

Helena van Vorst (Hg.)

Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GD^{CP})

Frühe naturwissenschaftliche Bildung

Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik

Jahrestagung in Hamburg 2023

Inhaltsverzeichnis

Vorwort und Einführung

HELENA VAN VORST 1

Vorwort

MIRJAM STEFFENSKY, ANDREAS BOROWSKI 2

Einführung

Plenarvorträge

ILONCA HARDY 4

Frühe naturwissenschaftliche Bildung: Zur Bedeutung der Sprache für die Konzeptentwicklung

ELKE SUMFLETH, HORST SCHECKER 17

50 Jahre GDCP - eine Tour d'Horizon von den Ursprüngen bis in die Gegenwart

Bericht zu Schwerpunkttagungen

JENNA KOENEN, KATHARINA FORSTER 37

Bericht zur GDCP-Schwerpunkttagung 2023, Bildung für Nachhaltige Entwicklung

Workshops

BENJAMIN HEINITZ, FRIEDERIKE KORNECK, ANDREAS NEHRING 43

VirtU-net Haben wir das gleiche Verständnis von Unterrichtsqualität?

MARKUS PRECHTL, KAI BLIESMER, STEFANIE RINALDI, MARKUS WILHELM, JENNA KOENEN, KATHARINA FORSTER 48

Auf dem Weg zu einer Nachhaltigkeitsdidaktik? Ein Bericht über die Bildung eines Netzwerks

MATHIAS KIRF 54

Die Teilchenprasselmaschine und das Kupferschiff: Experimente für den Anfangsunterricht

Vorträge**Vortragsblock A**

MICHELLE MÖHLENKAMP, HELENA VAN VORST, SEBASTIAN HABIG, MATHIAS ROPOHL	58
Effekte einer digitalen Lernleiter im Chemieunterricht	
NICOLAI TER HORST, JULIA DIETRICH, TIMM WILKE	62
digitalchemlab - digital-differenzierte Lernmodule im Schülerlabor	
FLORIAN FRANK, CHRISTOPH STOLZENBERGER, THOMAS TREFZGER	66
Studie zur Wirkung digitaler Medien in Schülerlaboren für die E-Lehre	
SABRINA SYSKOWSKI, ISABEL PREUß, SANDRA BERBER	70
ARIELLE – Augmented Reality in Experimental Laboratory Learning Environments	
PAUL MARTIN, DAVID KRANZ, PETER WULFF, NICOLE GRAULICH	74
Tiefgreifende Analyse von Argumenten in der OC mit Deep Learning	
JOHANNES HUWER, LARS-JOCHEN THOMS, LENA VON KOTZEBUE, TILL BRUCKERMANN, ALEXANDER FINGER, ERIK KREMSE, CHRISTOPH TYSSEN, MONIQUE MEIER, SEBASTIAN BECKER-GENSCHOW	78
KI-relevante Kompetenzen für das Lehramt der Naturwissenschaften im DiKoLAN	
BENJAMIN NIEHS, BARBARA FALK, ROBIN KRÖGER, IRIS GÜNTNER, SEBASTIAN BECKER-GENSCHOW, BENJAMIN ROTT, ALEXANDER STRAHL, ANDRÉ BRESGES	82
Kooperativer, kreativer, transparenter und prüfungssicherer Einsatz von generativer KI in Lehr-Lernprozessen	
AMINA ZEROUALI, JENNA KOENEN	86
Game on! Einstellungen angehender Lehrkräfte zu digitalen Lernspielen	
MURIEL SCHABER	90
Digitalisierungsbezogene Kompetenzen angehender Physiklehrkräfte	
STEFAN MÜLLER	94
Förderung digitaler Kompetenzen von Lehramtsstudierenden der Chemie	
DAVID WEILER, JAN-PHILIPP BURDE, RIKE GROBE-HEILMANN, ANDREAS LACHNER, JOSEF RIESE, THOMAS SCHUBATZKY	98
Einsatz digitaler Medien: Charakterisierung von Physik-LA-Studierenden	

III

RIKE GROBE-HEILMANN, JAN-PHILIPP BURDE, JOSEF RIESE, THOMAS SCHUBATZKY, DAVID WEILER	102
Wie sollte ein Seminar zum Einsatz digitaler Medien gestaltet sein?	
MARTINA GRAICHEN, SILKE MIKELSKIS-SEIFERT	106
Mission Magnet: Barrierefreies, inklusives Experimentieren	
ELISABETH HOFER, SIMONE ABELS	110
Inklusive Gestaltung einer Einheit offenen Forschenden Lernens	
ANJA TSCHIRSCH, AMITABH BANERJI	114
Akzeptanzuntersuchung eines AR-Autorentools bei Chemielehrkräften	
MELANIE RIPSAM, CLAUDIA NERDEL	118
AR zur Förderung des Stoff-Teilchen-Konzeptverständnisses bei Lehrkräften	
 Vortragsblock B	
JANNIS ZELLER, JOSEF RIESE	122
Fähigkeitsprofile im Physikdidaktischen Wissen mithilfe von Machine Learning	
MICHELE BROTT, CONSTANTIN EGERER	126
CUKI: Chemieunterricht geplant durch Künstliche Intelligenz	
SEBASTIAN ROHR, OLIVER TEPNER	130
Wirkung von Erklärvideos in Kombination mit Flipped Classroom in Chemie	
SASCHA NEFF, BJÖRN RISCH	134
Evaluationsbasierte Transfergestaltung einer digitalen Schulinnovation	
ROBERT GIESKE, CLAUS BOLTE	138
Sprachliche Unterstützung beim Erwerb chemiebezogenen Fachwissens	
JAN-MARTIN ÖSTERLEIN, MATHIAS ROPOHL, SEBASTIAN HABIG, MIRIAM MORECK	142
Förderung der Textqualität von Versuchsprotokollen im Fach Chemie	
KATHARINA FLIESER, KARSTEN RINCKE	146
Die Wirkungen sprachlicher Gestaltungsmittel in Physiktexten auf Schüler*innen	

IV

REGINA SCHAUER, REBECCA MÖLLER, MARKUS FESER, JULE BÖHMER, HANNE BRANDT, INGRID GOGOLIN, DIETMAR HÖTTECKE	150
Energiewissen durch sprachexpliziten Physikunterricht fördern	
MARCUS SCHIOLKO, MATHIAS ROPOHL	154
Inwiefern fördern Wissenslandkarten die inhaltliche Kohärenz von Chemieunterricht	
TOBIAS WYRWICH, KNUT NEUMANN, MARCUS KUBSCH	158
Beyond Literacy: Förderung von Agency im Physikunterricht	
SONJA DIETERICH, STEFAN RUMANN, MARC RODEMER	162
Wissen, wie es nicht geht: fehlerhafte Lösungsbeispiele im Fach Chemie	
DOMINIK DIERMANN, DENNIS HUBER, STEFFEN GLASER, JENNA KOENEN	166
Interaktivität und Dynamik in der digitalen SpinDrops-Lernumgebung	
MARIE HANSEL, LUZIE SEMMLER	170
Welche Effekte haben digitale Escape Games in der Hochschullehre?	
LUZIE SEMMLER	174
Anregung von (kreativen) Problemlöseprozessen in einem Educational Escape Room	
Vortragsblock C	
VALERIE AMACKER, MARKUS WILHELM, DOROTHEE BROVELLI	178
Effekte von Versuchsanleitungen auf Cognitive Load & Selbstwirksamkeit	
TOM JUNGLUTH, SILKE MIKELSKIS-SEIFERT, JOSEF KÜNSTING	182
Prompts zur kognitiven Aktivierung beim multimedialen Experimentieren	
AXEL LANGNER, NICOLE GRAULICH	186
Mit Blick zurück einen Schritt vor – Eine blickbewegungsgestützte Retrospektive	
VIKTORIA KATRIN HELMS, LARISSA HAHN, PASCAL KLEIN	190
Blickverhalten im Umgang mit Diagrammen zur Ausbreitung mechanischer Wellenpulse	
BJÖRN RISCH, ISABEL JUPKE	194
Nachhaltigkeit als Querschnittsthema – MINT-Kurse für 8 bis 12-jährige	

