehn Jugendzentren und Mädchenhäusern physikalische Denk-, Experimentier- und Konstruktionsangebote am Nachmittag, auch zu den Themen Energie und Klima. Auf dem Poster wird berichtet, wie die Physik-Angebote des mobilen Schülerlabors angenommen werden und welches Denken und Handeln sie anregen. Berichtet wird auch über die Logik des 'free choice learning' (Falk & Dierking, 2007), die an Jugendzentren herrscht und die ein Umdenken bei der Strukturierung der mobilen Schülerlabor-Angebote erfordert, sowie über Möglichkeiten, in offen strukturierten, non-formalen MINT-Bildungssituationen Daten zu erheben.

DD 17.2 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Zentrale Motive der MINT-Identitätsverhandlung, Studiendesign und Forschungsfragen — MARKUS ELSHOLZ¹, AGNES BIRNER¹, ●FLORIAN FRANK¹ und THOMAS TREFZGER² — ¹MIND-Center, Universität Würzburg — ²Physik und ihre Didaktik, Universität Würzburg

Die Entscheidung junger Menschen, sich intensiver mit Themen aus dem MINT-Bereich auseinanderzusetzen und darüber hinaus ihre eigene berufliche Perspektive in MINT-Berufen zu sehen, wird von vielfältigen Faktoren in schulischen und außerschulischen Kontexten beeinflusst. Der Beitrag skizziert eine Studie, die Motive junger Menschen für oder gegen ein außerschulisches Engagement im MINT-Bereich beleuchtet. Das zentrale Forschungsinteresse liegt in der Frage, wie junge Menschen bei der Verhandlung ihrer MINT-Identität zielgerichtet unterstützt werden können und welche Rolle außerschulische Angebote dabei spielen. Neben einer quantitativen quasilängsschnittlichen Erhebung zentraler Erwartungs- und Wertkonstrukte wird eine Teilstichprobe über einen längeren Zeitraum begleitet. Die daraus gewonnenen qualitativen Daten erlauben Einblicke in individuelle Abwägungs- und Entscheidungsprozesse und lassen Rückschlüsse auf die Bedarfe junger Menschen zu, die bei der Ausgestaltung außerschulischer Angebote und Impulse berücksichtigt werden sollten.

DD 17.3 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Lehr-Lern-Labor zur Photolumineszenz-Spektroskopie im Irak didaktisch rekonstruiert — ●KAI BLIESMER¹, MARTIN ESMANN¹, LUKAS LACKNER¹ und DIYAR SADIQ² — ¹Carl von Ossietzky Universität Oldenburg — ²University of Zakho, Irak

Vorgestellt wird ein Lehr-Lern-Labor (Priemer & Roth, 2020) für Schülerinnen und Schüler von ca. 16-18 Jahren zum Themengebiet der Photolumineszenz-Spektroskopie. Es ist entlang eines Exit-Games ausgestaltet, das mit Video-Vignetten zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung angereichert ist. Anlass für die Entwicklung des Lehr-Lern-Labors ist ein vom Deutschen Akademischen Austauschdienst gefördertes Projekt, in dem die Universität Oldenburg mit der Universität Zakho im Irak auf dem Gebiet der Nano-Optik zusammenarbeitet. Das Lehr-Lern-Labor gehört zum Transferkonzept des Projekts und dient einer auf Public Understanding of Science ausgerichteten Wissenschaftskommunikation, also der universitären Third Mission (Compagnucci & Spigarelli, 2020). Das Lehr-Lern-Labor wurde im Zusammenarbeit zwischen Fachphysik und Physikdidaktik zunächst in Deutschland auf der Grundlage des Modells der Didaktischen Rekonstruktion (Duit et al., 2012) ausgestaltet, wobei sich die didaktische Strukturierung an den drei Leitlinien Kontextstrukturierung, Autonomieorientierung und Problemorientierung richtet, die aus der Selbstbestimmungstheorie der Motivation von Deci und Ryan (2012) abgeleitet wurden. Das entwickelte Lehr-Lern-Labor wird sodann in Zusammenarbeit mit den irakischen Kolleginnen und Kollegen zur Durchführung im Irak adaptiert.

DD 17.4 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Physik(unterricht) und Smartphonennutzung aus der Perspektive von Schüler*innen — ●BARBARA LEIBROCK — MExLab Physik, Universität Münster

Wie können Smartphones didaktisch sinnvoll eingesetzt werden? Diese Frage erforschten im BMBF-geförderten Projekt smart for science zwischen 2019 und 2023 Arbeitsgruppen der Fachdidaktiken Physik, Chemie und Mathematik in Kooperation mit dem außerschulischen Lernort MExLab ExperiMINTe, der Fachrichtung Psychologie und dem Institut für Kommunikationswissenschaft der Universität Münster. Dafür wurden in den drei Fächern Workshops für die Sekundarstufe I erstellt, in denen die Forschenden beobachteten, inwiefern die Nutzung von Smartphones die Motivation, Konzentration und Lernleistung der Jugendlichen beeinflusst, aber auch zu Ablenkung führt.

Neben den Untersuchungen vor und während der Workshops wurden im Anschluss an den Physikworkshop die Jugendlichen selbst in Gruppendiskussionen zu ihrer Meinung über die Nutzung des Smartphones im Unterricht und zu ihrem Bild der Physik befragt. Das Poster stellt den Ablauf der Erhebungen und Auswertungen, sowie Indizien und Ergebnisse aus diesen Gruppendiskussionen vor.

DD 18: Bildung für nachhaltige Entwicklung – Poster

Time: Tuesday 14:00–15:00

Location: ELP 6: Foyer

DD 18.1 Tue 14:00 ELP 6: Foyer

Massenmörderinnen Vera und Yvonne: Teillösungen und Kärtchenvarianten als Variation der Mystery-Methode — ●ANNA HEROLD, JONATHAN GROTHAUS und THOMAS TREFZGER — Emil-Hilb-Weg 22, 97074 Würzburg

Yvonne und Vera verursachten 2019 den Tod von 6900 Menschen. Doch für ihre Taten ist eigentlich jemand ganz anderes verantwortlich. Wie kam es zu den Opfern? Wer trägt die Verantwortung?

Im Rahmen der Mystery-Methode untersuchen Schüler:innen die zum Klimawandel führenden Störungen des Erdsystems und die Betroffenheit der Menschen in Deutschland von Klimawandelfolgen. Im Lösungsprozess wird auch nach Verantwortlichen für den Klimawandel und dessen Folgen gesucht.

Ergänzend zum Vortrag von Grothaus et al. werden in diesem Beitrag die Besonderheiten dieser Mystery Entwicklung, sowie exemplarische Lösungen von Schüler:innen präsentiert. Zur Reduktion der Komplexität des Themenfeldes "Störung des Erdsystems" wird die Mystery-Methode variiert und es werden vor der kompletten Bearbeitung des Mysterys Teillösungen entwickelt. Die Rückkopplung von schmelzendem Meereis und der sinkenden Albedo, der Treibhauseffekt und die Rolle der Ozeane als Kohlenstoffspeicher werden vorher schon als Lernsicherung bearbeitet und dann in die komplette Concept Map des Mystery integriert. Die vielschichtige Antwort auf die Frage nach der Verantwortlichkeit wird in drei Kärtchenvarianten aufgeteilt, wobei die Verantwortlichkeit des Individuums, der Industrienationen und eine politische Ebene thematisiert und anschließend diskutiert werden.

DD 19: Hauptvortrag 3: Reese

Time: Tuesday 15:10–16:00

Location: ELP 6: HS 2

Invited Talk DD 19.1 Tue 15:10 ELP 6: HS 2
Umweltkrise = Verhaltenskrise? Individuelle und systemische Katalysatoren nachhaltigen Handelns — ●GERHARD REESE
 — RPTU Kaiserslautern-Landau

Verhalten ist immer eine Funktion des sozialen und gesellschaftlichen

Umfelds. Gerade die globalen Krisen (z.B. Klimawandel, Verlust biologischer Vielfalt) erfordern zwar individuelle, aber doch vor allem systemische Veränderungen. Dieser Vortrag beleuchtet die Interaktion zwischen Individuum und systemischen Ebenen sowie die Hebel, die den proaktiven Umgang mit den globalen Krisen begünstigen können.

DD 20: Lehr-Lernforschung III

Time: Tuesday 16:30–17:50

Location: ELP 1: SR 3.21

DD 20.1 Tue 16:30 ELP 1: SR 3.21
Decoding Disruptions: die Potentiale einer neuen Forschungsmethode zur Untersuchung von Störungsinterventionen im Experimentierunterricht. Eine ASSG-Analyse — ●LUCA KEIM und NIKLAS LITZENBERGER — Institut für Physik, Mainz

Der Umgang mit Unterrichtsstörungen ist besonders für junge Lehrkräfte sehr herausfordernd. Um dem entgegenzuwirken, versucht man zwischen Forschung und Praxis zu vermitteln und Maßnahmen zur Störungsbewältigung zu geben, die hauptsächlich aus Erfahrungswissen geschöpft werden. Dabei haben jedoch empirische Befunde über die Effektstärken von Interventionen bei auftretenden Störungen im Unterricht noch viel Potential weiter ausgeschöpft zu werden.

Um diese Potentiale weiter auszubauen, nutzen wir eine neue Forschungsmethode, um solche Effektstärken messen zu können. Diese neue vielversprechende Advanced State Space Grid (ASSG) Methode ist in der Lage, Verhaltensänderungen von Indikatoren vor und nach einer Interaktion zu messen. In einer Pilotstudie untersuchen wir dessen Analysemöglichkeiten in einem störungsreichen Planspielunterricht. Erste Erkenntnisse über effektive Interventionsmöglichkeiten im Experimentierunterricht und Potentiale dieser neuen Methode werden im Rahmen des Vortrags diskutiert.

DD 20.2 Tue 16:50 ELP 1: SR 3.21
Decoding Dynamics: die neue Forschungsmethode ASSG zur Analyse zeitabhängiger Interaktionen im Unterricht — ●NIKLAS LITZENBERGER und ANDREAS PYSIK — Institut für Physik, Mainz

Unterricht zeichnet sich durch komplexe dynamische Interaktionen aus. Dies stellt die Unterrichtsforschung vor eine methodische Herausforderung, wenn diese Dynamik erfasst werden soll. Häufig werden bislang Methoden eingesetzt, die auf globale Einschätzungen des Unterrichts abzielen, wobei Aussagen über zeitabhängige dynamische Prozesse ausbleiben.

Ziel der neuen Advanced State Space Grids (ASSG) Methode ist es daher durch mathematisch fundierte, numerische und grafische Elemente solche dynamischen Prozesse messbar zu machen. Dadurch ist es möglich einen tieferen Einblick in die Zusammenhänge zwischen Unterrichtsaspekten zu erhalten. Beispielsweise lassen sich zeitabhängige Verhaltensänderungen von Lehrkräften, Lernenden oder Gruppen numerisch erfassen und neue Zusammenhänge zwischen verschiedenen Verhaltensaspekten finden, um Effektstärken von Interventionen zu messen. Insbesondere eignen sich auch rein maschinell aufgenommene Daten von Eye-Tracking oder Machine Learning, um Zusammenhänge zwischen beispielsweise Blickmustern und Arbeitsfortschritten zu finden.

Im Zuge des Vortrages wird die Methode vorgestellt und mögliche Implikationen aufgezeigt, welche künftige Studien durch einen öffentlich zugänglichen Python-Code nutzen können.

DD 20.3 Tue 17:10 ELP 1: SR 3.21

Lehren über Energie unterstützen mit Dashboards — ●MARCUS KUBSCH¹, ONUR KARADEMIR², ADRIAN GRIMM³, HENDRIK DRACHSLER², NIKOL RUMMEL⁴ und KNUT NEUMANN³ — ¹Freie Universität Berlin — ²DIPF — ³Ruhr-Universität Bochum — ⁴IPN

Ein zentrales Wirkpotential von Künstlicher Intelligenz ist die Möglichkeit Individualisierung zu skalieren. Individualisierung, das heißt die Passung von Lehr-Lern-Settings zu den Charakteristiken der Lernenden, gilt als eine wichtige Determinante für Lernerfolg. Hierbei gibt es prinzipiell zwei Wirkwege: Basierend auf einer kontinuierlichen Erfassung der Lernstände kann die Lernumgebung automatisch adaptiert werden (z.B. automatisches Feedback, Anpassung der Aufgabenschwierigkeit). Der andere Weg geht über die Lehrkraft. Hier werden der Lehrkraft Informationen zum Lernstand aufbereitet dargestellt und diese kann basierend hierauf ihr unterrichtliches Handeln an die Lerngruppe anpassen. Die Darstellung der Informationen geschieht dabei in Form von so genannten Dashboards. Wie Dashboards für die effektive Anwendung gestaltet sein müssen, was effektive Anwendungsszenarien sind, und in wie weit sich Dashboards dann tatsächlich auf den Lernerfolg auswirken ist jedoch noch weitgehend unerforscht. Im Vortrag wird eine Studie vorgestellt, in welcher Lehrkräften ein Dashboard für eine Unterrichtseinheit zum Energiekonzept zur Verfügung gestellt wurde. Zentrale Befunde zum Nutzungsverhalten der Lehrkräfte sowie der Lernförderlichkeit werden präsentiert und diskutiert.

DD 20.4 Tue 17:30 ELP 1: SR 3.21
Entwicklungsvalidierung von Anleitungen zum selbstständigen Arbeiten im Physikunterricht — ●ROLAND BERGER¹, MARIA WEVERS² und MARTIN HÄNZE² — ¹Universität Osnabrück — ²Universität Kassel

Die Entwicklung von hochwertigen schriftlichen Anleitungen zum selbstständigen Arbeiten im Physikunterricht ist herausfordernd. Denn die Anleitungen sollten so gestaltet werden, dass es zu keinem Abbruch der Lernbemühungen kommt, sondern eine fokussierte Verarbeitung der Lerninhalte unterstützt wird.

In einem Forschungsprojekt zu wünschenswerten Erschwernissen explorieren Schülerinnen und Schüler der 12. Jahrgangsstufe die Bewegung von Ladungsträgern in Magnetfeldern mithilfe eines Computerspiels anhand einer schriftlichen Anleitung. Wir haben die Anleitung in zwei Schritten validiert.

Im ersten Schritt wurden 14 Paare von Schülerinnen und Schülern beim Explorieren teilnehmend beobachtet. Dabei wurden schwierigkeitszeugende Merkmale der Anleitung registriert, und die Anleitung auf dieser Grundlage fortlaufend weiterentwickelt. Im Rahmen einer quantitativen Studie (N = 75) wurde in einem zweiten Schritt gezeigt, dass die finale Form der Anleitung zum erfolgreichen Entdecken der Dreifingerregel geeignet ist.

Dieser Ansatz zur Validierung von Anleitungen könnte auch in anderen Lernumgebungen hilfreich sein, die auf selbstständiger Arbeit der Lernenden basieren, zum Beispiel bei der Entwicklung von Anleitungen für Schülerversuche.

