

Kai Kaspar, Michael Becker-Mrotzek, Sandra Hofhues,
Johannes König, Daniela Schmeinck (Hrsg.)

Bildung, Schule, Digitalisierung



Waxmann 2020
Münster • New York

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Print-ISBN 978-3-8309-4246-7

E-Book-ISBN 978-3-8309-9246-2

doi: <https://doi.org/10.301244/9783830992462>

© Waxmann Verlag GmbH, Münster 2020

www.waxmann.com

info@waxmann.com

Umschlaggestaltung: Anne Breitenbach, Münster

Umschlagabbildung: © VLADGRIN – shutterstock.com, modifiziert durch Judith Hofmann

Satz: Roger Stoddart, Münster

Dieses Buch ist verfügbar unter folgender Lizenz: CC-BY-NC-ND 4.0

Namensnennung-Nicht kommerziell-Keine Bearbeitungen 4.0 International



Inhalt

Vorwort der Herausgeber*innen..... 11

Kristina Reiss

Lernen mit digitalen Medien: das Beispiel des Fachs Mathematik 13

Kategorie 1 – Empirische Originalbeiträge

Marion Brüggemann, Izumi Klockmann, Andreas Breiter, Falk Howe & Michael Reinhold

Berufsschule digital – Kooperation, Fortbildung und Praxisentwicklung im Netzwerk..... 19

Marco Rüth, Johannes Breuer, Thomas Morten & Kai Kaspar

Bedeutet mehr Feedback auch mehr lernen? 25

Daniela Conze, Kerstin Drossel & Birgit Eickelmann

Lehrer*innenbildung in virtuellen Lernnetzwerken –
Warum engagieren sich Lehrkräfte im #twitterlehrerzimmer?..... 31

Ilona Andrea Cwielong & Sven Kommer

„Wozu noch Schule, wenn es YouTube gibt?“ 38

Kerstin Drossel, Melanie Heldt & Birgit Eickelmann

Die Implementation digitaler Medien in den Unterricht gemeinsam gestalten:
Lehrer*innenbildung durch medienbezogene Kooperation..... 45

Raja Reble, Jennifer Meyer, Johanna Fleckenstein & Olaf Köller

Am Computer oder handschriftlich schreiben? 51

Dennis Hövel, Friederike van Zadelhoff, Thomas Hennemann & Silvia Fränkel

„Das kennt man, das macht man [...] und das Neue
ist dann letztendlich hinten runtergefallen“..... 57

Daniela J. Jäger-Biela, Kai Kaspar & Johannes König

Lerngelegenheiten zum Erwerb von digitalisierungsbezogenen Medienkompetenzen..... 64

Maren Zühlke, Claudia Steinberg, Helena Rudi & Florian Jenett

#digitanz.lite – Ergebnisse der Begleitforschung zum Einsatz digitaler kreativer Tools im
Sportunterricht und deren Bedeutung für die Lehrer*innenbildung 71

Daniel Otto

Offene Bildungsmaterialien in der Schule für das Lehren und
Lernen in der digitalen Welt: Cui bono? 77

Maik Philipp

Reading into the Future?! 83

Franco Rau

Open Educational Practices im Lehramtsstudium 90

Frank Reinhold & Kristina Reiss

Relevanz, Selbstwirksamkeit und Ängstlichkeit bezogen auf das Unterrichten
von Mathematik mit digitalen Medien..... 96

<i>Robin Schmidt & Christian Reintjes</i> ICT-Beliefs und ICT-Professionalisierung.....	103
<i>Julia Weber & Christian Rolle</i> Überzeugungen von Lehrkräften zu Musik und Technologie.....	109
<i>Daniela Schmeinck</i> Akzeptanzstudie „Hands on Coding“ – ausgewählte Tools, Softwareapplikationen und Programmiersprachen aus der Sicht von Grundschullehrer*innen	115
<i>Nadine Sonnenburg</i> Veränderungen durch die Digitalisierung in der Schule – wie können digitale Tools Lehrkräfte unterstützen?	121
<i>Sven Thiersch & Eike Wolf</i> Organisation unterrichtlicher Interaktion durch digitale ‚Tools‘	127

Kategorie 2 – Gelungene Praxisbeispiele (Best Practices)