EVA BÜHLER, MARKUS REHM, HENDRIK LOHSE-BOSENZ, MARKUS WILHELM, TIM BILLION-KRAMER	198
Frühe naturwissenschaftliche Bildung: Vignettentest	
LAURA SIEBERS, SARAH RAU-PATSCHKE, STEFAN RUMANN	202
Entwicklung adaptiver Lehrkompetenz durch ein Lehr-Lern-Labor-Seminar	
MARVIN KALDEWEY, STEFANIE SCHWEDLER	206
Selbstreguliertes Lernen in der Physikochemie – eine Interviewstudie	
ANN-KATRIN KREBS	210
Sensibilisierung von Physiklehrkräften für Diversität und Gender	
Vortragsblock D	
CAROLIN FLERLAGE, ANDREA BERNHOLT, ILKA PARCHMANN	214
Motivationsfaktoren zur Nutzung und Erstellung digitaler Lernangebote	
CAROLIN FLERLAGE, CHRISTOPH VOGELSANG, STEFANIE HERZOG, MARC REID	218
Digitale Lernangebote – Von der Motivation zur nachhaltigen Nutzung	
CHRISTOPH VOGELSANG	222
Wie verändern sich digitale Kompetenzen im Praxissemester?	
STEFANIE HERZOG	226
Produktiver Einsatz chemischer Erklärvideos – im Lehramtsstudium und darüber hinaus	
SOPHIA SIEGMANN, GUNNAR FRIEGE	230
Unterricht zum Thema Klimawandel: Untersuchungen von Instruktionsarten und Medienkompetenz	
ANGELIKA BERNSTEINER, THOMAS SCHUBATZKY, PHILIPP SPITZER, CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER	234
Sicht Lehramtsstudierender auf Unterricht im Zeitalter der Digitalität	
RITA ELISABETH KREBS, MARVIN ROST, ANJA LEMBENS	238
Säure-Base-Reaktionen in der SEK II – eine Interventionsstudie	
ROBIN DEXHEIMER-REUTER, VERENA SPATZ	242
Studentische Physiktutor*innen: Effekte der Lehr-Lernüberzeugungen	

VI

SUSANNE GERLACH, SARAH RAU-PATSCHKE Studierende vertreten im Sachunterricht-Heterogenität als Lernchance	246
STEFAN SCHWARZER, LISA BRANDL Evaluation einer Blended Learning-Fortbildung für MINT-Lehrkräfte	250
FREDERIK BUB, THORID RABE, LISA-MARIE CHRIST, OLAF KREY MINT-Identität im Anfangsunterricht: Eine quantitative Annäherung	254
FREJA KRESSDORF, THORID RABE Identitätsaushandlungen: Fallstudien zu Bildungswegentscheidungen	258
SVENJA BOEGEL, MATHIAS ROPOHL Der Einfluss von Feedback auf kognitive und motivationale Schüler:innenmerkmale	262
ANNA WEISSBACH, CHRISTOPH KULGEMEYER Reflexionsfähigkeit: Validitätsstudien zu einem Test mit Feedback	266
VANESSA FISCHER, SUSANNE GERLACH, HELENA VAN VORST Student-peer-reviewing zur fachdidaktischen Reflexion im Lehramtsstudium	270
PHILIPP SPITZER Wissenschaftskommunikation im Kontext Schule und Social Media	274
DENNIS DIETZ, ARNE PETTER, CLAUD BOLTE Strategien zur Beurteilung der Vertrauenswürdigkeit von Online-Quellen	278
KASIM COSTAN, MELISSA COSTAN, CHRISTOPH KULGEMEYER Wie denken Physiklehrkräfte über physikdidaktische Forschung?	282
Vortragsblock E	
LUKAS MIENTUS, ANNA NOWAK, PETER WULFF, ANDREAS BOROWSKI Computerbasierte Qualitätsabschätzung schriftlicher Reflexionen	286
MARC RODEMER, LUKAS MIENTUS, JULIA WIEDMANN, ANNA NOWAK, PASCAL POLLMEIER Professionalisierungsmöglichkeiten angehender Lehrkräfte in Praxisph	290
JULIA WIEDMANN, MARC RODEMER, STEFAN RUMANN, INGA GRYL Entwicklung von PCK im Sachunterricht durch das Praxissemester	294

VII

ANNA NOWAK, LUKAS MIENTUS, PETER WULFF, ANDREAS BOROWSKI Inhaltliche Qualitätsmerkmale in Selbstreflexionstexten	298
PASCAL POLLMEIER, CHRISTOPH VOGELANG, TIM ROGGE Eigenvideografien als Instrument zur Professionalisierung angehender Lehrkräfte	302
RONJA SOWINSKI, SIMONE ABELS Metaphern mehrsprachiger Schüler*innen zu abstrakten Phänomenen	306
MARVIN ROST, ANJA LEMBENS Halbautomatisierte Auswertung von Lerntagebüchern im Chemielehramt	310
TOM KONRAD ANTON, CHRISTIANE S. REINERS Didaktische Transformation von SSI am Beispiel von Mikroplastik	314
MARKUS OBCZOVSKY, CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER, THOMAS SCHUBATZKY Fachdidaktisches Analysieren von Unterrichtsmaterial im Studium lernen	318
ANTONIO RUEDA, ANDREAS BOROWSKI BNE im Nawi-Unterricht: Nur Umweltbildung?	322
LEO LUTZ Von BNE zu BENE – Ein mögliches Modell von der Kompetenz zur Handlung	326
JULIA HÄDRICH, RITA WODZINSKI Kritisches Denken fördern – Artikel-Memory zum Klimawandel	330
LUC ALBRECHT, CHRISTIANE REINERS Kritisches Denken als Schlüssel zur naturwissenschaftlichen Bildung	334
SARAH RAU-PATSCHKE, MARISA HOLZAPFEL, ANDREA KAWRIGIN Kreativität und Bewegung im Sachunterricht aus Sicht der Lehrkräfte	338
MARKUS EMDEN, FRANK HANNICH, ARMIN DUFF, TANIA KAYA, LARA LEUSCHEN, DAVID NEF Juicy questions verbinden außerschulische Lernorte mit dem Unterricht	342
YIKE YING, RÜDIGER TIEMANN Comparative analysis of Collaborative problem-solving skills: German vs. Chinese students	346

VIII

Vortragsblock F

MELANIE RENNER, CLAUDIA HAAGEN-SCHÜTZENHÖFER	350
Sprache als Medium – Studierendenvorstellungen zu Sprache im Physikunterricht	
LOUISA WINTER, MARTIN HOPF	354
Akzeptanzbefragungen zur Energieübertragung in elektrischen Systemen	
IRINA BRAUN, NICOLE GRAULICH	358
Kontextbasiertes Problemlösen: Anwendung von Mesomerie in OC-Aufgaben	
TOBIAS WINKENS, SASCHA ATAHAN, HEIDRUN HEINKE	362
Variablenkontrollstrategie: Individuelle Förderung hoch 2	
DAVID KRANZ, PAUL P. MARTIN, MICHAEL SCHWEEN, NICOLE GRAULICH	366
Analyse des Effekts verschiedener Aufgabenformate und Strukturierung auf den Lernerfolg	
SANDRA PUDDU, CHRISTIAN NOSKO, ANJA LEMBENS	370
„Wegen dem Wasser zerlöst sich das Pulver“ – Das Projekt FoPs	
RAHEL SCHMID, NICOLAS ROBIN, ALEXANDER STRAHL	374
Verständnis von NOS-Aspekten und Umgang mit Fehlern	
DIRK BROCKMANN-BEHNSEN	378
Praktikumsvorbereitung neu gedacht – ein Scrum-basiertes Konzept im Vorbereitungsseminar	
KATRIN SCHÜBLER, MAIK WALPUSKI	382
Erfolg im Laborpraktikum: Welche Variablen sind relevant?	