DD 21: Hochschuldidaktik – Mathematik

Time: Tuesday 16:30–17:50

Location: ELP 1: SR 3.22

DD 21.1 Tue 16:30 ELP 1: SR 3.22

Digitale Übungsaufgaben zur Lehre von mathematischen Methoden in physikgeprägten Studiengängen — ●JONAS GLEICHMANN, HANS KUBITSCHKE und JÖRG SCHNAUSS — Universität Leipzig, Institut für Didaktik der Physik

Studierende in physikgeprägten Studiengängen benötigen ein gewisses Maß an mathematischen Fähigkeiten und Fertigkeiten, um physikalische Probleme lösen zu können. Diese algorithmischen Methoden werden meist in einem Modul in den ersten beiden Semestern gelehrt, wobei ein wesentlicher Teil des Lernprozesses durch die Abgabe von Übungsaufgaben realisiert wird. Wir möchten einen Ansatz vorstellen, wie diese Aufgaben digital im STACK-Format gestellt werden können. Mithilfe eines Computer-Algebra-Systems werden die Aufgaben randomisiert, wodurch sie individuell wiederholbar sind und nicht abgeschrieben werden können. Gleichzeitig reduziert sich der Korrekturaufwand für die Lehrenden, da das System die Aufgaben automatisch korrigiert und den Studierenden ein schnelles und individuelles Feedback gibt. Die freigeordneten Kapazitäten durch verringerten Korrekturaufwand können so für individuellere Betreuung genutzt werden. Nach drei Jahren Einsatz der digitalen Aufgaben möchten wir über erste Ergebnisse berichten.

DD 21.2 Tue 16:50 ELP 1: SR 3.22

Einfluss eines mathematischen Vorkurses in physikgeprägten Studiengängen — JONAS GLEICHMANN, ●HANS KUBITSCHKE und JÖRG SCHNAUSS — Universität Leipzig, Institut für Didaktik der Physik

Der Übergang vom schulischen zum akademischen Lernen stellt Studierende vor besondere Herausforderungen, speziell im Bereich Mathematik. Für die physikalischen Studiengänge bietet die Universität Leipzig einen mathematischen Vorkurs an, welcher auf dessen Lernerfolg hin analysiert wurde. Es wurden entsprechende Tests entwickelt, eine Prä-Post-Studie durchgeführt und die Prüfungsergebnisse während des ersten Studienjahres verfolgt. Dabei konnten wir sowohl kurz- als auch mittelfristige Effekte bei den Studierenden feststellen. Darüber hinaus konnten wir Veränderungen in der Selbsteinschätzung der mathematischen Fähigkeiten der Studierenden erwirken, sodass die Studieneingangsphase mit einem realistischen Abbild der eigenen mathematischen Fähigkeiten begonnen wurde. Die Ergebnisse deuten auf einen positiven Einfluss des Vorkurses auf die Studienleistungen in den ersten beiden Semestern hin.

DD 21.3 Tue 17:10 ELP 1: SR 3.22

Modulübergreifendes Blended Learning in der Mathematikausbildung zur Experimentalphysik im Lehramtsstudium Physik — ●LYDIA KÄMPF und FRANK STALLMACH — Universität

Leipzig, Institut für Didaktik der Physik

An der Universität Leipzig ist im Lehramtsstudium Physik die mathematische Ausbildung durch Seminare in die ersten beiden Experimentalphysik-Module integriert. Die Physikvorlesung gibt den zeitlichen und motivationalen Rahmen für diese Mathematischen Methoden Seminare vor. In unserem Vortrag stellen wir das modulübergreifende Konzept der Mathematischen Methoden Seminare vor und berichten von den Erfahrungen des ersten Entwicklungsjahres und forschungsbasierten Weiterentwicklungsideen.

Die Kernidee des Konzepts besteht in der just-in-time Vermittlung der für die Physik erforderlichen mathematischen Fähigkeiten im Flipped Classroom Format. Die Wissensvermittlung findet im Selbststudium durch jeweils zwei interaktive Lernvideos statt. Im jeweils ersten Video werden die rein mathematischen Themen eingeführt und durch integrierte Aufgaben erstgefestigt. Im zweiten Video erfolgt eine erste physikalische Anwendung, auf welches das Präsenzseminar durch weitere vertiefende Aufgaben aufbaut.

Am Beispiel des Lehr-Lern-Szenarios zu komplexen Zahlen zeigen wir in einer Vergleichsstudie, dass das vermittelte Wissen ins Langzeitgedächtnis übertragen wird und anwendbar bleibt.

DD 21.4 Tue 17:30 ELP 1: SR 3.22

Welche Mathematik- und Physikaufgaben sind relevant für den Einstieg ins Physikstudium? Die Sicht der Physikdozierenden — ●DENNY GAHRMANN¹, IRENE NEUMANN² und ANDREAS BOROWSKI¹ — ¹Universität Potsdam — ²Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN)

Fachliches Vorwissen stellt einen der wichtigsten Prädiktoren für das Physikstudium dar. Etablierte Studieneingangstests nutzen vorrangig Mathematikaufgaben, die vor allem Rechenfähigkeiten abbilden. Es gibt jedoch zunehmend Forderungen nach der Integration von Mathematikaufgaben höherer Komplexität. Komplexität wird dabei durch das vierstufige Modell nach Rach et al. (2021) definiert, wobei Studieneingangstests vor allem Mathematikaufgaben der geringsten Stufe (Faktenwissen und prozedurales Wissen) beinhalten. Für die Auswahl relevanter Physikaufgaben in der Studieneingangsphase gibt es bislang noch keine Einschätzung von Physikdozierenden des ersten Semesters. Die vorliegende Studie greift diese Forderung nach einer Bewertung von Mathematikaufgaben unterschiedlicher Komplexität und einer Bewertung unterschiedlicher Physikaufgaben durch eine systematische Erhebung der Perspektiven von Dozierenden im ersten Semester auf. Zu diesem Zweck wurden 130 Aufgaben aus etablierten Tests der Mathematik und Physik von $N_M = 84$ und $N_{Ph} = 22$ Physikdozierenden bezüglich der Frage „Wie relevant ist es aus Ihrer Sicht, dass Studierende die folgende Aufgabe zu Beginn des Studiums lösen können, um erfolgreich ins Physikstudium zu starten?“ eingeschätzt.

DD 22: Neue / digitale Medien

Time: Tuesday 16:30–17:50

Location: ELP 1: SR 3.25

DD 22.1 Tue 16:30 ELP 1: SR 3.25

Der digitale Dozent: ChatGPT als Co-Pilot in der Lehrpersonenbildung — ●JENS DAMKÖHLER, WOLFGANG LUTZ und THOMAS TREFZGER — Julius Maximilians-Universität, Würzburg, Deutschland

Die rasante Entwicklung künstlicher Intelligenz (AI) beeinflusst spätestens seit Einführung von ChatGPT Ende 2022 auch Diskussionen über den Einsatz im Bildungsbereich. Während Studierende wie Lehrende grundsätzlich offen gegenüber der Nutzung von AI scheinen, sind viele Überlegungen zum konkreten Einsatz in der universitären Lehre geprägt von Unsicherheit und fehlender Überzeugungskraft. Im Lehr-Lern-Labor Physik an der Universität Würzburg widmet sich ein Projekt der Untersuchung von Möglichkeiten, einen AI-Chatbot auf Basis des bekannten Modells ChatGPT einzusetzen. Dabei werden gezielt die Vorteile von AI als virtuellem Gesprächspartner genutzt, um die Studierenden bei der strukturierten Reflexion ihrer ersten Unterrichtserfahrungen zu begleiten und zu unterstützen. Das Vorhaben knüpft an ein Dissertationsprojekt zum Thema Reflexionsprozesse an, indem den Studierenden ein ergänzendes Treatment zur Förderung der Reflexivität angeboten wird. Der Vortrag gibt Einblicke in grundsätzliche

Überlegungen zur Nutzung von AI im Bildungsbereich und stellt anschließend das Vorhaben vor. Darüber hinaus sollen erste Einblicke in Ergebnisse eines Vortests unter Lehramtsstudierenden zu Akzeptanz und AI Literacy gewährt werden.

DD 22.2 Tue 16:50 ELP 1: SR 3.25

PUMA : Optiklabor - Eine webbasierte AR-Simulation für die Sekundarstufe I — ●STEFAN KRAUS und THOMAS TREFZGER — Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Ein kostenloser Optik-Experimentierkasten, den man Schülerinnen und Schülern mit nach Hause geben kann, der jederzeit zum Experimentieren einlädt, der haptische und virtuelle Elemente verbindet, bei dem man nichts beschädigen, aber über die Grenzen der realen Welt hinaus experimentiert werden kann. Diesen Anspruch verfolgt das PUMA : Optiklabor. Physikunterricht mit Augmentierung - dieses Projekt des Lehrstuhls für Physik und ihre Didaktik der Universität Würzburg widmet sich in verschiedenen Teilgebieten der Physik den Möglichkeiten, die Augmented Reality (AR) bieten kann. Das Optiklabor besteht aus einer webbasierten AR-Simulation, bei der über

Karten, die auf den Tisch gelegt werden, Laser und Gegenstände wie Spiegel und Linsen einblendet werden. Diese betrachten die Schülerinnen und Schüler durch ihr Smartphone oder Tablet-PC, auf dem sie lediglich eine Website öffnen, jedoch keine App installieren müssen. Die Applikation wird im Rahmen eines Design-Based-Research-Projekts entwickelt, das in zwei Phasen den Einsatz durch die Lehrkräfte und die Nutzung durch die Jugendlichen im Anfangsunterricht der Sekundarstufe I evaluiert. Parallel steht die technische Eignung für den Unterricht im Studieninteresse. Der Vortrag stellt die Applikation und das Studiendesign vor und lädt zum Ausprobieren und konstruktiven Austausch ein.

DD 22.3 Tue 17:10 ELP 1: SR 3.25

Digitale Messwerterfassung beim zentralen elastischen Stoß unter Einbeziehung von Reibungseffekten: Eine präzise Analyse von Erhaltungsgrößen — ●SASKIA RIEDEL und FRANK STALLMACH — Universität Leipzig, Institut für Didaktik der Physik

Der Einsatz digitaler Medien bietet zahlreiche Vorteile für das Experimentieren im Physikunterricht. Neben motivationalen Aspekten digitaler Messwerterfassung können Messdaten von Experimenten in Echtzeit und mit hoher Genauigkeit aufgenommen, visualisiert und analysiert werden. Das Experiment soll besonders in der Sekundarstufe II als zentrale empirische Methode verstanden und fachliche Inhalte wie physikalische Basiskonzepte vernetzt werden. Wir zeigen, wie die fachliche Vernetzung des Reibungsbegriffes und Kraftstoßes mit den Bewegungsgesetzen und Erhaltungsgrößen Impuls und Energie im Unterricht implementiert werden kann, indem wir die oft vernachlässigten Reibungseffekte beim zentralen elastischen Stoß berücksichtigen. Hierfür werden die Daten des Orts- und Kraftsensors zeitsynchron erfasst und daraus Geschwindigkeit-Zeit- und Kraft-Zeit-Diagramme ermittelt. Die beobachtete Impulsänderung wird durch den Kraftstoß und Reibungseffekte bewirkt, die aus den Messdaten durch Integration bzw. lineare Regression bestimmbar sind. Der Vortrag stellt die Messwer-

terfassung mit drahtlosen Smart Carts, die Datenanalyse zur Untersuchung von Erhaltungsgrößen unter Einbezug von Reibung und die Einsatzmöglichkeiten im schulischen und universitären Kontext vor. Im Vergleich zu bisherigen Messverfahren für den zentralen elastischen Stoß werden Vor- und Nachteile dieses Herangehens diskutiert.

DD 22.4 Tue 17:30 ELP 1: SR 3.25

Optik-Schülerexperimente in verschiedenen Modi: Realexperimente, Simulationen und beides kombiniert — ●SALOME FLEGR und JOCHEN KUHN — Ludwig-Maximilians-Universität München, Deutschland

Experimentieren spielt eine zentrale Rolle im Physikunterricht. Optik-Schülerexperimente wie das Experiment zu Abbildungen durch Sammellinsen in der Mittelstufe werden üblicherweise mit Realexperimenten durchgeführt. In den vergangenen Jahren haben jedoch auch interaktive Simulationen an Bedeutung für dieses Experiment gewonnen. Sie erlauben, abseits der rein phänomenologischen Ebene wie sie im Realexperiment beobachtet werden kann, auch konzeptuelle Aspekte beobachtbar zu machen. So können das abbildende Lichtbündel und die Konstruktionstrahlen sichtbar gemacht werden. Bisherige Forschung hat gezeigt, dass Realexperimente und Simulationen, wenn möglich, nicht gegeneinander ausgespielt werden sollten, sondern als Ergänzung zueinander betrachtet werden sollten (Wörner et al., 2022). In der Vergangenheit wurde die Kombination von Realexperimenten und Simulationen jedoch vor allem als Sequenz untersucht und nicht gleichzeitig. In einer Studie mit über 150 Schülerinnen und Schülern der achten Klasse wurden die folgenden Lernbedingungen untersucht: Lernen mit dem Realexperiment, Lernen mit der interaktiven Simulation am iPad und Lernen mit einer Kombination aus Realexperiment und Simulation gleichzeitig. Es wurden Prä- und Posttests zum Konzeptverständnis durchgeführt. Die Ergebnisse der Studie werden auf der DPG Tagung 2024 vorgestellt.

DD 23: Bildung für nachhaltige Entwicklung

Time: Tuesday 16:30–17:50

Location: ELP 1: SR 2.26

DD 23.1 Tue 16:30 ELP 1: SR 2.26

eMobility for Kids - das Lernwerkstattformat für 12-15-jährige — ●ANDREAS DABERKOW und BARBARA WILD — Hochschule Heilbronn, Fakultät für Technik, Max-Planck-Straße 39, 74081 Heilbronn

Das elektrische Fahren leistet einen Beitrag zu einer klimaschonenden Mobilität. Viele SchülerInnen haben bislang wenig Berührung mit angewandten Lehrformaten zur Energie und Elektrizität. Dies war die Motivation, ein praxisnahes Lehrformat zu schaffen, welches immer die Verbindung zu den Physik-Lehreinheiten der Schule hat. Erste Ergebnisse liegen vor und werden im Beitrag vorgestellt.

