

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: ZGH103

Seminarräume: OEC 1.162, OEC 1.163, Theo 0.134, Theo 0.135, Theo 0.136

Poster: ZHG Foyer 1.OG

Plenarvortrag der Didaktik

PV IV Tue 9:45–10:30 ZHG011 **Equipping the Next Generation: Quantum Education and Workforce Development in the U.S.** — ●HEATHER LEWANDOWSKI

Preisträger-Vorträge in SYAS und DD

SYAS 1.1 Tue 11:05–11:35 ZHG011 **Zum Verhältnis von Physikdidaktik und Physikunterricht** — ●RITA WODZINSKI

SYAS 1.2 Tue 11:35–12:05 ZHG011 **(Quanten-)Physik für alle mit dem PhotonLab** — ●SILKE STÄHLER-SCHÖPF

SYAS 1.3 Tue 12:05–12:35 ZHG011 **Searching for the fingerprints of new phenomena with top quarks** — ●KATHARINA BEHR

DD 13.1 Tue 13:30–14:10 Theo 0.135 **Physikunterricht im 21. Jahrhundert gestalten: MakerSpace, Deeper Learning & innovative Prüfungsformate für mehr Schüler:innenmotivation** — ●MATTHIAS HARNISCHMACHER

Hauptvorträge

DD 1.1 Mon 14:00–15:00 ZHG103 **100 Jahre Quantenphysik - und was haben wir daraus gelernt?** — ●STEFAN HEUSLER

DD 45.1 Wed 14:45–15:45 ZHG103 **Moderne Physik, moderne Bildung: Zukunftsperspektiven für den Physikunterricht im Wandel** — ●MAGDALENA KERSTING

Fachsitzungen

DD 1.1–1.1	Mon	14:00–15:00	ZHG103	Eröffnung und Hauptvortrag I
DD 2.1–2.3	Mon	15:15–16:15	Theo 0.136	Hochschuldidaktik I
DD 3.1–3.3	Mon	15:15–16:15	Theo 0.135	Quantenphysik I
DD 4.1–4.3	Mon	15:15–16:15	Theo 0.134	KI I
DD 5.1–5.3	Mon	15:15–16:15	OEC 1.163	Astronomie I
DD 6.1–6.3	Mon	15:15–16:15	OEC 1.162	Inklusion
DD 7.1–7.1	Mon	16:45–18:45	Theo 0.136	Workshop Standards Lehrkräftebildung
DD 8.1–8.4	Mon	16:45–18:05	Theo 0.135	Quantenphysik II
DD 9.1–9.4	Mon	16:45–18:05	Theo 0.134	Lehrkräftebildung I
DD 10.1–10.4	Mon	16:45–18:05	OEC 1.163	Physikalische Praktika
DD 11.1–11.4	Mon	16:45–18:05	OEC 1.162	Außerschulische Lernorte

DD 12.1–12.3	Tue	13:30–14:30	Theo 0.136	Hochschuldidaktik II
DD 13.1–13.1	Tue	13:30–14:10	Theo 0.135	Preisträgervortrag
DD 14.1–14.1	Tue	14:10–14:30	Theo 0.135	Praxisblick
DD 15.1–15.3	Tue	13:30–14:30	Theo 0.134	KI II
DD 16.1–16.3	Tue	13:30–14:30	OEC 1.163	Astronomie II
DD 17.1–17.3	Tue	14:45–15:45	Theo 0.136	Hochschuldidaktik III
DD 18.1–18.3	Tue	14:45–15:45	Theo 0.135	Neue / Digitale Medien
DD 19.1–19.3	Tue	14:45–15:45	Theo 0.134	KI III
DD 20.1–20.3	Tue	14:45–15:45	OEC 1.163	BNE
DD 21.1–21.3	Tue	14:45–15:45	OEC 1.162	Lehr-Lernforschung I
DD 22.1–22.1	Tue	16:15–17:45	ZHG Foyer 1. OG	Poster – Anregungen Unterricht
DD 23.1–23.1	Tue	16:15–17:45	ZHG Foyer 1. OG	Poster – Astronomie
DD 24.1–24.2	Tue	16:15–17:45	ZHG Foyer 1. OG	Poster – Außerschulische Lernorte
DD 25.1–25.3	Tue	16:15–17:45	ZHG Foyer 1. OG	Poster – Bildung für nachhaltige Entwicklung
DD 26.1–26.7	Tue	16:15–17:45	ZHG Foyer 1. OG	Poster – Hochschuldidaktik
DD 27.1–27.10	Tue	16:15–17:45	ZHG Foyer 1. OG	Poster – Lehr-Lernforschung
DD 28.1–28.5	Tue	16:15–17:45	ZHG Foyer 1. OG	Poster – Lehreraus- und -fortbildung
DD 29.1–29.8	Tue	16:15–17:45	ZHG Foyer 1. OG	Poster – Neue / digitale Medien
DD 30.1–30.8	Tue	16:15–17:45	ZHG Foyer 1. OG	Poster – Neue Konzepte
DD 31.1–31.9	Tue	16:15–17:45	ZHG Foyer 1. OG	Poster – Praktika und Experimente
DD 32.1–32.14	Tue	16:15–17:45	ZHG Foyer 1. OG	Poster – Quantenphysik
DD 33.1–33.2	Tue	16:15–17:45	ZHG Foyer 1. OG	Poster – Geschichte und NoS
DD 34	Tue	18:00–20:00	ZHG103	Mitgliederversammlung
DD 35.1–35.1	Wed	11:00–12:30	Theo 0.136	Workshop Studienreformforum
DD 36.1–36.4	Wed	11:00–12:20	Theo 0.135	Quantenphysik III
DD 37.1–37.4	Wed	11:00–12:20	Theo 0.134	Lehrkräftebildung II
DD 38.1–38.4	Wed	11:00–12:20	OEC 1.163	Geschichte / NoS
DD 39.1–39.4	Wed	11:00–12:20	OEC 1.162	Lehr-Lernforschung II
DD 40.1–40.3	Wed	13:30–14:30	Theo 0.136	Hochschuldidaktik IV
DD 41.1–41.3	Wed	13:30–14:30	Theo 0.135	Analysen
DD 42.1–42.3	Wed	13:30–14:30	Theo 0.134	Digitale Medien – Smartphone
DD 43.1–43.3	Wed	13:30–14:30	OEC 1.163	Sprache
DD 44.1–44.3	Wed	13:30–14:30	OEC 1.162	Lehr-Lernforschung III
DD 45.1–45.1	Wed	14:45–15:45	ZHG103	Hauptvortrag II und Verabschiedung

Mitgliederversammlung des Fachverbands Didaktik der Physik

Dienstag 01.04.2025 18:00–20:00 ZGH103

- Genehmigung der Tagesordnung
- Genehmigung des Protokolls der MV vom 27.02.2024
- Berichte aus den Arbeitsgruppen
- Termine
- Verschiedenes

DD 1: Eröffnung und Hauptvortrag I

Time: Monday 14:00–15:00

Location: ZHG103

Invited Talk DD 1.1 Mon 14:00 ZHG103
100 Jahre Quantenphysik - und was haben wir daraus gelernt? — ●STEFAN HEUSLER — Wilhelm Klemm Str. 10

Nur die Quantentheorie ist in der Lage, mehrmals 100 Jahre alt zu werden. Bereits im Jahr 2000 feierte die DPG in einer Jubiläumswoche "100 Jahre Quantentheorie", wobei Bezug auf die Herleitung des Strahlungsgesetzes am 14. Dezember 1900 von Max Planck auf einer Sitzung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Berlin Bezug genommen wurde. Diesmal wird "100 Jahre Quantentheorie" ein ganzes Jahr lang gefeiert: Die Vereinten Nationen haben das Jahr 2025 zum Internationalen Jahr der Quantenwissenschaft und -technologie ausgerufen, wobei Bezug auf die revolutionären Arbeiten genommen wird, die vor

allein in Göttingen um 1925 entstanden waren. Die in dieser Zeit gefundenen abstrakten, mathematischen Konzepte der Quantentheorie sind bis heute Grundlage einer Vielzahl technologischer Anwendungen, was die immense gesellschaftliche Bedeutung der Quantenphysik begründet.

Seit Jahrzehnten ist Quantenphysik fester Bestandteil des Schulcurriculums, und wird durch die neuen KMK-Vorgaben in ihrer Bedeutung weiter gestärkt. Im Vortrag geben wir einen Überblick über die aktuelle, hohe Dynamik auf dem Gebiet der Didaktik der Quantenphysik, die von sehr verschiedenen und sich teils widersprechenden Interessen gesteuert wird, und hinterfragen dabei kritisch den Bildungswert von Quantenphysik für allgemein bildende Schulen.

DD 2: Hochschuldidaktik I

Time: Monday 15:15–16:15

Location: Theo 0.136

Förderung spezifischer Wissensarten für die Studieneingangsphase Physik — ●KAI CARDINAL¹, JULIA-MARIE TOCCO², ANDREAS BOROWSKI³, PHILIPP SCHMIEMANN² und HEIKE THEYSSSEN¹ — ¹Universität Duisburg-Essen, Didaktik der Physik — ²Universität Duisburg-Essen, Biology Education Research and Learning Lab — ³Universität Potsdam, Didaktik der Physik

Im Rahmen des Projekts EASTER (Einfluss der Förderung spezifischer Wissensarten auf den Studienerfolg in Biologie und Physik) erfolgte eine gezielte Förderung der Wissensarten Konzeptverständnis und Wissensanwendung in Physik. Konzeptverständnis beschreibt die Fähigkeit physikalische Konzepte zu verstehen und zu beschreiben. Die Fähigkeit zur Wissensanwendung umfasst das Finden eines geeigneten (Lösungs-)Ansatzes sowie die Ausarbeitung der Lösung unter Nutzung allgemeiner Rechenfähigkeiten. Beide Wissensarten sind prädiktiv für den Studienerfolg im ersten Fachsemester (Binder et al., 2019). In zwei Interventionsgruppen wurde die Wissensanwendung mittels Lösungsbeispielen ($N = 44$) und das Konzeptverständnis mittels Begriffsnetzen ($N = 40$) gefördert. Eine Kontrollgruppe ($N = 51$) erhielt keine Förderung. Im Vortrag werden die Konzeptionen der Fördermaßnahmen und deren Wirkungen auf die adressierten Wissensarten vorgestellt.

Adaptive (digitale) Auffrischungsangebote in der Studieneingangsphase zur Reduktion von Studienabbrüchen — ●CAROLINE WORTMANN¹ und ELENA SCHMITT² — ¹TU Dortmund, Deutschland, Fakultät Physik — ²TU Dortmund, Deutschland, Qualitätsmanagement Studium und Lehre

Das Verbundprojekt beVinuS.nrw (TU Dortmund, BU Wuppertal, RWTH Aachen) hat sich zum Ziel gesetzt, Studienabbruchquoten in MINT-Studiengängen, die aufgrund mangelnder schulischer Mathematik-Kompetenzen in der Studieneingangsphase zustande kom-

men, zu reduzieren. Dazu werden fakultätsspezifische, vorlesungsabgestimmte, digitale Selbsttests zu den mathematischen Kompetenzen und ein darauf aufbauendes, digitales Selbstlernangebot auf Grundlage bestehender OER-Inhalte entwickelt, um die im Selbsttest diagnostizierten Kompetenzdefizite zu schließen. Darüber hinaus wird ein Katalog mit digitalen Selbstlerneinheiten und Präsenzangeboten an der TU Dortmund zusammengestellt, um disziplinübergreifende Kompetenzen (z.B. Lernstrategien, Umgang mit Prokrastination) zu schulen. Um das Angebot sinnvoll in das Studium zu integrieren, wird außerdem ein Reformmodell entwickelt, das erlaubt, die individualisierte Regelstudienzeit durch Nutzung der Angebote parallel zur Studieneingangsphase um ein Semester zu erhöhen.

An der Fakultät Physik der TU Dortmund startete die Pilotphase im WS 2024/25. Der Vortrag beleuchtet die Konzeption des Programms, das entwickelte Angebot in der Fakultät Physik sowie erste Ergebnisse und mögliche Weiterentwicklungen.

Physik als Nebenfach im Studium - Wie kann man die Physik attraktiver machen? — ●IRINA SCHNEIDER — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik www.ieap.uni-kiel.de Christian-Albrechts-Universität zu Kiel Leibnizstraße 19 24098 Kiel

Die Studierenden Physik als Nebenfach haben oft Probleme damit, bei der Physik richtig anzukommen, sie sind sich oft unsicher, ob sie den Lernstoff richtig verstehen. Das führt zu Blockaden im Lernprozess. Oft sind die Blockaden auch zusätzlich durch einige negative Erfahrungen mit der Physik in der Schule verursacht. Wie kann man den Studierenden hier helfen? An der Universität Kiel versuchen wir verschiedene Lernformen anzuwenden, um die Physik für Studierende attraktiver und auch transparenter zu machen, um ihnen zu zeigen, wie faszinierend spannend und interessant Physik wirklich ist. Das hilft tatsächlich, die Blockaden und Hindernisse im Lernprozess langsam zu überwinden.

DD 3: Quantenphysik I

Time: Monday 15:15–16:15

Location: Theo 0.135

Förderung funktionaler Denkweisen Lernender durch Einführung der Dirac-Notation im Quantenphysikunterricht — ●FABIAN HENNIG¹, KRISTOF TÓTH², JOAQUIN VEITH¹ und PHILIPP BITZENBAUER¹ — ¹Institut für Didaktik der Physik, Leipzig, Deutschland — ²Institute of Physics and Astronomy, Budapest, Hungary

Schülervorstellungen in der Quantenphysik lassen sich häufig auf ein zu wenig elaboriertes Modellverständnis der Lernenden zurückführen. Ein sich in bisherigen empirischen Untersuchungen bewährtes Modell beschreibt dieses Verständnis dabei in zwei unabhängigen Dimensionen: Gestalt- und Funktionstreue. Insbesondere letztere Dimension ist von besonderer Bedeutung für den Physikunterricht, da Konzeptverständnis Lernender signifikant mit dem Grad der Funktionstreue kor-

reliert ist. Wie dieser Grad an Funktionstreue gezielt gefördert werden kann, ist jedoch noch Gegenstand aktueller Forschung. Wir präsentieren dazu die Ergebnisse einer quasiexperimentellen Vergleichsstudie mit $N=133$ Lernenden, in der ein funktionales Modellverständnis des Photons gefördert werden soll durch eine formalistische Schreibweise, welche auf Dirac-Notation beruht. Mit Blick auf die Ausprägung des Grads der Funktionstreue im Denken der Lernenden zeigen sich im Posttest zwischen beiden Gruppen signifikante Unterschiede. Ebenso nahm in beiden Gruppen der Grad der Funktionstreue im Denken der Lernenden signifikant zu.

Quantenphysik in Klasse 9: Ergebnisse einer Entwicklungs-

DD 3.2 Mon 15:35 Theo 0.135

und Evaluationsstudie — ●CARSTEN ALBERT^{1,2} und GESCHE POSPIECH² — ¹Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden — ²Professur für Didaktik der Physik, Fakultät Physik, Technische Universität Dresden

Quantenphysik spielt eine zentrale Rolle in der modernen Wissenschaft und Technologie und gewinnt daher auch in der Bildung an Bedeutung. Mit dem Ziel, grundlegende Prinzipien der Quantenphysik bereits einer jungen Zielgruppe zugänglich zu machen, wurde im Rahmen eines Promotionsprojektes ein Unterrichtskonzept zur Quantenphysik für Lernende der Klassenstufe 9 entwickelt, das die Grundidee von Quantencomputern als abschließendes Anwendungsbeispiel einbindet.

Das Konzept führt Prinzipien der Quantenphysik anhand eines Zweizustandssystems ein (Spin-First-Ansatz), während auf das Wellenkonzept verzichtet wird. Der Kurs entstand im Rahmen eines DBR-Ansatzes auf Basis grundlegender Design-Prinzipien sowie durch mehrfache Entwicklungszyklen. Das Unterrichtskonzept umfasst insbesondere auch konkrete Unterrichtsmaterialien, darunter ein Lehrbuch.

Im Schuljahr 2023/24 wurde das Unterrichtskonzept in einer Feldstudie in Zusammenarbeit mit 23 deutschsprachigen Schulen umfassend im Mixed-Methods-Design evaluiert. Die Ergebnisse belegen sowohl die Praxistauglichkeit als auch die Lernwirksamkeit des Ansatzes und dienen als Grundlage für abschließende Optimierungen der Materialien.

Der Vortrag gibt einen Einblick in den beschriebenen Ansatz sowie in die Ergebnisse der Evaluation.

DD 3.3 Mon 15:55 Theo 0.135

Quantentechnologien in der Schule: Unterricht zwischen Allgemeinbildung und Berufsorientierung — ●GESCHE POSPIECH und MORITZ FÖRSTER — Fakultät Physik, TU Dresden, Dresden

Im Bereich der Quantentechnologien wird ein wachsender Bedarf an spezifisch ausgebildeten Fachkräften erwartet. Ein Beitrag dazu, diesen Bedarf mittel- und langfristig zu decken, besteht darin (zukünftigen) Lehrkräften die Kompetenzen zu vermitteln, berufsorientierenden Unterricht mit realistischen Einblicken in das Berufsfeld zu gestalten.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurde ein universitärer Kurs konzipiert, welcher neben theoretischen Grundlagen zum Thema ein didaktisch angeleitetes Industriepraktikum in den Quantentechnologien zum Kern hatte. Die Erfahrungen des Praktikums wurden durch die teilnehmenden Lehramtsstudierenden in der Konzeption einer berufsorientierenden Unterrichtseinheit verarbeitet, welche erprobt wurde.

In einem explorativen Studiendesign wurden leitfadengestützte Interviews durchgeführt, um zu untersuchen, welche Kenntnisse und Einstellungen Lehramtsstudierende zum Bereich der Quantentechnologien haben, wie sich der Kurs auf diese auswirkt und inwiefern die Gestaltung berufsorientierender Unterrichtskonzepte gelingt. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Lehramtsstudierenden Quantentechnologien als interessant und für den Unterricht geeignet, die Konzeption von berufsorientierenden Unterrichtsstunden zum Thema allerdings als herausfordernd empfinden.

Im Vortrag werden die Ergebnisse der Interviewstudie präsentiert.

DD 4: KI I

Time: Monday 15:15–16:15

Location: Theo 0.134

DD 4.1 Mon 15:15 Theo 0.134

Bewertung der fachlichen Korrektheit und des Nutzens von KI-Feedback durch Schülerinnen und Schüler — ●HOLGER MAUS — IPN Kiel

Automatisiertes Feedback bietet die Möglichkeit, Schülerinnen und Schüler im Lernprozess individuell zu unterstützen. Durch elaborierte Prompting-Strategien kann die Qualität des Feedbacks verbessert werden, jedoch lassen sich Fehler im Feedback nicht vermeiden. Daher ist es entscheidend, dass Schülerinnen und Schüler kritisch mit dem Feedback umgehen.

Gehen Schülerinnen und Schüler mit Fehlvorstellungen an physikalische Probleme heran, können diese von einem entsprechend geprompteten Sprachmodell erkannt und im Feedback aufgezeigt werden. Es ist jedoch auch möglich, dass diese Fehlkonzepte nicht erkannt oder sogar verstärkt werden. Hier stellt sich die Frage, wie Schülerinnen und Schüler die Rückmeldung einschätzen, wenn Fehlkonzepte in Frage gestellt werden oder durch das Sprachmodell Fehlkonzepte generiert werden.

Der Beitrag untersucht, wie Schülerinnen und Schüler Feedback in Bezug auf fachliche Korrektheit und den Nutzen für ihren Lernerfolg einschätzen, das durch ein gepromptetes Sprachmodell (GPT-4o) generiert wurde. Diese Einschätzung wird mit der fachlichen und fachdidaktischen Qualität des Feedbacks verglichen. Ausgewertet werden die Daten von Teilnehmerinnen und Teilnehmern der PhysikOlympiade in Deutschland, die physikalische Problemstellungen in einer Webanwendung bearbeiten und ein automatisiertes Feedback erhalten.

DD 4.2 Mon 15:35 Theo 0.134

KI-generiertes Feedback zu Reading Logs im Rahmen von einführenden Experimentalphysik-Veranstaltungen im Inverted Classroom Format — ●KATHLEEN FALCONER, STEFAN HOFFMANN, ANDRÉ BRESGES, LUC DI LUCIA und VITTORIO IANNUZZI — Universität zu Köln, Gronewaldstr. 2, 50931 Köln

Reading Logs werden seit mehr als 2 Jahren systematisch in fachlichen und didaktischen Physikveranstaltungen im Inverted-Classroom-Format im Bachelorstudium eingesetzt. In den Reading Logs (auch

Learning Assessment Journals oder Logbücher genannt) sollen die Studierenden durch Leitfragen zu einem reflektierten Umgang mit neuen physikalischen Inhalten angeleitet werden. (MacIsaac, Schadschneider). Abhängig vom didaktischen Zweck können RL vor oder nach dem Unterricht eingesetzt werden. Hier werden sie vor dem Unterricht verwendet als eine Möglichkeit, die physikalischen Konzepte einzuführen. Die Studierenden analysieren und reflektieren die Materialien, formulieren offene Fragen und erreichen so eine bessere Vorbereitung für Activities und Problemlösen in den Präsenzveranstaltungen. Die Lehrenden erhalten dadurch eine Möglichkeit Probleme zu identifizieren und diese in der Gestaltung der Präsenzphase angemessen zu berücksichtigen. Im Learnig-by-Teaching-Konzept (Universität zu Köln) erhalten Physikstudierende die Möglichkeit, sich früh im Studium erlernte Inhalte in kleinen Lehr-Situationen zu erproben.

DD 4.3 Mon 15:55 Theo 0.134

Formatives Feedback durch generative KI in verschiedenen Lernumgebungen — ●STEFAN KÜCHEMANN¹, STEFFEN STEINERT^{1,2}, KARINA AVILA^{1,2} und JOCHEN KUHN¹ — ¹Ludwig-Maximilians-Universität München, München, Deutschland — ²RPTU Kaiserslautern-Landau, Kaiserslautern, Deutschland

Die Zahl der Lernumgebungen, die generative KI einsetzen, hat in den letzten zwei Jahren stetig zugenommen. Einer der wichtigsten Mechanismen für das Lernen mit generativer KI ist die Bereitstellung von formativem Feedback mittels Large Language Models (LLMs). Es gibt jedoch eine Reihe von Bedenken bezüglich generativer KI, wie z.B. die Unzuverlässigkeit des Outputs und mögliche Verzerrungen. In diesem Vortrag geben wir einen Überblick über verschiedene Lernumgebungen in der Physik, in denen erfolgreich formatives Feedback mittels LLMs gegeben wird. Dabei sind die LLMs so eingestellt, dass sie verschiedene Arten von selbstregulierten Lernprozessen, wie motivationale, metakognitive und kognitive Prozesse, unterstützen können. Erste Ergebnisse zeigen, dass LLMs in der Tat in der Lage sind, Lernende durch formatives Feedback effektiv zu unterstützen. Auf Basis dieser Ergebnisse diskutieren wir, wie die Herausforderungen mit generativer KI überwunden und die Chancen genutzt werden können.

DD 5: Astronomie I

Time: Monday 15:15–16:15

Location: OEC 1.163

DD 5.1 Mon 15:15 OEC 1.163

Zwischen Historie und Moderne: Digitalisierung, Auswertung und Didaktisierung historischer Sternspektren für die Verwendung im Master of Education — ●MARVIN ZUR MÜHLEN — Max-Planck-Institut für Astronomie, Heidelberg

Friedrich Küstner stellte 1904 eine Methode vor, mit der er aus dem Spektrum eines Sterns die Astronomische Einheit bestimmen konnte. Seine Berechnungen basierten auf zwei Reihen von Spektralaufnahmen desselben Sterns, die zu unterschiedlichen Jahreszeiten aufgenommen wurden. Durch den Doppler-Effekt konnte so eine Verschiebung der Spektrallinien gemessen und aus der Verschiebung die Astronomische Einheit berechnet werden. Zu diesem Zwecke führte Küstner zwischen 1904 und 1907 eine Reihe von Spektralaufnahmen verschiedener Sterne durch. Einige dieser Aufnahmen wurden bis heute noch nicht ausgewertet. In der kürzlich abgeschlossenen Masterarbeit des Vortragenden wurde einer dieser Sätze historischer Sternspektren mithilfe von Möglichkeiten der Moderne ausgewertet. Der Vortrag umreißt einleitend die methodischen Schritte, die unternommen wurden, um die historischen Aufnahmen der Spektren zu digitalisieren und anschließend computergestützt auszuwerten. Im Zentrum des Beitrags steht die Vorstellung didaktischen Materials, das für die Verwendung im Master of Education Physik erstellt wurde. Dabei wird erläutert, wie die historischen Spektren in didaktisches Material für Studierende des Physik-Lehramts eingebunden wurden und weiter wie durch ein mit heutigen Mitteln erstelltes Spektrum eine Verknüpfung zwischen Historie und Moderne hergestellt werden könnte.

DD 5.2 Mon 15:35 OEC 1.163

Authentizität in Lernumgebungen mit astronomiehistorischen Bezügen — ●SIMON F. KRAUS — Haus der Astronomie, Heidelberg

Im Hinblick auf das Interesse von Lernenden an bestimmten Lernumgebungen spielt auch der Aspekt der empfundenen Authentizität eine wesentliche Rolle. Im Rahmen eines aktuell laufenden Projekts, welches die Nutzung eines robotischen Teleskops mit Bezügen zur Astronomiegeschichte verknüpft, stellt sich daher die Frage, auf welchen Wegen ein möglichst hohes Maß an empfundener Authentizität von Anfang an erzielt werden kann und wie sich dessen Niveau in der Implementierungsphase erheben lässt. Die Kombination eines robotischen Teleskop mit historischen Bezügen schafft dazu zunächst eine doppelte – d. h. räumliche und zeitliche – Ferne zum Untersuchungsgegenstand und -instrument, wodurch die Ausgangsbedingungen zunächst ungünstig erscheinen. Der Beitrag stellt dazu die besonderen Herausforderungen innerhalb des Projekts den Erkenntnissen der fachdidaktischen Forschung zur Authentizität von Lernumgebungen gegenüber und versucht, erste Lösungsansätze zu skizzieren.

DD 5.3 Mon 15:55 OEC 1.163

Sichtweiten ins Weltall - so weit das Auge trägt — ●MICHAEL VOLLMER — FB Technik, TH Brandenburg

Sichtweiten auf der Erde liegen im Allgemeinen maximal bei etwa 500 km, aber wie weit reicht unser Auge in den Nachthimmel? Die physikalische Herangehensweise ist in Bezug auf ein Kontrastkriterium ähnlich derjenigen der Sichtweite auf der Erde, dabei wirkt die Himmelsleuchtdichte als Hintergrund selbstleuchtender Objekte im Weltall [1,2]. Neben maximaler Entfernungen für das Auge noch sichtbarer Sterne werden auch die am weitesten entfernten Objekte und Phänomene diskutiert, die Menschen mit bloßem Auge gerade noch wahrnehmen können.

[1] M. Vollmer, Physik in unserer Zeit 54/5, 222-230 (2023)

[2] M Vollmer, Lehrbuch: Optik und ihre Phänomene, Springer (2025)

DD 6: Inklusion

Time: Monday 15:15–16:15

Location: OEC 1.162

DD 6.1 Mon 15:15 OEC 1.162

Astronomie gemeinsam mit einem blinden Schüler - Inklusiver Unterricht in der Oberstufe eines allgemeinbildenden Gymnasiums — ●EKHARDT PREUSS — Dr.-W.-André-Gymnasium Chemnitz, 09112 Chemnitz, Henriettenstr. 35

Seit 2012 lernen am Dr.-W.-André-Gymnasium Chemnitz Sehbehinderte Schülerinnen und Schüler gemeinsam mit den Sehenden im inklusiven Unterricht.

Von 2020 bis 2022 belegte erstmalig ein blinder Schüler den Oberstufenkurs im Fach Astronomie.

Dazu wurden Unterrichtskonzepte teilweise vollkommen neu erarbeitet und einige bisher nicht bekannte Unterrichtsmittel wie z. B. ein taktiler und gleichzeitig für Sehende benutzbarer Himmelsglobus entwickelt. Es konnten alle im Lehrplan vorgegebenen Ziele erfüllt werden.

Die nicht unbedingt zu erwartende Erfahrung wird dokumentiert, dass inklusiver Unterricht aus der Interaktion heraus sowohl für blinde Schülerinnen und Schüler als auch für die Sehenden zu einem Zusatzgewinn und tieferem Verständnis der stofflichen Inhalte im Vergleich zu den jeweils gewohnten Unterrichtsformen führen kann.

DD 6.2 Mon 15:35 OEC 1.162

Weiterentwicklung der Differenzierungsmatrix zum Thema Energie im inklusiven Unterricht — ●ANDREAS SCHULZ¹, STEFAN BRACKERTZ¹, THOMAS JOCKWEG² und ANDREAS KISSENBECK² — ¹Universität zu Köln — ²Gesamtschule Köln Holweide

Prozesse im Universum sind zwingend an Energieumwandlungen gebunden. Dazu wurde ein Unterrichtskonzept entworfen und erstmals erprobt. Die Evaluierung der Durchführung zeigte (PhyDidB 22923, S. 1), dass eine Weiterentwicklung geboten erscheint, die hier vorgestellt wird. 1.) Fächerübergreifende Aspekte sollen weiter ausgebaut werden. Dabei werden künftig auch biologische Prozesse in einem insgesamt naturwissenschaftlichen Curriculum mit einbezogen. 2.) Ebenso bewährt hat sich das Arbeiten in Kleingruppen, die heterogen zusammengesetzt sind. Dies stärkt die Kooperation und Kommunikation. 3.)

Die von den Schüler*innen (SuS) gewählten Wege durch die Matrix waren sehr unterschiedlich und nicht immer systematisch angelegt. Hier muss eine deutlich gezieltere einführende Hinführung in das Konzept und die Verwendung der Matrix im Plenum (Klassenverband) erfolgen. 4.) Das gesellschaftliche Konzept wird modifiziert mit Hinblick auf eine breiter angelegte und fächerübergreifendere Betrachtung von Energieumwandlungs-Prozessen im Kosmos. Dabei spielen astronomische Phänomene und deren physikalische Zusammenhänge eine stärkere Rolle als bisher, was bei allen SuS (und vor allem in gleicher Weise bei Jungen und Mädchen!), wie verschiedene Untersuchungen gezeigt haben, auf großes Interesse stößt. Dieses weiterentwickelte Konzept für den inklusiven Unterricht wird hier vorgestellt.

DD 6.3 Mon 15:55 OEC 1.162

Inklusive Physikdidaktik und rechte Ideologie — ●STEFAN BRACKERTZ und ANDREAS SCHULZ — Universität zu Köln

Soweit sich die Physikdidaktik bisher mit Inklusion befasst hat, ging es meistens darum, wie sich gelingender inklusiver Physikunterricht gestalten lässt.

Allerdings steht inklusive Physikdidaktik zusätzlich und akut vor noch ganz anderen Herausforderungen, denn Inklusion ist insgesamt infrage gestellt: Mehrere Bundesländer haben das Gendern in der Schule verboten und versuchen damit Vielfalt unsichtbar zu machen; die gesellschaftliche Rechte erstarkt und knüpft mehr oder weniger offen ideologisch an die NS-Zeit an, die einen "homogenen Volkskörper" und die "Auslöschung der Differenz"[1] propagierte und in der u.a. Andersdenkende, Jüd*innen, Homosexuelle und Behinderte systematisch weggesperrt oder sogar ausgelöscht wurden. Ausgehend von der bildungsphilosophischen und pädagogischen Debatte nach dem Zweiten Weltkrieg wollen wir zu bestimmen versuchen, was inklusive Physikdidaktik rechter Ideologie entgegen setzen kann.

[1] Lamp, Fabian. "Soziale Arbeit im Nationalsozialismus: Der homogene Volkskörper und die Auslöschung der Differenz". In: Soziale Arbeit zwischen Umverteilung und Anerkennung: Der Umgang mit Dif-

ferenz in der sozialpädagogischen Theorie und Praxis, Bielefeld: transcript Verlag, 2007, pp. 57-66. <https://doi.org/10.1515/9783839406625>

002

DD 7: Workshop Standards Lehrkräftebildung

Time: Monday 16:45–18:45

Location: Theo 0.136

Group Report

DD 7.1 Mon 16:45 Theo 0.136

Standards und Qualität der Lehrkräftebildung - eine Weiterführung der Diskussion — ANDREAS BOROWSKI¹, ●SUSANNE HEINICKE², FRIEDERIKE KORNECK³, JOSEF RIESE⁴ und HEIKE THEYSSEN⁵ — ¹Universität Potsdam — ²Universität Münster — ³Goethe-Universität Frankfurt — ⁴Universität Paderborn — ⁵Universität Duisburg-Essen

In Weiterführung eines Workshops auf der GDGP 2024 zu

„Fachdidaktische (Mindest-)Standards in der Physik“ wollen wir uns im Rahmen der DPG-Frühjahrstagung weiter austauschen und mögliche Handlungsbedarfe identifizieren sowie Handlungsschritte diskutieren. Bei den Diskussionen sollen neben den aktuellen Forschungsergebnissen auch die aktuellen Entwicklungen bezüglich der unterrichtlichen Anforderungen, der Studierendenzahlen im Physik-Lehramtsstudium, der alternativen Ausbildungswege und der Neugestaltung von Studiengängen in den Blick genommen werden.