Vortragsblock G

MORITZ KRIEGEL, VERENA SPATZ	386
Authentische Vermittlung des Forschungsalltages in der Physik	
LAURA GOLDHORN, THOMAS WILHELM, VERENA SPATZ	390
Interventionsstudie zur Förderung des Growth Mindset in Physik	

IX

BERNADETTE SCHORN	394
Konzeptionelles Verständnis von Studierenden zum elektrischen Stromkreis	
STEFANIE PETER, OLAF KREY	398
Erprobung einer Eye-Tracking-Studie zu visuellen Strategien im Umgang mit Schaltplänen	
ANNABEL PAULY	402
Sketchnotes zur Förderung der Visual Literacy im Lehr-Lern-Kontext Chemie	
JOCHEN SCHEID, ALEXANDER KAUERTZ	406
Erhebung von Diagrammkompetenz in Physik	
DANIEL LAUMANN, PAUL SCHLUMMER, ADRIAN ABASI, RASMUS BORKAMP, JONAS LAUSTRÖER, WOLFRAM PERNICE, CARSTEN SCHUCK, REINHARD SCHULZ-SCHAEFFER, STEFAN HEUSLER	410
Lernen mit Mixed Reality zur optischen Polarisierung	
LILITH RÜSCHENPÖHLER	414
Postkoloniale Naturwissenschaftsdidaktik: Ein Review der Literatur	
SIMON Z. LAHME, PASCAL KLEIN, ANDREAS MÜLLER	418
Offene Experimentierprojektaufgaben in der Studieneingangsphase Physik	
RICARDA RINGDORFER, DORIS DALLINGER, OLIVER KAPPE, PHILIPP SPITZER	422
Realisierung eines Flow Chemistry Praktikums mit Masterstudierenden	
MALTE DIEDERICH, SIMON Z. LAHME, JASPER O. CIRKEL, SUSANNE SCHNEIDER, VERENA SPATZ, PASCAL KLEIN	426
Belastung meets Mindset – Eine Panelstudie im ersten Semester Physik	
MATTHIAS FISCHER, MANUELA WELZEL-BREUER	430
Naturwissenschaften & Straßenschulen: Welche Rolle spielen Lehrkräfte?	
LINDA ZWICK, RITA WODZINSKI	434
Förderung des Wissenschaftsverständnisses in Schulen im SFB ELCH	
DANIEL RÖMER, JAN WINKELMANN	438
Das Vertrauen von Lehramtsstudierenden in die Naturwissenschaften	

NIKLAS PREWITZ, KATHARINA GROß	442
Förderung des professionsrelevanten Fachwissens angehender Chemielehrender	
NOVID GHASSEMI, VOLKHARD NORDMEIER	446
Ergebnisse der Begleitforschung zum Q-Masterstudium im Fach Physik an der FU Berlin	
Vortragsblock H	
MARTINA BRANDENBURGER, MARTIN SCHWICHOW, SILKE MIKELSKIS- SEIFERT	450
Zusammenhang von Modellverständnis und Lehr-/Lernüberzeugungen von Lehrkräften	
BENJAMIN PÖLLOTH, STEFAN SCHWARZER	454
Mit Stop-Motion-Animationen Vorstellungen zu Mechanismen analysieren	
KERSTIN GRESENS, HENDRIK HÄRTIG	458
Analyse von Hürden beim Bearbeiten von Aufgaben mit Repräsentationen	
LEONIE WILLMES, HELENA VAN VORST, MATHIAS ROPOHL	462
Forschend Lernen im inklusiven Chemieunterricht – aber wie?! Ein systematisches Literaturreview	
JÜRGEN MENTHE, FELIX PAWLAK, LISA STINKEN-RÖSNER, ELIZABETH WATTS	466
Inklusiver Nawi-Unterricht – ein herausforderndes Forschungsfeld?	
GIULIA PANTIRI, THOMAS WILHELM, LEA MAREIKE BURKHARDT, VOLKER WENZEL, ARNIM LÜHKEN, DIETER KATZENBACH	470
Inklusiver NaWi-Unterricht: Erprobung von Lernstationen zu Farben	
JASMIN ÇOLAKOĞLU, ANNEKE STEEGH, ILKA PARCHMANN	474
Inklusive MINT-Bildung: Einblicke aus der Praxis für die Forschung - Diverse Zielgruppen in non-formaler MINT-Bildung erreichen	
INGRID KRUMPHALS, MARIA SCHWARZ, THOMAS PLOTZ, YULTUZ OMARBAKIYEVA, BIANCA WATZKA	478
Lernendenvorstellungen zu Wind von Primar- bis Oberstufe	

BIANCA WATZKA, YULTUZ OMARBAKIYEVA, MARIA SCHWARZ, INGRID KRUMPHALS	482
Winddarstellungen verstehen im Primarbereich: Eine Eye-Tracking-Studie	
DEBORAH MILWA, RITA WODZINSKI	486
Analysekompetenz beim Beurteilen von Erklärvideos im Sachunterricht	
PATRICIA BREUNIG, KARSTEN RINCKE	490
Multidimensionale Untersuchung von Erklärvideos im Flipped Classroom	
BENJAMIN STÖGER, CLAUDIA NERDEL	494
Entwicklung eines linear skalierten Messinstruments für mathematisches Modellieren in der Chemie	
KEVIN KÄRCHER, HANS-DIETER KÖRNER	498
Darstellungswechsel funktionaler Zusammenhänge in der Chemie	
CHRISTIANE RICHTER, KAI BLIESMER, MICHAEL KOMOREK	502
Lesson Study Plus - Weiterentwicklungsbedarfe einer Beobachtungsmethode	
MAGDALENA MICOLOI, LANA IVANJEK, THOMAS SCHUBATZKY, SARAH WILDBICHLER, RAINER WACKERMANN, MIEKE DE COCK, GESCHE POSPIECH	506
Testinstrument zum kritischen Denken im Kontext Klimawandel (CTCC)	
Vortragsblock I	
LOTTE HAHN, THORID RABE	510
Physik-Erklärvideos – Einstellungen von (angehenden) Physiklehrkräften	
MADELEINE HÖRNLEIN, CHRISTOPH KULGEMEYER	514
Durch Lernaufgaben zum Konzeptwissen? Effektivität von Erklärvideos	
SUSANNE METZGER, MARLENE LABUDDE, STEPHAN VONSCHALLEN, MALEIKA KRÜGER, CHARLOTTE SCHNEIDER	518
Erklärvideos im naturwissenschaftlichen Unterricht	
CLAUS BOLTE, DENNIS DIETZ	522
Motivationseffekte im integrierten und fächerdifferenzierten naturwissenschaftlichen Unterricht	