In 2023 wurden 3 Zweitageskurse "eM4K" mit jeweils 12 SchülerInnen veranstaltet. In 3 Teams baut jedes Team ein vierrädriges Elektrofahrzeug auf. Am Tag 2 des Seminars werden die selbst gebauten Fahrzeuge auf einem Geschicklichkeitsparcour selber gefahren. In begleitenden kurzen Lehreinheiten werden die Themen

- Elektrizität und Energie (Elektrischen Leistung und Arbeit, Praxisbezug Reichweite und Ladezeit) - Physik der Kräfte (Reibschluss/Formschluss) - Fahrphysik in der Ebene (Geometrie der Kreisfahrt mit Geschwindigkeits/Beschleunigungsvektoren)

mit den SchülerInnen reflektiert. Das hier vorgestellte Format ist idealerweise in 2-3 Tageskurseinheiten oder 4-6 Halbtageseinheiten lehrbar. Es schlägt eine wichtige Brücke zur Anwendung "klimafreundliche Mobilität" und soll die Schülerinnen für eine Verbindung von physikalischen Grundlagen mit einer nachhaltigen Mobilität begeistern.

DD 23.2 Tue 16:50 ELP 1: SR 2.26

Blaue Energie und Entsalzung – Neue Energie für die Gesellschaft — ●ANDREAS HÄRTEL — Physikalisches Institut, Universität Freiburg, Hermann-Herder-Str. 3, D-79104 Freiburg im Breisgau

Eine Leitperspektive der KMK-Bildungsstandards und vieler Bildungspläne ist die Bildung für nachhaltige Entwicklung. Dieser Leitlinie folgend und getreu dem Motto *begeistern kann nur, wer selbst für ein Thema "brennt"* (Großmann, Hertel, DPG Studie 2014, S. 22) habe ich meine Forschung zur Umwandlung von Wärme in elektrische Energie

mittels kapazitiver Prozesse (Energy Environ. Sci. 8:2396, 2015) in den Fokus einer Unterrichtseinheit gestellt. Auch wenn die Verknüpfung verschiedener Themen aus den Bildungsplänen neu und ungewohnt für die Schüler:innen war, konnten wir doch erfolgreich über Entropie in Kondensatoren und thermodynamische Kreisprozesse sprechen, und wie diese mit dem Mischen von Süß- und Salzwasser in Flussmündungen zusammenhängen – einer alternativen Energiequelle für sogenannte blaue Energie. Im zugehörigen Umkehrprozess kann Trinkwasser durch Entsalzung gewonnen werden. Damit trifft die Thematik auf das Interesse der Schüler:innen an der Entwicklung zukunftsweisender Technologien mit Relevanz für die Menschheit und den Klimawandel (Merzyn, Guter Physikunterricht, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, 2015).

In meinem Vortrag werde ich den physikalischen Prozess der beschriebenen Energieumwandlung erklären und dabei aufzeigen, wie dieser Inhalte für Schüler:innen elementarisiert werden kann. Außerdem gebe ich einen Ausblick für weitere fachdidaktische Aufarbeitungen zur Thematik.

DD 23.3 Tue 17:10 ELP 1: SR 2.26

Ein einfaches Modell für Vorhersage der CO₂ Konzentrationen in der Atmosphäre in Abhängigkeit der globalen Emissionen — ●WOLFGANG EBERHARDT¹ und MICHAEL VOLLMER² — ¹TH Berlin — ²TU Brandenburg

Wir präsentieren ein sehr einfaches Modell um zeitabhängige CO₂ Konzentrationen in der Atmosphäre abzuschätzen. Dafür leiten wir eine lineare Differentialgleichung 1. Ordnung ab, die auf aktuellen Daten des Global Carbon Project und den Mauna Loa Daten der atmosphärischen CO₂ Konzentrationen basiert. Das Modell wird erstens getestet für die Periode 1960 bis 2021 mit guter quantitativer Übereinstimmung zu den entsprechenden Messdaten. Zweitens werden zwei typische IPCC Szenarien mit guter qualitativer Übereinstimmung der Ergebnisse diskutiert. Drittens werden Ergebnisse für einige neue Emissionsszenarien vorgestellt und diskutiert. Trotz einiger Nachteile in Bezug auf absolute quantitative Vorhersagen im Vergleich zu komplexeren Modellen hat unser Ansatz zwei wichtige Vorteile. Es kann erstens von Studierenden bereits sehr einfach mit programmierbaren Tabellenkalkulationsprogrammen wie Excel benutzt werden. Zweitens können als

Eingangsdaten genutzte Emissionsszenarien beliebig verändert werden. Die entsprechenden Ergebnisse können sofort für tiefergehende Diskussionen zum Thema Kohlenstoffkreislauf und Klimawandel in Bachelor- und Masterstudiengängen verwendet werden.

[1] M. Vollmer, W. Eberhardt, eingereicht bei Eur. J. Phys.

DD 23.4 Tue 17:30 ELP 1: SR 2.26

Massenmörderinnen Vera und Yvonne: Systemwissen und Umweltpsychologie in einem Mystery über Klimawandelfolgen — ●JONATHAN GROTHAUS, ANNA HEROLD und THOMAS TREFZGER — Universität Würzburg

”Yvonne und Vera verursachten 2019 den Tod von 6900 Menschen. Doch für ihre Taten ist eigentlich jemand ganz anderes verantwortlich. Wie kam es zu den Opfern und wer trägt die Verantwortung für die Toten?” Der Vortrag stellt ein Mystery vor, das anhand der obigen Leitfrage die Verantwortung für lokale Folgeschäden des Klimawandels

untersucht. Im Lösungsprozess des Anordnens von Informationskärtchen in einer Concept Map werden psychologische Determinanten von Handeln mit Erdsystemwissen verknüpft. Vorgestellt wird hier der Ansatz über die Lösungskärtchen (zu Hitzewellen und Übersterblichkeit) die persönliche Betroffenheit und regionale Nähe der Folgen zu adressieren. Beides sind umweltpsychologische Variablen, die helfen können, die Knowledge-Action-Gap zu überbrücken. Die Komplexität der Verantwortung wird über lerngruppenweise unterschiedliche Varianten der Lösungskärtchen diskutiert, die die Rolle und Schuld des Individuums, der Industrienationen und der (deutschen) Politik aufbringen.

Gewissermaßen ungewöhnlich versucht das Mystery, eingesetzt als didaktische Rahmenstruktur einer Lerneinheit zum Klimawandel, eine umweltpsychologisch fundierte Handlungsmotivierung mit einer Systemwissenssicherung zu vereinen. Inwiefern dieser Ansatz gelingt, und welche Schwächen im etablierten Schülerlaboreinsatz (n ca. 500 SuS) auftreten, soll kritisch erläutert werden.

DD 24: Quantenphysik III

Time: Tuesday 16:30–17:50

Location: ELP 1: SR 2.28

DD 24.1 Tue 16:30 ELP 1: SR 2.28

Untersuchung der Verwendung multipler Repräsentationen in Hochschulkursen zu Quantentechnologien — ●EVA REXIGEL¹, JONAS BLEY¹, ALDA ARIAS¹, LINDA QERIMI², STEFAN KÜCHEMANN², JOCHEN KUHN² und ARTUR WIDERA¹ — ¹RPTU Kaiserslautern-Landau, Kaiserslautern — ²LMU München, München

Zur Vermittlung quantentechnologischer Inhalte kann auf multiple externe Repräsentationen, wie Dirac/Bra-Ket Notation, Blochkugel, oder Realexperiment, zurückgegriffen werden. Jede Repräsentation bietet unterschiedliche Vor-, Nachteile und Anforderungen beim Lernen und Problemlösen. Es ist jedoch unklar, inwiefern diese Repräsentationen in Hochschullehre eingesetzt werden. Im Rahmen einer Online-Umfrage wurden deshalb Hochschuldozent*innen der Quantentechnologien zum Einsatz von Repräsentationen in ihren Veranstaltungen befragt. Die Ergebnisse zeigen, dass mathematisch-symbolische Repräsentationen universell verwendet werden, unabhängig von Kompetenz- und Aufgabenbereich, fachlicher Ausrichtung und akademischem Niveau der Studierenden. Qubits werden dabei in allen untersuchten Veranstaltungen nicht nur anhand einer einzelnen, sondern mithilfe multipler Repräsentationen charakterisiert. Der inhaltliche Übergang zu Multi-Qubit Zuständen geht jedoch mit einer signifikanten Abnahme der Anzahl verwendeter Repräsentationen einher. Die Analysen verdeutlichen die Notwendigkeit eines flexiblen Umgangs mit multiplen Repräsentationen beim Lernen zu Quantentechnologien und die Relevanz eines angemessenen Umgangs mit den charakteristischen mathematisch-symbolischen Repräsentationen.

DD 24.2 Tue 16:50 ELP 1: SR 2.28

Graphical representations in quantum physics: exploring the effects of learning from qubit visualizations and developing a new classification system for visual representations — ●LINDA QERIMI^{1,2,3}, STEFAN KÜCHEMANN¹, SARAH MALONE⁴, SILKE STÄHLER-SCHÖPF², SASCHA MEHLHASE^{2,3}, TATJANA WILK⁵, and JOCHEN KUHN¹ — ¹LMU, Munich — ²MPQ, Garching near Munich — ³MQV, Munich — ⁴Saarland University, Saarbrücken — ⁵MCQST, Munich

In quantum physics, it is particularly important to choose representations that are transferable to mathematics in order to provide learners with material for sustainable teaching of quantum physics. Therefore, in a first study with 45 participants in two groups, we investigated learning gains using two different qubit representations. The results showed significant learning gains in both groups. It remains unclear which mechanisms are responsible for the increase in learning. Thus we developed a new categorization system based on representation research and quantum physical imagination research. Using Ainsworth's (2006) Design Functions and Tasks framework as a basis, we extended

it to include other relevant aspects of quantum physics representations. The categorization system is evaluated by quantum physics experts on the basis of four qubit representations. They will be asked to rate each qubit representation using the category system. Our goal is to categorize representations according to their resulting profiles into clusters that allow decisions for the selection and design of representations for appropriate and effective learning of quantum physics content.

DD 24.3 Tue 17:10 ELP 1: SR 2.28

Low-Cost-Analogieexperimente zum BB84-Protokoll aus dem 3D-Drucker — ●TIM OVERWIN¹, NILS HAVERKAMP², ALEXANDER PUSCH², RAINER MÜLLER¹ und STEFAN HEUSLER² — ¹Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften, Abt. Physik und Physikdidaktik, TU Braunschweig, Deutschland — ²Institut für Didaktik der Physik, Universität Münster

Eine aktuelle Anwendung der Quantenphysik, welche auch im Schulkontext von Relevanz ist, ist die Quantenkryptographie - genauer das BB84-Protokoll.

In diesem Vortrag werden verschiedene experimentelle Umsetzungen vorgestellt, anhand derer das Protokoll modellhaft sowie anschaulich nachvollzogen werden kann, und ihre unterschiedlichen Vor- und Nachteile diskutiert.

Diese experimentellen Umsetzungen lassen sich kostengünstig mithilfe eines 3D-Druckers nachbauen.

DD 24.4 Tue 17:30 ELP 1: SR 2.28

Low-Cost-Experimente mit NV-Zentren in Diamant - Didaktisch optimierter Aufbau mit Steuerung und Auswertung am Tablet — ●NILS HAVERKAMP¹, ALEXANDER PUSCH¹, MARKUS GREGOR² und STEFAN HEUSLER¹ — ¹Institut für Didaktik der Physik, Universität Münster — ²Fachbereich Physikingenieurwesen, Fachhochschule Münster

Im Physikunterricht der Oberstufe werden zur Quantenphysik typischerweise nur Analogieexperimente (bspw. der Quantenradierer), semiklassisch erklärbare Experimente (bspw. der Photoeffekt) oder digitale Pendants zu Experimenten (Simulationen, Bildschirmexperimente, etc.) durchgeführt. Dies liegt u.a. daran, dass Experimente, die auf echte Quanteneffekten beruhen, aktuell zu teuer und kompliziert aufzubauen sind. Diamanten mit Stickstoff-Fehlstellen (NV-Zentren) zeichnen sich dadurch aus, dass sie vergleichsweise günstig verfügbar sind und bei Raumtemperatur echte Quanteneffekte zeigen können. Aus diesen Gründen haben NV-Zentren aktuell auch in Forschung und Wirtschaft eine starke Relevanz. In diesem Vortrag wird ein didaktisch optimierter experimenteller Aufbau vorgestellt, der sich kostengünstig nachbauen lässt. Die Steuerung und Auswertung erfolgt über ein digitales Endgerät wie z.B. ein Tablet.

DD 25: Mitgliederversammlung

Time: Tuesday 18:00–20:00

Location: ELP 6: HS 2

Alle Mitglieder des Fachverbands Didaktik der Physik sind herzlich eingeladen.

DD 26: Anregungen

Time: Wednesday 11:00–11:20

Location: ELP 1: SR 3.21

DD 26.1 Wed 11:00 ELP 1: SR 3.21

Sichtweiten - so weit das Auge trägt — ●MICHAEL VOLLMER — TH Brandenburg

Kann man Helgoland vom 50 km entfernten deutschen Festland aus sehen, die Berge der Hohen Tatra in der Slowakei aus über 200 km

Entfernung von Südpolen oder gar den Mont Blanc vom über 500 km entfernten Köln? Die Antworten hängen von der Erdgeometrie, Lichtbrechung und Streuung in der Atmosphäre und nicht zuletzt von der Wahrnehmungspsychologie ab [1,2].

- [1] M. Vollmer, Physik in unserer Zeit 54/5, 222-230 (2023)
- [2] M. Vollmer, Physik Journal 22/3, 28-33 (2023)

DD 27: Hochschuldidaktik – Sachwissen

Time: Wednesday 11:00–12:20

Location: ELP 1: SR 3.22

DD 27.1 Wed 11:00 ELP 1: SR 3.22

Vernetztes Wissen zum Energiekonzept von Studierenden der Naturwissenschaften — ●DENNIS DIETZ und CLAUS BOLTE — Freie Universität Berlin

Das interdisziplinär bedeutsame Energiekonzept spielt eine zentrale Rolle für das Verständnis komplexer naturwissenschaftlicher Sachverhalte (u.a. Chen, 2014). Um ein erfolgreiches Erlernen von vertiefenden Inhalten des Energiekonzepts auch an der Hochschule zu gewährleisten, ist es im Sinne der konstruktivistischen Lerntheorie unabdingbar, dass Dozierende die Lernvoraussetzungen ihrer Studierenden kennen und möglichst akkurat antizipieren (u.a. Renkl, 2020). Aus diesem Grund haben wir das Wissen von Studienanfänger*innen mit naturwissenschaftlichem Fach zum Energiekonzept mit Blick auf dessen Vernetzung - ein bedeutsames Qualitätsmerkmal von Wissen (de Jong & Ferguson-Hessler, 1996) - systematisch untersucht. Dazu haben wir insgesamt 106 Studierende der FU Berlin zu Beginn des Wintersemesters 2023/24 in den Modulen "Grundlagen der Physikalischen Chemie" sowie "Atombau und Chemische Bindung" gebeten, ein Essay über das Energiekonzept zu verfassen. Diese Essays haben wir qualitativ-inhaltsanalytisch mit einem theoriebasiert konstruierten und empirisch erprobten Modell - dem Modell zur Analyse der Vernetzung von Begriffselementen (Akronym: MAVerBE) - untersucht (Dietz & Bolte, 2022; Dietz, 2023). In unserem Beitrag werden wir ausgewählte Ergebnisse dazu vorstellen, wie komplex und korrekt die Studierenden Begriffselemente des Energiekonzepts sinnstiftend miteinander vernetzt haben.