DD 8: Quantenphysik II

Time: Monday 16:45–18:05

Location: Theo 0.135

DD 8.1 Mon 16:45 Theo 0.135

Praxisorientiertes Fortbildungskonzept für Lehrkräfte mit Selbstlerneinheiten zur Quantenphysik — ●STEFAN AEHLE¹, KIM KAPPL² und PHILIPP SCHEIGER² — ¹Arbeitsgruppe Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller Universität Jena — ²Abteilung Physik und ihre Didaktik, 5. Physikalisches Institut, Universität Stuttgart

Seit der Aktualisierung der Bildungsstandards für das Fach Physik durch die Kultusministerkonferenz 2020 und die darauffolgende Implementierung neuer Inhalte in die Lehr- und Bildungspläne ist der Bedarf an Lehrerfortbildungen zur Quantenphysik bundesweit stark gestiegen. Viele sowohl junge als auch erfahrene Lehrkräfte haben im Laufe ihrer universitären Ausbildungsphase keine adäquate quantenmechanische Ausbildung erfahren. Zusätzlich gibt es durch neue Schulhalte einen Bedarf an ebenso neuen Unterrichtsmaterialien. Um diesem Bedarf gerecht zu werden, befassen sich inzwischen vielerorts Landesinstitute und universitäre Arbeitsgruppen mit passenden Fortbildungsangeboten. Die Ergebnisse einer Kooperation zweier Arbeitsgruppen der Universität Stuttgart und der Friedrich-Schiller-Universität Jena in Form eines praxisorientierten Fortbildungskonzepts mit Selbstlerneinheiten und experimentellem Fokus werden in diesem Vortrag vorgestellt und auf dazugehörigen Posterbeiträgen vertieft.

DD 8.2 Mon 17:05 Theo 0.135

Quantum Skills in der Lehrkräftebildung - Kognitiv aktivierende Lehre im Lehramtsstudium der Quantenphysik — NILS KUGLER, FELIX FRITSCHLE und ●PHILIPP SCHEIGER — Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart, 70569 Stuttgart

Mit seinem Diskussionspapier „Quantum Skills in der Lehrkräftebildung“ fordert der Stifterverband die Vermittlung von Kompetenzen zu stärken, die in einer Welt wichtig sind, in der Quantentechnologien zunehmend an Bedeutung gewinnen. Für die universitäre Ausbildung von Lehrkräften sollte deshalb neben den Vorlesungsinhalten auch der übrige universitäre Lehrbetrieb an die Bedürfnisse von Lehramtsstudierenden angepasst werden. Im Vergleich zum konventionellen Lehrbetrieb mit Hausaufgaben und Übungsreihen können mit interaktiven und kognitiv aktivierenden Ansätzen die Inhalte wesentlich effektiver vermittelt werden. Dieser Beitrag stellt die Ergebnisse eines Projekts zur Entwicklung neuer Lehr- und Lernmaterialien vor, die den Empfehlungen des Diskussionspapiers entsprechen. Damit soll die fachliche Ausbildung verbessert werden und gleichzeitig kann die methodische Vielfalt angehenden Lehrkräften als Vorbild für das spätere Berufsleben dienen. Es werden Methoden verwendet, deren aktivierender Charakter bereits nachgewiesen wurde. Dazu zählen das Lernen mit Lösungsbeispielen, die Versprachlichung und Verbildlichung von Formeln, aktivierende Tutorials und die Peer Instruction.

DD 8.3 Mon 17:25 Theo 0.135

Exploring Qubit Representations: Expert Evaluations and Empirical Insights on Visual-Graphic Representations —

●LINDA QERIMI^{1,2,3}, SARAH MALONE⁴, EVA REXIGEL⁵, SASCHA MEHLHASE^{2,3}, JOCHEN KUHN¹, and STEFAN KÜCHEMANN¹ — ¹LMU, Munich — ²MQV, Munich — ³MPQ, Garching near Munich — ⁴Saarland University, Saarbrücken — ⁵RPTU, Kaiserslautern

Visual-graphic representations play a crucial role in teaching quantum physics (QP) by bridging abstract concepts and learners' understanding. Grounded in Ainsworth's Design Function Task (DeFT) Framework (2006), we developed a category system to evaluate the features of qubit representations. We had 21 experts from four different countries use this category system to analyze four qubit-representations Bloch sphere, circle notation, quantum bead, and Qake model. Significant differences emerged in visualizing concepts such as quantum measurement, superposition, and probabilistic behavior. Notably, quantum beads were rated as significantly more salient, demonstrating strong potential to effectively direct learners' attention. The findings underscore the diversity and complexity involved in designing representations in QP and QT while laying the groundwork for further empirical research. Building on the expert evaluations, we are conducting a study to examine how salient representations, such as the quantum bead, influence learners' task performance, cognitive processing, and learning outcomes compared to the Bloch sphere. Through expert evaluation and the follow-up study, this work seeks to improve teaching resources and advance understanding of QP and QT.

DD 8.4 Mon 17:45 Theo 0.135

Entwicklung und Evaluation von Kursen zu Quantentechnologien: Basics, Myths und mehr im Rahmen des QTIndu-Projekts — ●ISMET N. DOGAN¹, DAGMAR HILFERT-RÜPPELL¹, FRANZISKA GREINERT¹, MALTE S. UBBEN² und RAINER MÜLLER¹ — ¹Technische Universität Braunschweig, IFdN, Physik und Physikdidaktik — ²Universität Leipzig, Fakultät für Physik und Erdsystemwissenschaften, Institut für Didaktik der Physik

Im Rahmen des Projekts „Quantum Technologies Courses for Industries“ (QTIndu) werden Lernmaterialien zu Quantentechnologien entwickelt und evaluiert. Ziel ist es, der steigenden industriellen Bedeutung der Quantentechnologien der zweiten Generation gerecht zu werden sowie Fachkräfte aus der Industrie aus-, weiter- und fortzubilden. Im Vortrag wird der aktuelle Stand des QTIndu-Projektes vorgestellt. Hierzu wird ein Einblick in das Evaluationskonzept des Kurses sowie in erste Ergebnisse der Evaluation eines Einstiegsurses gegeben. Dieser Einführungskurs verknüpft grundlegende Konzepte der Quantenphysik mit relevanten Anwendungsbereichen und wird mithilfe der IOOI-Methode (Input/Output/Outcome/Impact) hinsichtlich affektiver Variablen untersucht. Die Untersuchung bietet die Grundlage für eine Überarbeitung des Einstiegsurses. Außerdem fließen die Ergebnisse auch in die Konzeptionierung und Entwicklung neuer Kurse ein. Im Vortrag wird auf die Entwicklungen weiterer Kurse eingegangen und der aktuelle Stand in der Entwicklung sowie weiterer Evaluationsvorhaben erläutert.

DD 9: Lehrkräftebildung I

Time: Monday 16:45–18:05

Location: Theo 0.134

DD 9.1 Mon 16:45 Theo 0.134

Einfluss von Eigenschaften der Innovation auf den Transfer in die Schulpraxis — ●NILS HAVERKAMP, ALEXANDER PUSCH und STEFAN HEUSLER — Institut für Didaktik der Physik, Universität Münster

Während einige Innovationen aus der didaktischen Forschung und Entwicklung, wie beispielsweise Phypbox, großflächig und regelmäßig in der Schulpraxis eingesetzt werden, war der Transfer für viele andere Beispiele nicht (so) erfolgreich. Der Erfolg des Transferprozesses hängt von unterschiedlichen Faktoren ab, die sich in Anlehnung an Gräsel [1] den Lehrkräften, der Innovation selbst oder der Interaktion/Kommunikation zwischen Universität und Schule zuordnen lassen.

Um den Transferprozess zu beschreiben, wurde für die Schule das Concerns-Based Adoption Model vorgeschlagen [2], in dem unter anderem Stufen in diesem Prozess benannt werden, in denen sich Lehrkräfte mit unterschiedlichen Überlegungen und Bedenken auseinandersetzen.

Diese theoretischen Modelle sollen auf die Low-Cost-Experimente zur Wellenoptik, die im Rahmen des O3Q-Projektes entstanden sind, übertragen werden. Im Vortrag werden erste Ergebnisse dieser Übertragung auf die entwickelten Experimente vorgestellt.

[1] Gräsel, C. (2010). Stichwort: Transfer und Transferforschung im Bildungsbereich. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 13(1), 7-20.

[2] Hall, G. E., Wallace, R. C. & Dossett, W. F. (1973). A Developmental Conceptualization of the Adoption Process Within Educational Institutions. Austin, TX.

DD 9.2 Mon 17:05 Theo 0.134

Teil-fachfremdes Unterrichten im Fach Naturwissenschaften aus der Sicht von Lehrkräften — ●JASPER CIRKEL, STEFAN HALVERSCHIED und SUSANNE SCHNEIDER — Universität Göttingen

Das Verbundfach Naturwissenschaften ist in der deutschen Schullandschaft ein verbreitetes Fach in der Sekundarstufe I von Gesamtschulen, das Elemente der Biologie, Chemie und Physik vereint. Die Lehrkräfteausbildung konzentriert sich jedoch auf zwei wählbare Schulfächer und viele Naturwissenschaftslehrkräfte sind in nur einer Bezugsdisziplin regulär ausgebildet und können daher als teil-fachfremd bezeichnet werden. Wie gehen die Lehrkräfte damit um, dass sie in höchstens zwei, oft nur in einem Fach ausgebildet sind? Diese Interview-Studie mit $N = 15$ semistrukturierten Leitfadeninterviews, ausgewertet mit qualitativer Inhaltsanalyse und deduktiv-induktiver Kategorienbildung untersucht, wie Naturwissenschaftslehrkräfte diese Situation wahrnehmen, welche Herausforderungen sie mit welchen Ressourcen begegnen und welche

Professionelle Identitäten(en) sie dabei zeigen. Dabei lassen sich sowohl *NaWi-Lehrkräfte* als auch *Fachspezialisten* ausmachen.

DD 9.3 Mon 17:25 Theo 0.134

Verbesserung der Physiklehrkräfteausbildung: Was wird benötigt? — ●ANDREAS HÄRTEL, ANDREAS FUCHS und THOMAS FILK — Physikalisches Institut, Universität Freiburg

Momentan findet in Deutschland eine Befragung der Physiklehrkräfte zu deren Wahrnehmung ihres absolvierten Physik(lehramts)studiums statt, welche durch die Universität Freiburg und die Deutsche Physikalische Gesellschaft durchgeführt wird. Ich werde diese Studie kurz vorstellen und einen ersten Einblick auf vorläufige Ergebnisse präsentieren. Die Ergebnisse geben Hinweise darauf, welche Inhalte des Physikstudiums in Lehramtsstudiengängen (anders) gelehrt werden sollten als in Fachstudiengängen. Die Studie schließt damit an einschlägige Studien zur Qualität des Physikunterrichts und -studiums an.

DD 9.4 Mon 17:45 Theo 0.134

Performanzorientiertes Prüfen im Lehramtsstudium Physik — ●CHRISTOPH VOGELSANG und LEA GROTEGUT — PLAZ-Professional School of Education, Universität Paderborn

Angehende Lehrkräfte fühlen sich durch das Studium oft nur wenig auf die spätere Berufstätigkeit vorbereitet und haben Schwierigkeiten, erworbenes Wissen mit den Anforderungen der beruflichen Praxis zu verbinden. Dies wird dadurch verstärkt, dass der Schwerpunkt von Prüfungen im Lehramtsstudium häufig auf dem Erfassen von Wissen liegt (z.B. in Klausuren). Mögliche Alternativen bilden Prüfungsverfahren, die typische berufliche Handlungen in komplexitätsreduzierten Settings simulieren, bspw. durch den Einsatz von Schauspieler*innen. Angelehnt an im Medizinstudium etablierte Prüfungsformate wurde daher eine Objective Structured Teaching Examination (OSTE) für das Lehramtsstudium im Fach Physik entwickelt. Sie besteht aus einem Prüfungsparcours, in dem an sieben Stationen typische berufliche Handlungssituationen standardisiert simuliert werden (orientiert an den Kompetenzbereichen Unterrichten, Erziehen, Beurteilen, Innovieren, KMK, 2022). Der OSTE wurde bisher mit 42 Studierenden an verschiedenen Universitäten erprobt und die Sicht der Teilnehmenden auf das Format erfasst. Insgesamt schätzten sie das Format als sehr authentisch und relevant bezogen auf den Lehrkräfteberuf ein. Kritischer beurteilt wurde die Vergleichbarkeit von Leistungen und die fehlende Vorbereitung auf derartige Prüfungen im Studium.

DD 10: Physikalische Praktika

Time: Monday 16:45–18:05

Location: OEC 1.163

DD 10.1 Mon 16:45 OEC 1.163

Rubensches Flammenrohr in Stereo — ●DOMINIK GIEL — Hochschule Offenburg, Center for Learning and Teaching, Badstr. 24, 77652 Offenburg

Das Rubensche Flammrohr ist ein Demonstrationsversuch zur Visualisierung stehender Wellen. In der klassischen Form überlagert sich die einlaufende Welle in einem gasgefüllten Rohr mit ihrer an einem festen Ende entstehenden Reflexion zu einer stehenden Welle, deren Ortsabhängigkeit durch die Flammenhöhe an vielen kleinen Bohrungen gleichen Durchmessers visualisiert wird. Im klassischen Aufbau wird die einlaufende Welle durch einen einzigen Lautsprecher außerhalb des Rohres erzeugt und durch eine Membrane ins Rohr gekoppelt. Diese Membrane bildet ein offenes Ende, das zweite Ende ist hingegen in der Regel ein festes Ende, also eine reflektierende Platte. Im Beitrag wird eine Modifikation des Versuchs vorgestellt, bei dem beide Rohrenden als offene Enden ausgeführt werden, an denen jeweils gegenläufige Welle aus unterschiedlichen Lautsprechern eingekoppelt werden. Die meisten Audio-Geräte (Laptop, Smartphone, Verstärker) verarbeiten zwei Kanäle, so dass diese Umstellung kaum zusätzlichen Aufwand erfordert. Durch Wahl der relativen Phase zwischen linken und rechtem Kanal lassen sich nun die Maxima der resonanten stehenden Welle im Rohr verschieben, um den Einfluss der Phase bei einer stehenden Welle zu erläutern.

DD 10.2 Mon 17:05 OEC 1.163

Der bunte Praseodym:YLF Experimental-(Klasse1) Laser für Gymnasien und Grundpraktika — ●ILJA RÜCKMANN¹ und WALTER LUHS² — ¹Uni Bremen, FB1, Otto-Hahn-Allee 1, 28359 Bremen — ²Freiburger Str. 33, 79427 Eschbach

Basierend auf dem erprobten Sicherheitskonzept des cw-Rubin Experimental-Lasers wurde ein Pr:YLF Experimental-(Klasse 1) Laser entwickelt und so die Verfügbarkeit von sicheren "Schul-Lasern" erweitert. Zum Erlernen der Laser-Funktionsweise steht nun auch ein Vier-Niveau Laser in Laserklasse 1 zur Verfügung. Der Pr:YLF gestattet Laserbetrieb auf verschiedenen Wellenlängen und ist ein Kandidat für einen Weißlichtlaser.

Der vom Rubin-Experimental-Laser bewährte Aufbau mit Pump-Diodenlaser, justierbarem hemisphärischen Resonator, Experimentierbereich mit Steckplätzen und Raspberry-PI Kamera wurde übernommen. Die Strahlführung im Plexiglas-Rohr sowie die Codierung der Elemente sorgen dafür, dass der Laserstrahl gut beobachtbar ist, aber keine Laserstrahlung austreten kann (Laserklasse 1), da bei nicht sicherer Positionierung der Laser abschaltet. Um Laserbetrieb auf verschiedenen Linien zu realisieren, muss nur der planare Einkoppelspiegel gewechselt werden. Der Auskoppelspiegel reflektiert breitbandig.

Insgesamt sind mit dem Pr:YLF ohne zusätzliche Schutzmaßnahmen über 10 Experimente sowohl zur Funktionsweise (z.B. Spektren, Lebensdauern, Einstein-Koeffizienten, Resonatorjustage, Laserschwellen)

len, Spiken, TEM-Moden) als auch Experimente mit dem Laser möglich.

DD 10.3 Mon 17:25 OEC 1.163

Physikalische Praktika neu gedacht: Chancen durch Digitalisierung und KI. — ●JOHANNES MARCZINKOWSKI, REBEKKA MURATI, CEDRIC KESSLER, RALPH ERNSTORFER und NINA OWSCHIMIKOW — Institut für Optik und Atomare Physik, TU Berlin, 10623 Berlin

In nie dagewesenem Umfang können hochauflösende und umfangreiche Datensätze generiert werden, deren Analyse und Management ein neues Bottleneck zum Erkenntnisgewinn darstellt. Damit umzugehen gehört, wie das Experimentieren selbst, zu professionellen Fähigkeiten der Experimentierenden und ist damit als Ausbildungsinhalt zu einem zentralen Thema aufgerückt. Eine Folge von Digitalisierung und insbesondere generativer KI ist, dass die Betrachtung physikalischer Effekte, die traditionell in Praktika vermittelt werden, über Simulationsdarstellungen, Augmented Reality, interaktive Programme, etc. erlernt werden können. Damit wird in den Praxisformaten Raum geschaffen, um die erweiterten praktischen Fähigkeiten in vollem Umfang zu vermitteln. Wir zeigen, wie Gestaltungsmöglichkeiten durch die Digitalisierung es erlauben, die experimentellen Ansätze von Messen und Messgeräten auf Daten- und Messunsicherheiten zu erweitern. Mit modernen Messgeräten werden komplexe Experimente und datenintensive Lernumgebungen realisiert. Durch digitales Mess- und Labordatenmanagement werden moderne Analyseverfahren, wie ML-Algorithmen und KI-gestützte Auswertungen, direkt in die Ausbildung integriert. Die Digitalisierung von Physikpraktika erlaubt es, Studierende praxis-

nah auszubilden, aktuelle Technologien zu nutzen und sie auf moderne Anforderungen der Wissenschaft und Industrie 5.0 vorzubereiten.

DD 10.4 Mon 17:45 OEC 1.163

Dynamische Kompetenzentwicklung durch Projektversuche im Fortgeschrittenenpraktikum Physik mit ChatGPT-Unterstützung — ●FRANZ-JOSEF SCHMITT — Institute of physics, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Diese Studie stellt unser Projektpraktikum vor, das im Fortgeschrittenenpraktikum unserer Bachelor- und Masterstudiengänge in Physik integriert ist. Dieser Ansatz befähigt die Studierenden, sich in ihren selbst entwickelten Projektversuchen schrittweise weiterzuentwickeln und so von einem traditionellen Praktikum zu einem dynamischeren, studierendenzentrierten Lernen mit Eigenverantwortung für den Projektverlauf zu erwachsen. Im Mittelpunkt dieses Ansatzes steht die Beteiligung der Studierenden an der Formulierung und Entwicklung einer Projektidee und des experimentellen Designs. Um ihre Ideen zu verbessern und zu verfeinern, führen die Studierenden strukturierte Interviews mit ChatGPT durch und erhalten so Verbesserungsvorschläge für ihr Projekt. Je nach Qualität ihrer Ideen und dem Fortschritt des Projekts können die Studierenden ihre Projekte in einem zyklischen Prozess der Entwicklung, Umsetzung, Dokumentation und Diskussion mit Betreuern zu Projekten XXL ausbauen, während vorab zugewiesene Standardexperimente wegfallen. Die Projektexperimente fördern Kreativität, kritisches Denken und ermöglichen ein tieferes Eintauchen in die Materie. Einige dieser Projektversuche fanden als neue Standard-Laborexperimente Eingang in die Praktika.

DD 11: Außerschulische Lernorte

Time: Monday 16:45–18:05

Location: OEC 1.162

DD 11.1 Mon 16:45 OEC 1.162

Auswirkungen eines MINT-Projekts auf die Motivation und die Selbstwirksamkeit — ●TESSA HORENBURGER, DINA ALKHARABSHEH und ANNE GEESE — TU Braunschweig, Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften, Abt. Physik und Physikdidaktik

Der Frauenanteil im MINT-Bereich ist noch immer gering. Um dies zu ändern, können Projekte durchgeführt werden, die die Selbstwirksamkeit fördern. Das Projekt changING regio, das vom Exzellenzcluster SE2A der TU Braunschweig im Bereich der Gleichstellung gefördert wird, folgt diesem Ziel. Schülerinnen der 11. und 12. Klasse aus Niedersachsen konnten sich dafür anmelden und einen Einblick in die Arbeit von Wissenschaftler:innen bekommen. Dabei sollten sie unter anderem weibliche Vorbilder kennenlernen und ihre berufliche Entscheidung, in den MINT-Bereich zu gehen, unterstützt werden. Zunächst fanden wöchentliche Videokonferenzen als eine inhaltliche Vorbereitung statt. Darauf folgten fünf Tage in Braunschweig, bei denen die Institute besucht und Experimente durchgeführt wurden. Die Schülerinnen haben vor Beginn und nach dem Ende des Projektes einen Fragebogen ausgefüllt. Es folgte zudem ein Interview und nach zwei Monaten wurde der Fragebogen erneut bearbeitet. Die Ergebnisse der Auswirkungen auf die Selbstwirksamkeit, die Motivation und das Interesse wurden durch Mixed-Methods ausgewertet. Dabei zeigte sich, dass die Selbstwirksamkeit und die Motivation gefördert werden konnten. Hinsichtlich des Interesses zeigten sich nur individuelle Steigerungen.

DD 11.2 Mon 17:05 OEC 1.162

Digitale Akademie der Physik: Brückenbau zwischen Forschung und Curriculum — ●MARLENE DOERT¹, JOHANNES ALBRECHT¹, DOMINIK ELSÄSSER¹, NELE MCELVANY¹, ANNIKA OHLEPETERS¹, CHRISTOPH HANHART², ALEXANDER LENZ³, KLAUS DESCH⁴ und ANNIKA THIEL⁴ — ¹TU Dortmund — ²FZ Jülich — ³U Siegen — ⁴U Bonn

Forschungsergebnisse aus der Teilchen-, Astro- und Quantenphysik rufen quer durch alle Alters- und Gesellschaftsgruppen Begeisterung und großes Interesse hervor. Der Wunsch derartige Naturphänomene zu verstehen ist eine wichtige Triebfeder für die Studien- und Berufswahl junger Menschen, die zu erfolgreichen Laufbahnen in Wissenschaft, Industrie und dem Bildungssektor führen. Gleichzeitig geschieht eine Integration solcher Fortschritte in die Lehr- und Bildungspläne nur auf Zeitskalen, die deutlich länger sind als die Zeit, in der sie öffentliche Aufmerksamkeit genießen und zu Studien- oder Berufsentscheidungen

inspirieren. Mit dem Ziel, eine Brücke über diese Kluft zwischen aktueller Forschung und schulischen Curricula zu bauen, stellen wir eine hybride Akademie für Quanten-, Teilchen- und Astrophysik vor, die sich an Schüler:innen der gymnasialen Mittel- und Oberstufe richtet. In mehreren Bögen von digitalen Vorlesungen und begleitenden Übungen, gepaart mit vor-Ort-Besuchen in Forschungsstätten, sollen Schüler:innen Einblicke in Schlüsselfelder der modernen Physik bekommen, die weit über die Schulphysik hinausreichen. Wir geben einen Überblick über das Projekt sowie die bildungswissenschaftliche Begleitung und Evaluation und präsentieren einen Pilot-Bogen zur Quantenphysik.

DD 11.3 Mon 17:25 OEC 1.162

Blickwinkel von Lehrkräften auf außerschulische Angebote zur MINT-Interessenförderung — ●MARIA HINKELMANN und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

Im Projekt Labs on Tour werden MINT-Angebote der Universität an Schulen gebracht, um Jugendliche niederschwellig für MINT-Themen zu begeistern und Hemmschwellen zu senken. Dafür werden Materialien von Schülerlaboren mobil gemacht und in vierwöchigen Kursen mit je 90-minütigen Einheiten nachmittags an den Schulen in dafür angelegten MINT-AGs durchgeführt. Eine MINT-AG läuft über ein Halbjahr und umfasst drei unterschiedliche Kurse verschiedener Schülerlabore. Die Schüler:innen haben somit die Möglichkeit verschiedene MINT-Bereiche kennenzulernen und sich, losgelöst vom Unterricht und ohne Leistungsdruck, auszuprobieren. Betreut werden die Kurse von studentischen Hilfskräften (SHK) der Schülerlabore. Die verantwortliche Lehrkraft ist lediglich für die Werbung und Anmeldungen in der Schule zuständig sowie für die Aufsicht während der AG. Das Konzept stößt von allen Seiten auf sehr großen Zuspruch. Sowohl die Schülerlabore, SHK, Schulen als auch Schüler:innen melden außergewöhnlich positives Feedback zurück. Um das Projekt weiterzuentwickeln und die erfolgreichen Mechanismen auf andere Projekte übertragbar zu machen, wurden mit Lehrkräften, welche eine AG betreut haben, Interviews geführt und ausgewertet. Diese beleuchten die Meinungen der Lehrkräfte zum Ablauf der AG sowie ihren Blickwinkel auf interessenweckende Themen und wichtige, allgemeingültige Merkmale für erfolgreiche außerschulische Angebote zur MINT-Interessenförderung.

DD 11.4 Mon 17:45 OEC 1.162

Komplementär vernetzte Bildungsangebote erforschen — ●JONAS TISCHER und MICHAEL KOMOREK — Institut für Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Im Projekt ReBiS wird erprobt, wie sich außerschulische MINT-

Bildungsangebote systematischer als bisher in den Fachunterricht integrieren lassen. Ziel ist, das Potenzial des Außerschulischen für die Entwicklung der MINT-Fächer und ihrer Verknüpfungen besser auszuschnöpfen. Vier Schulen und sechs außerschulische Lernorte kooperieren im von der Deutschen Telekom Stiftung geförderten Projekt. Die bislang beteiligten elf ReBiS-Schulklassen befassen sich über ein Schuljahr hinweg mit Problemfeldern, die für einzelne Schulfächer zu komplex sind, für deren Verständnis aber fachspezifische Kompetenzen benötigt werden (etwa der Umgang mit dem Klimawandel oder der ambivalente Umgang mit Kunststoffen). Pro Schulklasse sind unterschiedliche Schulfächer beteiligt, aus denen heraus jeweils außer-

schulische Lernorte aufgesucht werden, die interdisziplinäre Aspekte einbringen. ReBiS wird empirisch begleitet. Berichtet wird über die Ergebnisse von 35 qualitativen Leitfadeninterviews mit den beteiligten Lehrkräften und außerschulischen Pädagogen. Erfragt wurden ihre subjektiven Überzeugungen dazu, wie komplexe Problemfelder im MINT-Fachunterricht aufgeschlossen werden können, wie sich dazu außerschulische Lernorte bereichernd einbeziehen lassen und wie unter realen Schulbedingungen eine Komplementarität von schulischer und außerschulischer MINT-Bildung gelingen kann. Die Ergebnisse gehen in die Akquise neuer Schulen und die Optimierung des Ansatzes ein.

DD 12: Hochschuldidaktik II

Time: Tuesday 13:30–14:30

Location: Theo 0.136

DD 12.1 Tue 13:30 Theo 0.136

Physikspezifische Betrachtungsweisen zur Förderung des Formelverständnisses — ●JULIA HOFMANN¹, JOSEFINE NEUHAUS¹, ANDREAS MÜLLER² und PASCAL KLEIN¹ — ¹Universität Göttingen, Deutschland — ²Universität Genf, Schweiz

Ein tiefgreifendes Verständnis mathematischer Gleichungen und Formeln sowie der Umgang damit sind zentrale Ziele des Physikstudiums. Ein angemessener Umgang mit Formeln beinhaltet deren Analyse, kritische Bewertung und Überprüfung der Plausibilität vor dem Hintergrund des physikalischen Kontexts. Für die Physik typische Methoden und Denkweisen, die dabei häufig Anwendung finden, sind das Betrachten von Dimensionen, Kovariationen sowie von Spezial- und Grenzfällen. Obwohl derartige Betrachtungsweisen von Lehrenden als essentiell erachtet werden, werden diese in der Regel nicht explizit in Lehrveranstaltungen vermittelt und eingeübt. Die hier vorgestellte Untersuchung zielt darauf ab, einerseits die Ausprägung der Betrachtungsweisen bei Studierenden zu erfassen und andererseits deren Entwicklung durch gezielte Förderungen zu unterstützen. Zu diesem Zweck wurden bestehende Übungsaufgaben um die genannten Betrachtungsweisen angereichert und im begleitenden Übungsbetrieb einer Elektromagnetismus-Vorlesung für Zweitsemesterstudierende implementiert (N = 116 zum Prä-Zeitpunkt). Begleitend zur Leistungsmessung wurde die Einschätzung der Relevanz und des Selbstkonzepts bezüglich der vier Betrachtungsweisen untersucht, um die Wirksamkeit des Ansatzes zu analysieren.

DD 12.2 Tue 13:50 Theo 0.136

Chunkingprozesse beim Lesen und Schreiben von Formeln — ●JOSEFINE NEUHAUS¹, PASCAL KLEIN¹ und ANDREAS MÜLLER² — ¹Universität Göttingen — ²Universität de Genève

Chunking bezeichnet eine kognitive Strategie, bei der Informationen zu sinnvollen Einheiten zusammengefasst werden. Diese Strategie zur Prozessierung von Informationen ermöglicht dem Arbeitsgedächtnis die Verarbeitung von mehr Information, was sich beispielsweise in einem schnelleren Erfassen von Sinnzusammenhängen äußert. In verschiedenen Disziplinen, darunter in der Lese- und Schreibforschung, wurde Chunking bereits intensiv erforscht. Die Ergebnisse legen nahe, dass die Größe einzelner Chunks mit zunehmender Expertise anwächst und von der Länge sowie der Vertrautheit des Inhalts abhängt. Die vor-

gestellte Studie untersucht, ob sich diese Erkenntnisse auf fachspezifische Formeln übertragen lassen. Mithilfe von Eye-Tracking wird analysiert, wie sich Chunking-Prozesse im Leseprozess manifestieren. Parallel dazu wird mit Hilfe von Handschriftaufzeichnung und Analyse der Schreibdynamik untersucht, welche Chunks im Schreibprozess sichtbar werden, wenn Proband:innen Formeln aus den Bereichen Mechanik und Elektrodynamik lesen und reproduzieren. Darüber hinaus wird die Abhängigkeit der Chunking-Prozesse von der Vertrautheit mit der konkreten Formel, dem physikalischen Kontext und der Darstellungsform untersucht. Die Untersuchung zielt darauf ab, tiefere Einsichten in die kognitiven Prozesse beim Verstehen und Anwenden physikalischer Formeln zu gewinnen.

DD 12.3 Tue 14:10 Theo 0.136

Blickdatenanalyse disziplin-spezifischer Repräsentationen in der Physik — ●LARISSA HAHN, JOSEFINE NEUHAUS und PASCAL KLEIN — Universität Göttingen, Deutschland

Repräsentationen sind für das naturwissenschaftliche Lernen und Problemlösen unerlässlich, insbesondere in der Physik. Für die Analyse der Lern- und Problemlöseprozesse im Umgang mit visuellen Repräsentationen nutzen aktuelle Untersuchungen zunehmend Eye-Tracking. Blickdaten visualisieren das prozedurale Vorgehen von Lernenden im Umgang mit Repräsentationen, decken repräsentationsspezifische, visuelle Strategien auf und können eine empirische Basis zur Konzeption multi-repräsentationaler Lehr-Lern-Umgebungen darstellen. Dieser Beitrag präsentiert Ergebnisse verschiedener Blickdatenanalysen im Umgang mit typischen, visuellen Repräsentationen der Physik (z. B. Vektorfelder, Hertzprung-Russell-Diagramm, Wellenpulsdigramm, Skizzen und Formeln zur Mechanik) und gibt ein Einblick, was wir durch Eye-Tracking über disziplin-spezifische Repräsentationen und ihre Verwendung lernen können. Beispielsweise ist die koordinatenspezifische Evaluation elektrischer (Vektor-)Felder mit achsenparallelen Blickbewegungen assoziiert. Bei der Beurteilung der Geschwindigkeit einzelner Punkte eines Wellenpulses zeigt sich eine expertenhafte visuelle Vorgehensweise darüber hinaus in einem Blickverhalten, das mit der Imagination der Wellenlinie zu einem späteren Zeitpunkt verknüpft werden kann. Neben fachdidaktischen Schlussfolgerungen findet eine methodische Reflektion der Eye-Tracking-Methode beim (multi-)repräsentationalen Lernen und Problemlösen statt.