XII

JULIA WELBERG, DANIEL LAUMANN, SUSANNE HEINICKE	526
Motive zur Wahl und Befunde zum Fachinteresse Physik von Lernenden	
XENIA SCHÄFER, SEBASTIAN HABIG	530
Interesse im Schülerlabor – eine Frage von Situation oder Disposition?	
SEBASTIAN NELL, HEIDRUN HEINKE	534
Interessensförderung zur Quantenphysik in einem Nebenfach-Praktikum Physik	
FLORIAN BUDIMAIER, MARTIN HOPF	538
Emergente Phänomene im Physikunterricht am Beispiel des Teilchenmodells	
PAUL UNGER, KARSTEN RINCKE	542
Vergleich hinführender und rückführender Verknüpfung des Vorwissens im Physikunterricht: erste Ergebnisse	
TANJA MUTSCHLER, STEFAN SORGE, DAVID BUSCHHÜTER, CHRISTOPH KULGEMEYER, ANDREAS BOROWSKI	546
Am Beispiel lernen: Der Einfluss der Strukturfolge auf den Lernerfolg	
LISA STINKEN-RÖSNER, DANIEL LAUMANN	550
Messung der Einstellungen von Lernenden zu Experimenten im Unterricht	
Vortragsblock J	
SABINE STRELLER, ALEXANDER KNOECHELMANN, CLAUS BOLTE	554
Glückssache?! Zur Beurteilung von Versuchsprotokollen im Fach Nawi 5/6	
ANJA LEMBENS, MORITZ MEIER, MARVIN ROST	558
Förderung Professioneller Unterrichtswahrnehmung zum Umgang mit Lernendenvorstellungen durch Videovignetten	
MARTINA CAVELTI, CHRISTOPH GUT, MAIK WALPUSKI	562
Kompetenz des wissenschaftlichen Skizzierens Entwicklung und Validierung eines Messinstruments	
KATRIN BÖLSTERLI BARDY, SASCHA GRUSCHE, ALEXANDER STRAHL	566
Erwartungen an Physikschulbücher: Ein internationales Review	

XIII

GABRIELA JONAS-AHREND, MARIKA KAPANADZE, ALEXANDER MAZZOLINI, FADEEL JOUBRAN	570
Ergebnisse einer Reviewstudie zur Evaluation von Physiklehrbüchern	
MALTE SCHWEIZER, SASCHA SCHANZE	574
Webbasierte Angebote zur Unterstützung des Chemieunterrichts - Eine Bestandsaufnahme	
SEBASTIAN TASSOTI	578
Wie löst ChatGPT eine Aufgabe zur Säure-Base-Chemie?	
ERIKA KNACK, VANESSA FISCHER, MAIK WALPUSKI	582
Untersuchung einer chemie-spezifischen Learning Progression für die SII	
JONAS TISCHER, MICHAEL KOMOREK	586
Komplexe Themen in komplementär vernetzten Lernangeboten	
CHARLOTTE SCHNEIDER, SUSANNE METZGER	590
Konzeptverständnis mit Triadenaufgaben messen Vorstellungen zu Radioaktivität und ionisierender Strahlung	
JOS OLDAG, SASCHA SCHANZE	594
Wie wirkt Feedback bei Lernenden? Digitale Drag-and-Drop-Aufgabe zu Ionengittern mit Feedback	
Postersymposien	
TOM BLECKMANN, ANDRÉ MEYER, JOS OLDAG, MARKOS STAMATAKIS, ANZHELIKA MARKOVNIKOVA	598
LernMINT: Datengestützter Unterricht in den MINT-Fächern Postersymposium	
ANZHELIKA MARKOVNIKOVA, SASCHA SCHANZE	602
Chemistry app for children with cerebral palsy based on the eye-tracker	
ANDRÉ MEYER, ANETT HOPPE, GUNNAR FRIEGE	606
Adaptives Problemlösetraining zu Energie quantitativ Beitrag zum Postersymposium des Graduiertenkollegs LernMINT	
TOM BLECKMANN, GUNNAR FRIEGE	610
Automatische Rückmeldung zu Concept Maps: Wie kann Machine Learning helfen?	

XIV

MARIANNE KORNER	614
Akzeptanzbefragungen als Methode in der Ausbildung Lehramtsstudierender	
PHILLIP GERALD SCHOßAU, UTA MAGDANS, REBECCA LAZARIDES, ANDREAS BORWOSKI	618
Synchrone und hybride Online-Lehrkräftefortbildungen im Vergleich	
DENNYS GAHRMANN, IRENE NEUMANN, ANDREAS BOROWSKI	622
Leistungsdispositionen zum Physikstudienbeginn	
ANNA HAAB, JAN-PHILLIP BURDE, STEFAN SCHWARZER	626
Authentische Einblicke in Studium & Forschung mit MINT- Studienbotschafter/innen	
HENDRIK FLEISCHER, SASCHA SCHANZE	630
NaWi fit? Eine Studienorientierung zu Mathematik-Fertigkeiten	
SEVAN KHAGY, OLIVER TEPNER	634
Einsatz von Lernvideos zur Unterstützung im Chemiestudium	
NILAB ABBAS, ANNA B. BAUER, JOSEF RIESE, PETER REINHOLD	638
Entwicklung und Evaluation von Unterstützungsmaterialien für Theoretische Physik	
CHRISTOPH FRÖHLEKE, SALOME JANKE, SEBASTIAN HABIG, SABINE FECHNER	642
Evaluation eines digitalen Tools zur Laborpraktikumsvorbereitung	
KEVIN SCHMITT, VERENA SPATZ	646
Auswertung inhaltlicher Besonderheiten im Vorwissen von Physik- Nebenfachstudierenden	
KATHARINA GROß, NIKLAS PREWITZ, ANDREA SCHUMACHER	650
Educational Escape Games im Rahmen des Schülerlabors ELKE	
CHRISTIAN GEORG STRIPPEL, KATHARINA GROß, ALEXANDER SCHUMACHER, NIKLAS PREWITZ, NADJA BELOVA, LUZIE SEMMLER, MARIE HANSEL, CHANTAL LATHWESEN, VALENTIN ENGSTLER, CHRISTINA TOSCHKA	654
ChemistryNeErDs–Chemie-Netzwerk Educational Escape Rooms Deutschland	
VALENTIN ENGSTLER, ANNETTE MAROHN	658
chemical[esc]ape - Ein VR-basierter Escape Room zur Elektrochemie	

CHANTAL LATHWESEN, NADJA BELOVA	662
Eine digitale Weltraummission im Escape-Room-Format durch die Grüne Chemie	
KATRIN SOMMER, CHRISTINA TOSCHKA, THOMAS PHILIPP SCHRÖDER, CHRISTIAN GEORG STRIPPEL	666
Experimentelle Educational Escape Rooms in Schülerlabor und Schule	
Postersessions	
MARIA HINKELMANN, HEIDRUN HEINKE	670
Labs on Tour - ein Konzept zur MINT-Interessenförderung	
FELIX PAWLAK, STEFAN SCHWARZER	674
MINT-Cluster „MINT me!“: Blended Learning im Schülerlabor	
JANNE GROß, SIMONE ABELS	678
Adressierung von Mädchen an außerschulischen naturwissenschaftlichen Lernorten	
PAUL BÖNING, GESCHE POSPIECH	682
Bewerten lernen an und mit außerschulischen Lernorten Eine Vergleichsstudie	
TOBIAS BINDER, SOPHIE KURSCHILDGEN, ELVIRA SCHMIDT, KERSTIN KREMER, STEFAN SCHWARZER	686
Spirit Teaching 2.0 – NOS-Verständnis bei Schüler:innen fördern	
JENS DAMKÖHLER, MARKUS ELSHOLZ, THOMAS TREFZGER	690
Reflexionskompetenz und Reflexionsqualität	
CURTIS ELPELT, FRIEDERIKE KORNECK	694
Astrofotografie Ein außerunterrichtliches Projekt in der Oberstufe	
MICHAEL KOMOREK, JANA DOROTHEA SCHMITZ, KAI BLIESMER	698
Physik im Jugendzentrum mit dem phymobil_OL	
JOACHIM KRANZ, STEFFI TRENSE, RÜDIGER TIEMANN	702
Web Based Training zur „Inklusion in der digitalisierten Welt“ im naturwissenschaftlichen Unterricht	
SANDRA UNGER, CORNELIA BORCHERT, GESA HEINRICH, KERSTIN HÖNER	706