DD 27.2 Wed 11:20 ELP 1: SR 3.22

Die Bra-Ket Notation als Bildersprache für quantenphysikalische Prozesse — ●THOMAS FILK — Physikalisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Die Dirac'sche Bra-Ket-Notation ist in mehrfacher Hinsicht auf die Bedürfnisse der Quantentheorie abgestimmt: Sie ermöglicht es, Zusammenhänge zwischen Vektoren bzw. Operatoren in basisunabhängiger Form oder auch in wechselnden Basissystemen auszudrücken, und sie ist in einfacher Weise auf sogenannte „uneigentliche“ Basissysteme (wie die Orts- und Impulsbasis) in unendlich dimensionalen Hilbert-Räumen erweiterbar. Da diese Schreibweise in der Schule derzeit keine oder kaum Verwendung findet, ziehen viele Lehrkräfte oft umständlichere oder nur für spezielle Basissysteme angepasste Schreibweisen vor. Gerade im Zusammenhang mit moderner Quantentechnologie, beispielsweise der Quantenkryptographie, sind Basiswechsel jedoch entscheidend und solche Schreibweisen sind dann eher verwirrend.

In meinem Vortrag möchte ich die Bra-Ket-Schreibweise als symbolische Schreibweise für quantenmechanische Prozesse interpretieren, z.B. die Präparation eines Systems in einem bestimmten Zustand, das Testen auf einen bestimmten Zustand, das Durchlaufen eines Filters oder eines Doppelspalts oder eines Mach-Zehnder-Interferometers und andere Prozesse. Ähnlich wie bei Feynman-Graphen haben die Darstellungen zwar einerseits eine sehr konkrete mathematische Bedeutung, andererseits erlauben sie aber auch eine Veranschaulichung der Prozesse. Außerdem wird in dem Vortrag der Bezug zu ähnlichen Ansätzen

hergestellt.

DD 27.3 Wed 11:40 ELP 1: SR 3.22

Ist Kraft Dynamik? — ●GRIT KALIES¹ und DUONG D. DO² — ¹HTW University of Applied Sciences, Dresden, Germany — ²The University of Queensland, Brisbane, Australia

Die Kraft wird als Dynamik interpretiert, und das Gebäude der Physik ist auf Kraftwechselwirkungen aufgebaut. In Schule und Universität wird gelehrt, dass es die Kraft ist, die Veränderungen hervorruft. Sie ist es, die aktiv Körper verschiebt und beschleunigt, z.B. deren Höhe und Geschwindigkeit ändert. Die Idee einer wirkenden Kraft beherrscht so viele Theorien, dass der Physikhistoriker Max Jammer Mitte des 20. Jahrhunderts einschätzte, die Kraft sei die bedeutendste Variable der Physik [1]. Ein anderer Zugang zur Dynamik folgt aus der Einführung der Impulsänderungsarbeit [2]. Diese Arbeit ändert den Impuls eines Körpers, also zugleich dessen Geschwindigkeit und Masse, wodurch sich jede Kollision über simultane Prozesse beschreiben lässt. Dynamik existiert dann nur, wenn ein Prozess in der Zeit stattfindet: eine Energieübertragung. Nur sie kann etwas ändern und bewirken, die Kraft hingegen ist keine Energieübertragung. Wir skizzieren die vielen Vorteile im Verständnis der Natur und der didaktischen Vermittlung von physikalischen Grundgrößen wie Kraft, potentielle Energie, Enthalpie und Entropie, wenn man allein Prozesse als Dynamik beschreibt, wie in der Thermodynamik üblich. 1. M. Jammer: Concepts of Force, Harper Torchbook, New York, 1962; 2. G. Kalies, D. D. Do: Momentum work and the energetic foundations of physics, AIP Adv. 13 (2023), 065121, 055317, 095322, 095126.

DD 27.4 Wed 12:00 ELP 1: SR 3.22

Untersuchung über Fehlvorstellungen in der Hydrodynamik und Entwicklung evidenzbasierter Lehrmaterialien — ●MAX VINCENT UZULIS und CHRISTIAN KAUTZ — Technische Universität Hamburg (TUHH)

Das Fach Strömungsmechanik spielt auch in technischen Studiengängen eine wichtige Rolle. Ein tieferes Verständnis der teilweise sehr komplexen Zusammenhänge in den ingenieur-wissenschaftlichen Anwendungen setzt eine solide Grundlage in der Physik der Fluide voraus. Bereits diese Grundlagen bereiten den Studierenden allerdings erhebliche Schwierigkeiten. Um einen besseren Einblick in die auftretenden Probleme beim Verständnis der Hydrodynamik zu erhalten und daraus resultierend evidenzbasierte Lehrmaterialien zu entwickeln, wurde eine Grundlagenveranstaltung zur Strömungsmechanik didaktisch beforscht. Mit Hilfe diagnostischer Multiple-Choice-Tests sowie schriftlicher Kurztests mit offenen Fragen wurde das Konzeptverständnis der Studierenden untersucht. Die Auswertung dieser Tests offenbarte teilweise gravierende Fehlvorstellungen. Es wurden unter anderem Missverständnisse beim Gebrauch der Bernoulli-Gleichung sowie Probleme beim Verständnis der Potentialtheorie, der Wirbelstärke und der mathematischen und grafischen Darstellung von Strömungen festgestellt. Diese Ergebnisse bilden die Grundlage für die geplante Umgestaltung der Lehrveranstaltung im kommenden Semester.

DD 28: Experimente und Praktika

Time: Wednesday 11:00–12:00

Location: ELP 1: SR 3.25

DD 28.1 Wed 11:00 ELP 1: SR 3.25

Dynamic Competence Development through Project-Based Learning in Physics Education — ●FRANZ-JOSEF SCHMITT — Institute of physics, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

This study presents a novel, fluid competence level-oriented project laboratory integrated into the advanced practical courses of our Bachelor and Master's programs in Physics. This innovative approach empowers students to evolve progressively in their self-devised project experiments, marking a shift from traditional pedagogical methods to a more dynamic, student-centered learning paradigm. Central to this approach is the students' engagement in formulating and developing an obligatory project idea. Notably, the program offers flexibility for students to expand their projects into extended versions (XL or XXL) based on the merit of their ideas and progress. The project laboratory's design involves a cyclical process of development, implementation, documentation, and improvement while continuously mentored. A distinctive feature of this approach is the gradual replacement of basic experiments, initially assigned at the semester's start, with the student-developed projects depending on the students' own engagement. After that the new experiments are taken over as novel standard laboratory experiments. This transition not only fosters a more personalized learning experience but also aligns with contemporary educational needs and inherently encourages creativity, critical thinking, and deeper engagement in the subject matter.

DD 28.2 Wed 11:20 ELP 1: SR 3.25

Erster cw-Rubin Experimental (Klasse 1)-Laser für Schule und Praktika — ●ILJA RÜCKMANN und WALTER LUHS — Uni Bremen, FB 1, Otto-Hahn-Allee 1, 28359 Bremen

Neben dem dem Quantenoptik-Grundversuch zur Messung des Zeitverhaltens der Rubin-Fluoreszenz wird der erste cw-Rubin Experimental-Laser vorgestellt.

Obwohl heute Laser in allen Bereichen eine wichtige Rolle spielen, wird seine Funktionsweise im Unterricht nur eingeschränkt besprochen. Da der Rubinlaser entgegen der üblichen Lehrbuchmeinung auch im cw-Betrieb funktioniert, wurde nun ein Experimental(Klasse 1)-Laser für Schule und Praktika entwickelt.

Der cw-Rubin Experimental-Laser wird mit Steckernetzteil oder Po-

werbank betrieben. Zuerst muss der Resonator justiert werden, dabei hilft ein Schirm oder das Raspberry-PI Kamerasystem. Der Laser verfügt über einen Experimentierbereich, in den Elemente, wie Schirm, Kamera, Gitter, Polfilter, etc. eingesteckt werden können. Eine Elektronik erkennt die Elemente und sorgt für die Abschaltung bei nicht sicherer Anordnung. Dadurch und durch die Führung des Strahls in einem Plexiglasrohr kann keine Laserstrahlung austreten.

Mit dem nur 40 cm langen cw-Rubin Experimental-Laser können bis 13 Experimente durchgeführt werden, die bisher nur ein offener und teurer He-Ne Laser Aufbau ermöglichte. So können u.a. durch Änderung der Resonatorlänge TEM-Moden mit dem Kamerasystem beobachtet und TEMoo Gauss-angepasst werden.

DD 28.3 Wed 11:40 ELP 1: SR 3.25

CLEOPATRA - Elementarteilchenforschung im Klassenzimmer — ●LAURA RODRÍGUEZ GÓMEZ, ANNIKA HOVERATH, JOCHEN KAMINSKI, KLAUS DESCH und JOHANNES STREUN — Physikalisches Institut, Universität Bonn

Dem Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe fehlt es an forschungsnahen Realexperimenten. Besonders betroffen sind Bereiche wie Strahlung, Materie und Kernphysik. Dadurch kann nur schwer ein Einblick in Forschungsprozesse geboten werden. In diesem Vortrag wird das CLEOPATRA-Projekt vorgestellt, das einen Einblick in moderne Teilchenphysik bieten soll. Als Experiment wird ein bestimmter Teilchendetektor - eine sogenannte Zeitprojektionskammer - verwendet. Dieser Detektortyp wird auch an großen Experimenten der Grundlagenforschung eingesetzt. Mit ihm ist es möglich, Teilchenspuren in drei Dimensionen und quasi in Echtzeit zu rekonstruieren und zu visualisieren. Die so entstehenden Daten können digital ausgewertet werden, sodass anhand dieses Experiments Konzepte des Arbeitens mit digitalen Datenmengen vermittelt werden können. Über die Fertigstellung des Experiments hinaus wird eine Unterrichtsreihe mit dem Detektor entwickelt, die Vorschläge zum Einsatz des Experiments im Schulalltag macht und Materialien für die Unterrichtspraxis enthält. Dieser Vortrag stellt den Detektor sowie ein erstes didaktisches Konzept für dessen Einsatz im Schulunterricht vor. Es wird erörtert, wie ein echter Forschungsdetektor für den Schulunterricht zugänglich gemacht werden kann.

DD 29: Workshop: Maschinelles Lernen in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung

Time: Wednesday 11:00–12:30

Location: ELP 1: SR 2.26

DD 29.1 Wed 11:00 ELP 1: SR 2.26

KI in der Physikdidaktik: Grundlagen und erste Anwendungen — ●PETER WULFF¹ und MARCUS KUBSCH² — ¹Pädagogische Hochschule Heidelberg — ²Freie Universität Berlin

Im Workshop werden Grundlagen von KI mit Fokus auf physikdidaktische und naturwissenschaftsdidaktische Forschung eingeführt. Die

Grundlagen werden mit Hilfe von ausgewählten Beispielen vertieft. Der Workshop richtet sich an Teilnehmende, die noch wenig Vorwissen im Thema haben und Interesse an der Anwendung von KI in der eigenen Forschung, bspw. in Form von maschinellen Lernen oder computerbasierter Sprachverarbeitung. Ein eigener Laptop mit Internetverbindung ist empfehlenswert, um die Beispiele selbst ausführen zu können.

DD 30: Astronomie

Time: Wednesday 11:00–12:20

Location: ELP 1: SR 2.28

DD 30.1 Wed 11:00 ELP 1: SR 2.28

Das Stellarium Gornergrat: Aktuelle Entwicklungen und zukünftige Perspektiven — ●SIMON F. KRAUS¹, STÉPHANE GSCHWIND², MARVIN ZUR MÜHLEN¹, ANDREAS MÜLLER², DAVID PICON², TIMM RIESEN³, LEON ROHDE¹ und OLIVER SCHWARZ¹ — ¹Didaktik der Physik, Universität Siegen — ²University of Geneva, Faculty of Science / Physics Section and Institute of Teacher Education — ³University of Bern, Center for Space and Habitability

Auf dem Gornergrat nahe Zermatt wird seit vielen Jahren das Stellarium Gornergrat als astronomischer Lernort betrieben. Neben Vor-Ort-Beobachtungen besteht die Kernaufgabe in der Bereitstellung des Teleskops für robotische, d. h. von ferne geplante und automatisiert ausgeführte, Beobachtungen. Diese Beobachtungen sind jeweils eingebettet in Aufgabenstellungen für verschiedene Schulstufen, deren didaktische

Zielsetzungen wiederum auf den Schweizer Lehrplan 21 abgestimmt sind.

Im Vortrag wird ein Kurzüberblick über die bisherige Arbeit sowie ein Einblick in die aktuellen und zukünftigen Entwicklungen von neuen Lehr-Lern-Materialien gegeben. Ein inhaltlicher Schwerpunkt wird in der Verbindung von historischem Datenmaterial mit aktuellen Beobachtungen liegen. Anknüpfend an jüngste Erfolge der Fachastronomie soll beispielsweise der Frage nachgegangen werden, ob sich Veränderungen der Farbe einzelner Sterne auf historischen Zeitskalen beobachten lassen und, falls ja, bei welchen Sternen solche Entwicklungen überhaupt zu erwarten sind.

DD 30.2 Wed 11:20 ELP 1: SR 2.28

Students Learn a Solution to the Barn-Problem in Special

Relativity — ●PAUL SAWITZKI^{1,4} and HANS-OTTO CARMESIN^{1,2,3} — ¹Athenaeum, Stade — ²Studienseminar Stade — ³Universität Bremen — ⁴Universität Heidelberg

We consider a ladder and a barn, whereby the ladder is longer than the barn in a common frame of rest. However, when the ladder moves in the rest frame of the barn, then the length of the ladder is smaller than the length of the barn, due to length contraction. Thus, the ladder would fit into the barn in the barn's frame, but not in the ladder's frame. This is the barn paradox. We show how this paradox is solved. More generally, we discuss the relevance of different measures of length in relativity. The results will be compared with accelerator experiments. By solving the paradox, central conceptual issues of relativity are addressed. This provides a deeper understanding of relativity and is therefore didactically valuable. We also discuss other proposed explanations of the paradox.