DD 13: Preisträgervortrag

Time: Tuesday 13:30–14:10

Location: Theo 0.135

Prize Talk DD 13.1 Tue 13:30 Theo 0.135
Physikunterricht im 21. Jahrhundert gestalten: MakerSpace, Deeper Learning & innovative Prüfungsformate für mehr Schüler:innenmotivation — ●MATTHIAS HARNISCHMACHER — Gymnasium an der Gartenstraße, Mönchenglöblich — Träger des DPG-Lehrerpreises 2025

Der Vortrag gewährt einen spannenden Einblick in die Gestaltung unseres Physikunterrichts, im Einklang mit den Anforderungen des 21. Jahrhunderts. Im Zentrum stehen der Aufbau eines Makerspaces, der Einsatz alternativer Prüfungsformate und die Integration von Deeper Learning, ergänzt durch praxisorientierte Unterrichtsbeispiele.

Zunächst wird die Einrichtung des Makerspace vorgestellt, der den

SuS eine handlungsorientierte Auseinandersetzung mit physikalischen Konzepten ermöglicht. Durch die Verbindung von Theorie und Praxis werden kreative Prozesse angestoßen und die Lernmotivation gesteigert.

Anhand konkreter Beispiele wie dem Bau eines elektrischen Hauses in der 6. Klasse, dem Raketenbau in Klasse 8 und einer Energiekonferenz in Klasse 10 wird der Unterrichtsansatz des Deeper Learning vorgestellt. Dabei wird aufgezeigt, wie projektbasiertes Lernen und eigenständiges Problemlösen die physikalische Begeisterung der SuS stärkt und ein langfristiges Interesse und tiefgehendes Verständnis für physikalische Phänomene fördert.

Darüber hinaus werden alternative Prüfungsformate wie Escaperooms und OSPEs vorgestellt.

Zusammenfassend bietet der Vortrag wertvolle Einblicke in praxis-

orientierte Ansätze zur Transformation des Physikunterrichts.

DD 14: Praxisblick

Time: Tuesday 14:10–14:30

Location: Theo 0.135

DD 14.1 Tue 14:10 Theo 0.135

Eigenverantwortliches Arbeiten – Einstellungen und Erfahrungen von Lehrkräften in Bayern — •JULIUS BAPTIST HLA-WATSCH, HEIKO MÜLLER und AXEL ENDERS — Universität Bayreuth, Bayreuth, Deutschland

Eigenverantwortliches Arbeiten (EVA) ist im bayerischen Lehrplan-Plus für das G9 als verpflichtender Bestandteil im Fach Physik ab der elften Jahrgangsstufe verankert. Physiklehrkräfte müssen dadurch ihre Unterrichtspraxis anpassen. Während in anderen Bundesländern, z. B. in Baden-Württemberg, sowie in reformpädagogischen Ansätzen be-

reits Erfahrungen in diesem Bereich vorliegen, stellt diese Unterrichtsmethode für bayerische Physiklehrkräfte teils eine neue Herausforderung dar. In unserer qualitativen Interviewstudie wurden Gymnasiallehrkräfte verschiedener Erfahrungsstufen – einschließlich Lehrkräfte mit Quereinstieg – zu ihren Einstellungen und Erfahrungen bezüglich EVA befragt. Erste Ergebnisse zeigen, dass Lehrkräfte vor allem hinsichtlich der praktischen Umsetzbarkeit und der Effektivität von EVA im Physikunterricht verunsichert sind. Dieser Beitrag präsentiert zentrale Ergebnisse der Interviewstudie und leitet daraus konkrete Bedarfe sowie Handlungsempfehlungen für die professionelle Unterstützung von Physiklehrkräften bei der erfolgreichen Umsetzung von EVA ab.

DD 15: KI II

Time: Tuesday 13:30–14:30

Location: Theo 0.134

DD 15.1 Tue 13:30 Theo 0.134

Individuelle Unterstützung des Transfers von Mathematik in die Physik durch KI-Chatbots — •JULIA LADEMANN und SEBASTIAN BECKER-GENSCHOW — Universität zu Köln, Gronewaldstr. 2, 50931 Köln, Deutschland

Verständnisprobleme im Physikunterricht seitens der Schülerinnen und Schüler sind nicht selten an mangelnde mathematische Kompetenzen geknüpft. Oft basieren sie aber auch auf der Schwierigkeit, die im Rahmen des Mathematikunterrichts erworbenen Fähigkeiten auf die Inhalte des Physikunterrichts zu übertragen. Die Ursachen für diese Schwierigkeiten sind nicht für alle gleich. Generative KI kann daher an dieser Stelle mit der individuellen Förderung durch Chatbots eine mögliche Lösung darstellen. Dazu wurde ein auf ChatGPT basierender Custom Chatbot entwickelt, der die Schülerinnen und Schüler bei der Anwendung von Mathematik im Physikunterricht gezielt und personalisiert unterstützen soll. In einer ersten Studie wurde untersucht, wie sich das Lernen mit diesem Chatbot generierten Erklärungen auf das Lernerleben sowie die Lernleistung in einem mathematischen und physikalischen Lernkontext auswirkt, insbesondere im Hinblick auf die notwendige Transferleistung auf den physikalischen Kontext. Erste Auswertungen zeigen signifikante Unterschiede zwischen Experimental- und Kontrollgruppe hinsichtlich des Lernerlebens zugunsten des KI-generierten Materials. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Lernen mit KI-Chatbots einen positiven Effekt auf das Lernerleben von Schülerinnen und Schülern haben kann, und eröffnen den Raum für weiterführende Forschung.

DD 15.2 Tue 13:50 Theo 0.134

Adaptive Unterstützung durch generative KI beim Lösen physikalischer Probleme — •FABIAN KIESER¹, PAUL TSCHISGALE², HOLGER MAUS², STEFAN PETERSEN², KNUT NEUMANN² und PETER WULFF¹ — ¹Pädagogische Hochschule Heidelberg, Deutschland — ²Leibnitz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik, Kiel, Deutschland

Das Lösen physikalischer Probleme ist ein anspruchsvoller kognitiver Prozess, der mehrere Phasen umfasst. Zunächst müssen physikalische Konzepte auf die Problemsituation angewandt werden. Darauf aufbauend muss eine geeignete Lösungsstrategie ausgewählt, umgesetzt und abschließend evaluiert werden. Für Lernende stellt dies eine Herausforderung dar, da Lösungsstrategien erforderlich sind, die über einfache

Einsetzverfahren oder sogenannte "Plug-and-Chug"-Methoden hinausgehen. Neuartige KI-Technologien, insbesondere große Sprachmodelle, bieten hier Potenziale, indem sie Lernende adaptiv während des Problemlöseprozesses unterstützen können. Durch gezieltes Prompting kann diese Unterstützung weiter optimiert und spezifisch auf die Bedürfnisse der Lernenden zugeschnitten werden. Solche Technologien können somit zur Förderung von Problemlösefähigkeiten beitragen. Der vorliegende Beitrag untersucht Interaktionsmuster von Teilnehmenden der Physik-Olympiade, die während des Problemlöseprozesses Unterstützung durch ein spezifisch gepromptetes Sprachmodell (GPT-4o) erhalten. Insbesondere wird analysiert, inwiefern das System adaptiv auf die individuellen Problemlöseprozesse der Teilnehmenden reagiert.

DD 15.3 Tue 14:10 Theo 0.134

Interaktion mit KI-gesteuerten Nicht-Spieler-Charakteren in Serious Games — •CAROLINE WERMANN, JOCHEN KUHN und STEFAN KÜCHEMANN — Ludwig-Maximilians-Universität München, Deutschland

Aufgrund ihres potenziell disruptiven Charakters werden Quantentechnologien nahezu jeden Aspekt unseres Lebens beeinflussen. Deshalb ist es wichtig, aktuelle Forschung zugänglich und leicht verständlich zu machen. Serious Games bieten die Möglichkeit, Inhalte auf vereinfachte und interaktive, aber vor allem unterhaltsame Weise zu präsentieren.

Diese Studie untersucht den Einfluss von Scaffolding durch einen KI-gesteuerten Nicht-Spieler-Charakter (NPC) auf den Lernzuwachs und die kognitive Belastung der Spieler beim Spielen eines Serious Games zum Thema Quantentechnologien. Insgesamt nahmen 152 Personen (Schüler, Studenten und Personen der allgemeinen Öffentlichkeit) an der Studie teil. Sie wurden in drei Gruppen aufgeteilt. Die Kontrollgruppe erhielt keinerlei Hilfestellung. In Gruppe 1 konnten die Spieler mit dem NPC chatten, um Feedback oder Hinweise zu erhalten. In Gruppe 2 konnten sie entweder chatten oder den NPC bitten, den nächsten Schritt der Lösung durchzuführen.

Die Studienergebnisse zeigen, dass die Teilnehmenden unabhängig vom Ausmaß des Scaffolding einen signifikanten Lernzuwachs haben. Während für extraneous und germane cognitive load keine Gruppenunterschiede gefunden wurden, ist der intrinsic cognitive load in Gruppe 2, der Gruppe mit dem umfassendsten Scaffolding, signifikant niedriger.

DD 16: Astronomie II

Time: Tuesday 13:30–14:30

Location: OEC 1.163

DD 16.1 Tue 13:30 OEC 1.163

Schatten des Sonnensystem - Vorstellungen von Lernenden über das Sonnensystem — ●MAXIMILIAN ALEXANDER LOCH^{1,3}, MALTE UBBEN² und EMMANUEL ROLLINDE¹ — ¹Laboratoire de Didactique André Revuz CY Cergy Paris Université, Paris, France — ²Institut für Didaktik der Physik Universität Leipzig, Leipzig, Deutschland — ³Institut für Didaktik der Physik Universität Münster, Münster, Deutschland

Auch wenn die Einführung von Astronomie als Unterrichtsfach in NRW bereits eine Zeit zurückliegt, stellt sich weiterhin die Frage wie es in den Unterrichtsalntag von Lehrkräften eingefügt werden kann. Welche Grundlagen besitzen Lernende bereits, auf denen solch eine Einführung basieren sollte? Dazu haben wir die mentalen Modelle Lernender der Jahrgangsstufen 4 bis 11 zum Thema Sonnensystem untersucht. Unsere Stichprobe umfasst 20 Klassen mit einer gesamten Größe von insgesamt N=400. Wir analysierten und kategorisierten diese Zeichnungen, wodurch sich 4 Attribute zur Darstellung der "Gestalt" herausbildeten. Diese Attribute, namentlich "Verteilung", "Hierarchie", "Vollständigkeit" und "Detailreichtum" bieten eine bessere Einordnung von vorherigen "Edge Cases" und legen Grundlagen für die Antwort auf die Frage der Existenz und Art der Gestalten. Zusätzlich wurde, durch die Betrachtung der Frage, welche Änderungen die Lernenden im Laufe eines Erdjahres im Sonnensystem erwarten, eine bessere Repräsentation des funktionalen Teils der mentalen Modelle beschrieben, welche in anfänglichen Zügen einen Einfluss der Intervention durch Sequenzen des Erasmus+ Projektes "Aristarchus" darlegen.

DD 16.2 Tue 13:50 OEC 1.163

Vom Weltall ins Schulheft: Erprobung astronomischer Sachaufgaben im Mathematikunterricht — ●ELEEN HAMMER und HOLGER CARTARIUS — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

Astronomie ist ein faszinierendes und interdisziplinäres Fachgebiet in den Naturwissenschaften. Es findet jedoch in der Sekundarstufe I nur

in wenigen deutschen Bundesländern als eigenständiges Fach Eingang in den Lehrplan. In den vergangenen Jahren wurde ein theoretisch fundierter und praxisnaher Ansatz entwickelt, um astronomische Inhalte auf motivierende Weise im Mathematikunterricht zu integrieren.

Die so entwickelten astronomischen Sachaufgaben für den Mathematikunterricht wurden sowohl durch Lehrkräfte getestet als auch in verschiedenen Schulen erprobt. Die Stichprobe umfasste 186 Schüler der Klassenstufen 6 bis 10. In diesem Vortrag werden die Ergebnisse dieser Erprobung der Aufgaben detailliert vorgestellt.

DD 16.3 Tue 14:10 OEC 1.163

Vom Weltall ins Klassenzimmer mit der "Shared Universe Engine" — ●ANDRÉ BRESGES, STEFANIE WALCH und BENJAMIN ROTT — Universität zu Köln, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

Die Exzellenzinitiative "Our Dynamic Universe" (<https://dynaverse.astro.uni-koeln.de>) der Universitäten Köln und Bonn, des Max-Planck Institutes für Radioastronomie, des DLR und des Forschungszentrums Jülich setzt sich Ziele in außergewöhnlichen Maßstäben: Auf der einen Seite der Skala soll die "Shared Universe Engine" eine Simulation des Universums bereit stellen, die aktuelle Forschungsdaten einbezieht und im "Expert Mode" einen KI-gestützten Zugriff auf die physikalischen Eigenschaften an jeder Stelle und zu jedem Zeitpunkt des Universums ermöglicht. Auf der anderen Seite soll ein "Education Mode" allen Interessierten, und insbesondere auch Schulklassen, die Möglichkeit geben sich an Spitzenforschung zu beteiligen und die individuelle Neugierde zu stillen. Basierend auf den in Köln etablierten Konzepten des Design Thinkings und des Design Based Research erarbeiten wir in unserem großen Netzwerk aus Schulen und Lehr-Lernlaboren Lösungen, die im Unterricht wirklich funktionieren, Schüler*innen durch eigene Programmiererfahrung einen Blick hinter die Kulissen ermöglicht und die sich in Lehrerfortbildungen vermitteln lassen. Eine Vision ist, allen Schüler*innen im Physikunterricht die Grundlage einer sich neu entwickelnden Astro-Informatik zu vermitteln und so einen fachbezogenen Zugang zur informatischen Grundbildung zu ermöglichen.

DD 17: Hochschuldidaktik III

Time: Tuesday 14:45–15:45

Location: Theo 0.136

DD 17.1 Tue 14:45 Theo 0.136

Interaktiver Blended Learning Kurs für die Mathematischen Methoden der Mechanik und Elektrodynamik — ●LYDIA KÄMPF und FRANK STALLMACH — Institut für Didaktik der Physik, Universität Leipzig

Die Mathematikausbildung im Lehramtsstudium Physik ist an der Universität Leipzig während der ersten zwei Fachsemester mit einem interaktiven Blended Learning Kurs in die Experimentalphysikmodule Mechanik und Elektrodynamik eingebettet. Die Physikvorlesungen geben den thematischen Rahmen vor, nach dem die benötigten mathematischen Werkzeuge just-in-time eingeführt und im Laufe der Kurse spiralcurricular vertieft werden.

Die anfängliche Selbstlernphase wird durch einen Moodle-Kurs strukturiert, der für jede Session zwei interaktive Videos, ein zusammenfassendes Skript und weiterführende interaktive Aufgaben beinhaltet. Das erste Video führt die reinen mathematischen Inhalte ein. Im zweiten Video wird die Mathematik auf aktuell relevante Themen der Physikvorlesung angewendet. Im zugehörigen Präsenzseminar wird das erlernte Wissen gemeinsam an weiteren relevanten Beispielen vertieft.

In diesem Vortrag wird der interaktive Kurs für die Mathematischen Methoden zur Mechanik mit den entsprechenden OER-Materialien vorgestellt. Die während der Kursentwicklung und Evaluierung gewonnenen Ergebnisse empirischer Studien zur Akzeptanz des Kurses und zum Langzeitwissen der Studierenden werden anhand ausgewählter Themen interpretiert.

DD 17.2 Tue 15:05 Theo 0.136

Gelingende & effektive Zusammenarbeit beim Physik lernen in hybriden Gruppen: die Rolle von Audio, Video und Smartboards — ●MICHAEL GRIESBECK und SILKE DESCHLE-PRILL — Tech-

nische Hochschule Rosenheim, Hochschulstr. 1, 83024 Rosenheim

Lehrveranstaltungen mit Möglichkeit zur Online-Teilnahme steigern die Flexibilität der Studierenden und können zugleich zukunftsrelevante Kompetenzen fördern. Dies gilt insbesondere für die hybride Gruppenarbeit, ein studierendenzentriertes und aktivierendes Lehrformat, bei dem Studierende in Präsenz und Online-Teilnehmende synchron in kleinen Teams interaktiv zusammenarbeiten. Damit der Lernerfolg von Online-Teilnehmenden dem der Präsenzteilnehmenden gleichwertig werden kann und das hohe Niveau einer rein in Präsenz wie beim SCALE-UP Raum- und Lehrkonzept durchgeführten Lehrveranstaltung erreicht, müssen anspruchsvolle technische und didaktische Voraussetzungen geschaffen werden. Im Rahmen des Projekts HighRoQ wurde an der TH Rosenheim ein innovativer Lehrraum eingerichtet, der mit seiner hochwertigen technischen Ausstattung speziell auf die Anforderungen hybrider Lehrformate abgestimmt ist. Dieser Beitrag untersucht die aus Sicht der Studierenden und Lehrenden zugeschriebene Bedeutung, Nutzung sowie Funktionalität der im Raum realisierten audiovisuellen und kollaborativen Kommunikationskanäle für eine gelingende, effektive Zusammenarbeit in den hybriden Teams. Zudem werden die mittels studentischer Befragungen und Lehrveranstaltungsbeobachtungen untersuchte Wirkung hinsichtlich des ICAP-Frameworks vorgestellt und Vergleiche zum reinen Präsenzformat gezogen.

DD 17.3 Tue 15:25 Theo 0.136

Mit dem ICAP-Modell aktive Lernprozesse in der Physik-Hochschullehre planen und klassifizieren — ●CLAUDIA SCHÄFLE, SILKE STANZEL und CHRISTINE LUX — Technische Hochschule Rosenheim, Hochschulstr. 1, 83024 Rosenheim

Das ICAP-Modell (Chi et al., 2014) bietet eine vierstufige Taxonomie (*I* Interactive, *C* Constructive, *A* Active und *P* Passive), das studen-

tische Lernen hinsichtlich ihres kognitiven Engagements zu klassifizieren. Dabei wird das von außen beobachtbare Verhalten in Kombination mit den von Studierenden erzeugten „Produkten“ (z.B. mündliche und schriftliche Äußerungen) bewertet. Die ICAP-Hypothese postuliert eine Hierarchie der ICAP-Stufen $I > C > A > P$ in Bezug auf die Tiefe der zu erwartenden Lernergebnisse.

In diesem Beitrag wird der Einsatz des ICAP-Modells im Rahmen von Physiklehrveranstaltungen für Ingenieurstudierende vorgestellt. Diese finden nach dem SCALE-UP Raum- und Lehrkonzept statt, in dem Studierende in kleinen Teams an Gruppentischen Lernaktivitäten

wie Peer Instruction, Tutorials nach McDermott et al., Experimente oder Aufgaben mit Whiteboards bearbeiten. Das ICAP-Modell dient einerseits der gezielten Planung der Lernaktivitäten. Andererseits werden in der Lehrveranstaltung in Zwei-Minuten-Intervallen die Tätigkeiten der Studierenden und der Lehrperson erfasst und hinsichtlich des ICAP-Modells eingeordnet. Damit wird untersucht, welche ICAP-Stufen durch welche Lernaufgaben erreicht werden. Diese Erkenntnisse dienen der Reflexion der Lehre und damit der Verbesserung des Einsatzes und der Weiterentwicklung von Lernaktivitäten.

DD 18: Neue / Digitale Medien

Time: Tuesday 14:45–15:45

Location: Theo 0.135

DD 18.1 Tue 14:45 Theo 0.135

PUMA : Optiklabor in der Praxis - erste Erfahrungen mit der interaktiven WebAR-Simulation — ●STEFAN KRAUS und THOMAS TREFZGER — Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Das PUMA (Physikunterricht mit Augmentierung) Optiklabor stellt eine webbasierte Augmented Reality Umgebung zur Verfügung, die Schülerinnen und Schülern neue Experimentiermöglichkeiten jenseits von Realexperiment und Bildschirmsimulation schafft. Als digitales Schülerexperimentierset verwenden die Jugendlichen auf dem Tisch verteilte Papiermarker. Der Blick „durch“ Smartphone oder Tablet-PC ergänzt Geräte wie Laser, Kerzen, Schirme usw., die für den Anfangsunterricht der Optik benötigt werden. Mit diesen Gegenständen kann im dreidimensionalen Raum frei experimentiert werden. Dank des browserbasierten Ansatzes entfällt die Notwendigkeit einer Installation, was einen flexiblen Einsatz ermöglicht.

Im Schuljahr 2024/25 wird die WebApp in der Sekundarstufe I bayerischer Realschulen und Gymnasien erprobt. Begleitend füllen die Schülerinnen und Schüler Fragebögen zu technischen und affektiven Aspekten, wie auch Fachwissen aus. Der Vortrag bietet einen Einblick in die Erfahrungen der ersten Hälfte der teilnehmenden Klassen bezüglich und stellt die eigens implementierte Webplattform der Studie vor.

DD 18.2 Tue 15:05 Theo 0.135

Der ESP-32 im Kontext MINT — ●KRISTINA HOLMANN und ANGELA FÖSEL — Didaktik der Physik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Der ESP32 ist ein beliebter Mikrocontroller in der Welt der Elektronik und des Internet of Things (IoT). Für den Einsatz im Physik- und Technikunterricht ist er hervorragend geeignet: Er verfügt über eine Vielzahl an intern verbauten Sensoren, und bei fast allen Modellen bietet der ESP-32 Bluetooth Low Energy (BLE) Konnektivität. Im Vortrag wird der ESP-32 mit Blick auf den Einsatz im MINT-Unterricht charakterisiert. Der Fokus liegt hierbei auf der Nutzung der Sensoren sowie auf dem Einsatz eines modernen, modular aufgebauten, computergestützten Messwerterfassungssystems mit Option auf BLE-Konnektivität. Für die Praxis relevante Unterschiede gegenüber dem Mikrocontroller-Board Arduino sowie dem Mini-PC Raspberry Pi

werden kurz erläutert. Exemplarisch werden kreative schülerrelevante Projekte vorgestellt, die auf einem ESP-32 basieren und zeigen, dass der ESP-32 den MINT-Unterricht um digitale Medien bereichert und zugleich spielerisch zu einem kompetenzorientierten Unterricht einlädt. Mit dem ESP32-CAM-Modul werden Objekte erkannt und identifiziert, indem die Bilddaten analysiert und interpretiert werden. Ein zweites Projekt umfasst ein Anemometer, das in Verbindung mit dem im ESP32 integrierten Hall-Sensor die Windgeschwindigkeit misst. Im Bereich der Automatisierung wurde ein Bewässerungssystem realisiert, das Bodenfeuchtigkeitssensoren nutzt und Ventile steuert, um Pflanzen automatisch mit Wasser zu versorgen.

DD 18.3 Tue 15:25 Theo 0.135

Einflüsse von multimodaler Interaktion und Vorwissen auf räumliche Kontiguität in Experimenten — ●DANE-VINCENT SCHLÜNZ¹, STEPHAN DUTKE² und DANIEL LAUMANN¹ — ¹Institut für Didaktik der Physik — ²Institut für Psychologie in Bildung und Erziehung, Universität Münster

Das Spektrum digitaler Technologien als Ergänzung von Experimenten erfordert empirische Befunde zur lernwirksamen Gestaltung multimedialer Lernumgebungen. Die Cognitive Theory of Multimedia Learning bildet die Grundlage für empirisch geprüfte Designprinzipien. Hierzu gehört das Prinzip der räumlichen Kontiguität zwischen verbal und piktorial präsentierter Information. Ob dieses Prinzip auch in Experimenten gilt, die durch Augmented Reality erweiterte Gestaltungs- und Handlungsmöglichkeiten aufweisen, wurde bisher nur in Ansätzen empirisch untersucht. Studien zeigen hinsichtlich kognitiver Belastung und Lernzuwachs bislang konträre Ergebnisse im Vergleich zu klassischen Medien (Text, Bild). Für ein vertieftes Verständnis erscheinen Untersuchungen relevant, die weitere mögliche Faktoren wie die multimodale Interaktion mit der Lernumgebung und das Vorwissen der Lernenden einbeziehen. Im Rahmen eines durch Augmented Reality erweiterten Experiments zu optischer Polarisation werden in einer Interventionsstudie im 2x2-Design (hohe/geringe räumliche Kontiguität und mit/ohne Interaktion) untersucht, wie räumliche Kontiguität in einem AR-Setting kognitive Belastung und Lernerfolg beeinflusst. Die Stichprobe umfasst N=150 Studierende der Biowissenschaften, Pharmazie und Landschaftsökologie.

DD 19: KI III

Time: Tuesday 14:45–15:45

Location: Theo 0.134

DD 19.1 Tue 14:45 Theo 0.134

ChatGPT im Lehr-Lern-Labor: Potenziale eines KI-basierten Assistenten bei der Entwicklung von Experimentierumgebungen — ●PATRICK HERZ, JENS DAMKÖHLER, WOLFGANG LUTZ und THOMAS TREFZGER — Julius-Maximilians-Universität, Würzburg, Deutschland

Seit der Veröffentlichung von ChatGPT im November 2022 hat Künstliche Intelligenz (KI) unzählige neue Möglichkeiten zur Unterstützung unseres Alltags geschaffen. Auch im Bildungsbereich eröffnen sich durch KI neue Möglichkeiten zur Erweiterung bestehender Lehrformate und -methoden, beispielsweise durch den Einsatz von Chatbots als unterstützenden Lehrassistenten.

Vor diesem Hintergrund wurde ein KI-gestützter Chatbot in ChatGPT für ein Lehr-Lern-Labor auf Basis didaktischer Prinzipien

entwickelt und durch gezieltes Prompt-Engineering optimiert, um Studierende bei der Entwicklung von Experimentierumgebungen für Schülerinnen und Schüler zu unterstützen. Die Akzeptanz des Chatbots wurde nach einer mehrwöchigen Nutzung durch die Studierenden mittels leitfadengestützter Interviews evaluiert. Die Interviews orientierten sich an den Determinanten des Technologieakzeptanzmodells (TAM).

Der Vortrag stellt die Entwicklung und den Einsatz des Chatbots vor und gibt einen ersten Einblick in die Ergebnisse der Interviews. Darüber hinaus werden Chancen und Grenzen des Ansatzes für die Unterstützung von Lehrkräften diskutiert.

DD 19.2 Tue 15:05 Theo 0.134

Hacky teaching: Nutzung von Hackathons zur Überwindung von Einstiegshürden — ●YOAV G. POLLACK¹, KOMAL

BHATTACHARYYA¹, PATRICK ZIMMER^{1,2}, GERRIT WELLECKE^{1,2}, KRISHNA IYER V S^{1,3}, ANAS HUSSIN¹, EMILY KLASS¹ und RAFFAELE MENDOZZA¹ — ¹University of Göttingen, Göttingen, Germany. — ²Max Planck Institute for Dynamics and Self-Organization, Göttingen, Germany. — ³Indian Institute of Science Education and Research, Pune, India.

Hackathons sind kurze, intensive Veranstaltungen, bei denen die Teilnehmer in Teams zusammenarbeiten, um innerhalb weniger Tage vorgegebene Computerprobleme zu lösen oder neue Projekte zu entwickeln. Wir schlagen solche Hackathons als Lehrmethode vor, die darauf abzielt, die Einstiegshürden in ein neues Tool, Thema oder wissenschaftliche Disziplin zu überwinden, und diskutieren ihre Vorteile. Außerdem berichten wir über zwei solcher *akademischen* Hackathons, die in Göttingen zum Thema Zytoskelett-Simulationen durchgeführt wurden, und stellen einige Beispielergebnisse vor.

DD 19.3 Tue 15:25 Theo 0.134

Integration von KI-Werkzeugen in die Physikdidaktik: Potenziale für nachhaltiges Lernen in der Physik — ●JANNIK

HENZE¹, ANDRÉ BRESGES¹ und SEBASTIAN BECKER-GENSCHOW² — ¹Institut für Physikdidaktik, Universität zu Köln, Köln, Deutschland — ²Digitale Bildung, Universität zu Köln, Köln, Deutschland

Die Integration von Künstlicher Intelligenz (KI) in die Physikdidaktik eröffnet innovative Möglichkeiten, um Lehr-Lern-Szenarien und datenbasierte Analysen sowie konzeptuelles Lernen neu zu gestalten. Ein Vergleich zwischen einem KI-gestützten Werkzeug, einem speziell entwickelten ChatGPT-basierten Chatbot und traditionellen Excel-Methoden wirft die Fragen auf, wie diese unterschiedlichen Ansätze die Entwicklung analytischer Fähigkeiten beeinflussen und inwiefern sie die emotionale Einbindung und Motivation der Lernenden fördern. Im Fokus stehen dabei Überlegungen, wie KI-Technologien nicht nur physikalische Konzepte auf innovative und zugängliche Weise vermitteln, sondern auch welches Potenzial für Lernerfolge sie bieten können. Diese Untersuchung bietet Einblicke in die Möglichkeiten einer effektiven und nachhaltigen Integration von KI in die physikalische Bildung und wirft gleichzeitig neue Perspektiven für zukünftige Bildungsansätze auf.

DD 20: BNE

Time: Tuesday 14:45–15:45

Location: OEC 1.163

DD 20.1 Tue 14:45 OEC 1.163

Schülerinnen forschen zum Klimawandel - Inquiry-based learning im außerschulischen Kontext zur Förderung von Selbstwirksamkeit, Wissen und Einstellungen zu Klimaphysik — ●PAULA BECKER¹, ANDREA WESTPHAL², ANNELIE SCHULZE² und PETER WULFF¹ — ¹Pädagogische Hochschule Heidelberg — ²Universität Greifswald

Obwohl Frauen in MINT-Studiengängen zunehmend vertreten sind, bleibt insbesondere in Physik der Anteil von Mädchen und Frauen auf Schul- und Hochschulebene niedrig. Studien zeigen, dass geschlechtsspezifische Unterschiede in Interessen, Selbstwirksamkeit und Wertvorstellungen im Zusammenhang mit dem langfristigen Engagement in einem Fach stehen. Unklar ist weiterhin, mit welchen praktischen Ansätzen diese Faktoren nachhaltig gestärkt werden können. Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen des BMBF-Projekts "Young Scientists für Future" eine Projektwoche entwickelt, die fachdidaktische und (sozial-)psychologische Erkenntnisse zu strukturellen, sozialen und inhaltlichen Faktoren für inklusive Physiklernerumgebungen berücksichtigt und sich gezielt an Schülerinnen richtet. Die Teilnehmerinnen befassen sich hierbei mit den physikalischen Zusammenhängen des Klimawandels und führen, begleitet durch weibliche Mentorinnen, ein Forschungsprojekt zu einer eigenen Fragestellung durch. Im Rahmen des Tagungsbeitrags sollen Ergebnisse zu Effekten der Intervention auf physikbezogene Selbstwirksamkeit, Interesse und Fachwissen vorgestellt und Implikationen für die Gestaltung geschlechterinklusive Physiklernerumgebungen diskutiert werden.

DD 20.2 Tue 15:05 OEC 1.163

"Ich bin mittendrin in der Katastrophe" - Ergebnisse aus Interviews mit Schüler:innen nach dem Besuch des Schülerlabors Labs4Future — ●FRANZISKA BEISLER, JONATHAN GROTHAUS und THOMAS TREFZGER — Emil-Hilb-Weg 22, 97070 Würzburg

Das Schülerlabor Labs4Future (9. Jgst, 2x6h) versucht eine Form interdisziplinärer, naturwissenschaftlicher Bildung zu praktizieren, die nicht bei der Wissensvermittlung stehen bleibt, sondern den Lernenden Wege in wirksames Handeln aufzeigt. Doch wie lässt sich dieser Prozess - Klimahandeln und seine Determinanten - beforschen?

Dieser Vortrag blickt auf eine qualitative Datengrundlage zur Evaluation von Labs4Future. Ausgewählte Schüler:innen wurden in Interviews zu Labs4Future befragt. Untersucht wurde, wie sich die Einstellungen der Interviewten zu gesellschaftlichen und individuellen Aspekten des Klimawandels unterscheiden. Die Erkenntnisse wurden aus umweltpsychologischer Perspektive systematisch interpretiert.

Zentrale Methoden des Labs4Future wurden auch an einer Schule in Norwegen durchgeführt, mit anschließenden Interviews in Kleingruppen. Der internationale Vergleich der Schülerinterviews ermöglicht vertiefte Einblicke in jugendliche Wahrnehmungs- und Handlungsmuster. Im Vortrag werden erste Ergebnisse der Studie präsentiert.

DD 20.3 Tue 15:25 OEC 1.163

Wie misst man Klimahandeln? Erkenntnisse aus dem Schülerlabor Labs4Future — ●JONATHAN GROTHAUS, FRANZISKA BEISLER und THOMAS TREFZGER — Emil-Hilb-Weg 22, 97070 Würzburg

Das Schülerlabor Labs4Future (9. Jgst., 2x6h) versucht eine Form interdisziplinärer, naturwissenschaftlicher Bildung zu praktizieren, die nicht bei der Wissensvermittlung stehen bleibt, sondern den Lernenden Wege in wirksames Handeln aufzeigt. Doch wie lässt sich dieser Prozess, also Klimahandeln und seine Determinanten, beforschen? Dieser Vortrag blickt auf die quantitative Datengrundlage (n=250) zur Evaluation von Labs4Future: Wie verhalten sich die psychologischen Testinstrumente zu Klimaangst, Selbstwirksamkeit und Normen in der speziellen Zielgruppe der 9. Jahrgangsstufe? Welche Instrumente erfassen die für Klimabildung relevanten Wissensdomänen und Handlungsarten und lässt sich im PRE-POST Vergleich eine Entwicklung feststellen?