Inklusion im Chemieunterricht bereits in der Lehrer*innenbildung anbahnen: Eine Lehrintervention zu Sprachsensibilität	710
TIMM FUHRMANN, SIMONE ABELS	
Perspektiven der Lernenden auf inklusiven NAWI-Unterricht	714
FLORIAN LIST, SIMONE ABELS	
Transformation von Schule durch inklusiven Nawi-Unterricht	718
ANJA FIETKAU, ELISABETH HOFER, SIMONE ABELS	
Herausforderungen in der Planungsphase offenen Forschenden Lernens	722
MONIKA HOLLÄNDER, INSA MELLE	
ChemDive online – das digitale Tool zur Planung von Chemieunterricht in diversen Lerngruppen	726
ANNE VOIT, AMINA ZEROUALI, JENNA KOENEN	
Alles im Blick? – Umgang mit Simulationen zu Variablenkontrollstrategien (VKS)	730
ANTONIA KIRCHHOFF, STEFANIE SCHWEDLER	
Lernen über Simulationen – das Modellverständnis von Simulationen bei Lehramtstudierenden der Chemie	734
LISA BERING, RÜDIGER TIEMANN	
Förderung der Modellierungskompetenz im Chemieunterricht durch MEA's	738
MARIE-CHRISTIN FRITZ, CHRISTINA EGGER, HERBERT NEUREITER, TIMO FLEISCHER	
Zentrifugieren und Homogenisieren im Sachunterricht	742
PAULA FEHLINGER, YULTUZ OMARBAKIYEVA, INGRID KRUMPHALS, BIANCA WATZKA	
Blickbewegungen beim Identifizieren von Graphen in p-V-Diagrammen	746
SIMON TAUTZ, STEFAN SORGE, MARCUS KUBSCH	
Mithilfe von Bayesian Updating Activities zur epistemischen Kognition?	750
SEBASTIAN NICKEL, STEFFEN BROCKMÜLLER, SEBASTIAN HABIG	
Wie nutzen Studierende Repräsentationen zur Komplexchemie?	754
LISA WEDEKIND, PASCAL POLLMEIER, SABINE FECHNER	
Analyse der Analogiebildung in kontextorientierten Lernumgebungen	

XVII

PATRICIA KÜHNE, SASCHA SCHANZE Productive-Failure zur Förderung des Konzeptverständnisses	758
PATRICK SCHUCK, DIETMAR HÖTTECKE Struktur für schwach strukturierte Socio-Scientific-Issues	762
ANNA LISKES, HELENA VAN VORST Interessens- und leistungsorientierte Binnendifferenzierung im Chemieunterricht	766
ELISABETH DIETEL, TIMM WILKE Situationales Interesse an medizinischen Kontexten im Chemieunterricht: Pilotstudie	770
MARKUS ELSHOLZ, WOLFGANG LUTZ, THOMAS TREFZGER Das physikbezogene Selbstkonzept von Schüler:innen im Flipped Classroom	774
JANNIS MEMMEN, KAI BLIESMER, MICHAEL KOMOREK Selbsteinschätzungskonzepte auf dem fachdidaktischen Prüfstand	778
LISA-MARIE CHRIST, FREDERIK BUB, OLAF KREY, THORID RABE Physik und Ich? - Identitätsaushandlungen als Forschungsperspektive	782
KAREN SCHMIDT-BÄSE, JENNA KOENEN MINT-Mädchenförderung im ländlichen Raum: Was hilft wirklich?	786
CORNELIA BORCHERT, STEFANIE SCHWEDLER Science identity im (Chemie-)Studium der DACH-Region: Ein Literaturreview	790
RALF AUER, ARNO PFITZNER, OLIVER TEPNER Steigerung experimenteller Kompetenzen durch Selbst- und Peerfeedback	794
MOSAB ABUMEZIED, DOMINIK DORSEL, SEBASTIAN STAACKS, CHRISTOPH STAMPFER, HEIDRUN HEINKE Experimentieraufgaben für eine zeitgemäße Physikausbildung an Hochschulen	798
KATHARINA FORSTER, DOMINIK DIERMANN, JENNA KOENEN DEAN – Digital unterstützt Experimentieren Eine Seminarkonzeption	802
HANNAH MONTZ, LAURA SÜHRIG, ROGER ERB Einfluss der strukturellen Gestaltung von Arbeitsblättern auf den Experimentiererfolg	806

XVIII

DIETMAR BLOCK, CHRISTIAN SCHULZE, JASMIN ANDERSEN	810
Laborino – Das smarte Taschenlabor	
HAGEN SCHWANKE, MARKUS ELSHOLZ, THOMAS TREFZGER	814
Augmentierte Schülerexperimente in der E-Lehre: Wie förderlich ist diese Visualisierung?	
TIMO HACKEMANN	818
Affektive Bindung an Naturwissenschaften – Resilienz als Schlüssel?	
SVEN LEVETZOW, HEIDI REINHOLZ	822
Planung von Experimenten für den Physikunterricht - Eine Bestandsanalyse	
ANNA RÜCHEL, ANDREAS BOROWSKI	826
360°-3D Videos in der Lehrkräftebildung	
THOMAS BENEDIKT STEINMETZ, CHRISTIAN KREITER, THOMAS KLINGER, INGRID KRUMPHALS	830
Dioden-Kennlinien Remote-Labor für Schule und Studium	
CAROLIN EITEMÜLLER, STEFAN RUMANN, VANESSA FISCHER	834
Unterstützen elektronische Laborjournale das Protokollieren im Fach Chemie?	
CHRISTOPH MAUT, KAREL KOK, BURKHARD PRIEMER, STEFFEN WAGNER	838
Entwicklung eines Assessments zum Kritischen Denken	
CLEMENS NAGEL	842
Vertrauenswürdigkeit von Messungen als Brücke zu Messunsicherheiten	
TOBIAS LUDWIG, MARCUS KUBSCH, STEFAN SORGE, ENGIN KARDAŞ	846
Quellen von Unsicherheit beim Experimentieren - Welche Rolle spielen verschiedene Arten von Unsicherheiten beim Experimentieren?	
ROBERT GIESKE, SOPHIE FREUDENBERG, CLAUS BOLTE	850
Adressatenorientierung in Texten: Schüler*innen erklären Lösevorgänge	
PETER MICHAEL WESTHOFF, SUSANNE HEINICKE	854
Das Zeichnen als Erkenntnismethode im naturwissenschaftlichen Unterricht	
KATRIN STEIN, UTA MAGDANS, ANDREAS BOROWSKI	858
Erklären Lernen mit visuellen Hilfen in der Physik-Lehrkräftebildung	