DD 30.3 Wed 11:40 ELP 1: SR 2.28

Students Learn the Fundamental Exact Unification of Gravity, Relativity, Quanta and Elementary Charge — ●HANS-OTTO CARMESIN — Athenaeum Stade — Studienseminar Stade — Universität Bremen

The modern worldview is provided by the expansion of space at the macroscopic level, and by fundamental interactions at the microscopic level. However, Einstein, Rosen and Podolsky (1935) identified an apparent discrepancy of both levels. Similar discrepancies are: Einstein's (1948) spukhafte Fernwirkung, the cosmological constant problem (Nobbenius 2006), nonlocality (Aspect 1982). How are these discrepancies overcome? We show how students can solve it in an exact and elegant manner: Based on basic relations in geometry and analysis, the fundamental dynamics of volume are analyzed & derived. With it,

the above mentioned fundamental theories of physics are derived: the postulates of quantum physics, general relativity, the mechanisms of propagation of fundamental interactions. On that basis, the above discrepancies are solved. Our results are precise accordance with observation and fully derived from physical principles [1-3]. Experiences from teaching in research clubs and general study courses at a university are presented. [1] Carmesin, H.-O. (2023): Geometrical and Exact Unification of Spacetime, Gravity and Quanta. Berlin: Verlag Dr. Köster. [2] Carmesin, H.-O. (2024): Fundamental Exact Unification of Gravity, Relativity, Quanta and Charge. Berlin: Verlag Dr. Köster. [3] More info: <https://www.researchgate.net/profile/Hans-Otto-Carmesin>

DD 30.4 Wed 12:00 ELP 1: SR 2.28

Didaktische Rekonstruktion für fächerverbindende Aufgaben — ●ELEEN HAMMER und HOLGER CARTARIUS — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena

Die Didaktische Rekonstruktion hat sich seit den 90er Jahren als bedeutender Ansatz in der naturwissenschaftlichen Didaktik etabliert. Ihr Hauptziel besteht darin, Fachinhalte schülergerecht zu vermitteln, indem sie die Perspektiven des Fachs und der Lernenden miteinander verbindet. Das übliche Modell, oft als Dreieck dargestellt, fokussiert auf die Synthese von Fach- und Schülerperspektiven in einem einzelnen Fach.

Dieser Vortrag widmet sich dem Vorhaben, wie die Didaktische Rekonstruktion angepasst werden kann, um fächerverbindende Aufgaben zu entwickeln. Die bekannte Dreiecksdarstellung muss erweitert werden, um den Anforderungen beider Fächer nachzukommen. Dabei entsteht eine neue Modellstruktur.

Es wird ein praktisches Beispiel vorgestellt, das zeigt, wie Astronomie und Mathematik erfolgreich anhand des Modells in Aufgaben miteinander verknüpft werden konnten.

DD 31: Vorträge Lehrerpreise

Time: Wednesday 11:20–12:20

Location: ELP 1: SR 3.21

Prize Talk DD 31.1 Wed 11:20 ELP 1: SR 3.21
Satellitenfunk, MoonBounce und Atmosphärenforschung: Die modernste Technologie in der Schule — ●SAFIA OUAZI — Robert-Havemann-Gymnasium, Berlin, Deutschland — Trägerin des DPG-Lehrerpreises 2024

Seit Jahren bemüht sich das Robert-Havemann-Gymnasium, um Schüler für die Ingenieur- und Naturwissenschaften zu begeistern, sie zu inspirieren und ihre Begabungen zu fördern.

Dieses unterstützende und anregende Umfeld ermöglichte mir, das Projekt einer jährlichen MoonBounce-Veranstaltung mit Hunderten von Teilnehmern aus Berliner Schulen ins Leben zu rufen. Das Ziel ist, Botschaften bis zum Mond zu senden und die reflektierten Funksignale aufzufangen. Im September 2023 wurde unsere MoonBounce-Veranstaltung in Mitarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Radioastronomie aus Bonn organisiert. Der kommende MoonBounce-Tag wird in Kooperation mit einer Erdfunkstelle stattfinden.

Eine Brücke zwischen Schulen und Forschungseinrichtungen erlaubt dem Physik Unterricht, auf dem Stand der Technik und den aktuellen Kenntnissen zu bleiben. Meine Teilnahme am SOFIA-Mitflug, die Planung von Schülerexperimenten an einem außerschulischen Ort, wie dem Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik in Halle, die Beschaffung eines Massenspektrometers von der Freien Universität Berlin sind Beispiele dafür.

Die internationale Dimension wird durch die Partnerschaft mit einer französischen Schule verwirklicht. Im Mai 2024 starten zeitgleich zwei Stratosphärenballons mit Sensoren. Das Ziel ist, eine Messkampagne zur Luftqualität und einen Funkkontakt über Satelliten zu realisieren.

Prize Talk DD 31.2 Wed 11:50 ELP 1: SR 3.21
Rückblick auf 40 Jahre Physikunterricht mit Sonderaktivitäten — ●HEINZ-WERNER OBERHOLZ — Gymnasium Wolbeck, Münster — Träger des DPG-Lehrerpreises 2024

Nach 40 Jahren Physikunterricht mit Leidenschaft und 11 Jahren Ruhestand erwartet Sie kein Bericht über eine aktuelle Arbeit. Stattdessen liefert der Vortrag eine multimediale Reise durch die beruflich aktive Zeit, Sprünge von Projektinseln zu Themenlandschaften, experimentelle Entwicklungen und Innovationen, Veröffentlichungen und thematische Vertiefungen.

Einige Beispiele: Ein zu seiner Zeit neues Gerät zur Attraktivierung des Oberstufenunterrichts, ein neues Schülerübungssystem zur Wellenlehre, anspruchsvolle Projekte (z.B. Sprungtemperatur eines Hochtemperatur-Supraleiters, Energieeinsparungsprojekt), prämierte *Jugend forscht*-Arbeiten, Einbeziehungen neuer Erkenntnisse (didaktische, neurobiologische) und technischer Möglichkeiten zur Verbesserung des Unterrichts.

Alles unter dem Leitmotiv: *Verstehen macht glücklich*.

DD 32: Lehreraus- und -fortbildung – Poster

Time: Wednesday 14:00–15:00

Location: ELP 6: Foyer

DD 32.1 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
Verschränkung von Fachwissenschaft und Fachdidaktik in den Modulen der Lehramtsstudiengänge Physik an der Universität Erlangen-Nürnberg — ●ANTONIA BAUER und PHILIPP BITZENBAUER — FAU Erlangen-Nürnberg

Vor dem Hintergrund der DPG-Lehramtsstudie wird diskutiert, wie die Physiklehrkräftebildung weiterentwickelt werden kann, um die Studienzufriedenheit und den Studienerfolg zu erhöhen bzw. Abbruchquo-

ten oder die Häufigkeit von Studienfachwechseln zu reduzieren. Dabei werden vor allem Maßnahmen zur stärkeren Ausrichtung des Studiums am Berufsziel der Studierenden erörtert, wobei insbesondere die Verzahnung von fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Inhalten innerhalb der Module des Lehramtsstudiums Physik vielversprechend erscheint. So kann beispielsweise der Bezug der vermittelten Inhalte zum Physikunterricht in der Schule hergestellt oder für begrifflich-konzeptionelle Fragestellungen sensibilisiert werden. An der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg wurde eine Neu-

konzeption der einführenden Experimentalphysik-Vorlesungen 1 (Mechanik und Wärmelehre) und 2 (Elektrizitätslehre und Optik) vorgenommen: Fachwissenschaftliche und fachdidaktische Inhalte sollen – wie an anderen Standorten bereits praktiziert – ab dem ersten Fachsemester in gemeinsamen Lehrveranstaltungen vermittelt werden; nicht nebeneinander, sondern miteinander verschränkt. Das Poster stellt die Entwicklung des Konzepts, seine Kernideen sowie erste Rückmeldungen der Studierenden vor.

DD 32.2 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

Vielfältige Lehrkräfte-Fortbildungen für vielfältige phyphox-Experimente — AHMAD ASALI¹, JIRKA MÜLLER², JENS NORITZSCH¹, •LUKAS MIENTUS², ANDREAS BOROWSKI² und HEIDRUN HEINKE¹ — ¹RWTH Aachen — ²Universität Potsdam

Das Zentrum D4MINT ist ein Zusammenschluss von Akteur:innen aus verschiedenen Fächern und Hochschulen. Darin arbeiten auch physikdidaktische Arbeitsgruppen aus der RWTH Aachen und der Universität Potsdam in einem Design-Based Research-Ansatz an der Entwicklung, Evaluation und Verbreitung von Lehrkräfte-Fortbildungen (LFB) zur Förderung experimenteller Kompetenzen und speziell zu Smartphone-gestützten Experimenten unter Nutzung der an der RWTH entwickelten App phyphox. Es werden eine Reihe von kleinformigen Modulen entwickelt, die in den LFB eingesetzt werden. Sie stellen vollständige Lehrpakete für eine LFB dar und beinhalten digitale Medien zur Vorbereitung, Erläuterung, Durchführung und Auswertung der Experimente sowie eine Analyse der Messunsicherheiten und Erklärung der Sensorik. Die LFB werden für verschiedene Komplexitätsniveaus von Smartphone-gestützten Experimenten angeboten und dynamisch organisiert, so dass Lehrkräfte abhängig von Interesse und Vorkenntnissen die gewünschte Fortbildung nutzen können. Die Experimente reichen von einfachen Experimenten mit geräteinternen Sensoren und wenigen Zusatzmaterialien bis hin zu neuartigen Experimenten mit externen Sensoren, entwickelt von Lehrkräften. Auf dem Poster werden exemplarische Fortbildungsmaterialien vorgestellt.

DD 32.3 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

NOS im Fokus: Forschung zu Vorstellungen von Physiklehrkräften — •LINDA ZWICK und RITA WODZINSKI — Universität Kassel

Im Kasseler SFB ELCH ist ein Transferprojekt eingebunden, das über Fortbildungen das Wissenschaftsverständnis von Lehrkräften fördern möchte. Im Rahmen dieses Projekts sollen die drei folgenden Aspekte von *nature of science* (NOS) in besonderer Weise adressiert werden: (1) Erkenntnisgewinnung als Prozess und als Ziel wissenschaftlicher Forschung, (2) das dynamische Zusammenspiel von Theorien und Experimenten in der Physik sowie (3) die Zusammenarbeit und Kollaboration in der wissenschaftlichen Gemeinschaft.

Im Rahmen der Fortbildung entwickeln die Lehrkräfte gemeinsam mit Physiker:innen des SFB Unterrichtsmaterialien für die Sekundarstufe II. Dabei wird aus Forschungsperspektive der Frage nachgegangen, inwieweit sich Vorstellungsänderungen bei den Lehrkräften bezüglich der ausgewählten NOS-Aspekte im Verlauf und nach der Fortbildung ergeben und wie Elemente der Fortbildung darauf Einfluss nehmen. Die Poster-Präsentation des Forschungsprojekts umfasst das Fortbildungskonzept, das Forschungsdesign sowie Ausschnitte der Testinstrumente zu den drei ausgewählten NOS-Aspekten.

DD 32.4 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

Planung von Experimenten für den Physikunterricht - Vielfalt geplanter Experimente in verschiedenen Ausbildungsphasen — •SVEN LEVETZOW und HEIDI REINHOLZ — Universität Rostock

Die Ausbildung von Lehramtsstudierenden hat die Entwicklung der professionellen Kompetenz als Lehrkraft zum Ziel. Dabei gilt die Pla-

nung von Unterricht als eine der zentralsten Aufgabe von Lehrkräften. Sie muss im Rahmen der Ausbildung eingeführt, erprobt und reflektiert werden. Für Lehramtsstudierende in der ersten und zweiten Ausbildungsphase ist die Planung und Durchführung von Experimenten dabei unerlässlich, da es eine grundlegende Erkenntnisquelle für den Unterricht darstellt. Dieser Bedeutung des Experimentes und der Notwendigkeit, dieses in Planungsgesprächen umfangreich zu diskutieren, müssen sich ebenfalls Mentorinnen und Mentoren bewusst sein, da ihnen eine Schlüsselrolle bei der Professionalisierung angehender Lehrkräfte zugesprochen wird. Im speziellen Fokus dieses Posters steht die vergleichende Analyse geplanter Experimente in Bezug auf experimentelle Teilkompetenzen zu verschiedenen Zeitpunkten der Lehramtsausbildung.

DD 32.5 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

Adaptive Lehrerfortbildung zum quantenmechanischen Weltbild — LUKAS BLESSING, KIM KAPPL, •PHILIPP SCHEIGER und RONY NAWRODT — Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart

Durch die Stärkung der Quantenmechanik in den Bildungsstandards 2016 der Kultusministerkonferenz werden physikalische Inhaltsbereiche für den Schulunterricht relevant, die vorher nicht in allen Bildungs- und Lehrplänen der Länder standen. Eine Herausforderung dabei ist, dass das quantenmechanische Weltbild hinsichtlich der Begriffe Realität und Lokalität für manche Lehrkräfte nie ein Thema in den Fachvorlesungen des Studiums war. Folglich ist es im Rahmen von Lehrerfortbildungen von entscheidender Bedeutung, den Lehrkräften die Möglichkeit zu geben, sich sowohl fachlich als auch fachdidaktisch mit diesem Thema auseinanderzusetzen. Innerhalb des Verbundprojekts MINT-ProNed wird daher eine Lehrerfortbildung im Blended-Learning-Ansatz entwickelt, die das Thema auf verschiedenen Ebenen behandelt und somit adaptiv auf die individuellen Bedürfnisse der Lehrkräfte zugeschnitten werden kann. Ziel der verschiedenen Anforderungsebenen sind die Anschlussfähigkeit an bereits bestehende und gut funktionierende Lehrkonzepte wie den Wesenszügen der Quantenmechanik aus dem MILQ-Konzept, die Vermittlung von vertieftem Hintergrundwissen für Lehrkräfte und die Einordnung des Nobelpreises von 2022 sowie der verschiedenen Interpretationsformen der Quantenmechanik. In diesem Beitrag wird das Konzept der Lehrerfortbildung vorgestellt werden.

DD 32.6 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

Mangelnde Implementation physikdidaktischer Innovationen - Ursachen aus Sicht der Lehrkräfte — •JAKUB KNEBLOCH, CHRISTIAN HENGEL, JULIE KYAS, ANDREAS HANSCH und THOMAS WILHELM — Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Seit fünfzig Jahren werden in der Physikdidaktik fortlaufend neue Ideen, neue Unterrichtskonzepte und neue Unterrichtsmaterialien entwickelt. In retrospektiver Betrachtung lässt sich feststellen, dass ein Großteil der Innovationen nicht, kaum oder erst sehr spät im Klassenzimmer ankamen. Entweder blieben die Vorschläge den Lehrkräften unbekannt oder sie wurden nicht im Unterricht umgesetzt, obwohl sie bekannt waren.

Um die Ursachen zu ergründen, wurden halboffene Interviews mit Physiklehrkräften durchgeführt, in denen sie mittels vorbereiteter Leitfragen ihre Überlegungen zu den Ursachen der beschriebenen Problematik und zu Verbesserungsmöglichkeiten äußern sollten. In dem Vortrag werden die Ergebnisse der Leitfadeninterviews dargelegt.

Die Ergebnisse werden außerdem in einem Kooperationsprojekt mit dem Hessischen Kultusministerium exemplarisch als Ausgangspunkt für die Entwicklung eines Materialangebots für Lehrkräfte genutzt, das die Implementation von Videoanalyse mit iPads in die Unterrichtspraxis erleichtern soll.