<i>Benjamin Apelojg</i> Die Felix-App: neue Wege zur bedürfnis- und emotionsorientierten Gestaltung von Schule und Unterricht	133
<i>Mike Barkmin, Michael Beißwenger, Swantje Borukhovich-Weis, Torsten Brinda, Björn Bulizek, Veronika Burovikhina, Inga Gryl & David Tobinski</i> Vermittlung digitalisierungsbezogener Kompetenzen an Lehramtsstudierende.....	139
<i>Michael Beißwenger, Veronika Burovikhina & Lena Meyer</i> Präsenzunterricht bereichern mit digital gestützten Arbeitsformen	145
<i>Gunhild Berg</i> Digitale Quiz-Didaktik in der Lehrer*innenbildung.....	152
<i>Anna Immerz, Claudia Spahn, Christian Burkhardt & Bernhard Richter</i> „stimmig digital“ – ein E-Learning-Programm zur Vermittlung der Inhalte „Gesundheitsförderung und Stimme“ an Lehramtsstudierende im Studiengang Master of Education am Standort Freiburg.....	158
<i>Sven Strickroth & Julian Dehne</i> Digitale Unterstützung der (kooperativen) Unterrichtsplanung	165
<i>Sascha Neff, Alexander Engl, Alexander Kauertz & Björn Risch</i> Virtuelle Labore – Schultransfer und multiperspektivische Evaluation.....	172
<i>Ulrike Franke, Armin Fabian, Judith Preiß & Andreas Lachner</i> TPACK 4.0 – interdisziplinäre, praxisorientierte und forschungsbasierte Förderung von fachspezifischem mediendidaktischem Wissen bei angehenden Lehrpersonen	178
<i>Christian Spoden, Andreas Frey, Aron Fink & Patrick Naumann</i> Kompetenzorientierte elektronische Hochschulklausuren im Studium des Lehramts.....	184
<i>S. Franziska C. Wenzel, Claudia Krille, Sabine Fabriz & Holger Horz</i> Adaptive formative E-Assessments in der Lehrer*innenbildung.....	190

<i>Alice Gruber</i> Die Förderung mündlicher Fertigkeiten im Fremdsprachenunterricht mithilfe von interaktiven Videos und Virtual Reality	197
<i>Luca Moser, Sabine Seufert & Josef Guggemos</i> Lehrer*innenbildung von digitalen Kompetenzen in einer forschungsbasierten Lerngemeinschaft	203
<i>Sandra Hoffhues, Bence Lukács & Mandy Schiefner-Rohs</i> Medien als ‚Changemaker‘ in der Lehrer*innenbildung: zu Übertragbarkeit und Grenzen eines partizipativen Designs.....	210
<i>Isabel Schmoll, Anna-Lisa Max, Holger Weitzel & Johannes Huwer</i> Nachhaltigkeit: DIGITAL – fächerübergreifender Erwerb digitaler Kompetenzen im Kontext der Nachhaltigkeit	216
<i>Marco Rüth, Daniel Zimmermann & Kai Kaspar</i> Mobiles Eye-Tracking im Unterricht.....	222
<i>Kirsten Schindler & Matthias Knopp</i> Kooperatives digitales Schreiben an der Schnittstelle von Lehrer*innenbildung und Deutschunterricht.....	229
<i>Nina Skorsetz, Nadine Weber & Diemut Kucharz</i> ePortfolio zur Medienbildung im Grundschullehramtsstudium	236
<i>Sebastian Zangerle, Jochen Kuhn & Artur Widera</i> Classroom-Response-Systeme in vorlesungsbegleitenden Übungen für Lehramtsstudierende in der Physik	242
<i>Christiane Lenord</i> Professionelle Wahrnehmung von Musikunterricht durch Unterrichtsvideos – kreativ und strukturiert	247
<i>Rebekka Schmidt</i> Lehre digital umstrukturieren und neu denken – ein Praxisbeispiel	253
<i>Tanja Schreier</i> Die Lingscape-App als digitales Lehr- und Lernmedium in Schulen?	259
<i>Yvette Völschow & Julia-Nadine Warrelmann</i> Gelingensbedingungen für eine reflexivitätsfördernde ePortfolioarbeit	265
<i>Till Woerfel</i> Sprachbildungs- und digitalisierungsbezogene Kompetenzen als Gegenstand der Lehrer*innenbildung	271