XIX

VIKTORIA KONIECZNY, HEIKO KRABBE, VIVIEN HELLER Untersuchung von Erklärungen in konzeptbildenden Unterrichtsgesprächen	862
BEATE FICHTNER, KATHARINA GROB Vorstellungen von Lehrenden zur Erklärung im Chemieunterricht	866
REBECCA MÖLLER, DIETMAR HÖTTECKE Nutzung der Familiensprachen durch Schüler:innen in sprachexplizitem Physikunterricht	870
ALINA MAJCEN, PHILIPP SPITZER Schüler:innen kommunizieren Wissenschaft - Ein Perspektivenwechsel	874
JONAS PONATH, CLAUDIA BOHRMANN-LINDE, ISABEL RUBNER, KATRIN SOMMER, SABINE FECHNER Digitalisierungsbezogene Kompetenzen (angehender) Chemielehrkräfte	878
JENNA KOENEN, AMITABH BANERJI, SASCHA BERNHOLT, DOMINIK DIERMANN, CONSTANTIN EGERER, CAROLIN FLERLAGE, STEFANIE HERZOG, STEFANIE LENZER, ILKA PARCHMANN Lehrkräfteprofessionalisierung in den MINT-Kompetenzzentren	882
MARIE SCHÜBLER, CLAUDIA TENBERGE, KATJA MARIA AUF DER LANDWEHR, NICOLA MESCHEDE, ANNA WINDT, MARIE-THERES RONNEBAUM, MAJA BRÜCKMANN Lehrerprofessionalisierung für digital gestützten naturwissenschaftlichen- Sachunterricht	886
HEIDRUN HEINKE, AHMAD ASALI, JENS NORITZSCH, JIRKA MÜLLER, LUKAS MIENTUS, ANDREAS BOROWSKI D4MINT: Digitale Ressourcen zur Schulung experimenteller Kompetenzen	890
MARTINA GRAICHEN, SILKE MIKELSKIS-SEIFERT, REBECCA KLEIN, NADINE TRAMOWSKY Fortbildungen zum digitalen adaptiven Unterrichten im Sachunterricht	894
CELINA KIEL, STEFANIE SCHWEDLER Lehrkräftefortbildungen zum Lernen mit Simulationen im teutolab- chemie	898

MARINA BRUSDEILINS, SIMONE ABELS, EVA BLUMBERG, MAJA BRÜCKMANN, CELINA KIEL, DAVID MEYER, STEFANIE SCHWEDLER, LISA STINKEN-RÖSNER, ANNKATHRIN WENZEL, MATHIAS ZIEGLER Schülerlabore als Ort der Lehrkräftefortbildung in der digitalen Welt	902
MATHEA BRÜCKNER, ANNA HENNE, JOHANNES HUWER, BARBARA PAMPEL, LARS-JOCHEN THOMS, SABRINA SYSKOWSKI, MANUEL KRUG, NIKOLAI MAURER, DANIEL BRAUN, SIMON MARTIN, ANJA BEUTER, LISA HEIM DiKoLAN als Basis im Kompetenzzentrum MINT-ProNeD (Konstanz)	906
JOSEF RIESE, JAN-PHILIPP BURDE, KASIM COSTAN, RIKE GROBE HEILMANN, CHRISTOPH KULGEMEYER, THOMAS SCHUBATZKY, DAVID CHRISTOPH WEILER Adaptive Fortbildungen zu digitalen Medien im Physikunterricht	910
DOMINIK DIERMANN, CONSTANTIN EGERER, CAROLIN FLERLAGE, STEFANIE HERZOG, STEFANIE LENZER, AMITABH BANERJI, SASCHA BERNHOLT, ILKA PARCHMANN, JENNA KOENEN DigiProMIN: Lehrkräftefortbildungen für digitalen Chemieunterricht Kohärente Unterrichtsplanung zu digital gestütztem forschend-entdeckendem Lernen	914
ANDREAS ANZENGRUBER, TIMO FLEISCHER, JÖRG ZUMBACH Effekte von Prompting beim Augmented Learning im Sachunterricht der Primarstufe	918
LAURA HAARHUS, MARISA ALENA HOLZAPFEL, MAJA BRÜCKMANN AR-Dinosaurier-Modelle im naturwissenschaftlichen Sachunterricht	922
JOHANN-NIKOLAUS SEIBERT CLeVerLAB:digital - Im Tandem zur Digitalisierung im Chemieunterricht	926
AHMAD ASALI, MAJEED TANVEER, SEBASTIAN STAACKS, HEIDRUN HEINKE, LAURA VÖCKEL, FABIOLA HAAS, TIMO KLEIN-SOETEBIER, JULIA MIERAU, HEINKE NITZSCHE Phyphox-basierte Analyse der Newton'schen Mechanik im Tischtennispiel	930
ALEXANDER KAUERTZ, KATHARINA GIERL Digitale kollaborative Lernaufgaben im Physikunterricht	934

SIMONE ABELS, RONJA SOWINSKI, ELISABETH HOFER, ANNIKA RODENHAUSER, LISA STINKEN-RÖSNER	938
Entwicklung eines Virtuellen Lernraums zum Digitalen Kompetenzerwerb	
GINA BLICK, SABRINA SYSKOWSKI, PHILIPP MÖHRKE, SÖREN KANNEGIESER, JOHANNES HUWER, CHRISTOPH THYSSEN, LARS-JOCHEN THOMS	942
Projekt digiSTAR – digital augmented Science Teaching and Research	
BIANKA WARTIG, LISA STINKEN-RÖSNER	946
Level up! – Digital Gamification im naturwissenschaftlichen Sachunterricht	
THOMAS WILHELM	950
Ein Lehrbuch zum digitalen Physikunterricht	
FLORIAN TRAUTEN, CAROLIN EITEMÜLLER , MAIK WALPUSKI	954
Interaktive E-Lernlektionen mit automatisiertem Feedback in der Allgemeinen Chemie	
KENDRA ZILZ, DIETMAR HÖTTECKE	958
Science Media Literacy - Entwicklung eines Performanztests	
LUTZ KASPER, ANN-KATRIN KREBS, JOCHEN PFEIFER, HANNES NEPPER	962
DIY-Fledermausdetektor mit Gamification-Elementen	
CHRISTIAN DICTUS-CHRISTOPH, RÜDIGER TIEMANN	966
MINT-Town: Critical Thinking Skills spielerisch lernen	
NILS BERGANDER, JOLANDA HERMANN, NASTJA RIEMER	970
Digitale Lernumgebungen zur Förderung des selbstregulierten Lernens in Chemie	
MELANIE JORDANS, JOSEF RIESE	974
Planung von Physikunterricht mit sinnvoller Einbettung digitaler Medien: Welches Wissen wird dabei genutzt?	
STEPHANIE EUGSTER, MATHIAS K. KIRF	978
Mit Mikrocontrollern: Dynamische Daten in den Naturwissenschaften	
JULIAN HILLEBRAND, MICHAEL KOMOREK, KAI BLIESMER	982
Funktionsprinzip von Wärmepumpen verstehen	

KAI BLIESMER, MICHAEL KOMOREK Energie- und Klimabildungszentrum	986
MICHAEL GINSEL, KAI BLIESMER Der nachhaltige Wohnungsbau als BNE-Kontext im Fach Physik	990
SIMON HERMANN, KAI BLIESMER, MICHAEL KOMOREK Dilemmata rund um Windkraftanlagen als Kontext für BNE im Lernlabor	994
KRENARE IBRAJ, YANNICK L. LEGSCHA, MARKUS PRECHTL Bildung für nachhaltige Entwicklung durch Systems Thinking?	998
ISABEL ZACHERT, BJÖRN RISCH Eine Rolle spielen – Bewertungskompetenz im Chemieunterricht fördern	1002
MATTHIAS FASCHING, MARTIN HOPF Intentionen & Beliefs zum Bewerten von Klimaschutzmaßnahmen im Physikunterricht	1006
CHRISTINA PRIERT, JÜRGEN MENTHE Typisierung von Jugendlichen im Umgang mit der Klimakrise	1010
SARAH WILDBICHLER, THOMAS SCHUBATZKY, CLAUDIA HAAGEN- SCHÜTZENHÖFER Forschungsgeleitete Entwicklung einer Lernumgebung zum Treibhauseffekt	1014
BENJAMIN MÜNCH, OLIVER TEPNER Klassifikation schriftlicher Reflexionen mit Large Language Models	1018
TOBIAS BIER, MAIKE SAUER, DIRK FELZMANN, ALEXANDER KAUERTZ, BJÖRN RISCH, SANDRA NITZ SystemThink – Systemdenken in den naturwissenschaftlichen Fächern	1022
BRIAN HESSE, KATHARINA GROß Chemie vernetzt vermitteln – Diagnose aufgabenbasierter Lernanlässe	1026
BENJAMIN GROß, JAN-PHILIPP BURDE, AUGUSTIN KELAVA, JUDITH GLAESSER, LANA IVANJEK, SALOME FLEGR Pilotierung eines dreistufigen Testinstruments zur Elektrizitätslehre	1030
LEONIE JASPER, INSA MELLE ChemApro – Ein Tool zum Unterstützen von Lernenden im Chemieunterricht	1034