DD 33: Sprache und Physikunterricht – Poster

Time: Wednesday 14:00–15:00

Location: ELP 6: Foyer

DD 33.1 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

Eine Software zur Reduzierung von schwierigen Wörtern in Unterrichtsmaterialien — •THOMAS SEAN WEATHERBY und THOMAS WILHELM — Goethe-Universität, Frankfurt am Main

Ein essentielles Bestandteil des naturwissenschaftlichen Schulunterrichts ist das Erlernen des damit verbundenen Begriffe, worauf man nicht verzichten kann. Wenn Lehrmaterialien jedoch unnötigerweise

ungewöhnliche Wörter verwenden, werden die Konzepte, die erklärt wollen sollen, weniger zugänglich. Auf diesem Poster werden eine Software und die dahinterstehende Theorie vorgestellt. Die Software bekommt als Eingabe einen Text und ein Alter und liefert als Ergebnis eine Liste von Wörtern des Textes, die die Lernenden in dem angegebenen Alter wahrscheinlich nicht kennen werden. Auf diese Weise können Lehr- und Forschungskräfte solche Listen erstellen, um diese Wörter a) bewusst im Unterricht zu erklären oder b) bei der Überarbeitung des

Textes möglichst zu vermeiden. Die Theorie wird von der Definition der grundlegenden linguistischen Begriffe, der Definition und Bestimmung des Wortschatzumfangs bis hin zu deren Anwendung und der

Implementierung unter Verwendung der Python-`wordfreq`-Bibliothek behandelt. Ebenso wird gezeigt, wo und wie man die Software bekommen und verwenden kann.

DD 34: Physikdidaktik und Inklusive – Poster

Time: Wednesday 14:00–15:00

Location: ELP 6: Foyer

DD 34.1 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
Das Projekt SENSE.: Entwicklung einer Roadmap für STEAM Education — ●DAVID BOCKSTAHLER — PH Weingarten

Im Rahmen des von der EC geförderten Projekts SENSE. arbeitet ein Konsortium verschiedener Partner im eurasischen Raum an der Entwicklung einer "Roadmap" für STEAM [Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics] Bildung in Europa. Um eine Anwendbarkeit weit über den Kontext der formellen Bildung hinaus zu gewährleisten, befinden sich neben Hochschulen und Bildungsnetzwerken auch NGOs, Unternehmen aus dem künstlerisch-kreativen Bereich und externe Experten in der internationalen Runde. Basierend auf dem Er-

fahrungswissen der Beteiligten und gestützt auf phänomen- /sinnesbasierte Zugänge zu naturwissenschaftlichem Unterricht wurde unter Einbezug vielfältiger Anspruchsgruppen ein pädagogisches Modell entwickelt, das nun an verschiedenen Standorten implementiert und evaluiert wird. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf Fragen der sozialen Teilhabe sowie auf zukunftsfähiger Lernraumgestaltung. Aus den Ergebnissen sollen Empfehlungen für eine Roadmap abgeleitet werden, welche es Anwendern ermöglichen kann, STEAM Education fruchtbar in ihren Kontext einzubinden. Diese Roadmap wird von einer digitalen Plattform begleitet, die Unterstützungstools, Materialien, Publikationen und ein Netzwerk von Gleichgesinnten bieten möchte.

DD 35: Hochschuldidaktik – Poster

Time: Wednesday 14:00–15:00

Location: ELP 6: Foyer

DD 35.1 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
Lernsequenzen zur grundlegenden Experimentalphysik - Gestaltung, Einsatz und Evaluation — ASTRID LUDWIG und ●HEIKO KRABBE — Ruhr-Universität Bochum, Deutschland

Die Wiederholung und Konsolidierung von Lerninhalten ist essenzieller Teil der Wissenskonstruktion im Studienfach Physik. Im Rahmen des Projekts ALepa wurden Lernsequenzen erstellt, um die Studierenden bei eben diesen Prozessen zu unterstützen. Die Themenbereiche umfassen hierbei die gesamten Inhalte der Grundvorlesungen zur klassischen Experimentalphysik. Bei der Entwicklung der Lernsequenzen wurde besonderes Augenmerk auf interaktive Elemente und adaptive Nutzungsmöglichkeiten gelegt. Mithilfe interaktiver Videosequenzen so wie eingebetteter Fragen und Antworten wird die Variabilität erhöht und die Studierenden somit anhaltend und nachhaltig motiviert. Ausführliche Beschreibungen der Lernziele zu Beginn jeder Lernsequenz, in Kombination mit aussagekräftigen Übersichtsfolien zu den jeweiligen Unterthemen, lassen Studierende schnell erkennen, ob eine Lernsequenz als Ganzes oder in Teilen für ihr Lernen relevant ist.

Das Poster stellt den Aufbau der Lernsequenzen detailliert dar. Es werden verschiedene Einsatzszenarien diskutiert und Evaluationsergebnisse vorgestellt.

DD 35.2 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
Online Frühstudiumsprogramm zur Experimentalphysik an der Universität Stuttgart — ●SIMON KOPPENHÖFER und RONNY NAWRODT — Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart

Für besonders begabte Schülerinnen und Schüler (SuS) wird an vielen Universitäten ein Förderprogramm im Rahmen des Früh- bzw. Schülerstudiums angeboten. Hier können die SuS bereits ab beispielsweise Klasse 10 an Grundvorlesungen teilnehmen. Für viele ist eine solche Teilnahme aufgrund des großen Zeitbedarfs und einer weiten Anreise nur schwer möglich. Häufig fehlen darüber hinaus mathematische Grundlagen, wenn Physikvorlesungen für die Begabtenförderung gewählt werden.

Dieser Beitrag präsentiert ein erprobtes Konzept für ein Online Frühstudium, das an der Universität Stuttgart erfolgreich etabliert wurde. Basierend auf Vorlesungsaufzeichnungen wird in einem maßgeschneiderten Begleitseminar online sowohl mathematische Grundlagen als auch physikalische Inhalte der Vorlesung und der Übungsaufgaben besprochen.

Am Ende können die SuS an einer Abschlussprüfung auf Universitätsniveau teilnehmen. Der erfolgreich abgeschlossene Kurs wird bei einem späteren Studium im MINT-Bereich vollständig anerkannt und schafft so in der Studieneingangsphase Freiräume für weitere individuelle Vertiefungen.

DD 35.3 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
Evaluation des Einsatzes von Smartphone-Experimentier-

und Programmieraufgaben im Übungsbetrieb — SIMON Z. LAHME¹, DOMINIK DORSEL², CHRISTOPH STAMPFER², PASCAL KLEIN¹, ●HEIDRUN HEINKE² und SEBASTIAN STAACKS² — ¹Georg-August-Universität Göttingen — ²RWTH Aachen University

Im Projekt Physik.SMART, gefördert durch die Stiftung Innovation in der Hochschullehre, soll exemplarisch für verschiedene Adressatengruppen demonstriert werden, wie Smartphone-basierte Studierenden-Experimente die tradierte Physiklehre an Hochschulen grundlegend verändern können. Mit der App phyphox, einfachem Zusatzequipment und externen Sensorboxen wird eine breite Vielfalt kostengünstiger, digital gestützter Experimentieraufgaben in allen Teilgebieten der Physik bereitgestellt, die zusätzlich um Python-Programmieraufgaben ergänzt werden. Solche Aufgaben wurden im WS 2023/24 systematisch auf den Übungsblättern zur einführenden Vorlesung Experimentalphysik I an der RWTH Aachen mit ca. 300 Studierenden eingesetzt und in Kooperation mit der Universität Göttingen evaluiert. Die Studierenden bearbeiteten diese Aufgaben wie die klassischen Übungsaufgaben jeweils innerhalb einer Woche in Gruppen von bis zu drei Personen. Es folgte jeweils eine kurze Evaluation mit einem Online-Fragebogen, z.B. bezüglich Adäquatheit, Schwierigkeit und Verbesserungsmöglichkeiten. Zudem wurden in einer abschließenden Umfrage affektive Wirkungen des Projektes, z.B. bezüglich Neugier, Interesse, Autonomieerleben und Zugehörigkeitsgefühl untersucht. Auf dem Poster werden das Evaluationskonzept und erste Ergebnisse präsentiert.

DD 35.4 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
Relevanz und Anforderungen experimenteller Kompetenzen in fachlichen Bachelorarbeiten — ●DANE-VINCENT SCHLÜNZ^{1,2}, DANIEL LAUMANN^{1,2}, ROBERT SCHMIDT¹ und MARKUS DONATH¹ — ¹Physikalisches Institut — ²Institut für Didaktik der Physik, Universität Münster

Eine Bachelorarbeit stellt für Physikstudierende die erste Auseinandersetzung mit authentischen Forschungsprozessen dar. In der Experimentalphysik umfasst dies die Arbeit an komplexen Versuchsaufbauten in einer Forschungsgruppe mit fachlich-methodischen Herausforderungen, für welche Studierende experimentelle Kompetenzen benötigen.

Im Rahmen einer Interviewstudie mit ProfessorInnen (N=11) sowie Postdocs/Promovierenden (N=10) der Universität Münster werden die Relevanz experimenteller Kompetenzen für eine Bachelorarbeit und eine Einschätzung typischer Probleme von Studierenden erhoben. Die Auswertung mittels qualitativer Inhaltsanalyse zeigt bzgl. der Relevanz, dass je nach Ziel der Bachelorarbeit mehrheitlich Kompetenzen der Durchführung und Auswertung eines Experiments als obligatorisch angesehen werden. Die zu Beginn der Bachelorarbeit bei den Studierenden vorhandene Ausprägung der Kompetenzen in diesen Bereichen wird zumeist als ausbaufähig oder unzulänglich eingestuft. Aus diesen Einschätzungen lassen sich Schwerpunkte für die experimentelle Ausbildung wie z. B. das Berücksichtigen von Messunsicherheiten, das In-

terpretieren, Diskutieren und Präsentieren von Ergebnissen oder Kompetenzen wie das Troubleshooting am Aufbau und das Entwickeln von Versuchsstrategien ableiten.

DD 35.5 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
Datenmanagement und FAIR-Data im physikalischen Anfänger*innen-Praktikum — ●REBEKKA MURATI, ALEXANDER SCHREIDER, CEDRIC KESSLER, JOHANNES MARCZINKOWSKI, RALPH ERNSTORFER und NINA OWSCHIMIKOW — Institut für Optik und Atomare Physik, Technische Universität Berlin

In der modernen Wissenschaft werden Daten in einem nie dagewesenen Umfang erzeugt. Diese können nicht mehr klassisch in Form übersichtlicher Tabellen dargestellt werden, sondern liegen als Dateien vor, die, um nutzbar zu sein, umfangreich dokumentiert werden müssen. Der Umgang mit großen Datenmengen wird dadurch zu essenziellem professionellem Know-how, dessen Grundprinzipien durch die Einigung auf FAIR-Kriterien [1] fachübergreifend sind, und damit zum wichtigen Ausbildungsinhalt für Physikstudierende. Im Rahmen des physikalischen Anfängerinnen-Praktikums an der TU Berlin wird seit Sommersemester 2023 die Integration von Datenmanagement und FAIR-Data Prinzipien in das Praktikum entwickelt. Neben der Vermittlung der Grundprinzipien des Datenmanagements ist ein Umstieg von Papierlaborbüchern auf elektronische Laborbücher erfolgt. Innerhalb der Einträge werden diejenigen Daten und Parameter, die die Studierenden als wichtige Metadaten erachten, markiert und in einer standardisierten, für ein Computerprogramm lesbaren Art dokumentiert. Die dokumentierten Daten werden dann automatisiert an den Rohdatensatz angehängt. Dieser Prozess sichert die Wiederverwend-

barkeit der Daten für Dritte, was in ausgewählten Experimenten geübt wird.

DD 35.6 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
Management von Versuchsdaten über die Möglichkeiten des Papierlaborbuch hinaus am Beispiel von openBIS — ●CEDRIC KESSLER, JOHANNES MARCZINKOWSKI, STEFAN MOHN, REBEKKA MURATI, VALENTINA ALBERINI, ANTONIA PÉREZ-CEREZO, ANDREA MERLI, CHRISTIAN HENNIG, RALPH ERNSTORFER und NINA OWSCHIMIKOW — Institut für Optik und Atomare Physik, Technische Universität Berlin

OpenBIS [1] ist eine freie Software zur elektronischen Laborbuchführung inklusive Datenspeicherung und Verwaltung von Laborinformationen. Entwickelt von der ETH Zürich mit Schwerpunkt in Bioinformatikwissenschaften, wird die Open-Source Software von vielen Arbeitsgruppen in unterschiedlichsten Bereichen verwendet. Über eine lokal gehostete Webseite werden individuell anpassbare Laborbuchvorlagen ausgefüllt und mit Proben, Equipment sowie anderen Laborbüchern verknüpft. Zugehörige (Mess-) Daten können manuell oder vom Instrument automatisch mit relevanten Metadaten hochgeladen werden. Zugriff erfolgt über eine Python, Java und JavaScript API und ermöglicht die einfache Integration in den Auswertungsprozess. Die vollumfängliche Anpassbarkeit ermöglicht verschiedene Didaktikkonzepte zur Anleitung der Studierenden von vorgegebenen Feldern bis zur Freitexteingabe für erfahrungsbasiertes Lernen.

[1] Barillari, C., Et al. (2016). openBIS ELN-LIMS: an open-source database for academic laboratories. *Bioinformatics* (Oxford, England), 32(4), 638 - 640.

DD 36: Praktika und neue Praktikumsversuche – Poster

Time: Wednesday 14:00–15:00

Location: ELP 6: Foyer

DD 36.1 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
HEXBUGs zur Modellierung von (aktiver) Brown'scher Bewegung — ●MICHAEL HIMPEL — Institut für Physik, Universität Greifswald

Die als Spielzeug entwickelten HexBugs sind kleine Roboter mit Vibrationsmotor, die sich selbst durch diese Vibration fortbewegen können. Sie werden in der Forschung genutzt um aktive Brown'sche Teilchen im Experiment zu simulieren.

In diesem Beitrag wird gezeigt, wie man mit den HexBugs asymmetrische Zahnräder antreiben kann. Dies ist ein Musterbeispiel für den Unterschied zu "normaler" Brown'scher Bewegung, die im Zeitmittel keinen Impuls auf ein Zahnrad übertragen kann.

DD 36.2 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
Datenauswertung im LIGO-Experiment: Matched Filtering im Analogie-Experiment — ●MICHAEL DAAM^{1,2}, ANTJE BERGMANN¹, CARSTEN ROCKSTUHL¹ und RONNY NAWRODT² — ¹Institut für Theoretische Festkörperphysik, Karlsruher Institut für Technologie — ²5. Physikalisches Institut, Universität Stuttgart

Seit 2015 werden mit Detektoren wie dem LIGO-Experiment Gravitationswellen vermessen, z.B. solche, die bei der Verschmelzung schwarzer Löcher entstehen. Matched Filtering ist dabei eine wichtige Methode, um im kontinuierlichen Datenstrom des Detektors die zeitlich begrenzten Signale zu identifizieren, obwohl deren Amplitude das Rauschen häufig kaum übersteigt.