DD 21: Lehr-Lernforschung I

Time: Tuesday 14:45–15:45

Location: OEC 1.162

DD 21.1 Tue 14:45 OEC 1.162

Freihand-Experimente zum Unterrichten des Impuls als direkt beobachtbare Größe — ●BRUNO HARTMANN — Humboldt-Universität Berlin

Wir präsentieren eine neuartige Methode zum direkten Messen des Impuls. Die Grundidee ist Impulseinheiten einzuführen, die wir in Stoßversuchen abzählen können. Wenn wir zwei Pendelkörper frontal gegenüber anordnen, können wir direkt beobachten, ob beide Körper kollidieren, zusammenhaften und gemeinsam ruhen bleiben. Wir können systematisch die Anzahl der Masseneinheiten erhöhen und, mit den bekannten Starthöhen für ein Pendel, können wir auch Vielfache

einer Einheitsgeschwindigkeit einstellen und somit den Impuls nach der Geschwindigkeit und Masse quantifizieren. Mit einer Analyse dieses Messprinzips in anschaulichen Gedankenexperimenten zur verbotenen Konstruierbarkeit von Perpetuum Mobile Maschinen erweitern wir schließlich das Prinzip der Energie mit der Impuls Erhaltung. Die Beispiele wurden im Physik Unterricht am Gymnasium getestet und evaluiert.

DD 21.2 Tue 15:05 OEC 1.162

Interviewstudie zu Modellen einfacher Stromkreise: Ein qualitativer Vergleich von Elektronengas- und Wasserfallmodell — ●KATHARINA LEIBFARTH¹, JAN-PHILIPP BURDE¹, ULRICH

TRAUTWEIN¹ und PETER GERJETS² — ¹Universität Tübingen — ²IWM Tübingen

In der Physik sind viele Größen und Konzepte abstrakt, unanschaulich oder nicht direkt beobachtbar, beispielsweise die elektrische Spannung in einem Stromkreis. Daher liegt es nahe, bei der unterrichtlichen Behandlung von elektrischen Stromkreisen auf entsprechende Analogien bzw. Modelle zurückzugreifen. Die fachdidaktische Forschung hat sich bisher primär auf die Entwicklung und Evaluation einzelner Modelle des einfachen Stromkreises fokussiert; vergleichende Analysen zur Akzeptanz bzw. Lernförderlichkeit der Modelle fehlen bisher jedoch weitgehend.

Vor diesem Hintergrund wurden Akzeptanzbefragungen mit Lernenden zu verschiedenen Modellen durchgeführt. Im Vortrag wird das Elektronengasmodell mit dem Wasserfallmodell, die beide insbesondere die Veranschaulichung der elektrischen Spannung in den Mittelpunkt stellen, verglichen. Neben der Akzeptanz durch die Lernenden liegt der Fokus des Vortrags auf deren Konzeptverständnis sowie möglichen Lernendenvorstellungen.

DD 21.3 Tue 15:25 OEC 1.162

Von Ferromagnetismus zu Antiferromagnetismus: Lernlaborbaustein für ein tieferes Verständnis von Magnetismus — •MANUEL SCHLEICHER und OLAF KREY — Didaktik der Physik, Uni-

versität Augsburg

Im Rahmen des Transregional Collaborative Research Center (TRR360) findet fachphysikalische Forschung zu eingeschränkter Quantenmaterie (Constrained Quantum Matter, ConQuMat) statt. Das Outreach-Projekt hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Lücke zwischen schulphysikalischem Wissen und Grundlagen zum Verständnis von Quantenmaterie zu schließen. Ein erster Lernlaborbaustein zielt darauf ab, die Kenntnisse über Magnetismus von Schülerinnen und Schülern der 7. und 8. Klassenstufe zu erweitern. Aufbauend auf dem vertrauten Konzept des Ferromagnetismus werden experimentell basierte Lernumgebungen entwickelt, in denen die zentralen Konzepte von Dia-, Para- und Antiferromagnetismus vermittelt werden. Als zentrales Konzept zur Beschreibung von Magnetismus wurden die magnetischen Momente eingeführt. Die Ursache dieser wurde auf Basis des Bohrschen Atommodells erklärt und mit Pfeilen dargestellt. In qualitativen Interviews werden die mentalen Modelle zu den unterschiedlichen Magnetismus-Formen analysiert. Dazu werden die Vorstellungen der Schüler*innen nach dem Durchlaufen des Lernlabors erfasst und mit denen von Physikstudierenden verglichen. Darüber hinaus wird die didaktische Rekonstruktion der Sachinhalte der Lernlaboreinheit in Akzeptanzbefragungen an Dritten untersucht und von fachdidaktischen Experten bewertet.

DD 22: Poster – Anregungen Unterricht

Time: Tuesday 16:15–17:45

Location: ZHG Foyer 1. OG

DD 22.1 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Wind als Kontext für das erste und zweite Newtonsche Gesetz sowie Kraftdiagramme — •BIANCA WÄTZKA¹, YULTUZ OMARBAKIYEVA², LARISSA HAHN³, PASCAL KLEIN³, INGRID KRUMPHALS⁴ und THOMAS RUBITZKO⁵ — ¹RWTH Aachen University, Aachen, Germany — ²Otto von Guericke University Magdeburg, Magdeburg, Germany — ³University of Goettingen, Goettingen, Germany — ⁴University of Teacher Education Styria, Graz, Austria — ⁵University of Education Ludwigsburg, Ludwigsburg, Germany

Lehrkräfte nutzen häufig Reibungsfreiheit als Idealannahme, um das erste und zweite Newtonsche Axiom zu vermitteln. Neben der Plane-

tenbewegung bietet der geostrophische Wind (horizontaler Wind entlang von Isobaren) ein reales Bewegungsszenario mit vernachlässigbarer Reibung. Dieses natürliche Phänomen dient als anschaulicher Kontext, um Newtons erstes und zweites Axiom sowie Kräftediagramme im Unterricht zu behandeln.

Das Poster stellt den Kontext und die physikalischen Grundlagen vor. Im Fokus stehen die Kräfte, die auf Luftpakete in großen Höhen wirken, sowie ein Vergleich mit Winden in Bodennähe, bei denen Reibung eine bedeutende Rolle spielt. Darüber hinaus werden konkrete Aufgabenbeispiele präsentiert, die Schülerinnen und Schülern ein tieferes Verständnis für Wind und die dabei wirkenden Kräfte ermöglichen.

DD 23: Poster – Astronomie

Time: Tuesday 16:15–17:45

Location: ZHG Foyer 1. OG

DD 23.1 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Heute wissen wir, wie das Universum aussieht! ...oder? Vorstellung einer digitalen Lernumgebung zur Vorläufigkeit naturwissenschaftlichen Wissens am Beispiel der Geschichte der Astronomie. — •KATJA CRAMER und YVONNE WEBERSEN — Universität Paderborn

Wenngleich Vorläufigkeit ein zentraler Aspekt naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung ist, wird er im schulischen Kontext eher selten thematisiert. Vor diesem Hintergrund wird eine digitale Lernumgebung vorgestellt, die den Vorläufigkeitsaspekt am Beispiel der historischen

Veränderung des Weltbildes beleuchtet. Zielgruppe der Lernumgebung sind Schüler:innen der 9.-13. Jahrgangsstufe. Mithilfe der interaktiven, digitalen Lernumgebung können Schüler:innen zum einen die historische Entwicklung der Vorstellung unseres Universums von den antiken Weltbildern des Aristoteles und Ptolemäus über die kopernikanische Wende bis hin zu den Erkenntnissen von Kepler, Galilei und Newton selbstständig nachvollziehen. Zum anderen bietet ein begleitendes Arbeitsblatt den Schüler:innen die Möglichkeit, darüber zu reflektieren, dass naturwissenschaftliches Wissen vorläufig ist, aber dennoch über einen wissenschaftlichen Konsens abgesichert werden kann.

DD 24: Poster – Außerschulische Lernorte

Time: Tuesday 16:15–17:45

Location: ZHG Foyer 1. OG

DD 24.1 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Mobiles Physiklabor im Industriemuseum – ein Design-based research-Projekt — MICHAEL KOMOREK und •KAI BLIESMER — Institut für Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Im Industriemuseum Nordwolle in Delmenhorst werden authentische Maschinen der Garnproduktion und der Elektrifizierung in einer Führung historisch kontextualisiert. Dieser geschichtlich eingebetteten Primärerfahrung fehlte es bisher an Elementen der Interaktion, die nun durch Experimentierstationen des mobilen Schülerlabors physixS realisiert wurden. Achtklässler:innen untersuchten an den Stationen Energiewandlungen, mechanische und elektrische Antriebe und zukünftige

Energiequellen wie Wasserstoff. Das Geschichtliche stellte dabei den relevanten Kontext für das Physikalische dar und die physikalischen Erkenntnisse halfen, die Museumserfahrung experimentell zu reflektieren. In einem ersten Design-based research-Zyklus konnten Synergieeffekte zwischen Ausstellung/Führung und Experimenten nicht erreicht werden. Ein zweiter DBR-Zyklus führte zur Integration von Problemlöseanteilen. Beide Zyklen führten auf Generalisierungen hinsichtlich einer komplementären Kopplung von Ausstellung/Führung und Experimenten. Ein dritter DBR-Zyklus setzt nun erstens an den didaktischen Strukturierungen von Führung und Experimentierstationen an, zweitens an der räumlich-zeitlichen Positionierung der Stationen in-

nerhalb der Ausstellung/Führung und drittens wird eine systematische Einbettung des Museumsbesuchs in den Schulunterricht vorgenommen. Im dritten Zyklus wird zudem die empirische Methodik zur Erhebung von Schülerkognitionen ausdifferenziert.

DD 24.2 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Elektronen- und Ultraschallmikroskopie ab Klasse 8 im Schülerlabor — ●FRANZ-JOSEF SCHMITT — Institut für Physik, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

In unserem Schülerlabor für Elektronen- und Ultraschallmikroskopie der Heinz-Bethge-Stiftung im Institut für Physik bieten wir eine einzigartige Lernumgebung, die traditionellen Unterricht durch den Einsatz

modernster Mikroskopie für die Klassen 8-12 bereichert. Dieses Programm ermöglicht es Schülerinnen und Schülern, mikroskopische und makroskopische Strukturen nicht nur theoretisch zu studieren, sondern sie direkt zu erleben und zu analysieren und auf vielfältige Weise die Welleneigenschaften von Strahlung und Teilchen bei der direkten Anwendung zu erleben. Durch die Kombination aus Licht- und Elektronenmikroskopie und die Ultraschallmikroskopie, die interne Strukturen von Proben ohne Beschädigung visualisiert, eröffnen wir eine neue Dimension des Lernens. Der Ansatz verfolgt neue Methoden der Wissensstransposition, um das Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern zu steigern. Die Betreuung erfolgt durch Tutorinnen und Tutoren aber auch Studierende im Lehramt im Rahmen des Fortgeschrittenenpraktikums Physik.

DD 25: Poster – Bildung für nachhaltige Entwicklung

Time: Tuesday 16:15–17:45

Location: ZHG Foyer 1. OG

DD 25.1 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Mission Impossible? – Bewusstseinsbildung für naturwissenschaftliche Grundlagen des Klimawandels — ●HELENA FRANKE¹, CHRISTOPHER LUDWIG², DANIEL WERNER³, CHRISTIAN SIEGEL¹ und PHILIPP BITZENBAUER¹ — ¹Institut für Didaktik der Physik, Universität Leipzig, 04103 Leipzig — ²Gymnasium Am Breiten Teich, 04552 Borna — ³Christian-Gottfried-Ehrenberg-Gymnasium, 04509 Delitzsch

Im Schülerlabor zur Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) an der Universität Leipzig setzen sich Schülerinnen und Schüler der Mittelstufe aktiv mit den Ursachen des Klimawandels und dem eigenen CO₂-Fußabdruck auseinander. Ein interaktives Whiteboard mit den Aufgabenstellungen zu acht verschiedenen Missionen ermöglicht die Einbindung von Videos, Diagrammen und Experimentieranleitungen sowie Applets wie GeoGebra und Particify zur Ergebnissicherung. Die einzelnen Missionen sind nach dem 5E-Modell von Bybee aufgebaut: Sie beginnen in einer Engagement-Phase mit FakeNews oder provokanten, individuellen Meinungen und enden in einer Evaluationphase, in der die Lernenden die eigene Rolle im Kontext der Klimakrise reflektieren und eigene Handlungsoptionen entwickeln. Die Einstellungen von N = 37 Lernenden zum Klimawandel wurden im Rahmen einer Evaluation sowohl vor als auch nach dem Besuch des Schülerlabors mit Hilfe eines an den ROSE-Fragebogen von Schreiner und Sjøberg angelehnten Instruments erhoben. Auf dem Poster werden die Konzeption des Schülerlabors, seine inhaltliche und didaktische Gestaltung sowie die Ergebnisse der Evaluation vorgestellt.

DD 25.2 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Transformative BNE im Kontext Wasser: Projekt Aqua Citizens — ●MICHAEL KOMOREK, KAI BLIESMER und TJORBEN MEYER — Institut für Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Aqua Citizens ist ein von der DBU gefördertes Projekt der transformativen BNE, in dem das Regionale Umweltbildungszentrum RUZ Oldenburg, der Oldenburgisch-Ostfriesische Wasserverband OOWV und die Physikdidaktik der Universität Oldenburg kooperieren. Ausgangspunkt ist, dass mit Wasser als Lebensgrundlage und Bedrohung zentrale Zukunftsaufgaben verbunden sind. Aqua Citizens ist ein Citizen Science-Projekt, das mit mobilen Schülerlaborangeboten angereichert wird. Jugendliche sammeln an ihrem Wohnort Wasserdaten und wer-

ten diese gemeinsam aus. Zudem befragen sie Bürger:innen nach ihrem Umgang mit Wasser. Sie entscheiden partizipativ, welche Aspekte untersucht und welche Transformationsbedarfe fokussiert werden. Sie entwickeln eigene Transformationsvorschläge und aktivieren damit Bürger:innen und politisch Verantwortliche. Insbesondere nicht-gymnasiale Schulen, Jugendliche auf dem Land und Mädchen sollen einbezogen werden. Das Poster berichtet über die Befragung von Jugendlichen. In einem problemzentrierten Interview (Witzel 2000) werden ihr Wissen und ihre Lösungsideen zu Starkwetterereignissen, Überschwemmungen und Dürren erfragt. Darüber hinaus wird erhoben, wie relevant sie durch Citizen Science gewonnene Erkenntnisse für Wissenschaft und Gesellschaft einschätzen und wie sie glauben, mit Transformationsvorschlägen Gehör zu finden. Die Interviews werden kategorienbasiert ausgewertet (Kuckartz 2022).

DD 25.3 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Educative Curriculum Materials zum Treibhauseffekt - Lehrendenmaterial für den Physikunterricht — ●IVO NAAKE und THOMAS WILHELM — Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Der Treibhauseffekt bietet eine gute Möglichkeit, auch im Physikunterricht Klimabildung zu betreiben. Bisher gibt es jedoch wenige, empirisch untersuchte Materialien, die sich speziell auf den Physikunterricht beziehen. Von Sarah Wildbichler wurden Materialien entworfen, die Lernendenvorstellungen berücksichtigen und bereits in Laborsettings getestet wurden. Diese Materialien werden weiterentwickelt und im regulären Schulunterricht evaluiert.

Auf dem Poster werden zunächst die zentralen Elemente des Materials vorgestellt. Dazu gehören das Energiegleichgewicht, die Wechselwirkung zwischen Strahlung und Materie und der anthropogene Treibhauseffekt. Außerdem werden typische Lernendenvorstellungen, die durch das Material berücksichtigt werden, vorgestellt.

Zu den Materialien fehlen bisher Unterstützungen für Lehrer:innen, wie sie diese gut in ihren Unterricht integrieren können. Deshalb wird auf dem Poster auch aufgezeigt, wie Material aussehen könnte, das Lehrpersonen bei der selbstständigen Durchführung der Unterrichtsreihe unterstützen kann. Dafür werden educative features vorgestellt, die ein solches Material beinhalten könnte. Ziel ist es, dass daraus ein Material entsteht, mit dessen Hilfe Lehrkräfte selbstständig den Treibhauseffekt im Physikunterricht behandeln können.

DD 26: Poster – Hochschuldidaktik

Time: Tuesday 16:15–17:45

Location: ZHG Foyer 1. OG

DD 26.1 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
DIAMINT-Physik: Lernverlaufsdiagnostik für die Studieneingangsphase — JANA MERGEMEIER¹, ●DIETMAR BLOCK¹, KNUT NEUMANN² und IRENE NEUMANN² — ¹Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Universität Kiel — ²IPN, Kiel

Die hohen Abbruchzahlen in Kombination mit den sinkenden Anfangszahlen im Studiengang Physik und einem Lehrkräftemangel in Physik begründen, warum es notwendig ist, gezielt in der Studieneingangsphase mit Unterstützungsangeboten anzusetzen. Zudem stellt der Über-

gang von der Schule zur Hochschule die Studierenden durch selbständigeres Arbeiten, eine höhere Inhaltsdichte, ein neues Umfeld und den ersten eigenen Haushalt vor eine Vielzahl an Herausforderungen. Ziel des Projekts ist es daher, die Studierenden zu Beginn ihres Studiums passgenau zu unterstützen. Dies soll durch die Identifikation individueller Schwierigkeiten und gezielte Hilfestellungen möglichst zeiteffizient geschehen, um die Studierenden nicht zusätzlich zu belasten und ihnen einen reibungsarmen Start ins Studium ermöglichen. Realisiert werden soll dies durch wöchentliche Tests zu mathematischen und physikalischen Inhalten und Hilfestellungen, die den Studierenden basierend

darauf empfohlen werden. Die Vision ist, ein Tool zu entwickeln, das Lernverläufe erkennt und kategorisiert, sodass auf Basis dessen den Studierenden Hilfestellungen geben werden, die sowohl den Kenntnisstand als auch Präferenzen im Lernverhalten und Faktoren der Persönlichkeit berücksichtigen. In dem Beitrag werden das Konzept, die einzelnen Bestandteile und Überlegungen zu Ansätzen und Varianten präsentiert.

DD 26.2 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

DIAMINT-Physik: Erfahrungen und Ergebnisse — ●JANA MERGEMEIER¹, DIETMAR BLOCK¹, KNUT NEUMANN² und IRENE NEUMANN² — ¹Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Universität Kiel — ²IPN, Kiel

Die Studieneingangsphase des Physikstudiums stellt für viele Studierende eine echte Herausforderung dar, weshalb es Unterstützungsangeboten geben sollte, die Studierende möglichst gut unterstützen. In diesem Beitrag werden die ersten Ergebnisse einer Lernverlaufdiagnostik bezüglich der Inhalte und des Nutzungsverhalten der Studierenden vorgestellt und evaluiert, um diese im nächsten Schritt zu optimieren. Fokussiert werden Ergebnisse zur Arbeitsbelastung, dem Lernfortschritt und dem Studienverhalten der Studierenden im ersten Semester. Dabei wird auch auf die mathematischen Vorkenntnisse und den mathematische Kompetenzerwerb der Studierenden im ersten Studienjahr eingegangen. Ausgehend von den Erfahrungen der ersten Umsetzungen werden zudem die wesentlichen Hürden präsentiert, die aufgetreten sind. Es wird diskutiert, welche Möglichkeiten realisierbar sind, um diesen Schwierigkeiten der Umsetzung in Zukunft entgegenzuwirken. Hierbei wird unter anderem die Effizienz einer Testung durch Selbsteinschätzung evaluiert und gegen eine Umsetzung mit adaptiver Testung abgewogen. Ein zweiter Schwerpunkt liegt auf der Evaluation der Nutzung der Lernverlaufdiagnostik sowie der Nutzung von zusätzlichen Lernangeboten im Allgemeinen für Studierenden im ersten Semester des Physik-Studiums.

DD 26.3 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Multi-repräsentationale Lernaufgaben zur Vektoranalysis in der Studieneingangsphase — ●LARISSA HAHN¹, ALEXANDER VOIGT², PHILIPP MERTSCH² und PASCAL KLEIN¹ — ¹Universität Göttingen, Deutschland — ²RWTH Aachen, Deutschland

Um Vektorfeldkonzepte wie Divergenz oder Rotation in physikalischen Kontexten anzuwenden, ist ein solides Verständnis ihrer Grundlagen erforderlich. Bisherige empirische Forschungsergebnisse bei Studierenden zeigten hierbei Schwierigkeiten auf, die sich z.B. auf die visuelle Interpretation von Richtungsableitungen zurückführen lassen. Im Einklang mit lerntheoretischen Erkenntnissen wird daher der Einsatz multipler Repräsentationen bei der Vermittlung dieser Konzepte empfohlen. Auf Basis der empirischen Vorarbeiten wurden Lernaufgaben entwickelt, die einen visuellen Zugang zur Vektoranalysis anhand von multiplen Repräsentationen (MR) ermöglichen und Zeichenaktivitäten sowie ein interaktives Vektorfeld-Visualisierungswerkzeug integrieren. Diese MR-Lernaufgaben wurden in die begleitenden Übungen einer Elektromagnetismus-Vorlesung an der Universität Göttingen implementiert ($N = 81$). Die Wirksamkeitsanalyse ergab höhere Lerneffekte der MR-Lernaufgaben im Vergleich zu traditionellen, rechenbasierten Aufgaben. Eine Implementierung der Lernaufgaben in die begleitenden Übungen einer Vorlesung zu mathematischen Methoden der Physik im zweiten Studiensemester an der RWTH Aachen steht bevor. Dieser Beitrag präsentiert zum einen die Lernaufgaben sowie Ergebnisse der ersten Wirksamkeitsanalysen und stellt zum anderen die Studie zur Implementation an der RWTH Aachen vor.

DD 26.4 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Belastungserleben von Lehramtsstudierenden in der Studieneingangsphase Physik — ●DENIZ C. SENEL^{1,2}, SIMON Z. LAHME¹, JOSEFINE NEUHAUS¹ und PASCAL KLEIN¹ — ¹Universität Göttingen — ²RWTH Aachen University

Die Studieneingangsphase Physik ist angesichts hoher Abbruchquoten für viele Studierende potenziell belastend. Da Studierende des Hauptfachs und gymnasialen Lehramts zu Studienbeginn häufig gemeinsam Physik-Fachvorlesungen besuchen, bedarf es einer studiengangsspezifischen Betrachtung des Belastungserlebens, gerade auch mit Blick auf den hohen Physiklehrkräftemangel. Aufbauend auf vorangegangenen Messungen des Belastungserlebens im ersten Studienjahr wurden daher an der Universität Göttingen leitfadengestützte Gruppeninterviews mit Physikstudierenden – insbesondere des Lehramts – durchgeführt. Diese zielten darauf ab, mehr über die Belastungsquellen und Wünsche nach Unterstützungsmaßnahmen zu erfahren. Die für das Physik-

Lehramtsstudium spezifischen Aussagen aus sechs Interviews ($N = 18$ Studierende) wurden in einem Kategoriensystem zusammengeführt. Entsprechende Belastungsquellen sind etwa die als unzureichend empfundene Passung zwischen Studieninhalten und späteren beruflichen Anforderungen, die hohe fachliche Komplexität sowie eine als gering wahrgenommene Wertschätzung von Lehramtsstudierenden. Gleichzeitig werden Wünsche nach stärkerer Theorie-Praxis-Verknüpfung und curricularen Differenzierungen in den Fachveranstaltungen geäußert.

DD 26.5 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Belastungserleben in der Studieneingangsphase Physik: Aktuelle Befunde und Perspektiven — ●SIMON Z. LAHME, JOSEFINE NEUHAUS und PASCAL KLEIN — Universität Göttingen

Angesichts hoher Abbruchquoten und vielfältiger Herausforderungen für Studierende in der Studieneingangsphase Physik wird an der Universität Göttingen seit nunmehr drei Jahren das Belastungserleben der Physik(-lehramts-)studierenden im ersten Studienjahr untersucht. Dabei kommen sowohl regelmäßige Online-Umfragen zur Messung des Belastungserlebens als auch Leitfaden- und Aufgaben-gestützte Gruppendiskussionen zum Einsatz. Die Daten liefern aus der Perspektive der Studierenden ein umfassendes Bild des Belastungserlebens im Semesterverlauf, der zugrundeliegenden Belastungsquellen sowie möglicher Unterstützungs- bzw. Gegenmaßnahmen. Daraus ergeben sich vielfältige Perspektiven für die weitere Beforschung der Studieneingangsphase sowie die Entwicklung, Implementation und Evaluation entsprechender Maßnahmen. Ein derartiges Forschungs- und Entwicklungsprogramm lässt sich auch in andere Institutionen und Studiengänge transferieren.

DD 26.6 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Modellierung von Blickbewegungen bei der Beurteilung von Divergenz — ●NIKLAS WEISS, YVONNE KRETZER, LARISSA HAHN, PASCAL KLEIN und STEFAN KLUMPP — Institut für Dynamik komplexer Systeme, Göttingen, Germany

Die Fähigkeit, Formeldarstellungen visuell zu interpretieren, ist eine grundlegende Komponente des Verständnisses von mathematischen und physikalischen Konzepten. Diese Übersetzungsleistung wird bei der Beurteilung der Divergenz zweidimensionaler Vektorfelder relevant. Bei einer Eye-Tracking Studie mit 141 Studienanfängern (Klein et al. 2021) wurde gezeigt, dass systematische Augenbewegungen in horizontaler und vertikaler Richtung bei der Lösung solcher Probleme ein korrektes Vorgehen andeuten. Auf diesen Beobachtungen aufbauend wurde ein Modell entwickelt, welches Augenbewegungen durch eine symbolische Dynamik repräsentiert und als diskreter Markov-Prozess simuliert werden kann. Der Vergleich von Beobachtung und Simulation zeigt eine Überrepräsentation sich wiederholender horizontaler und vertikaler Sakkaden. Dies kann als Anwendung einer Strategie zur korrekten Beurteilung der Divergenz interpretiert werden. Diese Erkenntnisse ermöglichen Vorhersagen über die Korrektheit der Beurteilung des Vektorfelds aus den Blickbewegungen. Dabei wird die Vorhersagekraft verschiedener Machine-Learning-Modelle miteinander verglichen.

DD 26.7 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Ein interdisziplinäres Seminar für Lehramtsstudierende der Naturwissenschaften — ●GIULIA PANTIRI¹, LEA MAREIKE BURKHARDT², THOMAS WILHELM¹, VOLKER WENZEL², ARNIM LÜHKEN³, DIETER KATZENBACH⁴ und FATIME BEKA³ — 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 Projekt E2piMINT arbeiten Vertreter*innen aus den Fachdidaktiken Biologie, Chemie und Physik mit der Sonderpädagogik zusammen, um ein inklusives und interdisziplinäres MINT-Unterrichtskonzept für die Sek. I zu entwickeln, zu erproben und zu evaluieren. Dafür wurde jeweils ein Projekttag zum Thema Farben und zum Thema Kleben und Haften konzipiert, bei dem die Schüler*innen mit Experimentierkästen arbeiten. Im Rahmen des Projekts wurde ein Seminar für Lehramtsstudierende der Naturwissenschaften (Gymnasium, Haupt- und Realschule, Förderschule) entwickelt, das im SoSe 2024 stattfand und den Studierenden die Möglichkeit bot, sich aktiv an der Entwicklung der Experimentierkästen zum Thema Kleben und Haften zu beteiligen. Dabei konnten sie sich mit Personen aus anderen Fächern austauschen und die inklusiven Merkmale der Kästen kennenlernen. Während des Seminars nahmen sie auch an einer Lehrkräftefortbildung teil und erprobten die selbst entwickelten Materialien mit verschiedenen Schulklassen. Auf dem Poster werden das Seminar und Beispiele der dabei entstandenen Materialien vorgestellt. Außerdem werden Vorteile, Grenzen und Verbesserungsmöglichkeiten des Seminars diskutiert.

DD 27: Poster – Lehr-Lernforschung

Time: Tuesday 16:15–17:45

Location: ZHG Foyer 1. OG

DD 27.1 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Kopfübungen im Physikunterricht – Wahrnehmung der Methode durch Lehrkräfte und Analyse der Aufgabebearbeitungen — ●MARTIN DICKMANN und HEIKE THEYSSEN — Universität Duisburg-Essen

Im Physikunterricht steht häufig die Einführung neuer fachlicher Konzepte im Vordergrund, während das regelmäßige Üben und Anwenden bereits gelernten Wissens oft vernachlässigt wird. Als ein möglicher Ansatz, um dieses Problem zu lösen, wurde die in der Mathematikdidaktik erprobte Methode der „vermischten Kopfübungen“ für den Physikunterricht der Sekundarstufe I adaptiert. Ziel ist es, durch regelmäßigen Wissensabruf die langfristige Verfügbarkeit von Grundwissen zu fördern.

Im Rahmen einer Vergleichsstudie haben sieben Lehrkräfte die Übungsmethode in sieben Schulklassen der Jahrgangsstufe 9 an fünf Gymnasien in NRW erprobt. Das Poster präsentiert zentrale Ergebnisse zur Wahrnehmung der Übungsmethode durch die Lehrkräfte sowie die Analyse der Bearbeitungsqualität der Kopfübungsaufgaben durch die Schüler:innen und die theoriebasierte Bewertung der Aufgabenkomplexität.

DD 27.2 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zu einfachen Stromkreisen — ●BENJAMIN GROSS¹, JAN-PHILIPP BURDE¹, AUGUSTIN KELAVA¹, JUDITH GLAESSER¹, LANA IVANJEK² und SALOME FLEGR³ — ¹Universität Tübingen — ²Universität Linz — ³Technische Universität Dresden

Um das konzeptionelle Verständnis von Studierenden bezüglich einfacher elektrischer Stromkreise sowie das Vorliegen verbreiteter Lernendenvorstellungen bei Studierenden besser zu erfassen, wurde ein neues Testinstrument entwickelt. Zu den Konzepten Strom, Spannung, Widerstand, Energie und dem Systemcharakter von Stromkreisen wurden dabei literaturbasiert zunächst die jeweils dokumentierten Lernendenvorstellungen identifiziert und hierzu anschließend zweistufige Multiple-Choice-Items entwickelt bzw. aus bestehenden Instrumenten adaptiert. Mit Hilfe einer Expertenbefragung wurde u. a. die Formulierung der Items überarbeitet sowie die Antwortcodierung überprüft. Nach einer Erhebung mit $N = 164$ Studierenden aus der Studieneingangsphase wurden die psychometrischen Eigenschaften des Testinstruments quantitativ untersucht. Dies umfasste Methoden der klassischen Testtheorie wie Item-Schwierigkeit, -diskriminierung und klassische Reliabilitätsmaße. Weiterhin wurden Faktorenanalysen (EFA/CFA) u. a. auf Basis sparsamer Bifaktormodelle durchgeführt, um die angenommene Struktur der Zuordnung von Items zu Konstrukten zu prüfen. Auf dem Poster werden das Testinstrument sowie die wesentlichen Ergebnisse der genannten Analysen vorgestellt.

DD 27.3 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Experimentieren = Interesse? - Offenheit beim Experimentieren zum Thema Klima — ●CHRISTOPHER JÖRGENS, CORNELIA GELLER und HENDRIK HÄRTIG — Universität Duisburg-Essen

Das Fach Physik und andere MINT-Fächer leiden nach Krapp und Möller während der Schulprogression unter einem Rückgang des Interesses. Potvin und Hasni konnten dies grundsätzlich bestätigen, zeigen jedoch auch, dass das allgemeine Interesse am Experimentieren bei Schüler:innen stabil bleibt. Diese Diskrepanz könnte sich erklären lassen, wenn sich Interesse beim Experimentieren in unterschiedliche Dimensionen wie Interesse am Kontext, Interesse am physikalischen Inhalt und Interesse an der Tätigkeit, aufspaltet (Häußler & Hoffmann). Eine solche Mehrdimensionalität könnte auch dazu führen, dass Experimentieren aufgrund des höheren Autonomieerlebens zwar grundsätzlich interessensförderlich sein kann, sich dies in Untersuchungsergebnissen aber nicht eindeutig bestätigt (z.B. Tesch & Duit und Abrahams). Es besteht die Vermutung, dass sich die unterschiedlichen Dimensionen im Gesamtkonstrukt möglicherweise ausgleichen. Um die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Dimensionen des Interesses mit dem Autonomieerleben beim Experimentieren quantifizieren zu können, ist eine Studie mit einer Experimentierumgebung im Kontext Klima geplant. Dabei werden verschiedene Offenheitsgrade des Experimentierens nach Bauer et al. durch unterschiedliche Vorstrukturierungen in digitalen Laborbüchern realisiert und deren Effekte auf das Autonomieerleben und die Interessensarten untersucht. Auf dem

Poster werden das Studiendesign und erste Materialien präsentiert.