Kategorie 3 – Studienkonzepte

<i>Katharina Asen-Molz, Christian Gößinger & Astrid Rank</i> Im Tandem politische Medienbildung stärken	278
<i>Mario Frei, Katharina Asen-Molz, Sven Hilbert, Anita Schilcher & Stefan Krauss</i> Die Wirksamkeit von Erklärvideos im Rahmen der Methode Flipped Classroom	284
<i>Michael Becker-Mrotzek, Till Woerfel & Sabine Hachmeister</i> Potentiale digitaler Schreibwerkzeuge für das epistemische Schreiben im Fachunterricht der Sekundarstufe	291
<i>Denise Demski, Grit im Brahm, Gabriele Bellenberg, Robin auf'm Kamp, & Romy Schade</i> Digitales Lernen in der gymnasialen Oberstufe	297
<i>Kathrin Racherbäumer, Anke B. Liegmann, René Breiwe & Isabell van Ackeren</i> Unterrichtsentwicklung in Research Learning Communities – digital und inklusiv	303
<i>Raphael Fehrmann & Horst Zeinz</i> Digitale Bildung in der Hochschule	309
<i>Christoph Dähling & Jutta Standop</i> Kollaboratives Annotieren in der Videofallarbeit aus <i>cognitive-load</i> -Perspektive	315
<i>Isabell van Ackeren, Heike Buhl, Birgit Eickelmann, Martin Heinrich & Günther Wolfswinkler</i> Digitalisierung in der Lehrerbildung durch Communities of Practice	321
<i>Jennifer Meyer, Thorben Jansen, Johanna Fleckenstein, Stefan Keller, Jens Möller & Olaf Köller</i> Become an Expert in Assessing Student Texts (BEAST)	327
<i>Johanna Fleckenstein, Jennifer Meyer, Thorben Jansen, Raja Reble, Maleika Krüger, Emily Raubach & Stefan Keller</i> Was macht Feedback effektiv?	333
<i>Johanna Heinrichs</i> Programmieren im Sachunterricht.....	339
<i>Sarah Hellwig</i> Förderung von Kindern im inklusiven Sachunterricht durch kooperatives Lernen mit digitalen Medien.....	345
<i>Matthias Herrle, Markus Hoffmann & Matthias Proske</i> Unterricht im digitalen Wandel: Methodologie, Vorgehensweise und erste Auswertungstendenzen einer Studie zum Interaktionsgeschehen in einer Tabletklasse	351
<i>Marit Kastaun, Monique Meier, Norbert Hundeshagen & Martin Lange</i> ProfiLL – Professionalisierung durch intelligente Lehr-Lernsysteme	357
<i>Kristina Gerhard, Kai Kaspar, Marco Rüth, Charlotte Kramer, Daniela J. Jäger-Biela & Johannes König</i> Entwicklung eines Testinstruments zur Erfassung technologisch- pädagogischen Wissens von Lehrpersonen	364

Michi S. Fujii, Jana Hüttmann & Nadia Kutscher
Informelle, non-formale und formale Bildung im Kontext
digitalisierter Lebenswelten geflüchteter Jugendlicher 370

Carina Troxler & Mandy Schiefner-Rohs
Medienbasierte pädagogische Praktiken 376

Kategorie 4 – Theoretische Beiträge

Luisa Lauer, Markus Peschel, Sarah Bach & Johann Seibert
Modellierungen Medialen Lernens 382

*Kai Kaspar, Georg Bareth, Michael Becker-Mrotzek, Jörg Großschedl, Sandra Hofhues,
Kai-Uwe Hugger, Jörg Jost, Matthias Knopp, Johannes König, Benjamin Rott,
Kirsten Schindler, Daniela Schmeinck & Dorothea Wiktorin*
Förderung digitalisierungsbezogener Kompetenzen von angehenden
Lehrkräften im Projekt DiSK..... 388

Steven Beyer & Katja Eilerts
Mit Mobile Learning Professionalisierungsprozesse von (angehenden)
Mathematiklehrkräften in Fort- und Ausbildung unterstützen 395

Karen Binder & Colin Cramer
Digitalisierung im Lehrer*innenberuf..... 401

*Kai-Uwe Hugger, Angela Tillmann, Kai Kaspar, Ivo Züchner, Harald Gapski, Alena Bühner,
Maike Groen, Franziska Schäfer, Jennifer V. Meier, Hannah Jäkel & Sonja Klann*
Medienbildung in der Ganztagschule 408

Marcel Capparozza & Gabriele Irle
Digitale Kompetenzen von Lehrerausbildenden 414