Für unser LIGO-Analogie-Experiment (DD 45.2, DPG-Frühjahrstagung 2021) haben wir ein frei verfügbares Programm entwickelt, das Lernenden ohne Programmierkenntnisse grundlegende Einblicke in die Datenauswertung in der Gravitationswellenastronomie ermöglicht. Von einer graphischen Benutzeroberfläche aus kann auf wichtige Funktionen des Python-Pakets PyCBC (doi: 10.5281/zenodo.10137381) zugegriffen werden. So können Gravitationswellen nachempfundene Signale erzeugt und als Input im Analogie-Experiment verwendet werden. Nach der Messung werden die experimentellen Daten mit solchen Signalen verglichen, um Gravitationswellen von Störimpulsen zu unterscheiden und die Massen der beteiligten schwarzen Löcher abzuschätzen. Die Ergebnisse werden graphisch veranschaulicht. Im Beitrag wird diese Software vorgestellt und die Integration in das bestehende Analogie-Experiment erklärt.

DD 36.3 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

Eine Grundpraktikumstaugliche Demonstration der Kramers-Kronig-Relation — ●CLARISSA LUDWIG^{1,2}, HARALD KÜBLER¹ und RONNY NAWRODT² — ¹Universität Stuttgart, Physikalisches Institut — ²Universität Stuttgart, Physik und ihre Didaktik

Studierende des B.A. und B.Sc. Physik behandeln die normale und anomale Dispersion von elektromagnetischen Wellen im Zusammenhang mit der Absorption eines Mediums häufig nur kurz in den Vorlesungen zur Experimentalphysik. Eine entsprechende Vertiefung dieses Themas kann mit einem passenden Grundpraktikumsversuch geboten werden. Damit einher geht der von H. A. Kramers und R. Kronig erstmals formulierte mathematische Zusammenhang zwischen der Absorption und der Dispersion eines Mediums, der heute als die Kramers-Kronig-Relationen bekannt ist. In diesem Beitrag wird solch ein Grundpraktikumsversuch vorgestellt, wobei der Fokus auf der Bestimmung der Dispersionskurven von Farbstofflösungen liegt. Diese werden hier sowohl mittels numerischer Methoden aus den Transmissionsspektren als auch mithilfe eines Prismenspektrometers bestimmt. Bei der direkten Bestimmung mithilfe des Spektrometers kommt eine Webcam zum Einsatz, die neben dem sichtbaren Teil des Spektrums auch Zugang zum Nahinfrarotbereich erlaubt.

DD 36.4 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
Einführung in die Datenauswertung mit Python im physikalischen Praktikum für Lehramt- und Nebenfachstudierende — ●MAXIMILIAN KÜHLKAMP, RALF DETEMPLE, DOMINIK DORSEL und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

In einer Zeit, in der die programmiersprachenbasierte Datenauswertung die Naturwissenschaften dominiert und informatische Grundkonzepte in der schulischen Bildung immer wichtiger werden, ist es auch für angehende Physik-Lehrkräfte wichtig, in diesen Bereichen ausreichende Kompetenzen zu erwerben. Auf Grundlage dessen wurde ein Modul zur Datenauswertung mit Python für Lehramtsstudierende im physikalischen Praktikum entwickelt. In diesem Praktikumsversuch sollen die Lehramtsstudierenden mit Jupyter-Notebooks in die Grundlagen der Datenauswertung mit Python eingeführt und unter Verwendung eines Scaffolding-Ansatzes zum selbstständigen Umgang mit Python in zukünftigen Auswertungen befähigt werden. Das entwickelte Modul wurde probeweise auch im Nebenfachpraktikum für Studierende der Chemie und Biologie eingesetzt und wurde dort von 75 Teilnehmenden durchgeführt und evaluiert.

DD 37: Präsentation von Experimenten – Poster

Time: Wednesday 14:00–15:00

Location: ELP 6: Foyer

DD 37.1 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

Laborino - Das Schulexperiment neu gedacht — ●CHRISTIAN SCHULZE, JASMIN ANDERSEN und DIETMAR BLOCK — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Kiel, Deutschland

Der Laborino wird von uns gerne als Hosentaschenlabor bezeichnet, weil er wegen seiner kompakten und robusten Bauform in fast jedem Experiment einen geeigneten Platz findet. An Hand von einigen Beispielexperimenten möchten wir mit diesem Beitrag einen konkreten Eindruck vermitteln, wie vielfältig der Laborino in den meisten Schulexperimenten gewinnbringend eingesetzt werden kann. Dabei können mithilfe der digitalen Datenverarbeitung physikalische Zusammenhänge in wenigen Sekunden in Echtzeit demonstriert werden. Welche didaktischen Besonderheiten sich daraus ergeben und was unsere ersten Erfahrungen aus der Praxis sind, möchten wir gerne mit ihnen diskutieren und bieten ihnen dazu am Poster die Gelegenheit den Laborino auszuprobieren.

DD 37.2 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

Laborino: Die smarte Messbox für Schule und Universität — ●DIETMAR BLOCK, JASMIN ANDERSEN und CHRISTIAN SCHULZE — IEAP der CAU Kiel, Leibnizstr. 15, 24098 Kiel

Beim Laborino handelt es sich um eine kleine, leichte und robuste Messbox auf Basis eines Arduino Nano, die sehr einfach in verschiedenste Schulexperimente integriert werden kann. Sie übermittelt die Messdaten von diversen Sensoren via Bluetooth an ein beliebiges Smartdevice, auf dem die App Phyphox installiert ist. Die App Phyphox von der RWTH Aachen ist sowohl unter Lehrerinnen und Lehrern als auch Schülerinnen und Schülern weit verbreitet und sehr intuitiv zu bedienen. Eine Besonderheit des Laborinos ist seine umfangreiche

Ausstattung mit verschiedensten Sensoren. Dabei können nicht nur die fest verbauten internen Sensoren genutzt werden, sondern durch ein Stecksystem sehr einfach auch weitere externe Sensoren eingebunden werden. In diesem Beitrag wird die Bedienung des Laborinos vorgestellt, sowie die Eigenschaften und Leistungsmerkmale der Sensoren für physikalische Fragestellungen im Schulunterricht bewertet. Als Open-Educational-Ressource sind alle Baupläne, Software und Anwendungsbeispiele frei im Internet unter www.laborino.de verfügbar.

DD 37.3 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

Eine Box, viele Möglichkeiten: Experimentieren im Kontext Klima — ●CHRISTOPHER JÖRGENS, CORNELIA GELLER und HENDRIK HÄRTIG — Universität Duisburg-Essen

Wie der Physikunterricht entscheidend zur Klimabildung beitragen kann, ist ein wichtiger Bestandteil physikdidaktischer Forschung geworden, da die komplexen Zusammenhänge im Kontext Klima durch geeignete Lernmaterialien zugänglich gemacht werden müssen. Mit dem Ziel, mit Lernmaterialien in diesem Kontext vor allem fachmethodische Kompetenzen zu fördern, haben wir ein Klimamodell in einer Box entwickelt. Dieses soll die komplexen Einflüsse verschiedener Klimafaktoren - wie z.B. den Sonnenstand, den Wind oder den Anteil des Kohlenstoffdioxids - auf die Temperaturentwicklung simulieren. Die Variation entsprechender Klimafaktoren kann dabei einzeln und in Kombinationen erfolgen. Die Box liefert mittels mehrerer Sensoren Messdaten, die mit Hilfe der Phyphox-App graphisch dargestellt werden. Auf dem Poster werden neben den Variationsmöglichkeiten in und an der Box auch die Messvorrichtung und erste Messergebnisse präsentiert. Darauf aufbauend diskutieren wir mögliche Einsatzszenarien für das Experimentieren im Unterricht.

DD 38: Astronomie – Poster

Time: Wednesday 14:00–15:00

Location: ELP 6: Foyer

DD 38.1 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

Insightful exact three-dimensional representation of curved spacetime — ●HANS-OTTO CARMESIN — Athenaeum, Stade — Studienseminar Stade — Universität Bremen, Fachbereich 1

Astrophysics, general relativity and curved spacetime motivate students. However, so far, it was not possible to represent three-dimensional curved spacetime in an exact manner. But now, such an exact and **clarifying** representation is possible: From the usual algebraic description using a metric tensor, changes of lengths and of volume are derived. These are represented with help of transparent plastic material in a three-dimensional and exact manner.

This representation is **realistic**, as the above changes of lengths can be measured. It is **valuable**, as students can derive the cosmological constant Λ , though Einstein was unable to derive Λ from his ingenious general relativity. Perlmutter (1998) measured that value of Λ .

Similarly, deriving & using the dynamics of the above volumes, students can unify relativity, gravity and quanta.

Our results are in precise accordance with observation and fully derived from physical principles [1,2]. Experiences from teaching in research clubs and general study courses at a university are presented.

[1] Carmesin, H.-O. (2023): Geometrical and Exact Unification of Spacetime, Gravity and Quanta. Berlin: Verlag Dr. Köster.

[2] More info: <https://www.researchgate.net/profile/Hans-Otto-Carmesin>

DD 38.2 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

Students Learn to Derive Universal Properties of Gravitons — ●HANS-OTTO CARMESIN — Athenaeum, Stade — Studienseminar Stade — Universität Bremen, Fachbereich 1

Gravitation is omnipresent. However, it has been criticized since Newton (1686) that the **propagation** of the gravitational interaction has not yet been explained. But this propagation can now be derived by students in an elegant & exact manner: Based on the usual algebraic structure of general relativity, the dynamics of volume are analyzed

& derived. These dynamics are **realistic**, as they can be measured. They are **meaningful**, as they imply universal properties of the dynamics of volume and gravity at various interconnected levels, at the level of: quanta [1], curvature of spacetime, tensors and spins, fields and potentials, the density of dark energy, the expansion of space since the Big Bang, the object that transmits gravity - the graviton.

The graviton is **insightful**, as it interconnects the above fields of knowledge about gravity, and tests are provided. Thereby, all results are in precise accordance with observation and fully derived from physical principles [2,3]. Experiences from teaching in research clubs and general study courses at a university are presented.

[1] Carmesin, H.-O. (2023): Students Exactly Derive Quantization and its Universality. *PhyDid B*, pp. 39-44. [2] Carmesin, H.-O. (2023): Geometrical and Exact Unification of Spacetime, Gravity and Quanta. Berlin: Verlag Dr. Köster. [3] More info: <https://www.researchgate.net/profile/Hans-Otto-Carmesin>

DD 38.3 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

Students Learn to Derive the Energy Density of Volume — ●HANS-OTTO CARMESIN — Athenaeum, Stade — Studienseminar Stade — Universität Bremen, Fachbereich 1

Volume is essential in everyday live - it basically describes the amount of space. However, Einstein (1917) proposed a *cosmological constant* Λ , which seems to assign an energy density to space, the *dark energy*. In fact, Perlmutter (1998) discovered the acceleration of the expansion of the universe, and this acceleration provides a value of Λ , though Einstein was unable to predict the value of Λ with his ingenious theory of general relativity. But here, we show how students can derive the energy density u_{vol} of volume and the theoretical value of the cosmological constant Λ_{theo} in an elegant and exact manner: Based on the usual algebraic structure of general relativity, the dynamics of volume are analyzed & derived. These dynamics are **realistic**, as they can be measured. They are **meaningful**, as they imply the process of formation of volume as well as the density of volume. Thereby, the derived values of u_{vol} and Λ_{theo} are in precise accordance with observation and fully derived from physical principles [1-3]. Experiences from teaching in re-

search clubs and general study courses at a university are presented. [1] Carmesin, H.-O. (2021): *Quanta of Spacetime Explain Observations, Dark Energy, Graviton and Nonlocality*. Berlin: Verlag Dr. Köster. [2] Carmesin, H.-O. (2023): *Geometrical and Exact Unification of Spacetime, Gravity and Quanta*. Berlin: Verlag Dr. Köster. [3] More info: <https://www.researchgate.net/profile/Hans-Otto-Carmesin>

DD 38.4 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
Students Analyze the Impact of the H_0 Tension of the Worldview — ●HANS-OTTO CARMESIN — Athenaeum, Stade — Studienseminar Stade — Universität Bremen, Fachbereich 1

The modern worldview is based on the expansion of space (Einstein 1917, Hubble 1929). Friedman (1922) & Lemaitre (1927) used Einstein's general relativity to derive a time evolution of that expansion. They used the Hubble constant H_0 , a key parameter for the rate of expansion. But Riess (2022) observed at the 5σ confidence level that H_0 is not constant: This problem is named H_0 tension. What impact does it have on the worldview? We show how students can derive the source of the H_0 tension: Based on the usual algebraic structure of Einstein's ingenious general relativity, the dynamics of volume are analyzed & derived. These dynamics are used to analyze the H_0 tension: The increase of heterogeneity in the universe causes an increase of $H_0(t)$ with time. $H_0(t)$ is derived and implies that the age of the universe is 500 000 000 years smaller than expected before. Our results are precise accordance with observation and fully derived from physical principles [1-3]. Experiences from teaching in research clubs and general study courses at a university are presented. [1] Carmesin, H.-O. (2021): *Quanta of Spacetime Explain Observations, Dark Energy, Graviton and Nonlocality*. Berlin: Verlag Dr. Köster. [2] Carmesin, H.-O. (2023): *Geometrical and Exact Unification of Spacetime, Gravity and Quanta*. Berlin: Verlag Dr. Köster. [3] More info: <https://www.researchgate.net/profile/Hans-Otto-Carmesin>

DD 38.5 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
Students Learn to Derive the Universal Elementary Charge — ●HANS-OTTO CARMESIN — Athenaeum, Stade — Studienseminar Stade — Universität Bremen, Fachbereich 1

Electricity is omnipresent. However, its key quantity the elementary charge - has not been explained before 2021 [1]. We show how students can derive it: Based on the usual algebraic structure of Einstein's ingenious general relativity, the dynamics of volume and of its excitation states, quanta of spacetime, QST, are analyzed & derived [2]. An elementary particle mass forms from volume. That process is analyzed via the QST: A triple of QST forms such a mass at lowest energy. Each QST has a ω_i . These cause six forced oscillations. These form the electric field. The triple forms the electric charge, in precise accordance with observation: relative deviation 10^{-8} . Our results are precise accordance with observation and fully derived from physical principles [1-4]. Further results are outlined, e. g. about the electroweak interaction. Experiences from teaching in research clubs and general study courses at a university are presented. [1] Carmesin, H.-O. (2021): *The Elementary Charge Explained by Quantum Gravity*. Berlin: Verlag Dr. Köster. [2] Carmesin, H.-O. (2021): *Cosmological and Elementary Particles Explained by Quantum Gravity*. Berlin: Verlag Dr. Köster. [3] Carmesin, H.-O. (2023): *Geometrical and Exact Unification of Spacetime, Gravity and Quanta*. Berlin: Verlag Dr. Köster. [4] More info: <https://www.researchgate.net/profile/Hans-Otto-Carmesin>

DD 38.6 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
Students Learn to Solve the Cosmological Constant Problem — ●HANS-OTTO CARMESIN — Athenaeum, Stade — Studienseminar Stade — Universität Bremen, Fachbereich 1

Electricity and volumes are omnipresent. However, the theory of quantum electrodynamics predicts an energy density of the electromagnetic field u_{QED} that is a factor of 10^{122} larger than the observed energy density of volume u_{vol} , this is the cosmological constant problem, CCP. u_{vol} is essentially the observed dark energy. We show how students can solve it in an exact and elegant manner: Based on the usual algebraic structure of Einstein's ingenious general relativity, the dynamics of volume are analyzed & derived. With it, the energy density u_{vol} is derived and identified as a kinetic energy density. The potential energy density of $u_{\text{vol,pot}}$ compensates u_{vol} and implies energy conservation during the expansion of space. Moreover, the volume dynamics show that u_{QED} is compensated by its potential energy density $u_{\text{QED,pot}}$, this solves the CCP. Moreover, the Casimir force is derived.