DD 27.4 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Entwicklung eines Fragebogens zur Implementation physikdidaktischer Innovationen — ●JAKUB KNEBLOCH und THOMAS WILHELM — Goethe-Universität Frankfurt am Main

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.

Um die Ursachen zu ergründen, wurden fünfzehn halboffene Interviews mit Physiklehrkräften durchgeführt, in denen sie mittels vorbereiteter Leitfragen ihre Überlegungen zu den Ursachen der beschriebenen Problematik und zu Verbesserungsmöglichkeiten äußern sollten. Aus den Interviews wurden acht Kategorien zu beschriebenen Ursachen der Problematik herauskristallisiert. Mit diesem Wissen wurde ein Fragebogen entwickelt, der mit Experten aus der Praxis bezogen auf die inhaltliche Validität überprüft wurde pilotiert wurde. Auf dem Poster werden die Ergebnisse des Fragebogens der Pilotierungsphase vorgestellt.

DD 27.5 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Eye-Tracking-Studie zum Zusammenhang zwischen kognitiver Belastung und Lernerfolg bei der Anwendung von Kraftdiagrammen — ●YULTUZ OMARBAKIYEVA¹, LARISSA HAHN², PASCAL KLEIN², INGRID KRUMPHALS³ und BIANCA WATZKA⁴ — ¹Otto von Guericke University Magdeburg, Magdeburg, Germany — ²University of Goettingen, Goettingen, Germany — ³University of Teacher Education Styria, Graz, Austria — ⁴RWTH Aachen University, Aachen, Germany

Das Verständnis der kognitiven Anforderungen beim Lösen von Aufgaben zu Kraftdiagrammen ist entscheidend für die Entwicklung effektiver Lehrmethoden und die Förderung komplexer Problemlöseprozesse.

Das Poster präsentiert eine Studie, die kognitive Prozesse beim Lösen von Aufgaben zu Kraftdiagrammen im Kontext Wind untersucht. Die Studie analysiert die Blickbewegungen und die kognitive Belastung von Studierenden bei der Bearbeitung von Aufgaben mit Kraftdiagrammen mit zwei und drei Kräften. Aufgaben zum Bodenwind (drei Kräfte) erweisen sich dabei als schwieriger als Aufgaben zum Höhenwind (zwei Kräfte). Diese Ergebnisse werden durch die Analyse der kognitiven Belastung und Eye-Tracking-Daten bestätigt.

Die Ergebnisse verdeutlichen den Einfluss der kognitiven Belastung auf die Problemlöseleistung und unterstützen die Entwicklung spezifischer Unterrichtsansätze zur Optimierung von Lernprozessen.

DD 27.6 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

An analysis of demographic and educational factors affecting secondary student's performance in hellenic national physics competitions — ●NIKOLAOS PAPADIMITRIOU¹, RIZOS-THEODOROS CHADOULIS², KOSTAS VOURLIAS³, STELIOS ORFANAKIS⁴, and DENIS VAVOUGIOS⁵ — ¹Physics Dept., Univ. Patras — ²Informatics Dept., Aristotle Univ. Thessaloniki — ³Pefka High School — ⁴OpenUp, Panhellenic Sci. Assoc. of Innovation — ⁵Physics Dept., Univ. Thessaly

The Hellenic Physical Society organizes annual national physics competitions for students at various educational levels. This study examines the performance patterns of secondary school students focusing on demographic and educational factors such as origin, gender and school type. Anonymized data from student responses to competition questions were analyzed using detailed statistical methods to identify common areas of difficulty, alternative ideas and knowledge gaps. The questions were classified based on the physics area they address, the task type, the assigned difficulty level and the underlying alternative ideas. By examining response patterns and success rates, we explored performance disparities among different student demographics, paying particular attention to differences in knowledge levels related to educational environment and background. Our findings provide valuable insights into student learning patterns and performance challenges, offering perspectives to improve competition frameworks and refine educational aspects, with an emphasis on targeted support for diverse demographic groups and fostering a more inclusive learning environment that addresses specific educational needs across various backgrounds.

DD 27.7 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Expertise messen - Weiterentwicklung eines Testinstruments zu Problemschemata in der Mechanik — ●KATJA PLICHT und JOSEF RIESE — Universität Paderborn

Die Expertise einer Person kann in der Physik durch die Untersuchung ihrer Problemlöseleistung bestimmt werden. Die Expertiseforschung identifiziert in diesem Zusammenhang Problemschemata als zentrale Gelingensbedingung eines erfolgreichen Problemlöseprozesses. Problemschemata werden als kognitive Strukturen beschrieben, die im Verlauf des Expertiseerwerbs ausgebildet werden und Informationen über Anwendungsheuristiken und Lösungsansätze beinhalten, sodass bei der Identifikation einer Problemklasse bereits bestehende Lösungsstrategien genutzt werden können.

Für die empirische Evaluation der Expertise von Lernenden müssen somit entsprechende Testinstrumente vorliegen. Trotz ihrer hohen Relevanz fehlt es jedoch an empirischen Untersuchungen von Problemschemata. In der vorliegenden Arbeit wird daher eine Operationalisierung des Konstrukts und dessen Umsetzung in einem Testinstrument vorgestellt. Dabei wird die Güte anhand der Daten mehrerer Semester und Kohorten zusammenfassend diskutiert.

DD 27.8 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Lesson Study Plus: Potentiale und Herausforderungen — ●CHRISTIANE RICHTER, KAI BLIESMER und MICHAEL KOMOREK — Institut für Physik c. v. Ossietzky-Universität Oldenburg

Die Lesson Study erlaubt eine Form der Unterrichtsforschung, bei der Schülerlernen im Fokus steht und bei der durch Beobachtung der Lernendenhandlungen Rückschlüsse auf abgelaufene Lernprozesse gezogen werden (Knoblauch 2017; Mewald 2019). In Praxismodulen nutzen wir den Planungsansatz *Backbone*, der zwischen Sicht- und Tiefenebene unterscheidet (Richter & Komorek 2017), und verknüpfen diesen mit der Lesson Study. Ihre Planung erproben die Studierenden in einer Kooperationschule; eine Person der Studierenden unterrichtet, während die anderen Studierenden das Handeln je eines Lernenden beobachten. In der anschließenden Auswertung wird versucht, aus den Beobachtungen auf kognitive Prozesse der Lernenden zu schließen. Die beobachteten Handlungen von Lernenden, die abgeleiteten Kognitionen und die Planungen werden anschließend systematisch aufeinander bezogen. Obwohl es sich bei der Lesson Study um eine effektive Methode handelt, um die Oberflächenstruktur des Unterrichts zu erfassen, mangelt es ihr an Indikatoren, mit denen auf die Tiefenstruktur geschlossen werden kann. Dadurch ergibt sich die Herausforderung, die Methode der Lesson Study der theoretischen Fundierung hinsichtlich des Planungsansatzes Backbone anzupassen. Der Lösung dieses Problems versuchen die Autoren näher zu kommen.

DD 27.9 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Binnendifferenziertes Experimentieren zur Förderung der

Variablenkontrollstrategie im Unterricht — ●TOBIAS WINKENS, NICOLAS HARTRUMPF und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

Der Beitrag fokussiert auf das Experimentieren unter Anwendung der Variablenkontrollstrategie (VKS) mit einem expliziten binnendifferenzierten Förderansatz. Als unterrichtstauglicher Ansatz berücksichtigt er das Vorwissen der Lernenden als Ausgangslage und baut darauf Lerngelegenheiten auf. Die theoretische Basis bilden die vier aus der Literatur bekannten VKS-Teilfähigkeiten zur Interpretation (IN), Identifikation (ID) und Planung (PL) kontrollierter Experimente sowie das Verständnis der fehlenden Aussagekraft konfundierter Experimente (UN). Mithilfe teilfähigkeitsspezifischer Arbeitsblattvorlagen werden Experimente zur VKS implementiert, sodass zu jedem Experiment leicht vier Arbeitsblattversionen mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad erzeugt werden können. Damit wurden zwei Lernzirkel mit den fünf gleichen experimentellen Aufbauten, aber verschiedenen Anleitungen erstellt. Ein Lernzirkel umfasst die vorwiegend einfachen Teilfähigkeiten (2xIN, 2xID, 1xPL) und ein anderer die schweren Teilfähigkeiten (3xPL, 2xUN). In einer ersten Erhebung (N=87) in drei gymnasialen 7. Klassen wurden die SuS gemäß ihrer Pre-Test-Ergebnisse in leistungshomogene Kleingruppen (2-3 SuS) eingeteilt und durchliefen in diesen eine Intervention aus einer Einführung, der Lernzirkeldurchführung sowie einer Sicherung und absolvierten zum Abschluss den Post-Test. Die Ergebnisse dieser Erhebung werden auf dem Poster vorgestellt.

DD 27.10 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Laserphysik im Lehr-Lern-Labor: Wie Lernumgebung und Disposition die intrinsische Motivation beeinflussen — ●ROMAN KUHR, LUKAS MACZEWSKY und HEIDI REINHOLZ — AG Didaktik der Physik, Universität Rostock, Mecklenburg-Vorpommern

In den letzten Jahrzehnten ist die Zahl der Schülerlabore und Lehr-Lern-Labore deutlich gestiegen (Engeln, 2004). Diese Entwicklung erfolgte insbesondere vor dem Hintergrund des Fachkräftemangels mit dem Ziel, das Interesse von Kindern und Jugendlichen für den MINT-Bereich zu fördern (Haupt, 2013). Die Wirksamkeit solcher Maßnahmen wird häufig anhand der Veränderung der intrinsischen Motivation untersucht. Zahlreiche Studien weisen darauf hin, dass der Besuch eines Schüler- oder Lehr-Lern-Labors einen temporären positiven Effekt auf die intrinsische Motivation haben kann (Simon, 2019; Pawel, 2009; Zehren, 2009).

Im Lehr-Lern-Labor PhySch an der Universität Rostock wurde ein Projekt zum Thema Laserphysik für die Sekundarstufe II entwickelt, das im Hinblick auf seine Wirkung auf die intrinsische Motivation evaluiert wurde. Untersucht wurde, inwiefern bestimmte Einflussfaktoren der Lernumgebung sowie individuelle Dispositionen zur Veränderung der intrinsischen Motivation führen. Mithilfe von Fragebögen und Korrelationsanalysen wurden Prädiktoren aus fünf Durchgängen über zwei Semester hinweg identifiziert.

DD 28: Poster – Lehreraus- und -fortbildung

Time: Tuesday 16:15–17:45

Location: ZHG Foyer 1. OG

DD 28.1 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Einsatz von 3D-Druckern im (inklusive) MINT-Unterricht — ●SIMON HÖFTING, MORITZ LANGER und ANDRÉ BRESGES — Universität zu Köln / Institut für Physikdidaktik

Der Einsatz von 3D-Druckern im Bildungsbereich bietet großes Potenzial, den MINT-Unterricht, zum Beispiel durch individualisierte Lehrmittel, praxisnah und inklusiv zu gestalten. Trotz dieses Potenzials werden 3D-Drucker an Schulen bisher selten genutzt, unter anderem, da Lehrkräfte häufig unzureichend geschult sind. Im Rahmen des lernen:digital-Projektes ComeMint wurde ein Workshop entwickelt, der Lehrkräfte und Lehramtsstudierende befähigt, den 3D-Drucker zielführend im Unterricht einzusetzen.

In diesem zweiteiligen Workshop steht die spielerische Vermittlung der 3D-Druck-Pipeline im Mittelpunkt, von der ersten Idee bis zum fertigen Produkt. Die Teilnehmenden entwerfen und drucken ein eigenes Katapult, wobei sie physikalisches Vorwissen anwenden und kreative Lösungen entwickeln. Die zweite Sitzung dient der Präsentation der gedruckten Objekte, der Reflexion der Designentscheidungen und der Nachbereitung der Drucke.

Das Poster stellt neben dem Workshopkonzept auch den Entwicklungsprozess des Workshops nach dem Double-Diamond-Ansatz vor

und zeigt, wie durch iterative Anpassungen ein Fortbildungsmodell entstand, das flexibel auf verschiedene Zielgruppen übertragbar ist. Ziel des Posters ist es, Einblicke in die Verbindung von Designmethodik und didaktischer Entwicklung zu geben, um innovative, praxisorientierte Lehrkonzepte zu fördern.

DD 28.2 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
MINT-Unterricht mit digitalen Medien adaptiv gestalten — ●JASMIN MOSER¹, RICHARD SCHULTE¹, FRANK SEEBERGER¹, LINDA VON SOBBE², ULRIKE FRANKE¹, ANNEKE SCHMIDT¹, JAN-PHILIPP BURDE¹, WALTER PARAVICINI¹, STEFAN SCHWARZER¹ und ANDREAS LACHNER¹ — ¹Universität Tübingen, Deutschland — ²Deutsches Institut für Erwachsenenbildung, Bonn, Deutschland

Adaptiver Unterricht, also die gezielte Anpassung von Unterricht an die Voraussetzungen der Lernenden, ist eine vielversprechende Möglichkeit mit der zunehmenden Heterogenität an Schulen umzugehen. Dabei kann der Einsatz digitaler Medien die Umsetzung eines adaptiven Unterrichts erleichtern. Im Rahmen des Projektes MINT-ProNeD wurde eine Lehrkräftefortbildung zu adaptivem MINT-Unterricht in Form eines Moodle-Selbstlernkurses entwickelt. Dieser Kurs ermöglicht es Lehrkräften, sich die Grundlagen adaptiven Unterrichtens sowie des-

sen Umsetzung mit und ohne digitale Medien anzueignen. In Kooperation mit einer Physiklehrkraft wurden als physikspezifische Anwendung der Inhalte des Selbstlernkurses digitale Unterrichtsmaterialien mit H5P für den Optikunterricht in der Sek I erstellt und erprobt. Diese beinhalten sowohl unterschiedliche Lernpfade als auch elaboriertes, automatisiertes Feedback als Elemente adaptiven Unterrichts. Das Poster stellt die Konzeption des Selbstlernkurses zu adaptivem MINT-Unterricht sowie die physikspezifischen adaptiven Unterrichtsmaterialien vor.

DD 28.3 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Online-Selbstlernkurs zu digitalen Medien im Physikunterricht — ●DAVID WEILER¹, JAN-PHILIPP BURDE¹, KASIM COSTAN², RIKE GROSSE-HEILMANN³, CHRISTOPH KULGEMEYER², ARMIN LÄSSER⁴, KATJA PLICHT³, JOSEF RIESE³ und THOMAS SCHUBATZKY⁴ — ¹Universität Tübingen — ²Universität Bremen — ³Universität Paderborn — ⁴Universität Innsbruck

Die fortschreitende Digitalisierung stellt die Lehrkräftebildung vor große Herausforderungen. Während Junglehrkräfte schon von Veränderungen in der Lehrkräfteausbildung profitieren, wurden viele der berufstätigen Lehrkräfte nicht angemessen auf die Möglichkeiten der Digitalisierung vorbereitet. Der Kompetenzverbund lernen:digital widmet sich daher der gezielten Unterstützung dieser Lehrkräfte bei der Entwicklung digitalisierungsbezogener Kompetenzen. Im zugehörigen Verbundprojekt ComeMINT wurde unter anderem ein Online-Selbstlernkurs zum Einsatz digitaler Medien im Physikunterricht entwickelt, der auf Vorarbeiten aus der Lehrkräfteausbildung sowie auf einer Erhebung von Bedürfnissen praktizierender Physiklehrkräfte aufbaut. Der Online-Selbstlernkurs ermöglicht den Erwerb grundlegender Kompetenzen zum Einsatz physikspezifischer digitaler Medien, wie z. B. digitaler Messwerterfassung, Augmented Reality oder Simulationen. Das Poster stellt den Aufbau und die Inhalte des Online-Selbstlernkurses vor.

DD 28.4 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Analyse von Lehrkräfte-Netzwerken und deren Nutzung — ●RAMONA SCHAUER-BOLLIG und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University, I. Physikalisches Institut IA

Ein wesentlicher Aspekt fachdidaktischer Forschung ist die Weiterentwicklung schulischen Unterrichts. Neben der Entwicklung von Lehrinnovationen zählt dazu insbesondere auch deren gelungene Implementierung

in der Schulpraxis. Eine zweckdienliche Strategie ist der symbiotische Implementationsansatz, der durch einen Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis geprägt ist. Lehrkräfte-Netzwerke mit gleichzeitiger Beteiligung von Akteuren aus Hochschulen stellen eine Option dar, einen solchen Austausch zu ermöglichen. Mit dem Forschungsvorhaben wird der Frage nachgegangen, wie geeignete Rahmenbedingungen für nachhaltig wirksame Lehrkräfte-Netzwerke aussehen können und ob etablierte Netzwerke ein gangbarer Weg sind, physikdidaktische Lehrinnovationen in der Schule erfolgreich zu implementieren. In einem ersten Schritt werden dazu etablierte Netzwerke sowie deren Nutzung durch Lehrkräfte untersucht. Dabei interessiert insbesondere, inwiefern diese Lehrkräfte-Netzwerke einen praktischen Mehrwert für den eigenen Unterricht der Teilnehmenden bieten und dabei auch der Implementation physikdidaktischer Lehrinnovationen dienen (können).

DD 28.5 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Was motiviert Schüler*innen Lehramt zu studieren? — ●LION CORNELIUS GLATZ¹, TEEMU LOH², PAULINE CZORA², MARK ULLRICH², HOLGER HORZ² und ROGER ERB¹ — ¹Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt — ²Pädagogische Psychologie, Goethe-Universität Frankfurt

Vor dem Hintergrund rückläufiger Studierendenzahlen im Physik-Lehramt und im Lehramt generell, stellt sich die Frage, was Schüler*innen motiviert ein Lehramtsstudium zu beginnen, welche Vorstellungen über den Lehrberuf sie haben, und welche Erwartungen an den Berufsalltag als Lehrkraft existieren.

In einer Mixed-Methods-Erhebung an hessischen Schulen werden deswegen Schüler*innen, die kurz vor dem Abitur stehen, zu ihrer Motivation bei der geplanten Berufswahlentscheidung und zu ihren Erwartungen an den zukünftigen Beruf, bzw. ihr angedachtes Studium oder Ausbildung befragt, mit einem besonderen Fokus auf den Schüler*innen, die ein Lehramtsstudium in Betracht ziehen. Dabei interessiert nicht nur, welche Motive für die Wahl eines Lehramtsstudiums ausschlaggebend sind, sondern auch inwiefern sich diese über den Verlauf des Studiums ändern. Aus diesem Grund ist die Studie als (quasi-)längsschnittliche Erhebung geplant, die sowohl Abiturient*innen als auch Studierende in den Blick nimmt. Ein besonderer Fokus ist auf die Wahl der Fächer, speziell aus den Naturwissenschaften, gerichtet.

In diesem Beitrag wird eine detaillierte Vorstellung des Studiendesigns vorgenommen.

DD 29: Poster – Neue / digitale Medien

Time: Tuesday 16:15–17:45

Location: ZHG Foyer 1. OG

DD 29.1 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Entwicklung einer GeoGebra basierten AR-Umgebung zur Polarisation von Licht — ●JOAQUIN VEITH, SAMUEL HORN, JUDITH SCHMID und PHILIPP BITZENBAUER — Professur für Physikdidaktik, Universität Leipzig, Vor dem Hospitalore 1, 04103 Leipzig

Empirischen Erhebungen zufolge ist der Einsatz von Augmented Reality (AR) Umgebungen besonders dann lernförderlich, wenn Lerninhalte abstrakt sind, bspw. in der Wellenoptik oder der Quantenphysik. Gerade in diesen Bereichen ist jedoch ein erheblicher Mangel an AR-Umgebungen zu verzeichnen. Wir stellen daher eine neu entwickelte AR-Umgebung zum Thema Polarisation von Licht vor, die niederschwellig und einfach zu implementieren mittels GeoGebra realisiert wurde. Auf dem Poster stellen wir Ergebnisse einer Feldstudie mit N=120 Schülerinnen und Schülern vor, mit der die AR-Umgebung evaluiert wurde. Sich an die Ergebnisse dieser Studie anschließende Forschungsziele werden vorgestellt.

DD 29.2 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Exploration von Einstellungen Studierender zum Einsatz von ChatGPT beim Lernen von Physik — ●ANTONIA BAUER¹, ELEONORE BECKER², JOAQUIN VEITH² und PHILIPP BITZENBAUER² — ¹FAU Erlangen-Nürnberg, Didaktik der Physik — ²Universität Leipzig, Institut für Didaktik der Physik

Diese Studie untersucht die Einstellungen und Erfahrungen von Physik-Studierenden im Umgang mit ChatGPT beim Lernen von Physik. Zur Analyse der Einstellungen wird das ABC-Modell herangezogen, das die affektive, kognitive und verhaltensbezogene Dimension integriert. Darüber hinaus werden die spezifischen Erfahrungen dieser

Gruppe systematisch erfasst, um Einblicke in praktische Nutzungsmuster sowie mögliche Herausforderungen im Umgang mit ChatGPT zu gewinnen.

DD 29.3 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

AR Physics Table: Interaktive Experimentiertische für das experimentelle Lernen im Schülerlabor — ●FABIAN BERNSTEIN^{1,2} und THOMAS WILHELM² — ¹TECHNOSEUM Mannheim — ²Goethe-Universität Frankfurt a. M.

Interaktive Aufprojektionssysteme eröffnen innovative Möglichkeiten, Schülerexperimente durch digitale Augmentierungen zu erweitern. Diese reichen von der Visualisierung physikalischer Konzepte wie Kräfte und Felder über die Bereitstellung praktischer Hilfestellungen bis hin zur Umsetzung immersiver Lernszenarien, die auf narrativen oder spielbasierten Ansätzen beruhen. Im Kontext eines Schülerlabors bieten Aufprojektionssysteme entscheidende Vorteile gegenüber Head-Mounted Displays: Sie sind kostengünstiger, robuster und fördern kollaborative Arbeitsweisen, wodurch ein flächendeckender Einsatz im Schülerlabor überhaupt realisierbar erscheint. Während bisherige Forschung zu AR-Systemen in der physikalischen Bildung oft auf Machbarkeitsstudien oder kleine Anwendungsszenarien - wie universitäre Praktika mit wenigen Teilnehmenden - beschränkt bleibt, verfolgt das am TECHNOSEUM Mannheim entwickelte System einen praxisorientierten Ansatz. Unter dem "KISS"-Paradigma (Keep It Simple, Stupid) wird bewusst auf komplexe Computer-Vision-Technologien verzichtet, um stattdessen Robustheit, Skalierbarkeit und Alltagsauglichkeit in den Vordergrund zu stellen. Ziel ist es, didaktische Innovationen flächendeckend zugänglich zu machen und den dauerhaften Einsatz dieser Technologie in Schülerlaboren zu ermöglichen.

DD 29.4 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Ressourcennutzung beim Problemlösen - eine Eyetracking Studie — ●JONAS DEPPE und GUNNAR FRIEGE — Leibniz Universität Hannover, IDMP-AG Physikdidaktik, Welfengarten 1A, 30167 Hannover

Um herauszufinden, wie Lernende Wissensressourcen beim Problemlösen verwenden, wurde Lehramts-Studierenden mit Fach Physik (N=14) ein schwieriges, unbekanntes Problem aus der Elektrizitätslehre vorgelegt, in welchem es um die Berechnung eines Ersatzwiderstandes geht.

Beim Problemlösen war es ihnen möglich, physikalisches Wissen nachzuschlagen. Eine Teilgruppe nutzte dazu ein vorgegebenes Glossar mit Formeln und Erklärungen. Die zweite Teilgruppe durfte das Internet verwenden und dort frei nach Informationen suchen.

Das Vorgehen beim Problemlösen, Lösungsergebnis und die Nutzung der Wissensressource wurden erhoben, ausgewertet und analysiert.

DD 29.5 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Physik im Kontext Seismologie — ●ANGELA FÖSEL und DOMINIK HINZ — Didaktik der Physik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Der Raspberry Shake 1D Vertikalbewegungs-Seismograph kombiniert einen Raspberry Pi Mini-Computer, ein vertikales Geophon, einen 24-Bit-Digitizer und eine nahezu Echtzeit-Datenübertragung. Dieses modulare System ist in der Lage, Erdbeben sowie alltägliche Vibrationen zu detektieren.

Während der RS1D ein kostengünstiges und dennoch durchaus professionelles Instrument für Seismologinnen und Seismologen ist, haben wir als Physikerinnen und Physiker dieses computerbasierte Messsystem genutzt mit dem Ziel, Physik im Kontext Seismologie zu unterrichten.

Wir beschreiben im Detail, wie der Seismograph funktioniert. Wir präsentieren die Detektion von Bodenbewegungen sowohl von Erdbeben als auch von alltäglichen Vibrationen anhand ausgewählter Beispiele. Dabei konzentrieren wir uns auf den Physikunterricht im Kontext der Seismologie und präsentieren didaktische Ideen zum Lernen über Akustik, zur Nutzung von Messsystemen und zur Anwendung wissenschaftlicher Methoden.

DD 29.6 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Entwicklung und Einsatz digitaler Medien in der Vermittlung des Krümmungsbegriffs der Allgemeinen Relativitätstheorie über Sektormodelle im Physikunterricht: Effekte auf Lernerfolg, Motivation und Kognitive Belastung — ●STEFAN GRÜNE, UTE KRAUS und CORVIN ZAHN — Institut für Physik, Universität Hildesheim, Universitätsplatz 1, 31141 Hildesheim

In diesem Beitrag wird eine Unterrichtskonzeption nach Wilhelm et al. (2021) zum Krümmungsbegriff der Allgemeinen Relativitätstheorie vorgestellt. Ziel ist es, das Konzept der Krümmung mithilfe von Sektormodellen nach Zahn & Kraus (2014) anschaulich zu vermitteln und eine quantitative Bestimmung an zwei Beispielen gekrümmter Flächen zu ermöglichen. Das Konzept existiert sowohl in analoger als auch in digitaler Form und leistet einen Beitrag zu einer schultauglichen Vermittlung der Relativitätstheorie. Darüber hinaus soll eine laufende Vergleichsstudie Aufschluss über Unterschiede zwischen dem Einsatz analoger und digitaler Medien in der Vermittlung physikalischer Inhalte geben. Im Detail erhebt die Vergleichsstudie Daten zu Wissens-

erwerb, Motivation und kognitive Belastung. Die Studie wird in zwei Wellen stattfinden, die nacheinander zwei Ausprägungen in der Nutzung digitaler Medien nach SAMR (Puentedura, 2014) mit analogen Medien vergleichen. Während zunächst digitale Medien auf S-Niveau nach SAMR in der Studie eingesetzt werden, um den reinen Effekt der Digitalisierung zu testen, wird in einer folgenden Welle das digitale Material auf A- bzw. M-Niveau nach SAMR mit analogen Medien verglichen.

DD 29.7 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Smartphone-gestützte Experimente zur Quantenphysik — ●JOHANNES SCHLAF, DOMINIK DORSEL, SEBASTIAN STAACKS, CHRISTOPH STAMPFER und HEIDRUN HEINKE — I. & II. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University, Deutschland

Gängige Schulexperimente zur Quantenphysik sind häufig komplex und/oder stellen eine Art "Black Box" für Schülerinnen und Schüler dar, welche nicht vollständig verstanden wird. Zudem wird typischerweise kostenintensives Equipment benötigt, sodass anstelle von Schülerexperimenten häufig nur Simulationen durchgeführt werden. Aus diesem Grund wurden Schülerexperimente zur Quantenphysik mit übersichtlichen, leicht verständlichen Aufbauten entwickelt, welche das schülereigene Smartphone für die Messdatenerfassung und -darstellung nutzen. Hierbei handelt es sich (i) um ein Analogieexperiment zur quantenkryptographischen Übertragung von Schlüsseln mithilfe des BB84-Protokolls sowie (ii) um ein Experiment zur Bestimmung des Planck'schen Wirkungsquantums. Um den Einsatz des letzteren Experiments zu erleichtern und den Kostenfaktor zu senken, wurden die Aufbauten als einfach zu realisierendes DIY-Projekt ausgelegt. Im Wintersemester 2024/25 wurden beide Experimente im physikalischen Praktikum für Chemiestudierende an der RWTH Aachen pilotiert und hinsichtlich ihrer Usability evaluiert. Auf dem Poster werden die Experimente sowie erste Ergebnisse der Evaluierung vorgestellt.

DD 29.8 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Visualisierung mathematisch-physikalischer Konzepte mit Manim: Möglichkeiten und Einsatz in der (universitären) Lehre — ●CARLO VON CARNAP und PASCAL KLEIN — Universität Göttingen, Deutschland

Die Python-Bibliothek *Manim* (*mathematical animations*) wurde ursprünglich von Grant Sanderson für die Animationen seines Youtube-Kanals *3Blue1Brown* entwickelt. Die einfache Handhabung der Bibliothek und die damit verbundene geringe Einstiegshürde machen *Manim* zu einem äußerst geeigneten Werkzeug für den Einsatz in der (universitären) Lehre. *Manim* ermöglicht es Dozierenden, Inhalte durch präzise und anschauliche Animationen zu präsentieren und gleichzeitig den Erstellerinnen die behandelten Inhalte weiter zu vertiefen.

In diesem Vortrag wird das Potenzial von *Manim* zur Darstellung mathematischer und physikalischer Konzepte vorgestellt. Anhand exemplarischer Kurzanimationen zu Themen wie Wegintegralen in der Mechanik, Integralsätzen in der Elektrodynamik oder Koordinatentransformationen wird gezeigt, wie diese in Vorlesungen genutzt werden können um komplexe Sachverhalte verständlich und visuell ansprechend zu vermitteln.

Solche Animationen können die universitäre Lehre im Sinne des Lernens mit multiplen Repräsentationen bereichern, indem sie abstrakte Konzepte greifbarer machen. Darüber hinaus werden sowohl die Möglichkeiten als auch die Grenzen der Bibliothek diskutiert.

DD 30: Poster – Neue Konzepte

Time: Tuesday 16:15–17:45

Location: ZHG Foyer 1. OG

DD 30.1 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Educational Escape Room der Physik mit European Board Game Konzepten — ●SASCHA ALBERT BRÄUNINGER¹, DAMIAN ALEXANDER MOTZ^{1,2}, MATTHIAS LÜPKE¹ und HERMANN SEIFERT¹ — ¹Institute for General Radiology and Medical Physics, University of Veterinary Medicine Hannover Foundation, Bischofsholer Damm 15, 30173 Hanover, Germany — ²Institute of Sanitary Engineering and Waste Management, Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover, Germany

Der hier vorgestellte educational Escape Room (ER) der Physik ist ein inverser Escape Room aus zwei Räumen mit zwei komplementären Raum- und Lichtkonzepten, d.h. das Hauptziel ist das Betreten des

zweiten Raumes. Der ER umfasst 10 überwiegend experimentelle Rätsel der Physik aus den Bereichen Mechanik (Kinematik, Kräfte), elektrischer Gleich- und Wechselstrom, Optik, Absorption von Röntgenstrahlung, Thermodynamik, Magnetismus, Atom/Molekülphysik sowie 16 Nebenrätsel (Europuzzles) ergänzt durch ein Siegpunktesystem angelehnt an European Board games (Eurogames). Die Physikrätsel sind obligatorisch und der ER ist langfristig und nachhaltig in den Lehrkatalog (Wahlbereich) eines Studienganges (hier Tiermedizin) übernommen worden. Details: <https://arxiv.org/abs/2406.15454> | https://doi.org/10.15487/tiho.13_2024.6

DD 30.2 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Konzipierung eines Workshops im MILENa-Programm:

MINT-Lehrkräfte von morgen fördern — ●PEER BRUNS, CHRISTINA LÜDERS, MARIA HINKELMANN, TOBIAS WINKENS und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

Seit Jahren werden die Auswirkungen des bestehenden Lehrermangels immer deutlicher und es ist kein Ende absehbar. Das Programm MLeNa zur MINT-Lehrkräfte-Nachwuchsförderung versucht diesem Mangel entgegenzuwirken, indem Oberstufenschüler*innen eigene Lehrereffahrungen machen sollen, um eine bewusste Studienentscheidung treffen zu können. Hierfür wurde ein Workshop entwickelt, in dem am Programm teilnehmende Oberstufenschüler*innen einen Kurs zum Thema "Magie oder MINT?" gemäß dem Prinzip des forschenden Lernens zur Durchführung mit jüngeren Schüler*innen erstellen können. Die am Lehramt interessierten Oberstufenschüler*innen erhalten die Möglichkeit, durch Planung und Durchführung des Kurses einen unterrichtspraktischen Einblick in den Beruf zu erhalten. Zusätzlich soll bei Unterstufen-Schüler*innen durch das Thema Magie eine Interessenförderung im MINT-Bereich erreicht werden. Um die Bedürfnisse und Wünsche der am Programm MLeNa teilnehmenden Schüler*innen möglichst gut einbeziehen zu können, wurde eine Bedarfsanalyse in Form eines Fragebogens mit 27 MLeNa-Teilnehmer*innen durchgeführt. Auf dem Poster werden die Ergebnisse dieser Umfrage sowie das entwickelte Workshopkonzept präsentiert.