Albert Teichrew & Roger Erb
Hauptsache Augmented? 421

*Ömer Genc, Felix Johlke, Marcel Schaub, Nora Feldt-Caesar,
Renate Fournier, Ulrike Roder & Regina Bruder*
Mathematikdidaktische Forschungsansätze und Entwicklungsarbeiten
zu digitalen Diagnose- und Förderangeboten an der TU Darmstadt 427

Julia Suckut & Sabrina Förster
Ein Kategoriensystem zur digitalisierungsbezogenen Beschreibung von
schulischen und hochschulischen Lehr-Lernumgebungen 433

Mina Ghomi & Niels Pinkwart
Die Förderung lehrkräftespezifischer digitaler Kompetenzen gehört in die
Lehramtsausbildung – ist das Aufgabe der Informatik?..... 439

Christian Kraler & Daniela Worek
Schule als Resonanzraum gesellschaftlicher Digitalisierungsprozesse 445

Johann Seibert, Luisa Lauer, Matthias Marquardt, Markus Peschel & Christopher W. M. Kay
deAR: didaktisch eingebettete Augmented Reality 451

<i>Torben Bjarne Wolff & Alke Martens</i> Zur Mehrdeutigkeit des Begriffs Digitalisierung im schulischen Kontext	457
<i>Anke Redecker</i> Kontrollsubjekte in der digitalisierten Lehrer*innenbildung.....	464
<i>Falk Scheidig</i> Digitale Formate des Praxisbezugs im Lehramtsstudium	470
Die Herausgeber*innen	476

Johann Seibert¹, Luisa Lauer², Matthias Marquardt¹, Markus Peschel² & Christopher W. M. Kay^{1,3}

deAR: didaktisch eingebettete Augmented Reality

Zusammenfassung

Augmented Reality (AR) bietet durch Verknüpfung von Realität und digitaler Augmentation insbesondere für die Naturwissenschaftsdidaktik die Möglichkeit der Augmentation nichtbeobachtbarer Zustände sowie Prozesse zum tiefergehenden Verständnis. Das deAR-Modell stellt ein Planungsmodell für die Realisierung bzw. Evaluation von AR-Lehr-Lernumgebungen dar. In diesem Beitrag werden das Modell sowie die Anwendung des Modells am Beispiel einer AR zum Periodensystem der Elemente vorgestellt.

Schlagnworte: ICT, Augmented Reality, Naturwissenschaftsdidaktik, Lehrer*innenbildung

1. Augmented Reality: Neue Möglichkeiten zur Vermittlung fachbezogener und digitalisierungsbezogener Kompetenzen

Nicht nur Fachdidaktiken, politische Gremien und wissenschaftliche Fachgesellschaften fordern die Anbahnung verbindlicher digitalisierungsbezogener Kompetenzen für Schüler*innen (Kultusministerkonferenz (KMK), 2016; Gesellschaft für Fachdidaktik (GFD), 2018; Grundschulverband (GV), 2018; Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU), 2019) und für Lehrkräfte (KMK, 2019). Hochschulen sind daher im Bereich der Lehrer*innenausbildung mit einer doppelten Aufgabe betraut: Einerseits müssen zukünftige Lehrer*innen über digitalisierungsbezogene Kompetenzen im Bereich des Lernens *mit* und *über* Medien (z. B. Peschel & Irion, 2016) verfügen: Sie sollen medial gestützte Unterrichtseinheiten konzipieren, den unter fachlichen und pädagogischen Gesichtspunkten geplanten Einsatz digitaler Medien kritisch reflektieren und gleichzeitig müssen sie ein konstruktiv-kritisches Bewusstsein für Digitalität (Stalder, 2016) entwickeln und vermitteln. Insbesondere die kritische Einschätzung der Möglichkeiten und Wirkungen der Digitalisierung ist eine Grundvoraussetzung dafür, dass Lehrkräfte Schüler*innen im (naturwissenschaftlichen) Unterricht in der Ausbildung digitalisierungsbezogener Kompetenzen unterstützen können. Vorhandene Konzeptionen zur Einbindung digitaler Medien in naturwissenschaftliche Lehr-Lernsituationen fokussieren zumeist technische Möglichkeiten des Mediums als eine didaktisch sinnvolle Einbettung der Technik, im Sinne des Lernens *mit* Medien. Andererseits sind Planungskonzepte als „Handreichung“ notwendig, um Lehrkräfte, die zumeist in der Konzeption, Umsetzung und Evaluation von digitalen Unterrichtskonzeptionen wenig professionalisiert sind (Virata & Castro, 2019), zu unterstützen.