XXIII

CHRISTIAN NOSKO, SUSANNE JAKLIN-FARCHER, KATRIN REITER, ANJA LEMBENS	1038
„Saures und basisches im Alltag“ – Materialien für den Sachunterricht in der Primarstufe	
CARSTEN ALBERT, GESCHE POSPIECH	1042
Quantenphysik in Klasse 9 - Entwicklung und Evaluierung eines Lehrkonzeptes	
STEFAN KRAUS, THOMAS TREFZGER	1046
PUMA : Optiklabor – eine WebAR-Anwendung zur Unterstützung der Optiklehre	
NINA PELTZER, DANIEL RÖMER, JAN WINKELMANN	1050
Wahrnehmung physikalischer Erklärungen – eine Eye-Tracking Studie	
Autorenverzeichnis	1054

Mithilfe von Bayesian Updating Activities zur epistemischen Kognition?

In der öffentlichen Debatte zu gesellschaftlichen Herausforderungen wie dem Klimawandel oder der Energieversorgung zeigt sich immer wieder, dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse von Teilen der Bevölkerung abgelehnt werden (z.B. in der Leugnung des menschlichen Einflusses auf den Klimawandel). Dabei kann die Ablehnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse nicht allein durch einen Mangel an Fachwissen erklärt werden (Sinatra & Hofer, 2021). Vorstellungen über das naturwissenschaftliche Wissen, dessen Eigenschaften und den Erkenntnisgewinnungsprozess - kurz die epistemische Kognition (Greene et al., 2008) - spielen bei diesem Problem eine zentrale Rolle (Rosenberg et al., 2022).

Die epistemische Kognition spielt vor allem dann eine Rolle, wenn verschiedene Erklärungen für ein Phänomen gegeneinander abgewogen werden müssen oder die Verlässlichkeit (oder Sicherheit) einer Information bewertet werden muss. Eine besondere Herausforderung stellt hier der Umgang mit der Unsicherheit des Wissens dar. Es gilt zwischen der unhinterfragten Akzeptanz von Befunden und der nihilistischen Ablehnung aller Wissenschaft als vorläufige Erkenntnis abzuwägen (Sinatra et al., 2014). Die bayessche Wissenschaftsphilosophie bietet Ansätze mit dieser Unsicherheit produktiv umzugehen (Sprenger & Hartmann, 2019). Angelehnt an die bayessche Statistik, wird das Vorwissen in die Bewertung neuer Evidenz einbezogen. Die Statistik liefert dabei einen mathematischen Rahmen, um die Wahrscheinlichkeit unter Berücksichtigung vorliegender Evidenz als Sicherheit des Kenntnisstandes zu bewerten. Mit jeder zusätzlich hinzugezogenen Evidenz kann das Verfahren wiederholt werden. Auf diese Weise kann die Verlässlichkeit des eigenen Wissens beständig aktualisiert werden.

Die von Warren (2018) entwickelten Bayesian Updating Activities (BUA) sind ein expliziter Ansatz um die epistemische Kognition unter Einsatz der bayesschen Statistik im Unterricht zu behandeln. Bei den BUA werden bestehende oder eigens dafür gestellte Aufgaben mit epistemischen Aktivitäten wie dem Aufstellen einer auf dem Vorwissen basierenden Hypothese, dem Sammeln von Evidenz und der Bewertung dieser verbunden. Das Vorwissen findet dabei als Wahrscheinlichkeit, dass die aufgestellte Hypothese zutrifft, mit Eingang in die Rechnung. Die Evidenz wird mathematisch mit dem Bayes Faktor R berücksichtigt.

$$R = \frac{P(E|H)}{P(E|\neg H)}$$

Dieser gibt das Verhältnis der Wahrscheinlichkeiten an, mit der eine bestimmte Evidenz E unter der Annahme der Hypothese H im Vergleich dazu auftritt, wenn H nicht zutrifft. Die Lernenden werden bei einer Aufgabe also zunächst aufgefordert eine zu untersuchende Hypothese aufzustellen. Dann geben sie eine Wahrscheinlichkeit an, mit der sie annehmen, dass die Hypothese zutrifft. Mit der Hypothese und der Abschätzung der Wahrscheinlichkeit wird das Vorwissen ausgedrückt. Nachdem die Aufgabe bearbeitet wurde und somit neue Evidenz vorliegt, wird der Bayes Faktor als Korrektur der Vorerwartungen abgeschätzt. Dabei können in die Bewertung z.B. die Ergebnisse selbst oder auch die Quelle der Evidenz (z.B. bei Rechercheaufträgen) mit eingehen. Mit Hilfe dieses Vorgehens untersuchte Warren (2020)

die Entwicklung der epistemischen Kognition von Studierenden unter Verwendung des Epistemological Beliefs Assessment for Physical Sciences (EBAPS) (Elby, 2001). Durch die Verwendung von BUA konnten signifikante Zugewinne in den EBAPS Dimensionen *Structure of scientific knowledge* und *Real life applicability* beobachtet werden (Warren, 2020). Ob und wie die BUA die epistemische Kognition von Schüler*innen auch bereits in der Mittelstufe beeinflussen kann, ist noch unklar.

Aus der Beschreibung der BUA ist bereits ablesbar, dass nicht jede beliebige Aufgabe durch eine BUA ergänzt werden kann. Forschend-entdeckender Unterricht ist aufgrund seiner Strukturierung geeignet um BUA einsetzen zu können, da hier Inhalte und naturwissenschaftliche Arbeitsweisen gleichermaßen integriert werden.

Geplante Studie

Im Projekt „Forschen mit epistemischer Unsicherheit lernen“ (FEUL) wird untersucht, wie sich die epistemische Kognition von Schüler*innen im Unterricht mit BUA verändert. Dazu werden Unterrichtsmaterialien entwickelt, die den Ansatz des Projekt-basierten Lernens (PBL) verfolgen, in denen die BUA dann eingesetzt werden können.

Als Vorlage für die Materialien dienen die Unterrichtseinheiten aus dem OpenSciEd Projekt (Edelson et al., 2021). Diese wurden für Schulen in den USA entwickelt und bezüglich ihrer Lernwirksamkeit bereits beforscht (OpenSciEd, o.J.).