DD 30.3 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

"Upho" - ein Gesellschaftsspiel zur Darstellung physikalischer Größen — ●NELE HACK, RAMONA SCHAUER-BOLLIG und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

Beim Game-based Learning können basierend auf bestehenden Spielkonzepten neue Spiele entwickelt werden, um spielerisch Fachinhalte zu vermitteln. Es ist förderlich, wenn das grundlegende Regelwerk den meisten Schüler*innen bekannt ist. Sind darüber hinaus das Konzept und die Regeln des Spiels möglichst einfach gestaltet, können sie auch von denjenigen Schüler*innen schnell erarbeitet werden, denen das zugrundeliegende Gesellschaftsspiel nicht geläufig ist. Dieses Konzept lässt sich auch mit Themen aus dem Physikunterricht umsetzen. In diesem Unterricht soll Kommunikation über physikalische Phänomene erlernt und physikalisches Wissen systematisiert werden. Eine wichtige Grundlage dafür ist die korrekte Darstellung physikalischer Größen. Deshalb wurde das Gesellschaftsspiel "Upho" entwickelt, das an das bekannte Spiel "Uno" angelehnt ist. Die Spieler*innen sollen damit üben, Größen, Formelzeichen, Einheiten und Formeln als solche zu erkennen und die zur selben physikalischen Größe gehörenden einander zuzuordnen. Das Spiel kann flexibel an verschiedene Themenbereiche angepasst werden, soll motivationsfördernd wirken, den Unterricht auflockern und ohne großen Material- oder Zeitaufwand eine Lerngelegenheit bieten. Auf dem Poster wird das Spiel vorgestellt und erste Erfahrungen mit dem Einsatz werden berichtet.

DD 30.4 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Implementation modularer Smartphone-Experimente im Physikunterricht — ●MARIJA HERDT und HEIDRUN HEINKE — I. Physikalisches Institut IA, RWTH Aachen, Deutschland

Viele Lehrkräfte verfolgen bei der Implementation von Unterrichtsinnovationen an Schulen eine steinbruchartige und pragmatische Nutzung von zur Verfügung gestellten Unterrichtsmaterialien. Mit einem alternativen Implementationsansatz wird dem Rechnung getragen, um so die Akzeptanz für Innovationen nachhaltig zu erhöhen. Dies wird am Beispiel der kostenfreien App phyphox für den Physikunterricht der Sekundarstufe I umgesetzt, die den Einsatz des Smartphones als mobiles Messinstrument ermöglicht. Das entwickelte Unterrichtskonzept beinhaltet eine Einführungsstunde, welche durch einen modularen Lernzirkel Einblicke in die verschiedenen Sensoren des Smartphones und deren Nutzbarkeit in Experimenten liefert. Darauf aufbauend werden den Lehrkräften low-cost Experimentierkits bereitgestellt, welche modulare Arbeitsblätter, Begleitmaterial sowie das experimentelle Zubehör in Klassengröße zu zahlreichen Schülerexperimenten aus verschiedenen Inhaltsfeldern des Kernlehrplans enthalten. Diese können die Lehrkräfte nach eigenem Ermessen in ihren Unterricht integrieren. Der Ansatz soll einen niederschweligen Zugang zu einem unterrichtlichen Einsatz digitaler Messwertfassung unter Nutzung von Smartphones ermöglichen, wozu Lehrkräfte in ersten Erprobungen bereits positive Rückmeldungen gaben. Im Poster werden das Konzept der Einführungsstunde und die Zusammensetzung der Experimentierkits vorgestellt sowie eine Übersicht zur Implementationsstudie gegeben.

DD 30.5 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Unterstützung in der Studieneingangsphase - Der Reform-

studiengang Physik Plus — ●CHRISTINA LÜDERS, STEFAN ROTH und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

Besonders in den MINT-Studiengängen sind hohe Abbruchquoten zu verzeichnen. Nach Neugebauer et al. (2019) finden 47% aller Studienabbrüche in den ersten beiden Fachsemestern statt. Bei der Unterstützung der Studierenden sollte man also in der Studieneingangsphase ansetzen. An der RWTH Aachen gibt es neben den klassischen Bachelorstudiengängen Physik und Lehramt Physik seit dem WS 2021/22 auch den Reformstudiengang Physik Plus. In diesem absolvieren die Bachelor-Studierenden das Physikstudium statt in sechs Semestern in acht Semestern. Daher können besonders in der Studieneingangsphase ergänzende unterstützende Veranstaltungen angeboten werden. Seit dem WS 2019/20 wurden sukzessive Daten in der Studieneingangsphase der Physikstudiengänge erhoben um Eingangsvoraussetzungen, Wahrnehmungen und Wünsche der Studierenden zu erfassen. Die Daten wurden in Form von Fragebögen und Interviews erhoben. Die Befragung hat ergeben, dass sich die Studierenden der unterschiedlichen Studiengänge signifikant in ihren Eingangsvoraussetzungen unterscheiden. Die ergänzenden Interviews ermöglichen einen tiefergehenden Einblick in die Wahrnehmungen und Wünsche der Studierenden des Studiengangs Physik Plus. Auf dem Poster wird der Studiengang Physik Plus mit aktuellen Studierendenzahlen vorgestellt sowie ein Einblick in die Eingangsvoraussetzungen, Wahrnehmungen und Wünsche dieser Studierenden gegeben.

DD 30.6 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

MINT-Lehrkräfte von morgen: Berufsorientierung und Praxiserfahrung im MLeNa-Programm — ●CHRISTINA LÜDERS¹, TOBIAS WINKENS¹, MARIA HINKELMANN¹, CHRISTIAN SALINGA¹, CARINA GÖBELS¹, LEONIE JUNG², JULIA TOCCO², HEIKE THEYSSEN², BERNADETTE SCHORN³ und HEIDRUN HEINKE¹ — ¹RWTH Aachen University — ²Universität Duisburg-Essen — ³Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn

Das MLeNa Programm zur MINT-Lehrkräfte-Nachwuchsförderung hat sich zum Ziel gesetzt dem sich verschärfenden Mangel an MINT-Lehrkräften entgegenzuwirken. Der Grundgedanke ist es, dass Schüler:innen der Oberstufe in der Phase der Berufsentscheidung einen vertieften Einblick in den Beruf einer MINT-Lehrkraft erhalten. Dabei werden sie von der eigenen Schule und von einer nahegelegenen Hochschule begleitet. Von Hochschulen werden z.B. Lerngelegenheiten in Form von Workshops angeboten, in denen Grundlagen zur Gestaltung von Unterricht vermittelt werden. An den eigenen Schulen erhalten die Schüler:innen durch Lehrgelegenheiten die Möglichkeit praktische Erfahrungen als Lehrkräfte zu sammeln. Ergänzt wird das Programm durch weitere Angebote der Hochschulen zur Berufs- und Studienorientierung. Auf dem Poster werden die Struktur des MLeNa Programms sowie Umsetzungsmöglichkeiten unterschiedlicher Hochschulen und Schulen vorgestellt.

DD 30.7 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Artikel-Memory zum Klimawandel: Förderung kritischer Informations- und Medienkompetenz im Physikunterricht — ●JULIA HÄDRICH, LINUS BRÄUMER und RITA WODZINSKI — Didaktik der Physik, Universität Kassel

Ergebnisse aktueller Studien (ICILS, 2023) zeigen bei deutschen Schüler:innen einen signifikanten Rückgang computer- und informationsbezogener Kompetenzen wie die Suche nach Informationen und ihre sichere Bewertung, die für den Umgang mit der Informationsflut und Fehlinformationen im Internet notwendig sind. Das Modell der kritischen Informations- und Medienkompetenz von Schiefner-Rohs (2012) stellt einen geeigneten Rahmen dar, um sich der Thematik aus fachdidaktischer Sicht zu widmen. Der Förderung der kritischen Informations- und Medienkompetenz im Physikunterricht widmet sich die Unterrichtsmethode des Artikel-Memorys. Die Lernenden setzen sich dabei selbstständig mit realen Artikeln zum Klimawandel auseinander. Über eine Konfrontation mit glaubwürdigen und unglaubwürdigen Inhalten werden sie für Fehlinformationen sensibilisiert. Auf dieser Grundlage identifizieren die Lernenden Kriterien, die eine Einschätzung der Glaubwürdigkeit ermöglichen. Die identifizierten Kriterien können dann in existierende Modelle zur Bewertung von Informationen wie dem CRAAP-Test (Blakeslee, 2004) eingebunden werden. Die Evaluation des Konzepts war Gegenstand von zwei studentischen Abschlussarbeiten. Das Poster stellt die Methode und die Ergebnisse der Arbeiten vor.

DD 30.8 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Was macht das K in MINKT? - Ein Review zu Ansätzen von

MINKT / STEAM in der naturwissenschaftlichen Bildung —
•NATHALIE WOLKE und SUSANNE HEINICKE — Universität Münster

Der Begriff der STEM-Bildung (Science, Technology, Engineering, Mathematics) ist eng verwandt mit dem im deutschsprachigen Raum gebräuchlichen Konzept der MINT-Bildung (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik). Beide Ansätze zielen darauf ab, interdisziplinäres Denken, die naturwissenschaftlich-technische Bildung und insbesondere das Interesse an ihr unter Lernenden zu fördern.

Durch die Integration künstlerischer Elemente (Arts) wurde, insbesondere inspiriert durch die Design Thinking-Bewegung und innovative Pädagogiken, in den 2010er Jahren das Konzept auf STEAM erwei-

tert. Dabei bleibt jedoch noch unklar, welche kreativen/künstlerischen Aspekte "Arts" umfassen soll. Im deutschsprachigen Raum prägte sich etwas später der noch wenig verbreitete Begriff der MINKT-Bildung, bei dem ebenfalls unterschiedliche Aussagen zu finden sind, ob das "K" für Kunst oder Kreativität steht.

Diese Uneindeutigkeiten, sowie die Frage nach der Gestaltung und Effektivität solcher Konzepte führen zu einem Bedarf nach Klärung. Daher widmet sich der Posterbeitrag dem Review bestehender wissenschaftlicher Befunde und Beschreibungen von MINKT/STEAM-Ansätzen. Ziel ist es, die aktuelle Landschaft der Forschung zusammenzutragen und hieraus Forschungsfragen bezüglich der Umsetzung und Effektivität solcher unterrichtlichen Konzepte abzuleiten.

DD 31: Poster – Praktika und Experimente

Time: Tuesday 16:15–17:45

Location: ZHG Foyer 1. OG

DD 31.1 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Ein Low-Cost Lichtsensormodul mit Browser-basierter Auswertung für Experimente zur Wellenoptik — •NILS HAVERKAMP, ALEXANDER PUSCH und STEFAN HEUSLER — Institut für Didaktik der Physik, Universität Münster

Im Projekt Open 3 Quantum (o3q.de) ist ein modulares Low-Cost System für Experimente zur Wellen- und Quantenoptik entwickelt worden. Das modulare System wurde um einen Lichtsensor erweitert, mit dem weitere quantitative Messungen durchgeführt werden können. Die Messwerte des Low-Cost-Lichtsensors lassen sich komfortabel per Wifi im Browser von Smartphones, Tablets oder PCs anzeigen. Mit dem Sensor können beispielsweise quantitative Messungen zum Gesetz von Malus, zur Polarisation von unterschiedlichen Lichtquellen und zum Interferenzverhalten in unterschiedlichen Interferometern des O3Q-Systems durchgeführt werden. Auf dem Poster werden der Sensor sowie einige der möglichen Experimente mit exemplarischen Messergebnissen vorgestellt.

DD 31.2 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Wie zeige ich es denn nun? Demonstrationsexperimente gestalten — •MALTE S. UBBEN¹, ALEXANDER PUSCH², JULIA WELBERG² und PAUL SCHLUMMER² — ¹Universität Leipzig, Institut für Didaktik der Physik — ²Universität Münster, Institut für Didaktik der Physik

Das Vorführen von Experimenten ist in der Praxis mit einer Vielzahl von Herausforderungen verbunden, die sowohl das Verständnis des Publikums als auch die technische Umsetzung betreffen. Solche "Verständnis-Stolpersteine" können die Wahrnehmung der Kernkonzepte erschweren und die gewünschte didaktische Wirkung der Experimente beeinträchtigen.

Basierend auf dem gleichnamigen Buch werden auf diesem Poster beispielhaft praxiserwachsene Hinweise zur Optimierung von schulischen und universitären Demonstrationsexperimenten gegeben. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf der didaktischen Klarheit und der Anpassung der Experimente an die Zielgruppe.

DD 31.3 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Entwicklung und Evaluation eines Smartphone-Experiments zur Förderung der Kompetenzbildung im Bereich der cyberphysischen Systeme in der Studieneingangsphase — •CHRISTIAN EFFERTZ¹, MARINA HRUSKA¹, DOMINIK DORSEL², MOSAB ABUMEZIED² und HEIDRUN HEINKE² — ¹Fachbereich 8, FH Aachen University of Applied Sciences — ²I. & II. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Die fortschreitende Digitalisierung von Produktionsprozessen, zum Beispiel in Fertigung und Logistik, erfordert von Studierenden ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge ein vertieftes Verständnis cyberphysischer Systeme, insbesondere in Bezug auf Design und Integration von Sensor-Aktor-Systemen. Das physikalische Praktikum bietet in diesen Studiengängen eine frühzeitige Möglichkeit, Kompetenzen in diesem Bereich aufzubauen und nachfolgende Lehrveranstaltungen vorzubereiten. Hierfür sind keine teuren Neuanschaffungen erforderlich: Die in nahezu jedem Smartphone integrierten Sensoren können kostengünstig und effektiv genutzt werden, um Bewegungsabläufe zu überwachen. Im Rahmen des Projekts Physik.SMART, gefördert durch die Stiftung Innovation in der Hochschullehre, wurde ein bestehender Versuch aus der Rotationsdynamik gezielt durch den Einsatz kosten-

günstiger Komponenten und der App phyphox modifiziert. Diese App ermöglicht die Nutzung von Smartphone-Sensoren zur Erfassung von Messdaten und verknüpft klassische Experimente mit modernen Technologien. Der Beitrag beschreibt die Entwicklung der Modifikation sowie eines Testinstruments zur Evaluation und erste Erfahrungen.

DD 31.4 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Entwicklung von Lernzirkelstationen zur Variablenkontrollstrategie mit geringem Materialaufwand — •STEPHANIE GEHLEN, TOBIAS WINKENS und HEIDRUN HEINKE — RWTH Aachen University

Eine zentrale Fähigkeit beim Experimentieren ist die Variablenkontrollstrategie (VKS), die die vier Teilfähigkeiten zur Interpretation, Identifikation und Planung kontrollierter Experimente sowie das Verständnis über die fehlende Aussagekraft konfundierter Experimente umfasst. Auf Basis der Plattform FLExKom (vgl. Goertz, 2022) wurden Lernzirkelstationen mit einem geringen Materialaufwand entwickelt, welche Haushaltsgegenstände als Experimentiermaterialien nutzen. So soll ein einfacherer Zugang zu Experimenten zur Förderung der VKS geschaffen werden. Es wurden drei Stationen für Schüler*innen der Mittelstufe konzipiert, die verschiedene Gebiete der Mechanik behandeln. Eine Station untersucht die Flugweite von Papierfliegern anhand des Abwurfwinkels und der Papierstärke. In der zweiten Station wird die Aufprallhöhe eines Tennisballs nach dem ersten Aufprall unter Berücksichtigung des Innendrucks sowie der Fallhöhe des Balls erkundet. Diese Station lässt sich in zwei Varianten (analoge Zeitmessung und vereinfachte Videoanalyse) durchführen. Als dritte Station wird die Falldauer von selbstgebaute Fallschirmen in Abhängigkeit des Materials und der Größe des Fallschirms betrachtet. Für jede Station sind zudem vier verschiedene Arbeitsblätter zur Förderung von je einer der vier VKS-Teilfähigkeiten entwickelt worden. Im Zuge eines Ferienprogramms wurde die Handhabung der Experimente erprobt (N=19).

DD 31.5 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Selbstwirksamkeitserwartung bezüglich des Experimentierens - ein Erhebungsinstrument für Studierende — •PAULA ANDRICH und CORNELIA GELLER — Universität Duisburg-Essen

Experimentalpraktika sind ein zentraler Baustein des Physikstudiums, ihre Wirkungen auf die Fähigkeiten und Einstellungen von Studierenden sind jedoch noch wenig untersucht, was auch auf einen Mangel valider Instrumente zurückzuführen ist. Daher präsentiert dieses Poster die Entwicklung eines Fragebogens, der die Selbstwirksamkeitserwartung (SWE) von Physikstudierenden bezüglich des Experimentierens im universitären Kontext erfasst. Insbesondere für komplexe Handlungen wie das Experimentieren gilt die Selbstwirksamkeitserwartung als wesentlicher Einflussfaktor auf den Handlungserfolg.

Das in mehreren Überarbeitungszyklen entwickelte Instrument wurde im Sinne eines argumentbasierten Ansatz zur Validierung in verschiedenen Teilstudien qualitativ und quantitativ untersucht. Die Ergebnisse werden auf dem Poster diskutiert, ein Fokus liegt dabei auf der Dimensionalität der SWE und der Abgrenzung zu verwandten Konstrukten.

DD 31.6 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG

Nachhaltiges Labordatenmanagement: Der Weg von spezialisierten Experimenten zu standardisierten Metadaten — •CEDRIC KESSLER, JOHANNES MARCZINKOWSKI, REBEKKA MURATI, RALPH ERNSTORFER und NINA OWSCHIMIKOW — Institut für Optik

und Atomare Physik, TU Berlin, 10623 Berlin

Eine nachhaltige und wiederverwendbare Dokumentation von Messdaten ist ein zentrales Element guter wissenschaftlicher Praxis. Dabei spielen Metadaten, die Informationen über die Daten selbst bereitstellen, eine entscheidende Rolle. Die Standardisierung der Dokumentation physikalischer Experimente ist jedoch über die Disziplinen hinweg noch nicht abgeschlossen und bleibt eine Herausforderung. Diese Heterogenität, kombiniert mit der Vielfalt analoger und digitaler Messinstrumente und deren individuellen Daten- und Metadatenformaten, erschwert die Vermittlung von Prinzipien des Forschungsdatenmanagements im Laborpraktikum.

Am Beispiel eines Experiments zur Detektion kosmischer Strahlung beleuchten wir die Anforderungen, die eine nachhaltige Dokumentation, insbesondere bei nicht wiederholbaren Experimenten, erfüllen muss. Elektronische Laborbücher zeigen dabei vielversprechende Potenziale, indem sie eine strukturierte und konsistente Erfassung von Daten und Metadaten erleichtern. Diese Ansätze müssen jedoch so gestaltet werden, dass sie den Studierenden die Grundlagen des Datenmanagements praxisnah und effektiv vermitteln.

DD 31.7 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
PrintedLabs: 3D printed optics experiments — •THORSTEN SCHUMACHER, SVENJA HOFMANN, and MARKUS LIPPITZ — Experimental Physics III, University of Bayreuth, Germany

Experiments are at the heart of physics. A successful experiment requires many decisions, ranging from the choice of equipment and procedures to the evaluation of uncertainties and surprising results. Ideally, students should be able to experience all of this in their laboratory experiments. While it is common to design experiments with many degrees of freedom to give students experience in mechanics and electrodynamics, laboratory experiments in optics tend to guide students more closely. In addition, optics laboratory equipment is either far removed from that used in research laboratories or expensive.

We set out to build laboratory equipment for optical experiments using 3D printing. This allows us to use large quantities of components in student labs, similar to those used in real research labs. In addition, we have also developed specialised components, such as a spectrometer or telescope, that can compete with commercial equipment that is ten times more expensive. We are targeting undergraduates and especially those who want to become teachers, as the designs and experiments are openly available [1], including for use in schools.

[1] <https://printedlabs.uni-bayreuth.de/>

DD 31.8 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Einführung des elektronischen Laborbuchs eLabFTW im Fortgeschrittenen Praktikum — •CHRISTIAN T. STEIGIES, THOMAS JÜRGENS, VICTOR DE MANUEL GONZALEZ und THOMAS TROTTENBERG — Institut für Experimentelle und Angewandte Physik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Im Wintersemester 2024/25 wurde vom Rechenzentrum der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel ein Prototyp für das elektronische Laborbuch eLabFTW aufgebaut, der im Fortgeschrittenenpraktikum der Physik eingesetzt wird. Dazu wurden für ein Drittel der Versuche des Praktikums Vorlagen erstellt, die in die Nutzung des elektronischen Laborbuchs einführen. Für die übrigen Versuche ist es den Studierenden freigestellt, ob sie weiterhin ein analoges, oder das elektronische Laborbuch (ohne Vorlage) verwenden wollen. Am Ende des Semesters wird das Praktikum evaluiert, wir berichten über die Erfahrungen und Probleme bei der Nutzung des elektronischen Laborbuches.

DD 31.9 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
CLEOPATRA - Ein Teilchendetektor für den Unterricht — •LAURA RODRÍGUEZ GÓMEZ, ANNIKA HOVERATH, JOCHEN KAMINSKI, KLAUS DESCH, JOHANNES STREUN und INA THIERKOPF — Physikalisches Institut, Universität Bonn

In den Bereichen Strahlung, Materie und Kernphysik gibt es wenig forschungsnahe Realexperimente für den Physikunterricht. Durch ihre Aktualität würden sich aber gerade diese Themen für einen Forschungseinblick im Unterricht eignen. Das CLEOPATRA-Projekt bietet einen Teilchendetektor als Experiment für den Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe. In einer Unterrichtseinheit mit dem Detektor beschäftigen sich Lernende mit kosmischer Hintergrundstrahlung und vermessen die Winkelverteilung atmosphärischer Myonen. Der eingesetzte Teilchendetektor ist eine sogenannte Zeitprojektionskammer. Dies ist ein gasgefüllter Detektor, mit dem Teilchenspuren in 3 Dimensionen und quasi in Echtzeit aufgenommen und visualisiert werden können. Die so entstehenden Daten können digital ausgewertet werden, sodass anhand des Experiments Konzepte des Arbeitens mit digitalen Datenmengen vermittelt werden können. Dieser Vortrag stellt das CLEOPATRA-Projekt vor. Dazu gehören neben dem Detektor auch Unterrichtsmaterialien und eine Software zur Visualisierung und Auswertung der Daten. Im Rahmen eines Workshops wurde das Projekt erstmals mit Lernenden erprobt. Es werden Eindrücke aus dieser ersten Durchführung präsentiert.

DD 32: Poster – Quantenphysik

Time: Tuesday 16:15–17:45

Location: ZHG Foyer 1. OG

DD 32.1 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Didaktische Rekonstruktion photopolarisierbarer Flächen und Membranen — •DENNIS LAFELD und HOLGER CARTARIUS — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

Im Rahmen des Graduiertenkollegs PhInt (Photo-Polarizable Interfaces and Membranes) erfolgt die Erforschung der Photoaktivität von Oberflächen und Membranen. So soll beispielsweise untersucht werden, ob lichtinduzierte Schaltprozesse benutzt werden können, um die Polarität und Permeabilität von Lipid-Membranen gezielt zu beeinflussen und zu steuern.

Ein zentraler Bestandteil von PhInt ist die didaktische Aufarbeitung der Forschungsergebnisse und deren Kommunikation an die breite Öffentlichkeit. Hierfür sollen (Analogie-)Experimente für Schülerlabore, Unterrichtsmaterialien und Exponate für das Deutsche Optische Museum erstellt werden. Die Erarbeitung dieser Materialien erfolgt durch enge Kooperation der Mitarbeitenden im Projekt, um sowohl die fachwissenschaftliche als auch die fachdidaktische Perspektive einzubeziehen.

In diesem Vortrag sollen ein Überblick über die Forschung von PhInt gegeben sowie erste Ideen zur didaktischen Rekonstruktion der Forschungsergebnisse vorgestellt werden.

DD 32.2 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Praxisorientiertes Fortbildungskonzept für Lehrkräfte mit Selbstlerneinheiten zur Quantenphysik * Fokus auf die Wesenszüge der Quantenphysik und Analogiemodelle — •STEFAN

AEHLE¹, KIM KAPPL², PHILIPP SCHEIGER² und HOLGER CARTARIUS¹ — ¹Arbeitsgruppe Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller Universität Jena — ²Abteilung Physik und ihre Didaktik, 5. Physikalisches Institut, Universität Stuttgart

Anknüpfend an einen gleichnamigen Beitrag werden hier Ergebnisse der Kooperation zweier Arbeitsgruppen der Universität Stuttgart und Friedrich-Schiller-Universität Jena vorgestellt, die daran arbeiten, einen Teil des hohen Bedarfs an Lehrerfortbildungen zur Quantenphysik zu decken. Dieser Beitrag geht genauer auf Inhalte praxisorientierter Selbstlerneinheiten ein, die, basierend auf den Wesenszügen der Quantenphysik, Materialien für den Schulunterricht bereitstellen. Neben der Vermittlung theoretischer Grundlagen stehen Analogieversuche und starker experimenteller Bezug im Fokus des Unterrichtskonzepts. Lehrkräften soll es so ermöglicht werden, sich möglichst effektiv auf das eigene Unterrichten vorzubereiten und die vorgestellten Materialien und Quellen einzusetzen. Mit Hilfe einer Analogie zum quantenmechanischen Messprozess und weiteren optischen Experimenten wird der Vergleich von klassisch-physikalischer und quantenphysikalischer Perspektive genutzt, um den Einstieg in das komplexe Themenfeld zu vereinfachen.

DD 32.3 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
NV-Zentrum Magnetometer und sein didaktisches Konzept — •SIMON KOPPENHÖFER, PHILIPP MAUZ, PHILIPP SCHEIGER und RONNY NAWRODT — 5. Physikalisches Institut, Abt. Physik und ihre Didaktik, Pfaffenwaldring 57, 70569 Stuttgart

Das stärkere Auftreten von quantenmechanischen Themen in den neu-

en Bildungsplänen, wirft die Frage nach Experimenten und Anwendungsbeispielen auf. Experimente rund um das NV-Zentrum im Diamanten versprechen diese Lücke zu füllen, da sie bei Raumtemperatur, im sichtbaren Wellenlängenbereich und vergleichsweise günstig realisierbar sind.

Dieser Beitrag präsentiert experimentelle Aufbauten, wie auch dazugehörige didaktische Konzepte für Schulen, Schülerakademien und Schülerlabore. In den didaktischen Konzepten spielen zusätzliche (Analogie-) Experimente rund um die Themen Termschemata, Fluoreszenz und Spin eine zentrale Rolle.

DD 32.4 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Praxisorientiertes Fortbildungskonzept mit Selbstlerneinheiten zur Quantenphysik - Fokus auf dem Nachweis der Quantennatur des Lichts und der Erzeugung einzelner Photonen — ●KIM KAPPL¹, STEFAN AEHLE² und PHILIPP SCHEIGER¹ — ¹Arbeitsgruppe Physik und ihre Didaktik, 5. Physikalisches Institut, Universität Stuttgart — ²Arbeitsgruppe Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller Universität Jena

Anknüpfend an einen gleichnamigen Beitrag werden hier Ergebnisse der Kooperation zweier Arbeitsgruppen der Universität Stuttgart und Friedrich-Schiller-Universität Jena vorgestellt, die daran arbeiten, einen Teil des hohen Bedarfs an Lehrerfortbildungen zur Quantenphysik zu decken. In diesem Beitrag wird ein didaktisches Konzept rund um die Eigenschaften einzelner Photonen näher erläutert. So wird beispielsweise in einem interaktiven, aktivierenden Moodle-Kurs die Erzeugung einzelner Photonen basierend auf Grundlage der Spontaneous Parametric Down Conversion (SPDC) vorgestellt.

DD 32.5 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Das Modell des eindimensionalen Potentialtopfs und seine Grenzen * Von den KMK Standards in den Unterricht am Beispiel von Farbzentren in Salzen — ●PHILIPP MAUZ, SIMON KOPPENHÖFER, PHILIPP SCHEIGER und RONNY NAWRODT — Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart, 70569 Stuttgart

Das verstärkte Auftreten von quantenmechanischen Themen in den neuen Bildungs- und Lehrplänen, wirft die Frage nach Experimenten und Anwendungsbeispielen auf. Auch das Modell des eindimensionalen Potentialtopfs wird in den KMK-Standards explizit genannt. Ein möglicher Grund dafür ist, dass für dieses theoretische Konstrukt der Quantenmechanik die Schrödingergleichung mit Schulmathematik gelöst werden kann. Gleichzeitig sollen aber auch die Grenzen dieses Modells diskutiert werden. Für eine ausführliche physikalische Betrachtung, sollte dieses Modell daher auch an Experimenten getestet und überprüft werden. Häufig werden hierfür Farbstoffe als Anwendungskontext gewählt. Diese sind für Schülerinnen und Schüler (SuS) aber kaum zugänglich und, die zum Modell am besten passenden Stoffe, oft gesundheitsschädlich. Farbzentren in Salzen bieten hier ein anderes (eventuell besser geeignetes) Anwendungsfeld des Potentialtopfes für die Schule. SuS sollten mit ihrem Vorwissen in der Lage sein Hypothesen selbst zu entwickeln, die anschließend experimentell überprüft werden können. Dieser Beitrag stellt die physikalischen Hintergründe, die experimentelle Umsetzung und mögliche Anwendungen in der Schule vor.

DD 32.6 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Praxisorientiertes Fortbildungskonzept mit Selbstlerneinheiten zur Quantenphysik * Fokus auf Verschränkung und das quantenmechanische Weltbild — ●PHILIPP SCHEIGER¹, KIM KAPPL¹ und STEFAN AEHLE² — ¹Physik und ihre Didaktik, Universität Stuttgart, 70569 Stuttgart — ²AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

Anknüpfend an einen gleichnamigen Beitrag werden hier Ergebnisse der Kooperation zweier Arbeitsgruppen der Universität Stuttgart und Friedrich-Schiller-Universität Jena vorgestellt, die daran arbeiten, einen Teil des hohen Bedarfs an Lehrerfortbildungen zur Quantenphysik zu decken. In diesem Beitrag wird das quantenmechanische Weltbild im Kontext der Verschränkung diskutiert. Das notwendige Hintergrundwissen, mögliche Umsetzungen in der Schule und die Implementierung im Selbstlernkurs (aktivierende Moodle-Kurse) werden vorgestellt.

DD 32.7 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Evaluierung eines Einstiegskurses zu Quantentechnologien hinsichtlich des längerfristigen Einflusses auf die Lernenden — ●ISMET N. DOGAN¹, DAGMAR HILFERT-RÜPPELL¹, FRANZISKA GREINERT¹, MALTE S. UBBEN² und RAINER MÜLLER¹ —

¹Technische Universität Braunschweig, IFdN, Physik und Physikdidaktik — ²Universität Leipzig, Fakultät für Physik und Erdsystemwissenschaften, Institut für Didaktik der Physik

In der Industrie besteht ein Bedarf an Fachkräften zu Quantentechnologien. Gleichzeitig lassen sich kaum systematisch entwickelte Lernmaterialien zu dieser Thematik vorfinden. Das Projekt "Quantum Technologies Courses for Industries" (QTIndu) wirkt diesen Problemen entgegen, indem entsprechende Lernmaterialien für die Aus-, Weiter- und Fortbildung von Fachkräften zu Quantentechnologien entwickelt, evaluiert und überarbeitet werden. Unser Einstiegskurs verbindet die Wissenszüge der Quantenphysik mit relevanten Quantentechnologien, um eine anwendungsorientierte, kontextbasierte Lernbasis zu schaffen sowie theoretische Aspekte der Quantenphysik einzuführen. Ein Kapitel dieses Einstiegskurses wurde im Rahmen der IOOI-Methode auch hinsichtlich des längerfristigen Einflusses auf Lernende quantitativ evaluiert. Das Poster gibt einen Überblick zu dem Aufbau des Einstiegskurses und dem Evaluationskonzept sowie einen Einblick in erste Ergebnisse.

DD 32.8 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Versuchsangebote für Schulen im Rahmen von MasterClass-Workshops — ●TIM OVERWIN, AZADEH GHANBARI und RAINER MÜLLER — Institut für Fachdidaktik der Naturwissenschaften, Abt. Physik und Physikdidaktik, TU Braunschweig, Deutschland

MasterClass-Workshops bieten Schulklassen aus Braunschweig und Umgebung seit 2019 die Möglichkeit, einen Einblick in aktuelle physikalische Versuche und Forschung zu bekommen. Dabei sollen Interesse, Motivation und das Verständnis von meist quantenmechanischen Phänomenen gefördert werden. Die Workshops werden mit höheren Klassenstufen von Gymnasien oder Gesamtschulen entweder mobil in den Schulen oder in der TU durchgeführt. Aktuelle Versuche beschäftigen sich unter anderem mit Quantenkryptographie, -computing und -sensorik.