Our results are in precise accordance with observation and fully de-

rived from physical principles [1,2]. Experiences from teaching in research clubs and general study courses at a university are presented.

[1] Carmesin, H.-O. (2023): *Geometrical and Exact Unification of Spacetime, Gravity and Quanta*. Berlin: Verlag Dr. Köster.

[2] More info: <https://www.researchgate.net/profile/Hans-Otto-Carmesin>

DD 38.7 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
Students Learn to Derive Nonlocality form Fundamental Physics — ●HANS-OTTO CARMESIN — Athenaeum, Stade — Studienseminar Stade — Universität Bremen, Fachbereich 1

Quantum cryptography is an exciting new communication technology. It uses Einstein's (1948) Spukhafte Fernwirkung: Nonlocality. How does nonlocality work? We show how students can solve it in an exact and elegant manner: Based on the usual algebraic structure of Einstein's ingenious general relativity, the dynamics of volume are analyzed & derived. With it, the postulates of quantum physics are derived. Thereby, the physical meaning of the wave function is clarified. With it, two physical transformations of the states in Hilbert space are derived: the time evolution via the Schrödinger equation, and the swapping of solutions of that equation. It is shown that this swapping is not limited by the velocity of light and thus provides nonlocality.

Our results are precise accordance with observation and fully derived from physical principles [1,2]. Experiences from teaching in research clubs and general study courses at a university are presented.

[1] Carmesin, H.-O. (2023): *Geometrical and Exact Unification of Spacetime, Gravity and Quanta*. Berlin: Verlag Dr. Köster.

[2] More info: <https://www.researchgate.net/profile/Hans-Otto-Carmesin>

DD 38.8 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
Lauf der Planeten: Die Rolle von Embodiment bei der Veränderung mentaler Modelle — ●MAXIMILIAN ALEXANDER LOCH^{1,3}, MALTE S. UBBEN² und EMMANUEL ROLLINDE³ — ¹Institut für Didaktik der Physik - Universität Münster, Münster, Deutschland — ²Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften - Abteilung Physik und Physikdidaktik - Technische Universität Braunschweig, Braunschweig, Deutschland — ³Laboratoire de Didactique André Revuz CY Cergy Paris Université, Paris, Frankreich

Nach der Durchführung einer Pilotstudie, deren Ziel es war, herauszufinden, welche beispielhaften mentalen Modelle über das Sonnensystem bei Schülern existieren, haben wir die Studie auf eine Stichprobengröße von 100 Lernenden der Klassen 5 bis 13 mit 93 Prätests und 78 Posttests erweitert. Wir beobachteten, welche Auswirkungen der Einsatz von Embodied Learning im Rahmen des Erasmus+ Projektes "Aristarchus" haben könnte, das sich auf die Vermittlung astronomischer Grundlagen mit dem "Human Orrery" konzentriert. Dies geschah durch die Durchführung von Prä- und Posttests, deren Hauptbestandteil es war, das Sonnensystem vor und nach den im Rahmen des Aristarchus-Projekts durchgeführten Lernsequenzen zu zeichnen. Anhand der Ergebnisse haben wir induktiv eine Reihe von Items entwickelt, um die Zeichnungen zu klassifizieren, ihre Entwicklung zu analysieren und die zuvor vorgeschlagenen Klassifizierungen zu verfeinern. Während die Gestalt eines mentalen Modells leicht mit einer Zeichnung erfasst werden kann, kann das funktionale Verständnis nur teilweise dargestellt werden und wird Gegenstand zukünftiger Studien sein.

DD 38.9 Wed 14:00 ELP 6: Foyer
Analysis of Gravitational Instabilities in Stars Using a Model Sequence — ●LINA JARCK¹ and HANS-OTTO CARMESIN^{1,2,3} — ¹Athenaeum, Stade — ²Studienseminar Stade — ³Universität Bremen, Fachbereich 1

In a student research club, we investigate gravitational instabilities in stars. To do so, we develop a progressive sequence of models with increasing predictive power. Throughout our model sequence, we utilize the appropriate model for each specific inquiry. The models also provide opportunities for verification and comparison. First, we apply a model of Sun with variable density as a function of radius. As this function is widely known, we test our model. For further progression and validation of our method, we construct a model with variable density for White Dwarfs, where the Chandrasekhar limit confirms our results. Progressively, we develop a model with variable density for Neutron Stars and black holes. We represent the results within a specially created phase diagram. In this diagram, the states of stars are shown as a function of radius and mass. In the diagram, there are Neutron Stars, a transition-line to possible Quark-Gluon-Stars, and a transition-line to black holes.

DD 39: Sonstiges – Poster

Time: Wednesday 14:00–15:00

Location: ELP 6: Foyer

DD 39.1 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

Themen der Nanowissenschaften und -technologien im Unterricht: Ein systematisches Literaturreview — ●JUDITH SCHMID¹, FABIAN HENNIG¹, JOAQUIN M. VEITH² und PHILIPP BITZENBAUER¹ — ¹FAU Erlangen-Nürnberg — ²Universität Leipzig

Dieses Poster gibt einen Überblick über (i) empirisch evaluierte Unterrichtskonzepte, (ii) für den Unterricht entwickelte Experimente und (iii) in der Literatur dokumentierte Schülervorstellungen zu Themen der Nanowissenschaften und -technologien. Mittels einer Datenbankrecherche (über SCOPUS und Web of Science) wurden elf empirische Studien zum Lehren und Lernen nanowissenschaftlicher Themen im naturwissenschaftlichen Unterricht identifiziert, die zwischen 2012 und 2021 veröffentlicht wurden. Der Literaturüberblick zeigt, dass es in der Literatur zwar einige in der Praxis erprobte Unterrichtskonzepte zu verschiedenen Themen der Nanowissenschaften und -technologien gibt, dass aber gerade multimediale Lernumgebungen, z.B. unter Nutzung von Virtual Reality oder Augmented Reality, in diesem thematischen Kontext bisher wenig genutzt werden, obwohl sie sich im Hinblick auf den unterrichtlichen Umgang mit den in der Literatur berichteten Schülervorstellungen als vielversprechend erwiesen haben. Stattdessen konzentrierte sich die fachdidaktische Entwicklungsarbeit bisher vor allem auf die Bereitstellung von im Unterricht durchführbaren Experimenten zu Themen der Nanowissenschaften und -technologien.

DD 39.2 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

Offene Fragen zur Relevanz soziodemografischer Merkmale für Interesse und Selbstkonzept im Kontext des schulischen Lehrens und Lernens in den Naturwissenschaften — ●NOVID GHASSEMI und MARCUS KUBSCH — Freie Universität Berlin

Internationale Vergleichsstudien haben wiederholt gezeigt, dass in Deutschland ein besonders starker Zusammenhang zwischen den sozioökonomischen Voraussetzungen, häufig konfundierter Migrationserfahrung, und dem schulischen Erfolg von Schüler*innen bestehen. Diese Problematik scheint von den Naturwissenschaftsdidaktiken in Deutschland bislang wenig aufgegriffen worden zu sein: Während zum Beispiel erste Erkenntnisse für Zusammenhänge zwischen Geschlecht und Interesse sowie Selbstkonzept für das Fach Physik vorliegen, liegen kaum Informationen zur Bedeutsamkeit weiterer soziodemografischer Merkmale vor. Hier mangelt es sowohl an empirischen Kenntnissen über grundlegende Zusammenhänge als auch an angemessenen Unterrichtskonzeptionen. Nicht zuletzt sollten diese Aspekte zwar als Querschnittsthemen in die formale Lehrer*innenbildung integriert sein, ob möglicherweise spezifisch naturwissenschaftsdidaktische Aspekte bereits in ausreichendem Umfang berücksichtigt werden, ist jedoch fraglich.

DD 39.3 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

Offene Fragen zur Relevanz soziodemografischer Merkmale für Interesse und Selbstkonzept im Kontext des schulischen Lehrens und Lernens in den Naturwissenschaften — ●NOVID GHASSEMI und MARCUS KUBSCH — Freie Universität Berlin

Internationale Vergleichsstudien haben wiederholt gezeigt, dass in Deutschland ein besonders starker Zusammenhang zwischen den sozioökonomischen Voraussetzungen, häufig begleitet von Migrationserfahrungen, und dem schulischen Erfolg von Schüler*innen bestehen. Diese Problematik scheint von den Naturwissenschaftsdidaktiken in Deutschland bislang wenig aufgegriffen worden zu sein: Während zum Beispiel erste Erkenntnisse für Zusammenhänge zwischen Geschlecht und Interesse sowie Selbstkonzept für das Fach Physik vorliegen, liegen kaum Informationen zur Bedeutsamkeit weiterer soziodemografischer Merkmale vor. Hier mangelt es sowohl an empirischen Kenntnissen über grundlegende Zusammenhänge als auch an angemessenen Unterrichtskonzeptionen. Nicht zuletzt sollten diese Aspekte zwar als Querschnittsthemen in die formale Lehrer*innenbildung integriert sein, ob möglicherweise spezifisch naturwissenschaftsdidaktische Aspekte bereits in ausreichendem Umfang berücksichtigt werden, ist jedoch fraglich.

DD 39.4 Wed 14:00 ELP 6: Foyer

Titel: Konzeption, Entwicklung und Evaluation eines Laserlabors für Schüler:innen — ●ROMAN GRUCHOW, LUKAS MACZEWSKY und HEIDI REINHOLZ — AG Didaktik der Physik, Universität Rostock

Das Lehr-Lern-Labor (LLL) PhySch (Physik und Schule) an der Universität Rostock bietet fachlich breit aufgestellte und methodisch vielfältig gestaltete Projekte für Schüler:innen an. Aktuell wird die Konzeption für ein Laserlabor und deren Umsetzung im Design-Based Research Verfahren entwickelt.

Die Module des Projektangebotes wurden zunächst ausgehend von einer Analyse möglicher inhaltlicher Schwerpunkte der Laserphysik geplant und den Studierenden als Arbeitsgrundlage bereitgestellt. Anschließend entwickeln die Studierenden daraus im Rahmen des LLLs das Projekt für Schüler:innen. Dabei wird untersucht, inwiefern Inhalte und Konzepte der Laserphysik durch Studierende an Schüler:innen vermittelt werden können. Dafür wurden beispielsweise durch Akzeptanzinterviews Lernschwierigkeiten auf Studierendenebene in Bezug auf die Inhalte der Laserphysik analysiert. In einem nächsten Schritt werden die Module durch die Studierenden als LLL-Angebote durchgeführt. Das Laserlabor wird durch eine Evaluation begleitet, bei der die Motivation der teilnehmenden Schüler:innen mittels Fragebogen in Prä-Post-Testung erhoben werden. Dies soll im Sinne des DBR zu einer iterativen Verbesserung des Angebotes führen.

DD 40: Hauptvortrag 4 (Georg-Kerschenstein-Preis): Müller

Time: Wednesday 15:10–16:00

Location: ELP 6: HS 2

Prize Talk DD 40.1 Wed 15:10 ELP 6: HS 2
Quantenphysik in der Schule: Neue Perspektiven durch Quantentechnologien — ●RAINER MÜLLER — TU Braunschweig — Träger des Georg-Kerschensteiner-Preises 2024

Die Quantenphysik ist seit vielen Jahren als Thema in der Oberstufe fest etabliert. Fachdidaktisch fundierte Unterrichtskonzepte wie die

Wesenszüge der Quantenphysik haben sich etabliert und auch Eingang in die Bildungsstandards gefunden. Mit den Quantentechnologien eröffnen sich nun neue Möglichkeiten für den Quantenphysik-Unterricht. Bereiche wie Quantenkommunikation und Quantencomputing sind direkte Anwendungen der Quantenphysik, in denen sie technologisch nutzbar gemacht wird. Das eröffnet Perspektiven für einen kontextorientierten Unterricht der Quantenphysik.

DD 41: Workshop: Studienreformforum

Time: Wednesday 16:00–17:30

Location: ELP 1: SR 3.21

DD 41.1 Wed 16:00 ELP 1: SR 3.21

Workshop: Vom Sinn des Physikstudiums — ●STEFAN BRACKERTZ¹, ANNEMARIE SICH¹, BARBARA OBWALLER⁴, LISA LEHMANN², AMR EL MINIAWY³, ROBERT BARTZ¹, PHILIPP BÖNNINGHAUS¹ und JONATHAN MOELLER² — ¹Universität zu Köln, Fachschaft Physik — ²TU Dresden, Fachschaft Physik — ³HU Berlin,

Fachschaftsinitiative Physik — ⁴Universität Innsbruck, Studienvertretung Physik

„Welchen Sinn hat das Physikstudium eigentlich?“ - Diese Frage kann etwa aus einem persönlichen Motivationstief heraus entstehen oder aus Diskussionen bezüglich der Auswahl der Inhalte, die im Physikstudium unbedingt vorkommen müssen. Auch für die Frage, wie Lehre an Hoch-

schulen gestaltet sein sollte, ist sie relevant. Natürlich ist mit der Frage "Welchen Nutzen hat ein Physikstudium?" auch die Frage "Welchen Nutzen haben Physiker:innen?" untrennbar verbunden. Um es provokant auszudrücken: Was hat die Gesellschaft davon, dass Studierende fünf (teils weit mehr) Jahre ihres Lebens mit diesem Studium verbrin-

gen? Der Sinn der Hochschule wird immer wieder auch politisch diskutiert, doch präzisiert auf die Physik blieb die Debatte bislang wenig systematisch. Im Workshop wollen wir über diese Sinnfrage sprechen und verschiedene Standpunkte reflektieren.