Die von Warren (2018) entwickelten BUA sind für den Unterricht in der Schule weniger geeignet, da dort mit dem mathematisch anspruchsvollen Satz von Bayes gearbeitet wird. Die BUA werden daher in der Studie mithilfe des von Rosenberg et al. (2022) entwickelten Confidence Updaters durchgeführt (siehe Abb. 1). Dieser bietet eine einfach zu bedienende Oberfläche, die als Rahmen die epistemischen Aktivitäten scaffolded. Zur Berücksichtigung des Vorwissens wird in einem Textfeld die Hypothese festgehalten und mit einem einfachen Schieberegler eingestellt, wie sicher sich die Schüler*innen sind, dass ihre Hypothese zutrifft. Zur Abschätzung der Evidenz ist eine 7-stufige Likert Skala mit jeweils eigenem, beschreibendem Prompt gegeben. Damit wird die komplizierte Wahrscheinlichkeitsabschätzung auf diese Stufen reduziert. Dabei ist eine Begründung der Wahl durch die Schüler*innen in der unterrichtlichen Einbettung wichtig. Nach der Eingabe berechnet der Confidence Updater mithilfe des Satzes von Bayes die Zutreffenswahrscheinlichkeit der Hypothese. Dadurch wird es auch möglich, die berechnete Wahrscheinlichkeit aus der Durchführung als neue vorherige Sicherheit in die nächste Anwendung zu übernehmen.

Zur Einführung der BUA in den Unterricht soll das Vorgehen an einem Beispiel erarbeitet werden. In diesen wird die historische Entwicklung des Kenntnisstands zum Planeten Vulkan nachvollzogen und der Confidence Updater wiederholt angewendet. Dabei werden keine Fachinhalte vermittelt, sodass der Fokus allein auf den epistemischen Aktivitäten liegt.

Die zur Untersuchung der epistemischen Kognition adaptierten Einheiten sollen von sechs Lehrkräften eingesetzt werden. In der Treatment Gruppe (3 Lehrkräfte) wird nach der ersten Aufgabe mit Bezug zu Evidenz die BUA eingeführt und bei den folgenden Aufgaben mit Evidenz eingesetzt. Die Kontrollgruppe (3 Lehrkräfte) führt die Einheit ohne BUA durch. In einem Prä-Post-Test Verfahren wird die epistemische Kognition der Schüler*innen mithilfe von validierten Tests erhoben (z. B. EBAPS). Zusätzlich sollen die Argumentationen von Schüler*innen in Gruppenarbeitsphasen mithilfe von Ansteckmikrofonen aufgezeichnet werden. Dadurch ist ein Einblick in die Argumentationsstruktur möglich und die Wirkung des

Confidence Updater

What I know Estimated confidence

What is your hypothesis?

How sure are you that your hypothesis is true? Use the slider to select a percentage value that best fits with what you already know!

%0 %50 %100

How compatible is the evidence with your hypothesis relative to an alternative hypothesis? Choose the best fitting option!

- the evidence strongly favors my hypothesis
- the evidence favors my hypothesis
- the evidence somewhat favors my hypothesis
- the evidence not conclusive
- the evidence somewhat favors an alternative hypothesis
- the evidence favors an alternative hypothesis
- the evidence strongly favors an alternative hypothesis

Abb. 1 Eingabemaske des Confidence Updaters

Scaffolding kann nachvollzogen werden. Zusätzliche Interviews mit Lehrkräften und Schüler*innen dienen als weitere Datenquelle.

Zusammenfassung

Naturwissenschaftliche Erkenntnisse spielen eine wichtige Rolle bei der Bewertung und Lösung von Problemen. Insbesondere die inhärente Unsicherheit dieser Erkenntnisse stellt für viele Menschen eine Herausforderung dar. Mit den Bayesian Updating Activities existiert ein vielversprechender Ansatz, die epistemische Kognition von Schüler*innen zu verbessern (Warren, 2020). Durch den reflektierten Umgang mit Erkenntnissen sollen die Schüler*innen parallel zum Fachwissen naturwissenschaftliche Arbeitsweisen bzw. naturwissenschaftliches Denken erlernen. Durch das Scaffolding mit dem Confidence Updater wird erwartet, dass produktive Diskussionen zum Stand des Wissens und zur Bewertung vorliegender Evidenz entstehen. Hierbei stellt sich noch die Frage, welche Dimensionen der epistemischen Kognition dabei besonders angesprochen werden und ob die beeinflusste Dimension mit der von den Lernenden bewerteten Evidenz zusammenhängt. So scheint zum Beispiel ein stärkerer Einfluss auf die EBAPS Dimension *evolving knowledge* durch einen iterativen Einsatz des Confidence Updaters plausibel. Diese Dimension stellt dar, wie die Lernenden zwischen den Polen *absolute Wissen* (alles Wissen ist fest und unveränderlich) und *extremer Relativismus* (keine Unterscheidung zwischen einer Evidenzbasierten Argumentation und einer einfachen Meinungsäußerung) stehen (EBAPS, o.J.). Warren (2020) konnte in dieser Dimension keine signifikanten Änderungen feststellen, gibt aber zu bedenken, dass in der Durchführung zu selten die gleiche Hypothese beim Bayesian Updating verwendet wurde. Hier könnte die Kombination von BUA und der Storyline geleiteten PBL Einheit von OpenSciEd ein anderes Ergebnis begünstigen.

Danksagung

Diese Arbeiten werden durch die Joachim Herz Stiftung gefördert.

Literatur

- EBAPS. (o.J.). EPISTEMOLOGICAL BELIEFS ASSESSMENT FOR PHYSICAL SCIENCE (EBAPS). <http://www2.physics.umd.edu/~elby/EBAPS/home.htm>
- Edelson, D. C., Reiser, B. J., McNeill, K. L., Mohan, A., Novak, M., Mohan, L., Affolter, R., McGill, T. A. W., Buck Bracey, Z. E., Deutch Noll, J., Kowalski, S. M., Novak, D., Lo, A. S., Landel, C., Krumm, A., Penuel, W. R., Van Horne, K., González-Howard, M., & Suárez, E. (2021). Developing Research-Based Instructional Materials to Support Large-Scale Transformation of Science Teaching and Learning: The Approach of the OpenSciEd Middle School Program. *Journal of Science Teacher Education*, 32(7), 780–804. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.1877457>
- Elby, A. (2001). Helping physics students learn how to learn. *American Journal of Physics*, 69(S1), S54–S64. <https://doi.org/10.1119/1.1377283>
- Greene, J. A., Azevedo, R., & Torney-Purta, J. (2008). Modeling Epistemic and Ontological Cognition: Philosophical Perspectives and Methodological Directions. *Educational Psychologist*, 43(3), 142–160. <https://doi.org/10.1080/00461520802178458>
- Kunda, Z. (1990). The case for motivated reasoning. *Psychological Bulletin*, 108(3), 480–498. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.108.3.480>
- OpenSciEd. (o.J.) *Committed to Quality*. OpenSciEd. <https://www.openscienced.org/quality/>
- Rosenberg, J. M., Kubsch, M., Wagenmakers, E.-J., & Dogucu, M. (2022). Making Sense of Uncertainty in the Science Classroom: A Bayesian Approach. *Science & Education*, 31(5), 1239–1262. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00341-3>
- Sinatra, G. M., & Hofer, B. K. (2021). *Science Denial: Why It Happens and What to Do about It*. Oxford University Press, Incorporated. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/christianalbrechts/detail.action?docID=6638293>
- Sinatra, G. M., Kienhues, D., & Hofer, B. K. (2014). Addressing Challenges to Public Understanding of Science: Epistemic Cognition, Motivated Reasoning, and Conceptual Change. *Educational Psychologist*, 49(2), 123–138. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.916216>
- Sprenger, J., & Hartmann, S. (2019). *Bayesian Philosophy of Science*. Oxford University Press.
- Warren, A. R. (2018). Quantitative critical thinking: Student activities using Bayesian updating. *American Journal of Physics*, 86(5), 368–380. <https://doi.org/10.1119/1.5012750>
- Warren, A. R. (2020). Impact of Bayesian updating activities on student epistemologies. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 010101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010101>