DD 32.9 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Didaktische Rekonstruktion zur Quantenbildung — ●DUSTIN-PHILIPP PRESSLER und HOLGER CARTARIUS — AG Fachdidaktik der Physik und Astronomie, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena

Moderne Themen der Quantenphysik halten Einzug in die Lehrpläne. Ein anwendungsorientiertes Beispiel ist Quantenbildung. Die Grundidee kann bereits auf Basis des Mach-Zehnder-Interferometers verstanden werden, weshalb sich eine Beschäftigung mit diesem Thema in Rahmen von Schülerlaboren eröffnet. Dieser Vortrag möchte die Grundlagen zweier Quantenbildgebungsverfahren, namentlich Quantenbildung mit undetektierten Photonen und Ghost Imaging anreißen. Anschließend wird erörtert, wie man Mach-Zehnder-Interferometer modifizieren kann, die sie für die Bildung interessant machen. Dafür werden wir die Fähigkeit zur Interferenz von Quantenobjekten genauer betrachten und Schwierigkeiten in der Realisierung eines Versuchsaufbaus erörtern. Wir entwickeln dazu erste Ideen für einen Versuch, der in einem Schülerlabor verwendet werden könnte.

DD 32.10 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Entwicklung einer Versuchsanleitung zu Interferenz-Experimenten mit Einzel-Photonen im Rahmen eines Quantenoptik-Praktikums — ●FELIPE LAUMEN, SEBASTIAN NELL, RALF DETEMPLE und HEIDRUN HEINKE — . Physikalisches Institut IA, RWTH Aachen University

Quantenphysik ist nicht nur in Nachrichten, Literatur und Unterhaltung inzwischen omnipräsent, sondern auch fester Bestandteil der Curricula im Physikunterricht. Unter anderem soll das Auftreten oder Ausbleiben eines Interferenzmusters in Interferenzexperimenten mit „Welcher-Weg“-Informationen bei Quantenobjekten wie Photonen erklärt werden. Daran anknüpfend beschäftigt sich das vorgestellte Projekt mit Interferenz-Phänomenen von Einzelphotonen. Unter Verwendung eines Quantenoptik-Kits der Firma Thorlabs® wurde eine Versuchsanleitung entwickelt, mit der SchülerInnen und Schüler der Oberstufe und Bachelor-Studierende im Physik-Praktikum Einzel-Photonen-Interferenz und darauf aufbauend den Quantenradierer erkunden. Der wiederholte Vergleich von klassischen und quantenmechanischen Beschreibungen macht auf Gemeinsamkeiten sowie Unterschiede aufmerksam und hat das Potential, Schilervorstellungen aufzudecken. Das Poster beschreibt theoretische Grundlagen und die experimentelle Umsetzung. Dann werden die Experimente Einzel-Photonen-Interferenz und Quantenradierer vorgestellt und Ergebnisse

sowie Überlegungen bei der Entwicklung der Versuchsanleitung präsentiert. Dies eröffnet Einblicke in die laufende Entwicklungsarbeit des Quantenoptik-Praktikums an der RWTH Aachen.

DD 32.11 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Praxiserfahrung mit Versuchsaufbauten zur Quantenoptik und Konzeption einer didaktisch reduzierten Versuchsanleitung — ●NILS THORMANN, SEBASTIAN NELL, RALF DETEMPLE und HEIDRUN HEINKE — I. Physik. Institut IA, RWTH Aachen University
 Der Vermittlung von quantenphysikalischen Konzepten wird sowohl in der Schule als auch in Hochschulen eine wachsende Bedeutung zugemessen. Gerade die Quantenoptik ist dabei ein spannendes Forschungsfeld. Im Rahmen einer Abschlussarbeit wurden mithilfe des Quantum Optics Educational Kits des Herstellers Thorlabs[®] einerseits für Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe, andererseits für Studierende früher Semester physikalischer und physiknaher Studiengänge experimentelle Zugänge zu Grundlagen der Quantenoptik eröffnet. Aufbauend auf gesammelten Praxiserfahrungen in Montage, Justage und Versuchsdurchführung sowie -auswertung wurde eine didaktisch reduzierte Versuchsanleitung konzipiert, die die genannten Zielgruppen gleichermaßen adressiert. Die theoretischen Grundlagen wurden dabei so weit elementarisiert, dass allen Zielgruppen ein adressatengerechter Zugang ermöglicht wird. Für einen möglichst niederschweligen Zugang wurden für zentrale Montage- und Justageschritte Videoanleitungen realisiert. Dabei kann nach der konzipierten Anleitung die Versuchsanordnung je nach Präparation der Ausgangslage im Anforderungsniveau hinsichtlich der Montage und Justage der optischen Bauelemente variiert werden. Nach Erprobung, Evaluation und anschließender Überarbeitung ist ein Einsatz der konzipierten Anleitung im Schülerlabor und in physikalischen Praktika der Hochschule geplant.

DD 32.12 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
A Fundamental Path to Quantum Physics: The Space Paradox — ●HANS-OTTO CARMESIN — Gymnasium Athenaeum, Harsefelder Straße 40, 21680 Stade — Studienseminar Stade, Bahnhofstr. 5, 21682 Stade — Universität Bremen, Fachbereich 1, Postfach 330440, 28334 Bremen

Quantum physics is a very successful field of science with omnipresent relevant applications in everyday life. An exciting question is still, what is the fundamental reason for the dynamics and postulates of quanta?

A paradox is an apparent contradiction, the solution of which provides a deeper insight. Can we derive quanta and their dynamics with help of a paradox?

In present-day science, space is usually modeled as a single entity. However, special relativity shows that this view is paradoxical. As a consequence, space is a statistical average of rapidly moving volume portions. Their dynamics provides and explains the Schrödinger equation and the quantum postulates (Carmesin 2022, 2025).

Derivations as well as experiences with teaching are presented.

Literature: Carmesin, H.-O. (2022): Explanation of Quantum Physics by Gravity and Relativity. *PhyDid B Internet Journal*, pp 425-438. Carmesin, H.-O. (2025): On the Dynamics of Time, Space and Quanta.

Berlin: Verlag Dr. Köster.

DD 32.13 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Supporting problem solving in Quantum Technologies with multiqubit state visualizations — ●JONAS BLEY¹, EVA REXIGEL¹, ALDA ARIAS¹, LARS KRUPP^{1,2}, NIKOLAS LONGEN¹, PAUL LUKOWICZ^{1,2}, STEFAN KÜCHEMANN³, JOCHEN KUHN³, MAXIMILIAN KIEFER-EMMANOULIDIS^{1,2}, and ARTUR WIDERA¹ — ¹RPTU Kaiserslautern in Kaiserslautern-Landau — ²DFKI Kaiserslautern — ³LMU München

The two-level quantum system, also called a qubit, is at the core of quantum technologies (QT). It finds universal application in all pillars of QT: Sensing, Communication, Computation and Simulation. When learning QT, stakeholders with and without prior training in quantum physics are confronted with complex properties and operations in multi-qubit systems. Visualization is likely a useful tool to overcome these barriers. The Hadamard gate is universally used to create and destroy superpositions, which are essential for quantum technological applications. In an eye-tracking study, we investigated the conditions under which task solvers benefit from the dimensional circle notation (DCN) visualization in terms of performance and cognitive load, when solving questions about the Hadamard gate in two- and three-qubit systems. We find that participants, when presented with visualization in addition to the mathematical Dirac notation, experience less intrinsic and extraneous cognitive load in general, and that they benefit in terms of performance under certain conditions. The findings have implications for teaching in QT and open new avenues for further research.

DD 32.14 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Quantenschlüsselerzeugung im Physikunterricht — ●GINA KLEINSTEINBERG, JOHANNA LOHMANN, OLIVER BURMEISTER und MORITZ WAITZMANN — Leibniz Universität Hannover

Mit der Einführung der Bildungsstandards für die Sek. II wurden die Begriffe Zustand, Präparation und Superposition in den niedersächsischen Lehrplan integriert. Lernende mit erhöhtem Anforderungsniveau sollen diese anhand von polarisiertem Licht erläutern können. Zusätzlich soll eine technische Anwendung der Quantenphysik thematisiert werden (Nieders. Kultusministerium, 2022). Eine passende Anwendung ist die Quantenschlüsselerzeugung nach dem BB84-Protokoll, bei dem Zufallsbits durch Polarisationszustände von Photonen erzeugt werden (Bennett & Brassard, 2020). Um die Quantenschlüsselverteilung im Physikunterricht lernendenzentriert zu gestalten, wurde in Zusammenarbeit mit der nieders. Multiplikatorengruppe NUN eine Web-App entwickelt. Mit dieser App können Lernende die Schlüsselerzeugung und die Simulation eines Lauschangriffs durchführen. Das Poster stellt Ideen und Umsetzung der App vor. Teilnehmende können die App direkt ausprobieren.

Bennett, C. H., & Brassard, G. (2020). Quantum cryptography: Public key distribution and coin tossing.

Niedersächsisches Kultusministerium (Hrsg.). (2022). Kerncurriculum für das Gymnasium gymnasiale Oberstufe die Gesamtschule gymnasiale Oberstufe/Das Berufliche Gymnasium/Das Abendgymnasium-Das Kolleg/Physik.

DD 33: Poster – Geschichte und NoS

Time: Tuesday 16:15–17:45

Location: ZHG Foyer 1. OG

DD 33.1 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Die (Un)Sichtbarkeit von Physikerinnen im Physikunterricht und die Entwicklung von science identity von Schülerinnen — ●EVA GLOMSKI, MARCO DANIEL RIESE und MARCUS KUBSCH — Freie Universität Berlin, Berlin, Deutschland

Die Repräsentation von Frauen in der Physik ist in Lehrplänen und Unterrichtsmaterialien gering. Dieses Poster zeigt auf, wie durch die gezielte Einbindung von Physikerinnen entlang typischer Themenfelder des Physikunterrichts die science identity und das Interesse von Schülerinnen gestärkt werden könnte. Mithilfe biographischer Profile wird gezeigt, wie diese Wissenschaftlerinnen mit spezifischen physikalischen Themen in Verbindung stehen und gleichzeitig inspirierenden Widerstand gegen gesellschaftliche Hürden symbolisieren. Dabei werden unterschiedliche Ansätze, wie man die Wissenschaftlerinnen in den

Unterricht einbaut, gegenübergestellt und diskutiert. Ziel ist es, durch gendersensiblen Physikunterricht nicht nur die Vielfalt im Fach Physik zu betonen, sondern auch positive Identifikationsmöglichkeiten für Schülerinnen zu schaffen.

DD 33.2 Tue 16:15 ZHG Foyer 1. OG
Die Perspektive der Forschenden - Was sollen Schüler*innen über Wissenschaft lernen? — ●LEA HERBST¹ und VERENA SPATZ² — ¹Didaktik der Physik, Fachbereich Physik, TU Darmstadt — ²Didaktik der Physik, Fachbereich Physik, TU Darmstadt

Im Rahmen des Outreach-Programmes des SFB 1245 'Atomkerne: Von fundamentalen Wechselwirkungen zu Struktur und Sternen' der TU Darmstadt werden Unterrichtsmaterialien und Handreichungen für Lehrkräfte entwickelt. Diese haben das Ziel, die Vermittlung adäqua-

ter Vorstellungen zu Nature of Science (NOS) und Nature of Scientific Inquiry (NOSI) zu unterstützen. Diese Vermittlung ist im Sinne von Scientific Literacy ein Bestandteil des Bildungsziels für naturwissenschaftlichen Unterrichts, wobei auch Lehrkräfte in diesem Bereich oft unzureichendes Professionswissen aufweisen. An der Entwicklung der Materialien sind Lehrkräfte sowie Forschende des SFB 1245 beteiligt, um sowohl Wünsche und Bedarfe aus schulischer Perspektive sinnvoll umzusetzen als auch ein realistisches Bild von Wissenschaft

darzustellen. In der fachdidaktischen Begleitstudie soll dabei erhoben werden, inwiefern diese Zusammenarbeit die Vorstellungen der beteiligten Lehrkräfte zu NOS und NOSI positiv beeinflusst. In einem ersten Schritt wurden zur Herausbildung von NOS- und NOSI-Schwerpunktaspekten für die Materialien u.a die Forschenden des SFB 1245 dazu befragt, was Schüler*innen aus ihrer Sicht über Wissenschaft lernen sollen. In diesem Beitrag werden die Ergebnisse dieser Befragung dargestellt.

DD 34: Mitgliederversammlung

Time: Tuesday 18:00–20:00

Location: ZHG103

Alle Mitglieder des Fachverbands Didaktik der Physik sind herzlich eingeladen.

DD 35: Workshop Studienreformforum

Time: Wednesday 11:00–12:30

Location: Theo 0.136

Group Report DD 35.1 Wed 11:00 Theo 0.136
Zahllose didaktische Verbesserungsideen und dennoch bleibt alles beim Alten? — ●BARBARA OBWALLER^{1,4}, STEFAN BRACKERTZ^{2,4}, ANNEMARIE SICH^{2,4}, LISA MARIE LEHMANN^{3,4}, SIMON TAUTZ⁴, JONATHAN MOELLER^{5,4} und MANUEL LÄNGLE^{6,4} — ¹Universität Innsbruck, Studienvertretung Physik — ²Universität zu Köln, Fachschaft Physik — ³Nikhef, Amsterdam — ⁴Studienreform-Forum Physik — ⁵TU Dresden, Fachschaft Physik — ⁶Uni Wien

Als sinnlos empfundene Lehrveranstaltungen gehören zum Alltag an Universitäten, sowohl für Studierende als auch für Lehrende. Beispiele für solche Formate sind etwa Vorrechen-Übungen, geprägt von angespannter oder gelangweilter Stille, fehlender Interaktion und vom Blatt-abschreiben, Literaturseminare, in denen Professor*innen mit

PostDocs diskutieren und die restlichen Anwesenden nicht folgen können, oder Praktika in denen historisch korrekt das Fadenpendel 100 Mal ausgelenkt wird, um genug Daten für eine Fehlerrechnung zu haben. Beispiele, wie es besser geht, gibt es inzwischen zahlreich. In diesem Workshop wollen wir die Frage umdrehen und uns im Vorfeld gesammelte Negativbeispiele ansehen:

- Warum sind die Negativbeispiele Negativbeispiele? Und gibt es darüber überhaupt Einigkeit?
- Was lässt sich daraus für die sinnvolle Gestaltung von Lehre lernen?
- Was hindert(e) die Beteiligten, es anders zu machen?
- Welche Lösung wurde ausprobiert und wie waren die Erfahrungen damit?

DD 36: Quantenphysik III

Time: Wednesday 11:00–12:20

Location: Theo 0.135

DD 36.1 Wed 11:00 Theo 0.135
QuantenSchafkopf: Quantenphysik spielerisch greifbar machen — ●LUDWIG NÜTZEL¹, PHILIPP BITZENBAUER² und MICHAEL HARTMANN^{1,3} — ¹Lehrstuhl für Theoretische Physik 2, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Deutschland — ²Institut für Didaktik der Physik, Universität Leipzig, Deutschland — ³Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts, Erlangen, Deutschland

Schafkopf ist ein traditionelles Kartenspiel, das in Abwandlungen in großen Teilen Deutschlands und Mitteleuropa verbreitet ist. Quanten-Schafkopf erweitert die bestehenden Schafkopffregeln und macht hierdurch die Quantenkonzepte Superposition, Verschränkung und Kollaps der Wellenfunktion spielerisch zugänglich. Obwohl den erlaubten Spielzügen eine mathematische Beschreibung der Quantenphysik zugrunde liegt, kann das Spiel ohne jegliche mathematische Vorkenntnisse gespielt werden und bietet daher Potential für die didaktische Aufbereitung der Quantenphysik. In dem Vortrag werden neben dem Spiel selbst auch Möglichkeiten zur Implementation in Physikunterricht oder die Aus- bzw. Weiterbildung von Lehrkräften vorgeschlagen.

DD 36.2 Wed 11:20 Theo 0.135
Eine interaktive Wanderausstellung zur Vermittlung von Quantenphänomenen — ●ANJA KUHNHOLD, JANNIS KÖNIG, ANDREAS FUCHS, THOMAS FILK und ANDREAS BUCHLEITNER — Physikalisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Deutschland

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekts Q-Bus [1] erstellen wir eine Wanderausstellung mit Exponaten und (Analog-)Experimenten, mit denen wir Schülerinnen und Schülern, Lehrkräften und allgemein Interessierten Quantenphänomene näherbringen und erläutern wollen. Wir verwenden dabei sowohl bereits entwickelte und erprobte Materialien, wie 3D-gedruckte Optik-Experimentierkits [2] und Experimentier-Kits zum quantisierten Leitwert [3], als auch neue Konstruktionen, wie eine mechanische Paul-Falle mit manuellem Antrieb.

In dem Beitrag wird über erste Einsätze unserer Exponate bei ei-

ner Wissenschaftsmesse, einer Schülerakademie sowie in verschiedenen Klassenstufen einer Schule berichtet.

- [1] <https://www.quantentechnologien.de/forschung/foerderung/quantum-aktiv-outreach-konzepte-und-open-innovation-fuer-quantentechnologien/q-bus.html>
- [2] <https://o3q.de/>
- [3] <https://www.quantum2025.de/quantum2025/quanten-spielerisch-und-in-der-schule/schulversuch-der-quantisierte-leitwert>

DD 36.3 Wed 11:40 Theo 0.135

Von den Anfängen zur Anwendung: 5 Jahre Competence Framework for Quantum Technologies — ●FRANZISKA GREINERT und RAINER MÜLLER — Technische Universität Braunschweig, IFdN, Physik und Physikdidaktik

Das European Competence Framework for Quantum Technologies (CFQT) ist der europäische Referenzrahmen zur Standardisierung der QT-Bildung. Es bietet eine gemeinsame Sprache zu Themen und Konzepten rund um QT mit Beschreibungen von Kompetenzleveln, strukturiert in der Content Map und dem Proficiency Triangle. Zusätzlich werden in den sogenannten Qualification Profiles typische Qualifikationen aufgezeigt, die für die Arbeit im QT-Kontext relevant sind. So kann das CFQT etwa für die Definition von Lernzielen, die Planung von Bildungsangeboten oder den Vergleich von Qualifikationen genutzt werden.

Das CFQT basiert im Wesentlichen auf zwei Studien: einer iterativen Fragebogenstudie in Anlehnung an die Delphi-Methode (2020/2021) und der Analyse von 34 Interviews mit Fachkräften aus der Industrie (2023). Diskutiert werden die Einflüsse dieser Studien auf das CFQT bzw. die drei Teile des CFQT (Content Map, Proficiency Triangle und Qualification Profiles) sowie Anwendungsfälle des CFQT in Deutschland, der EU und weltweit.

DD 36.4 Wed 12:00 Theo 0.135

Von der Stimmgabel zur Matrizenmechanik — ●OLIVER PASSON — Bergische Universität Wuppertal

Dieser Vortrag zeigt die gedankliche Verbindung, die zwischen elementaren akustischen Phänomenen und der Quantenmechanik in der Formulierung von Heisenberg, Born und Jordan besteht. Es zeigt sich da-

durch, dass die Matrizenmechanik nicht bloß von historischer, sondern auch von didaktischer Bedeutung ist.

DD 37: Lehrkräftebildung II

Time: Wednesday 11:00–12:20

Location: Theo 0.134

DD 37.1 Wed 11:00 Theo 0.134

Einstellung von Lernenden zum Einsatz von (interaktiven) Experimentiervideos — ●MATHIAS ZIEGLER und LISA STINKEN-RÖSNER — Universität Bielefeld, Deutschland

Schülerexperimente bieten Lernenden die Möglichkeit, physikalische Arbeitsweisen praktisch anzuwenden (Girwitz, 2020). In bestimmten Unterrichtsszenarien ist der Einsatz von Schülerexperimenten jedoch nicht möglich, beispielsweise bei fehlenden Versuchsmaterialien oder aus Sicherheitsgründen. Als Alternative, bei der der handlungsorientierte Charakter von Experimenten erhalten bleibt, können (interaktive) Experimentiervideos in Betracht gezogen werden (Stinken-Rösner, 2023). Lehrkräfte stehen (interaktiven) Experimentiervideos grundsätzlich positiv gegenüber (Meier et al., 2022). Allerdings besteht noch ein Forschungsdesiderat hinsichtlich der Einschätzung der Lernenden zum Umgang mit (interaktiven) Experimentiervideos als eigenständiges Lernmedium bzw. in Kombination mit Realexperimenten sowie zu Vor- und Nachteilen des Mediums aus der Sicht der Lernenden. Zur Erfassung dieser Forschungslücke erfolgt im Rahmen des Projekts LFB-Labs-digital eine Erprobung des Mediums mit mehreren Schulklassen. Die Lernenden erarbeiten physikalische Fragestellungen selbstständig unter Verwendung von (interaktiven) Experimentiervideos. Die Erhebung der Einstellung der Lernenden gegenüber dem Medium erfolgt anhand eines Fragebogens (vgl. Stinken-Rösner & Laumann, 2023). Darüber hinaus werden die Arbeitsergebnisse der Lernenden sowie ihr schriftliches Feedback bezüglich Vor- und Nachteilen des Einsatzes von (interaktiven) Experimentiervideos analysiert.

DD 37.2 Wed 11:20 Theo 0.134

Kompetenzen zur Gestaltung von Experimentierphasen — ●TERESA TEWORDT und LISA STINKEN-RÖSNER — Universität Bielefeld, Bielefeld, Deutschland

Experimentieren im Physikunterricht kann das konzeptuelle Verständnis, die Aneignung naturwissenschaftlicher Methoden sowie die Entwicklung experimenteller Fähigkeiten auf Seiten der Lernenden fördern (Idris, 2022). Hierfür müssen Experimentierphasen von der Lehrkraft geplant und gezielt in den Unterrichtskontext eingebettet werden. Dies erfordert spezifische Kompetenzen, welche bisher theoretisch jedoch erst wenig bis gar nicht ausdifferenziert wurden (von Aufschnaiter & Blömeke, 2010). Dabei sollte gerade das Wissen über jene Kompetenzen den Ausgangspunkt zur Gestaltung und Evaluation der Wirksamkeit von (fachdidaktischen) Laborpraktika für angehende Physiklehrkräfte auf universitärer Ebene darstellen. Anhand eines KI-gestützten Systematic Literature Reviews (Tewordt & Stinken-Rösner, im Druck) wurden eine erste Version eines Kompetenzrahmen sowie operationalisierbare (Teil-)Kompetenzen für die Gestaltung von Experimentierphasen im Physikunterricht identifiziert und in einem zweiten Schritt mit Expert:innen aus der zweiten Phase der Lehrkräftebildung validiert. Das resultierende Modell stellt eine Art übergeordneten Erwartungsrahmen dar, der für Studium und Referendariat angelegt werden kann. Gleichzeitig bildet er die Grundlage, um die Kompetenzentwicklung angehender Physiklehrkräfte zu beschreiben. Entsprechende Ergebnisse eines Performanztestes (erster Messzeitpunkt einer Längsschnittstudie, Studierende des ersten Mastersemesters) werden vorgestellt.

DD 37.3 Wed 11:40 Theo 0.134

Experimentieren lernen - Selbstwirksamkeit stärken? — ●CORNELIA GELLER, PAULA ANDRICH, MARTIN DICKMANN und HEIKE THEYSSSEN — Universität Duisburg-Essen

Experimentierpraktika stellen in der universitären Ausbildung wesentliche Bausteine dar, die vielfältige Fähigkeiten - wie z.B. den Umgang mit Geräten oder unsicheren Daten - vermitteln sollen. Allerdings benötigen Studierende nicht nur diese Fähigkeiten, sondern auch das Vertrauen in sie. So haben sich Selbstwirksamkeitserwartungen (SWE) bei Lehramtsstudierenden bereits als wesentliche Einflussfaktoren auf das Professionswissen und die Qualität des zukünftigen Unterrichts erwiesen.

An der Universität Duisburg-Essen werden zur Stärkung der SWE bereits frühzeitig im Lehramtsstudium experimentalpraktische Lehrformate eingesetzt, die das Experimentieren außerhalb einer klassischen Praktikumsstruktur ermöglichen. Dabei werden pro Versuch Aufgaben mit unterschiedlicher Offenheit gestellt, die einzelne methodische Entscheidungsprozesse (wie z.B. die Wahl einer Messrate) fördern sollen, während andere in ihrer Komplexität bewusst reduziert werden. Um den Einfluss dieser Lehrangebote auf die SWE der Studierenden in Bezug auf die Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten zu untersuchen, wurde ein Fragebogen entwickelt und im Pre-Post-Design eingesetzt.

Im Vortrag werden die Lehrangebote sowie die Ergebnisse der begleitenden Fragebogenstudie vorgestellt und bezüglich der Passung von Ziel und Wirkung diskutiert.

DD 37.4 Wed 12:00 Theo 0.134

Schwingungen und Wellen in Alltagskontexten — ●LUTZ KASPER und JAN WINKELMANN — PH Schwäbisch Gmünd

Schwingungen und Wellen sind allgegenwärtig im täglichen Leben. Sie erklären physikalische und technische Phänomene auf allen Skalen vom ganz Großen, dem Universum, bis zum submikroskopischen Bereich. Unter fachwissenschaftlicher Perspektive bilden Schwingungen und Wellen theoretische Bestandteile aller Teildisziplinen der Physik ab, von der Mechanik und Optik bis zur Elektrodynamik und Quantenphysik. Schwingungen und Wellen lassen sich in einer anderen Kategorisierung ganz verschiedenen Alltagskontexten zuordnen. Sie stellen eine Grundlage dar für Musik und Akustik. In der Medizin begründen sie vielfältige diagnostische und therapeutische Verfahren. Schließlich ist auch die technische Umsetzung unserer Telekommunikationsprozesse angewandte Schwingungs- und Wellenlehre. Unter fachdidaktischer Perspektive besteht der besondere Wert des Themas darin, dass eine für die Lernenden erkennbare horizontale und vertikale Vernetzung zwischen den Teilgebieten der Physik und darüber hinaus hergestellt wird. So lassen sich begriffliche Konzepte und Modellvorstellungen, die für die Mechanik entwickelt wurden, auf weitere für den Unterricht relevante Gebiete der Physik übertragen.

Im November 2023 fand eine WE-Heraeus-Fortbildung für angehende und praktizierende Lehrkräfte zu vielfältigen Alltagskontexten von Schwingungen und Wellen statt, die 2025 bei Springer Nature als Buch veröffentlicht wird. Im Vortrag werden die Inhalte übersichtsartig und in ihrem Zusammenhang vorgestellt.

DD 38: Geschichte / NoS

Time: Wednesday 11:00–12:20

Location: OEC 1.163

DD 38.1 Wed 11:00 OEC 1.163

Wissenschaftsverständnis von Physiker:innen: Zwei Fallbeispiele aus einer Lehrkräftefortbildung — ●LINDA ZWICK und RITA WODZINSKI — Universität Kassel, Institut für Physik

Im Kasseler SFB ELCH ist ein Transferprojekt eingebunden, das sich die Förderung des Wissenschaftsverständnisses von Lehrkräften

zum Ziel gesetzt hat. Dabei werden drei zentrale Aspekte von Nature of Science (NOS) besonders berücksichtigt: (1) die Erkenntnisgewinnung in naturwissenschaftlicher Forschung, (2) das Zusammenspiel von Theorie und Experiment in der Physik und (3) die Zusammenarbeit und Kollaboration unter Physiker:innen.

An der letzten Lehrkräftefortbildung im Projekt waren eine Theoretische Physikerin und ein Experimentalphysiker aktiv beteiligt.

Der Vortrag beleuchtet ihre Vorstellungen zu den genannten NOS-Aspekten und deren Veränderungen durch ihr Mitwirken an der Fortbildung. Die Ergebnisse werden mit physikdidaktischen Perspektiven abgeglichen und diskutiert.

DD 38.2 Wed 11:20 OEC 1.163

Über (Pseudo)wissenschaften sprechen - Reflexionsanlässe im Physikunterricht — •YVONNE WEBERSEN — Universität Paderborn

Nicht nur in den sozialen Medien, auch in Nachrichten oder in der Werbung werden Schüler:innen mit Fehlinformationen und Pseudowissenschaften konfrontiert: Beispiele lassen sich in Bezug auf den Klimawandel, COVID-19, aber auch in der Vermarktung pseudowissenschaftlicher Produkte (z.B. basierend auf Quantenheilung, Orgonstrahlung oder freie Energien) finden. Um diesen Informationen angemessen begegnen zu können, sind im Sinne der Ausbildung einer Science Media Literacy Kenntnisse über die Nature of Science (NOS) bzw. Nature of Science in Society (NOSIS) nötig. Im Vortrag werden Unterrichtsmaterialien vorgestellt, die von Studierenden mit dem Ziel entwickelt wurden, im Physikunterricht Reflexionsanlässe über (Pseudo)wissenschaften zu schaffen, z.B.: "Heute wissen wir, wie das Universum aussieht!"...oder? Eine digitale Lernumgebung zur Geschichte der Astronomie mit dem besonderen Fokus auf die Vorläufigkeit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse; "WaveGuard - eine Handyhülle gegen Strahlung und für besseren Schlaf" Lernmaterialien zur Anwendung fachlicher und überfachlicher Strategien, um Pseudowissenschaften zu entlarven; "Wie experimentieren eigentlich Physiker:innen?" Videointerviews als Reflexionsanlässe über schulisches und wissenschaftliches Experimentieren.

DD 38.3 Wed 11:40 OEC 1.163

Snellius' Brechungsgesetz und das Phänomen der optischen Hebung — •THOMAS QUICK und JOHANNES GREBE-ELLIS — Bergische Universität Wuppertal

Das Brechungsgesetz, auch als Snelliussches Gesetz bekannt, beschreibt die Änderung der Ausbreitungsrichtung von Licht beim Übergang zwischen Medien unterschiedlicher optischer Dichte. Snellius leitete dieses Gesetz im Jahr 1621 nicht aus einem Lichtmodell ab - wie später Descartes (1627) -, sondern formulierte es auf der Grundlage explorativer Untersuchungen der optischen Hebung. Indem er das Verhältnis opti-

scher und haptischer Positionen unter Wasser getauchter Objekte für gegebene Blickwinkel untersuchte, identifizierte er eine Beziehung, die dem Sinusgesetz der Brechung entspricht, aber näher am Phänomen formuliert ist: das "Hebungsgesetz".

In unserem Beitrag zeigen wir, wie sich experimentelle, fachliche und erkenntnismethodische Untersuchungen zur optischen Hebung im historischen Kontext von Snellius' Entdeckung auf Mittelstufen- und Oberstufenniveau integrieren lassen. Wir analysieren Snellius' Hebungsgesetz, zeigen dessen Äquivalenz zum Sinusgesetz der Brechung, präsentieren Snellius' "experimentum elegans" in einer modernen Form und diskutieren seine "Kathetus-Regel" für die vertikale Hebung. Dies mündet in eine verallgemeinerte Theorie der Bildentstehung, die sagittale und meridionale Abbildungen unterscheidet. Abschließend erörtern wir die "Refractaria" (Hebungskonchoide), die Kurve, welche die optische Hebung einer unter Wasser liegenden horizontalen Gerade beschreibt.

DD 38.4 Wed 12:00 OEC 1.163

Schweben, Sinken, Steigen. Der Öltröpfchen-Versuch als Zugang zur Elementarladung und Brownschen Bewegung —

•JULIA BLOEMER — Europa-Universität Flensburg

Das Öltröpfchen-Experiment zählt zu den bekanntesten Experimenten der Physikgeschichte. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts gelang es damit Robert A. Millikan und seinem Doktoranden Harvey Fletcher, die Elementarladung präziser zu bestimmen als je zuvor. Bis heute sind angepasste Versionen der Apparatur in den Lehrsammlungen von Schulen und Universitäten zu finden. In Lehrmaterialien wird das Experiment meist anhand der sogenannten Schwebemethode beschrieben, bei der ein Öltröpfchen durch Anlegen einer Spannung in Schwebelage gehalten wird. Diese Darstellung weicht jedoch von den historischen Angaben ab. Millikan und Fletcher entschieden sich früh, stattdessen Sink- und Steiggeschwindigkeiten der Tropfen zu messen, da die Brownsche Bewegung die Daten der Schwebemethode unbrauchbar machte. Dazu schalteten sie die Spannung in kurzen Abständen an und wieder aus. Der Vortrag untersucht, wie sich die Berücksichtigung dieser historischen Messpraxis auf den Unterricht zum Öltröpfchen-Experiment auswirken kann. Zudem wird die Frage diskutiert, ob die Apparatur auch für Experimente zur Brownschen Bewegung im Unterricht sinnvoll eingesetzt werden kann.