In einem Modell zur Verortung digitaler Medien in Lehr-Lernsituationen stellt die Gesellschaft für Informatik (Gesellschaft für Informatik (GI), 2016) im sogenann-

1 Physikalische Chemie und Didaktik der Chemie, Universität des Saarlandes, Deutschland

2 Didaktik des Sachunterrichts, Universität des Saarlandes, Deutschland

3 London Centre for Nanotechnology, University College London, England

ten Dagstuhl-Dreieck (GI, 2016) technologische, gesellschaftlich-kulturelle und anwendungsbezogene Aspekte in eine wechselseitige Beziehung, um die von der KMK (2016) geforderte „Bildung in der digitalen Welt“ zu ermöglichen. Bezogen auf den Fachunterricht muss diese medienbezogene Darstellung entsprechend ergänzt bzw. erweitert werden, da der unterrichtliche Einsatz digitaler Medien an fachlichen Lerninhalten ausgerichtet ist (Bach, 2018; GFD, 2018; AG Medien & Digitalisierung der GDSU, 2019). Es zeigt sich darüber hinaus, dass Modellierungen Medialen Lernens (Gervé & Peschel, 2013) oder das DPaCK-Modell (Huwer et al., 2019) aufgrund der Weiterentwicklung digitaler Techniken – wie Augmented Reality – sinnvolle Erweiterungen der fachdidaktisch-medialen Aushandlung ermöglichen.

Die digitale Technik Augmented Reality (AR) kann virtuelle Objekte mit der Realität verknüpfen (Azuma et al., 2001), bzw. die Realität durch virtuelle Objekte ergänzen (= „augmentieren“). Die Verknüpfung von Augmentation (A) und Realität (R) kann auf räumlicher, zeitlicher und semantischer Ebene erfolgen und induziert so, je nach Design der AR Lernumgebung, eine hohe oder niedrige Interaktivität bzw. Konnektivität zwischen Realität und Virtualität. Durch die Verknüpfung unterschiedlicher Kanäle des Wahrnehmens (Informationen aus der realen Umgebung und Informationen aus einer digital generierten Umgebung) nimmt Augmented Reality eine Sonderstellung unter ähnlichen digitalen Visualisierungstechniken (z. B. Virtual Reality) ein. Es bedarf daher der Entwicklung bzw. Anpassung theoriegeleiteter, handlungsorientierter Modelle zum didaktisch sinnvollen Einsatz von Augmented Reality in Lehr-Lernsituationen (Lauer et al., 2020; Seibert et al., 2020). Grundlage für eine Analyse hinsichtlich Interaktivität/Konnektivität und für die Entwicklung bzw. Evaluation von AR-Lehr-Lernsituationen bilden die Fragen:

- Inwieweit interagiert die Augmentierung mit der Realität? (Wieviel „A“ steckt in „R“?)
- Inwieweit orientiert sich die Augmentierung an der Realität? (Wieviel „R“ steckt in „A“?)

2. Das deAR-Modell zur Konstruktion und Evaluation von AR-Lehr-Lernumgebungen im naturwissenschaftlichen Unterricht

Ergänzend zu den oben genannten Modellen, der „Bildung für die digital vernetzte Welt“ (GI, 2018) oder des Medialen Lernens im (Sach-)Unterricht (AG Medien & Digitalisierung der GDSU, 2019), wurde ein Planungsmodell für den naturwissenschaftlichen Unterricht entwickelt mit dem Ziel, die didaktisch-methodische Einbindung von AR in naturwissenschaftliche Lehr-Lernsituationen zu ermöglichen – das deAR-Modell (didactically embedded Augmented Reality). Der didaktische Wert einer AR-Lernumgebung misst sich entsprechend am fachbezogenen Design und an der (fach)didaktischen Einbettung (Wu et al., 2013).

Es existiert bereits eine Vielzahl von AR-Anwendungen – meist für den Alltag oder Spielsituationen – für das Medium Tablet oder Smartphone. Beispiele für unterrichtsbezogene AR-Anwendungen sind u. a. die Augmentierung einer Echtzeitdarstellung von Messdaten (Strzys et al., 2019) oder die räumliche Wahrnehmung von Molekülen (Seibert et al., 2019, Strzys et al., 2019, Maier & Klinker, 2013). Allerdings sind viele dieser

Fachunterricht definiert und unter Berücksichtigung technischer Möglichkeiten und Grenzen eine AR-erweiterte naturwissenschaftliche Lehr-Lerneinheit realisiert (Ebene 3). Letztlich soll die geplante AR-Lehr-Lerneinheit in Realsituationen, also konkreten Lehr-Lernsituation eingesetzt (Ebene 4) und aufgrund entsprechender Reflexion und Evaluation optimiert werden.