DD 39: Lehr-Lernforschung II

Time: Wednesday 11:00–12:20

Location: OEC 1.162

DD 39.1 Wed 11:00 OEC 1.162

"Mach dein Gehirn fit für Physik" - Einfluss einer Growth Mindset Lerneinheit — •LAURA GOLDHORN¹, THOMAS WILHELM¹ und VERENA SPATZ² — ¹Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt — ²Didaktik der Physik, Technische Universität Darmstadt

Mehrere unabhängige, internationale Studien zeigen, dass Schüler*innen mit einem (fachbezogenen) Growth Mindset einen besseren Umgang mit herausfordernden Lernsituationen haben, unabhängig von ihrem tatsächlichen Könnens- und Wissensstand. Die eigenen Erhebungen zeigen, dass sich Schüler*innen zu Beginn des Physikunterrichts in der 7. Jahrgangsstufe überwiegend dem Growth Mindset zuordnen lassen, doch schon im ersten Lernjahr verändert sich diese Verteilung: immer mehr Schüler*innen sind von einer notwendigen Physik-Begabung überzeugt und vertreten somit ein physikbezogenes Fixed Mindset. Die Lerneinheit "Mach dein Gehirn fit für Physik" ist als fachbezogene Mindset-Intervention entwickelt worden, um diesem Mindset-Shift entgegenzuwirken. Angelehnt an die allgemeinen Mindset-Interventionen nach Yeager und Dweck und mit der Einübung einer Lernstrategie an das Fach Physik geknüpft, kann die Lerneinheit curriculumsunabhängig in der Sekundarstufe 1 eingesetzt werden. In einer ersten Studie im Pre-Post-Design wurde die Lerneinheit mit verschiedenen Lerngruppen durchgeführt. Die Wirkung der Intervention auf das physikbezogene Mindset der Schüler*innen wird im Vortrag vorgestellt - auch in Abhängigkeit von Jahrgangsstufe, Geschlecht und Leistungseinschätzung.

DD 39.2 Wed 11:20 OEC 1.162

Motivation durch Wahl: Autonomieförderung im Physikunterricht — •LAURA PANNULLO — AG Physik und ihre Didaktik, Universität Bielefeld

Motivation ist aus Sicht der Physikdidaktik und aus Perspektive von Lehrkräften ein zentrales Ziel des Physikunterrichts. Nach der Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan entsteht (intrinsische) Motivation dann, wenn Grundbedürfnisse wie Autonomie, Kompetenz und soziale Bezogenheit erfüllt werden. Insbesondere das Autonomieerleben spielt dabei eine entscheidende Rolle. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie Physikunterricht gestaltet werden kann, der das Autonomieerleben fördert. Wahlmöglichkeiten gelten in der Theorie als effektive Maßnahme zur Förderung von Autonomie und konnten in anderen Bereichen und Kontexten bereits positive Effekte auf affektiv-motivationale Merkmale zeigen.

Der Beitrag widmet sich dieser Fragestellung und präsentiert Ergebnisse aus zwei Studien, in denen Wahlmöglichkeiten in Experimentierphasen als autonomiefördernde Maßnahme untersucht wurden. In den Studien wurde analysiert, inwiefern die Implementation von Wahlmöglichkeiten die Motivation und die Selbstwirksamkeitserwartung von Schüler*innen beeinflusste. Der Beitrag stellt die Ergebnisse vor und bietet Impulse für die schulische Praxis auf Basis der vorgestellten Ansätze.

DD 39.3 Wed 11:40 OEC 1.162

Das Interesse von Schülerinnen und Schülern an physikalischen Themen — •HERMANN LIBBERG und ROGER ERB — Institut für Didaktik der Physik - Goethe-Universität Frankfurt am Main

Welche naturwissenschaftlichen Kontexte von Jugendlichen als interessant angesehen werden, wurde in groß angelegten quantitativen Studien wie der IPN-Interessensstudie und der internationalen ROSE-Studie systematisch untersucht. Nach Zochling (2023) lassen sich Kontexte anhand des Anteils der Jugendlichen, die sie als interessant empfinden, hierarchisch in mehrere Stufen einordnen. Dies deutet darauf hin, dass physikalische Inhalte von Jugendlichen nur dann als inter-

essant bewertet werden, wenn sie in spezifischen, als relevant wahrgenommenen Kontexten eingebettet sind.

Um die Ursachen zu ermitteln, warum bestimmte Kontexte von Jugendlichen als interessant wahrgenommen werden und welche sozialen, persönlichen und gesellschaftlichen Faktoren dabei für sie von Bedeutung sind, wurde auf Basis von Interviews mit Jugendlichen ein Fragebogen entwickelt. Mit diesem soll erfasst werden, wann, wie und in welchen Kontexten Interessen von Jugendlichen entstehen und wie sich Jugendliche mit ihren Interessen beschäftigen. Außerdem wird untersucht, ob es dabei Unterschiede zwischen Themen gibt, die Jugendliche im Allgemeinen interessieren, und physikalischen Themen, die die Jugendlichen als interessant ansehen.

Im Rahmen des Beitrags werden sowohl die Entwicklung des Fragebogens als auch erste Ergebnisse aus der Pilotierung vorgestellt.

DD 39.4 Wed 12:00 OEC 1.162

Wie hängen Personenmerkmale von Lernenden mit dem Fachinteresse und der Kurswahl Physik in der Sekundarstufe II zusammen? — ●JULIA WELBERG, SUSANNE HEINICKE und DANIEL LAUMANN — Institut für Didaktik der Physik, Universität Mün-

ter

Im Sinne der Person-Gegenstands-Theorie (POI) ist Interesse bestimmt durch die Beziehung einer Person mit einem Interessengegenstand. Zahlreiche Studien haben sich dazu mit unterschiedlichen Interessengegenständen (z. B. Themenfelder, Kontexte) beschäftigt und deren Wirkung auf das Interesse einer Person untersucht. Andersherum existieren allerdings kaum fachdidaktische Studien, die sich näher mit den Merkmalen einer Person über Gender hinaus beschäftigen und Zusammenhänge zu Fachinteresse und Kurswahl Physik untersuchen. Dabei kann eine detaillierte Kenntnis der Person über Gender hinaus hilfreich sein, um über die diversitätssensible Gestaltung von Physikunterricht und davon ausgehend über Kontexte und Methoden nachzudenken.

Im Beitrag werden neben Gender weitere Personenmerkmale (Big Five, Neigung zu einer empathisierenden und systematisierenden Denkweise, Kognitionsbedürfnis und Neugierde) genutzt und deren Einflüsse auf Fachinteresse und Kurswahl Physik diskutiert. Die Stichprobe umfasst dabei Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufen I und II unterschiedlicher Gymnasien und Gesamtschulen in Nordrhein-Westfalen.

DD 40: Hochschuldidaktik IV

Time: Wednesday 13:30–14:30

Location: Theo 0.136

DD 40.1 Wed 13:30 Theo 0.136

Wahrnehmung UDL basierter Selbstlernmaterialien im Physikstudium — ●LEONIE JUNG, MARTIN DICKMANN, ANITA STENDER und HEIKE THEYSSEN — Universität Duisburg-Essen

Heterogenität von Lernenden ist auch an Universitäten längst Realität. Bei der Gestaltung fachlicher Lernprozesse wird die Individualität der Studierenden jedoch selten explizit berücksichtigt, was das "Ankommen" im Studium erschweren kann. Deshalb wurde für den Lehramtsstudiengang für die Sekundarstufe I Physik an der Universität Duisburg-Essen Lernmaterial systematisch nach Prinzipien des Universal Design for Learning (UDL) gestaltet, um den Studienanfänger:innen einen barrierearmen Zugang zu neuen fachlichen Konzepten zu ermöglichen. In dem Studiengang wird ein "flipped classroom" Konzept, ergänzt um wöchentliche Hausübungen, umgesetzt. Das Konzept setzt voraus, dass die Studierenden sich vor und nach den Präsenzsitzungen individuell mit den Lernmaterialien auseinandersetzen. In diesen Selbstlernphasen sollen die angebotenen Lernmaterialien maßgeblich dazu beitragen, Barrieren, wie geringe Motivation, Verständnis- oder Zugangsprobleme zu überwinden. Deshalb setzt hier die Umsetzung des UDL an. Während des Einsatzes der Lernmaterialien wurden unter anderem mit Hilfe von retrospektiven Interviews, Daten zur Nutzung, Akzeptanz und subjektiven Wirksamkeit der Materialien erhoben. Im Vortrag werden die Umsetzung der UDL-Prinzipien sowie erste Ergebnisse zur Wahrnehmung dieser Umsetzung durch die Studierenden vorgestellt.

DD 40.2 Wed 13:50 Theo 0.136

Der studentische Umgang mit Messungen und Messunsicherheiten in einem als Projektlabor konzipierten Einführungsmodul zur Physik und Messtechnik — ●ANDREAS MODLER — Berliner Hochschule für Technik, Luxemburger Straße 10, 13353 Berlin

Im Bachelorstudiengang Medizintechnik an der Berliner Hochschule für Technik wurde im ersten Studiensemester ein Projektlabor als Modul zur Physik und Messtechnik neu geschaffen. Es werden die Lernziele, der Aufbau und Ablauf des Labors vorgestellt, wie es inzwischen zweimal durchgeführt wurde. Die praktische Anwendung der Bestimmung und Berechnung von Messunsicherheiten nach dem gängigen internationalen Leitfadens zur Angabe der Unsicherheit beim Messen

(GUM) ist ein wesentliches Lernziel des Labors. Der Physics Measurement Questionnaire (PMQ) [1] wurde zur Messung des Lernzuwachses und Überprüfung des Lernerfolgs zu Beginn und Ende der Lehrveranstaltungen durchgeführt. Der PMQ besteht aus Fragebögen mit offenen Beispieldiskussionen, die das Verständnis des Messens und der Messunsicherheiten testen. Es wird das Vorgehen bei der Auswertung der Fragebögen erklärt. Die Ergebnisse der Vor- und Nachtests werden vorgestellt. Die gemessenen Lernzuwächse werden mit jenen in der Literatur verglichen und in Beziehung gesetzt.

[1]: Allie, Saalih; Buffer, Andy; Campbell, Bob; Lubben, Fred (1998). First*year physics students* perceptions of the quality of experimental measurements. *International Journal of Science Education*, 20(4), 447*459.

DD 40.3 Wed 14:10 Theo 0.136

Katze vs. Teilchen: Wirkung kontextbezogener Aufgaben im Physikstudium — ●PASCAL KLEIN¹, JOSEFINE NEUHAUS¹ und ANDREAS MÜLLER² — ¹Universität Göttingen — ²Universität Genf

Wir modellieren eine Katze als Punktteilchen, das sich in einem von Menschen induzierten Potential bewegt. Durch die Einführung einer Bewegungsgleichung, die das Potential, Reibungseffekte und zufällige Kräfte berücksichtigt, lassen sich charakteristische Verhaltensweisen von Katzen physikalisch beschreiben. Beispielsweise können Phänomene wie das Verweilen auf dem Schoß einer Lieblingsperson, das Nichtreagieren auf Rufe oder die sogenannten "Zoomies" (plötzliche Rennanfälle) aus der Dynamik des Systems nachvollzogen werden. Aus lernpsychologischer Sicht könnten solche authentischen Kontexte Interesse und Motivation der Studierenden fördern. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, dass der Kontext von den physikalischen Prinzipien ablenkt oder lediglich als unterhaltsamer Zusatz wahrgenommen wird. Um diese Effekte zu untersuchen, wurde eine Pilotstudie mit Studierenden des ersten Fachsemesters durchgeführt. Die Interventionsgruppe bearbeitete Aufgaben mit Bezug zur Katzen-Mensch-Interaktion, während die Kontrollgruppe äquivalente, kontextfreie Aufgaben (Potential und Teilchen) erhielt. Ziel war es, Unterschiede in Motivation, Verständnis und Transferleistung zwischen den Gruppen zu analysieren. Die Modellierung basiert auf dem Artikel "On cat-human interaction from the viewpoint of physics: An equation of motion" von Anxo Biasi, veröffentlicht im November 2024 im *American Journal of Physics*.

DD 41: Analysen

Time: Wednesday 13:30–14:30

Location: Theo 0.135

DD 41.1 Wed 13:30 Theo 0.135

Ziele und Motivation von Lehrkräften im Spannungsfeld Lehrplan — ●HEIKO MÜLLER, JULIUS BAPTIST HLAWATSCH und AXEL ENDERS — Universität Bayreuth, Bayreuth, Deutschland

In den letzten 20 Jahren wurden in den bayerischen Lehrplänen viele Veränderungen vorgenommen, die über eine reine Neuordnung der Inhalte weit hinausgehen. Ein tragender Gedanke ist es, einen Rahmen für einen vielfältigeren Zugang zur Physik und einen breiteren Kompetenzerwerb zu bieten. Bei der Lehrplanerstellung überwiegt aber noch der klassische Top-Down-Ansatz, wobei lediglich einzelne Lehrkräfte mitwirken. Dabei könnte die Erfahrung von praktizierenden Lehrkräften wertvolle Rückkopplung geben, um den Lehrplan als hilfreiche Struktur zu optimieren, so dass er von den Lehrkräften als Ermöglichungsraum wahrgenommen wird. In unserer qualitativen Interviewstudie wurden Gymnasiallehrkräfte verschiedener Erfahrungsstufen – einschließlich Lehrkräfte mit Quereinstieg – dazu befragt, welche Ziele sie selbst mit ihrem Unterricht verfolgen, inwiefern sie die Vorgaben des Lehrplans als unterstützend für ihre Arbeit sehen und wie sich die Neuerungen auf ihre Motivation ausgewirkt haben. Der Beitrag fasst die Ergebnisse zusammen und will aufzeigen, dass es eine zentrale Aufgabe ist, die Lehrkräfte von den positiven Aspekten neuer Methoden zu überzeugen, um Entwicklungsbereitschaft zu verstärken und neue Konzepte erfolgreich zu machen.

DD 41.2 Wed 13:50 Theo 0.135

Analyse aktueller physikdidaktischer Dissertationen — ●DANIEL LAUMANN¹, JOHANNES GREBE-ELLIS², SUSANNE HEINICKE¹, HORST SCHECKER³, HEIKE THEYSEN⁴ und THOMAS WILHELM⁵ — ¹Universität Münster — ²Universität Wuppertal — ³Universität Bremen — ⁴Universität Duisburg-Essen — ⁵Goethe-Universität Frankfurt

Physikdidaktische Forschung ist inhaltlich und methodisch breit gefächert. Forschungsschwerpunkte mit großer Nähe zu fachlichen Inhalten sind ebenso vertreten wie solche mit stark empirisch-bildungswissenschaftlicher oder -psychologischer Prägung. Während einige Arbeiten theoretisch-konzeptionelle Analysen ohne explizite Schlussfolgerungen für die Bildungspraxis liefern, stellen andere Ar-

beiten umfassende Konzeptionen für Physikunterricht bereit.

Zur Analyse physikdidaktischer Forschung wurde im Rahmen der Initiative *Quo vadis Physikdidaktik* in einem mehrstufigen Verfahren ein zehnteiliger umfassender Kodierleitfaden zur Analyse physikdidaktischer Dissertationen entwickelt und hinsichtlich empirischer Gütekriterien geprüft.

Der Beitrag stellt den Aufbau des Kodierleitfadens sowie Ergebnisse seiner Anwendung auf N = 143 physikdidaktische Dissertationen der Jahre 2016–2021 im deutschsprachigen Raum vor. Die Ergebnisse dienen der Analyse aktueller Forschungsschwerpunkte bezüglich Inhalten und Methoden der deutschsprachigen Physikdidaktik.

DD 41.3 Wed 14:10 Theo 0.135

Using a rocket activity to empower students for conceptual and pedagogical learning — ●STEFAN HOFFMANN, KATHLEEN FALCONER und ANDRÉ BRESGES — Universität zu Köln, Gronewaldstr. 2, 50931 Köln

Im Learning-by-Teaching-Konzept (Universität zu Köln) erhalten Physikstudierende bereits früh im Studium die Möglichkeit, das Vermitteln fachlicher Inhalte in kleinen Lehr-Lern-Situationen zu erproben und eine gemeinsame Sprache des Physikunterrichtes zu entwickeln. Ablauf: In der Experimentalphysik-Vorlesung wird mit den Physikstudierenden eine Activity zur Physik von Raketen durchgeführt. Dabei werden verschiedene Techniken in arbeitsteiliger Gruppenarbeit angewendet. Im gezeigten Beispiel wird der Flug einer Wasserrakete analysiert: Wie kann man eine möglichst große Höhe erreichen, welche Form hat die Flugbahn und wie sind die Einflussgrößen hierauf? Die Gruppen wählen aus den folgenden Techniken zur Analyse des Raketenflugs: Videoanalyse, Triangulation, visuelle Beschreibung der Flugbahn. Nach der Durchführung der Raketenflug-Activity findet eine ausführliche Reflexion statt. Reflexionsfragen sind z.B.: *Wobei hattest du Probleme? *Was hat dir beim Verständnis geholfen? *Was hätte dir beim Verständnis geholfen? *Wie würdest in einer Unterrichtsstunde für die Primarstufe-Studierenden vorgehen? Zum Abschluss erstellen die Lehramtsstudierenden eine Stundenplanung, in die Sie ihre Vorerfahrungen einfließen lassen.

DD 42: Digitale Medien – Smartphone

Time: Wednesday 13:30–14:30

Location: Theo 0.134

DD 42.1 Wed 13:30 Theo 0.134

Vorlesungsbegleitendes und smartphonegestütztes Experimentieren in den Grundlagenvorlesungen der Experimentalphysik. — ●DOMINIK DORSEL, SEBASTIAN STAACKS, MOSAB ABUMEZIED, CHRISTOPH STAMPFER und HEIDRUN HEINKE — I & II Physikalisches Institut A RWTH Aachen University

Typischerweise sind die Grundvorlesungen der Experimentalphysik und das eigenständige Experimentieren von Studierenden aus logistischen Gründen zeitlich voneinander getrennt. Ein wichtiger Grund dafür ist die Hürde des bereitzustellenden Experimentier-Materials, welches parallel zur Vorlesung in ausreichender Stückzahl verfügbar sein muss. Mithilfe von smartphonegestützten Experimenten kann dieses Problem entschärft und somit die Zeit zwischen theoretischer Konzeptvermittlung und praktischem Experiment minimiert werden. Im Projekt Physik.SMART der Stiftung "Innovation in der Hochschullehre" wurden verschiedene solcher Experimente in den vorlesungsbegleitenden Übungsbetrieb implementiert. Konkret wurden experimentabhängige Materialien wie beispielsweise Federn und Faden in Ergänzung zu den eigenen Smartphones der Studierenden zur Verfügung gestellt. Außerdem wurde durch bereitgestellte externe Sensormodule, welche über Bluetooth Low Energy mit dem Smartphone verbunden werden, die Experimentiermöglichkeiten deutlich erweitert, wodurch vielfältige Experimente in der Mechanik, Elektrizitätslehre oder Wärmelehre ermöglicht wurden. In diesem Beitrag werden mögliche Experimente, genutzte Experimentiermaterialien und gewonnene Erfahrungen präsentiert.

DD 42.2 Wed 13:50 Theo 0.134

Einbindung der Smartphonekamera in phyphox — ●SEBASTIAN

STAACKS, GAURAV TRIPATHEE, LENA CRUMP, JOHANNES SCHLAF, HEIDRUN HEINKE und CHRISTOPH STAMPFER — I. & II. Physikalisches Institut A, RWTH Aachen University

Die an der RWTH Aachen University entwickelte quelloffene Experimentierapp "phyphox" wird um eine leistungsfähige Bildanalyse-Funktion erweitert. Durch die Echtzeitverarbeitung von Kamerabildern können in der ersten Ausbaustufe der Funktion photometrische Größen bestimmt und über die flexiblen Analyse- und Darstellungsfunktionen der App verknüpft werden. Neben einfachen Messungen von beispielsweise der Leuchtdichte oder dem Farbwert sind so weitere Analysen und Messkonfigurationen möglich. So kann der Zeitpunkt der Überschreitung einer Schwelle ähnlich einer Lichtschranke der Zeitmessung dienen oder Eigenschaften des Bildes können gegen Größen der internen Smartphonesensoren aufgetragen werden. Hierbei ergibt sich auch die Notwendigkeit die umfangreichen Parameter der Kamera dem Experiment und dem Niveau der Lernenden anpassen zu können.

Im Vortrag werden die neuen Funktionen vorgestellt, erste Experimente für den Lehreinsatz gezeigt, Besonderheiten und Grenzen der Smartphonekamera als Messgerät diskutiert und ein Ausblick auf weitere geplante Funktionen gegeben.

DD 42.3 Wed 14:10 Theo 0.134

Evaluation Smartphone-gestützter Experimentieraufgaben im ersten Studienjahr — ●SIMON Z. LAHME¹, DOMINIK DORSEL², HEIDRUN HEINKE², PASCAL KLEIN¹, ANDREAS MÜLLER³, CHRISTOPH STAMPFER² und SEBASTIAN STAACKS² — ¹Universität Göttingen — ²RWTH Aachen University — ³Universität Genf

Smartphones bieten Studierenden durch ihre Sensoren und die Konnektivität mit externen Sensorboxen die Möglichkeit, mit nur wenig Equip-

ment außerhalb von Laborpraktika zu experimentieren. An der Universität Göttingen und der RWTH Aachen University wurden daher Smartphone-gestützte Experimentieraufgaben in den Übungsbetrieb der Mechanik-Erstsemestervorlesung implementiert, einmal als längere Projektarbeit und einmal als Set kürzerer, wöchentlicher Übungsaufgaben. Die studentische Wahrnehmung des Lernprozesses mit den Aufgaben und die affektive Wirkung (Neugier, Interesse, empfundene Authentizität, etc.) wurden mit Fragebögen evaluiert. Die Daten erlauben einen Vergleich zwischen diesen beiden Implementationsan-

sätzen sowie weiteren Aufgabenformaten (klassische Übungsaufgaben und Programmieraufgaben). Die Smartphone-Experimente erzielten eine geringere affektive Wirkung als die klassischen Übungsaufgaben, aber höhere als die Programmieraufgaben. Angesichts dessen, dass die Smartphone-Experimentieraufgaben „on the fly“ neu in die Lehre integriert wurden, während sich die klassischen Übungsaufgaben über viele Jahre etabliert haben, sind diese Ergebnisse vielversprechend. Sie legen nahe, dass sich Smartphone-gestützte Experimentieraufgaben erfolgreich in die Studieneingangsphase Physik implementieren lassen.

DD 43: Sprache

Time: Wednesday 13:30–14:30

Location: OEC 1.163

DD 43.1 Wed 13:30 OEC 1.163

Hürden bei der Nutzung von Repräsentationen beheben — ●KERSTIN GRESENS und HENDRIK HÄRTIG — Universität Duisburg-Essen

Sowohl einzelne als auch multiple Repräsentationen werden im naturwissenschaftlichen Unterricht häufig eingesetzt (Opfermann et al., 2017). Dabei dienen Repräsentationen dem Verstehen, Untersuchen und Lösen von Problemen (Corradi et al., 2012). Um im Unterricht mit Repräsentationen zu arbeiten, müssen die Lernenden verschiedene Repräsentationsformen nutzen können (Cock, 2012). Da sich für Physik gezeigt hat, dass Hürden im Umgang mit Repräsentationen noch an Universitäten vorhanden sind (Nguyen & Rebello, 2009), kann davon ausgegangen werden, dass die Hürden auch im Schulunterricht auftreten. Hierzu fehlen aber empirische Belege. Aus diesem Grund wurde das Projekt in zwei Phasen aufgeteilt. In der ersten Phase wurden Hürden bei einzelnen Repräsentationen im Physikunterricht mit Hilfe der Lauten Denken-Methode identifiziert. In der zweiten Phase wurde eine Interventionsstudie im Prä-Post-Kontrollgruppendesign mit der Fokussierung auf die identifizierten Hürden durchgeführt. Hierbei sollen Lernende Wissen über Repräsentationen erwerben und anwenden. Die Interventionsgruppe erhält ein explizites Training zum Umgang und Nutzen der verschiedenen Repräsentationsformen, sowie die Übersetzung zwischen diesen. Die Kontrollgruppe nutzt dieselben Repräsentationsformen, ohne ein explizites Training erhalten zu haben. Erste Ergebnisse zeigen, dass besonders Lernende mit geringem Vorwissen vom expliziten Training profitieren.

DD 43.2 Wed 13:50 OEC 1.163

AufGezeichnet gelernt - Lernen mit Zeichnungen im Kontext physikalischer Inhalte — ●PETER MICHAEL WESTHOFF und SUSANNE HEINICKE — Universität Münster

Inhalte des Physikunterrichts sind für Schülerinnen und Schüler meist komplex und abstrakt. Zur Veranschaulichung dieser Inhalte existieren unterschiedliche Arten von Visualisierungen. Dabei ist die Diskussion des Einsatzes multimedialer Darstellungen und der Wechsel zwischen Darstellungsformen mittlerweile ein eigenes Forschungsgebiet. Bei diesen Studien stehen meist vorgegebene und standardisierte Visualisierungen (z. B. Diagramme) im Vordergrund der Diskussion. Weniger

bekannt ist, wie die schülereigene Erstellung von (weniger standardisierten) Grafiken den Lernprozess unterstützen kann. Um dieser Frage nachzugehen, wurde eine multimethodische Studie mit Prä-Post-Vergleich mit Lernenden der Klassen 8 und 9 durchgeführt. Dabei wurden den Teilnehmenden zu physikbezogenen Texten fertige Grafiken zum Betrachten (Variante 1), zum Abzeichnen (Variante 2), zu ergänzende Grafiken (Variante 3) vorgelegt oder sie wurden gebeten, selbst Grafiken frei zu erstellen (Variante 4). Im Beitrag werden die Daten aus dieser Studie vorgestellt und in Hinblick auf Selbstwert einschätzungen der Lernenden in Bezug auf Kreativität, kognitiver Belastung und Lernzuwachs diskutiert.

DD 43.3 Wed 14:10 OEC 1.163

Fachphysik und Fachdidaktik entwickeln gemeinsam interaktive Formate der Wissenschaftskommunikation — ●KAI BLIESMER — Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Aktuelle Forschungsthemen für die Öffentlichkeit aufzubereiten, ist eine Kernaufgabe der Wissenschaftskommunikation, die sich im Rahmen der Third Mission als wichtiger Bestandteil des universitären Aufgabenspektrums etabliert hat. Hierzu ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Fachphysik und Physikdidaktik erforderlich, da bei der Aufbereitung von aktuellen Forschungsthemen die Expertise der Fachwissenschaft zwingend erforderlich ist und nur gemeinsam sichergestellt werden kann, durch Entwicklungsforschung Formate zu entwickeln, die sich als fach- und adressatengerecht erweisen. Um die Zusammenarbeit zu strukturieren und in klare Phasen zu untergliedern, hat sich das Modell der Didaktischen Rekonstruktion als Arbeitsgrundlage bewährt. Der Beitrag schildert an zwei Beispielen wie eine solche Zusammenarbeit zwischen Fachphysik und Physikdidaktik entlang der Didaktischen Rekonstruktion gestaltet werden kann. In beiden Fällen ist jeweils ein interaktives Format der Wissenschaftskommunikation realisiert worden: Zum einen ist in Kooperation mit Kolleg:innen des Arbeitsbereichs Quantenmaterialien aus Deutschland und dem Irak ein Escape-Game zur Photolumineszenz-Spektrometrie entstanden. Zum anderen wurde gemeinsam mit dem SFB Hörakustik ein Schülerlabor realisiert, für das eine vereinfachte Version eines sogenannten Kunstkopfes entwickelt wurde, mit dem Schüler:innen Experimente zum Binauralen Hören durchführen können.

DD 44: Lehr-Lernforschung III

Time: Wednesday 13:30–14:30

Location: OEC 1.162

DD 44.1 Wed 13:30 OEC 1.162

Analoges Problemlösen auf dem Prüfstand: Reproduzierbarkeit und neue Erkenntnisse — ●MARCO SEITER und HEIKO KRABBE — Ruhr-Universität Bochum

Unter Analogietransfer (Analogical Transfer) versteht man die Verwendung von Analogien oder Metaphern, um eine neue Problemstellung in Analogie zu einem bereits gelösten Problem zu bewältigen (Gick & Holyoak, 1983; Schmid, 2006). Transfer bei analog formulierten Problemsituationen bezieht sich dabei nicht auf direkt vergleichbare Oberflächenmerkmale, sondern auf strukturelle Ähnlichkeiten zwischen den Problemen (Schmid, 2006).

Bisherige Studien (für einen Überblick siehe z.B. Gray & Holyoak, 2021) konnten nachweisen, dass ProbandInnen, welche zunächst eine Geschichte mit einer bestimmten Lösungsstrategie lesen, im Anschluss signifikant häufiger Lösungen mit dieser Strategie in Bezug auf eine

analoge Problemgeschichte produzieren. Für einen erfolgreichen Transfer mussten strukturelle Verbindungen zwischen den Zielperspektiven der Geschichten hergestellt werden. Ein oberflächlicher Vergleich war nicht ausreichend. Zudem konnte nachgewiesen werden, dass der Effekt umso größer wird, je größer die Ähnlichkeit zwischen den Problemgeschichte ist.

Erste Replikationsversuche von Seiter & Krabbe (2024) konnten die oben genannten positiven Ergebnisse nicht bestätigen. Um dies genauer aufzuklären wurden weitere Studien zum Analogem Problemlösen durchgeführt. Der Vortrag gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Erkenntnisse.

DD 44.2 Wed 13:50 OEC 1.162

Testen "Verständnisaufgaben" immer das Verständnis? — ●THOMAS FILK — Physikalisches Institut, Universität Freiburg, Hermann-Herder-Str. 3, 79104 Freiburg

Die provokante Frage, ob Verständnisaufgaben wirklich das Verständnis testen, hat mindestens zwei Aspekte: (1) Es gibt Verständnisaufgaben (z.B. im FCI), auf die die richtigen Antworten durch die Fragestellungen nicht eindeutig sind und gerade von Schülerinnen und Schülern vor dem Hintergrund der KMK-Bildungsstandards bzw. der Bildungspläne (oder vergleichbarer Ländervorgaben) gar nicht oder zumindest nicht aus einem wirklichen Verständnis heraus beantwortet werden können. (2) Es gibt oftmals scheinbar sehr einfache Verständnisfragen, die selbst bei einem nachweislich vorhandenen Verständnis des physikalischen Sachverhalts nicht sofort beantwortet werden können. In meinem Vortrag werde ich Beispiele für beide Formen von Verständnisaufgaben geben und die Frage aufwerfen, wie das Verständnis für physikalische Konzepte und Zusammenhänge wirklich getestet werden kann.

DD 44.3 Wed 14:10 OEC 1.162

Verständnis als Schlüssel zur Physik: 5 Jahre Forschung zu Gestalt- und Funktionalitätstreue — ●MALTE S. UBBEN und

PHILIPP BITZENBAUER — Universität Leipzig, Institut für Didaktik der Physik

Durch die kognitiven Dimensionen der Gestalt- und Funktionalitätstreue konnte eine standardisierte Beschreibung der Entwicklung von Verständnisprozessen in der Quantenphysik erstellt werden. In den vergangenen fünf Jahren haben verschiedene empirische Studien wesentlich dazu beigetragen, die beiden Dimensionen der Verständnisentwicklung genauer zu untersuchen und zu beleuchten.

In diesem Vortrag werden die Ergebnisse empirischer Studien der letzten fünf Jahre zusammengefasst und präsentiert. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Studien zur Konzeptentwicklung in der Quantenphysik, ergänzt durch Erkenntnisse über die Verwendung der Dimensionen auch in der Beschreibung von Konzeptentwicklung anderer physikalischer Gebiete am Beispiel der Astronomie und außerfachlich im Bereich der Gruppentheorie. Diese Ergebnisse bestätigen und erweitern die Dimensionen der Gestalt- und Funktionalitätstreue und liefern auch einige offene Fragen für zukünftige Untersuchungen.

DD 45: Hauptvortrag II und Verabschiedung

Time: Wednesday 14:45–15:45

Location: ZHG103

Invited Talk

DD 45.1 Wed 14:45 ZHG103

Moderne Physik, moderne Bildung: Zukunftsperspektiven für den Physikunterricht im Wandel — ●MAGDALENA KERSTING — University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark

Die Physikdidaktik steht vor der Herausforderung, den Physikunterricht für das 21. Jahrhundert neu zu denken. Dieser Vortrag präsentiert drei zukunftsweisende Perspektiven aus der skandinavischen und internationalen Forschungspraxis. Die erste Perspektive widmet sich der Integration der Quantenphysik und weiterer Gebiete moderner physikalischer Forschung, wie Astrophysik oder Klimaforschung, in den Schulunterricht. Am Beispiel eines innovativen dänischen Weiterbildungsprogramms für MINT-Lehrkräfte wird aufgezeigt, wie die praxisnahe Zusammenarbeit zwischen Lehrkräften und Forschenden zur

Entwicklung innovativer Unterrichtskonzepte führt. Die zweite Perspektive thematisiert die Förderung naturwissenschaftlicher Grundbildung durch einen sprachsensiblen und wissenschaftsphilosophisch reflektierten Physikunterricht. Die dritte Perspektive untersucht das Potenzial generativer künstlicher Intelligenz für den Physikunterricht. Anhand konkreter Beispiele wird diskutiert, wie diese Technologie als kollaborativer Partner im Lernprozess fungieren kann - sei es bei der Unterstützung individueller Lernwege oder der Entwicklung forschend-entdeckender Unterrichtsszenarien. Der Vortrag schließt mit einer Synthese dieser drei Perspektiven und zeigt auf, wie ihre Verschränkung zu einem Physikunterricht beitragen kann, der fachlich fundiert, methodisch innovativ und gleichzeitig inklusiv ist - und damit den Anforderungen einer sich wandelnden Bildungslandschaft gerecht wird.