3. Anwendung des deAR-Modells am Beispiel der Entwicklung des Periodensystems der Elemente (PSE)

Im Folgenden wird ein Beispiel für eine AR-Entwicklung gemäß des deAR-Modells vorgestellt. Ausgehend von den pädagogischen Zielen des Einsatzes von AR (Individualisierung des Lernens, Kooperative Auseinandersetzung mit Fachinhalt und medialer Darbietung) wird die Lehr-Lernumgebung fachdidaktisch und mediendidaktisch rekonstruiert. Ausgehend vom fachlichen Gesamtlernziel der Lehr-Lerneinheit (die Systematisierung der Elemente gemäß der Strukturen des PSE) werden fach- und mediendidaktische Aspekte in Bezug auf die Erreichung dieses Lernziels ausgehandelt. Ziel ist die weitgehende selbstständige und medial gestützte Systematisierung des PSE durch die Lernenden. Dazu erhalten die Schüler*innen für jedes Element ein Informationskärtchen mit für das Element spezifischen Informationen. Anhand von Vergleichen und Analysieren der Informationen auf dem Kärtchen, wie z. B. Kernladungszahl und Elektronenkonfiguration, können die Schüler*innen u. a. die Elemente in der richtigen Reihenfolge anordnen.



Abbildung 2: Einsatz der AR-Lehr-Lernumgebung in einer neunten Klasse mit Tablets (oben: Schüler*in mit Elementkärtchen; unten: Bohr'sches Atommodell und Kugelwolkenmodell mittels AR über dem realen Elementkärtchen).

Zuletzt muss die AR-Lehr-Lernsituation anhand technischer Grenzen und Möglichkeiten entwickelt werden: Wegen der Größe des Displays und der einfachen Zugänglichkeit wurden hier Tablets als AR-Medium ausgewählt. Die AR-Software wird durch ein Entwicklertool (ZapWorks Studio) selbst erstellt. Die Augmented Reality unterstützt die Schüler*innen hierbei bei Bedarf durch weitere visuelle Informationen (z. B. eine AR-modellierte Elektronenkonfiguration) in ihrem individuellen Lernprozess. Diese dreidimensionalen Modelle der Elektronenkonfiguration werden mittels AR ‚über‘ dem zugehörigen Elementkärtchen als 3D-Objekte augmentiert. Da die Elementkarten optisch gut voneinander unterscheidbar gestaltet werden können, sind die Karten selbst ‚optische Trigger‘ (= ‚Auslöser‘ für die AR) und können direkt für die Aktivierung der jeweils zugehörigen Virtualisierung verwendet werden. AR dient somit als optisches Hilfsmittel. Letztlich wurde die Lerneinheit zum PSE in einer neunten Klasse eines Gymnasiums eingesetzt, reflektiert und zirkulär optimiert.

4. Fazit

Ziel bei der Entwicklung des deAR-Modells war es, ein Planungsmodell als Handlungsgrundlage für Lehrer*innen zu entwickeln, das einem ungeplanten oder unmodellierten Praxiseinsatz von AR-Anwendungen im naturwissenschaftlichen Unterricht entgegenwirkt. Insbesondere bei der Nutzung der Technik AR müssen fach- und mediendidaktische Aspekte kombiniert betrachtet (GFD, 2018) und können mittels des hier vorgestellten deAR-Modells wirksam für den naturwissenschaftlichen Unterricht adaptiert werden.

Ein Beispiel für solch eine geplante didaktisch eingebettete Augmented Reality (deAR) -Lerneinheit stellt das Ordnen des Periodensystems der Elemente dar, da hier auf Grundlage pädagogischer Überlegungen ein AR-gestütztes Unterrichtsszenario entwickelt wurde, das chemische Lerninhalte verfolgt, fach- und mediendidaktische Prinzipien beachtet und technik- bzw. digitalisierungsbezogene Aspekte berücksichtigt.

Literatur

- AG Medien & Digitalisierung der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2019). *Sachunterricht und Digitalisierung* (Preprint). Abgerufen am 31.01.2020 von: <https://tinyurl.com/sr5r7c4>
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34–47. <https://doi.org/10.1109/38.963459>
- Bach, S. (2018). *Subjektiver Kompetenzerwerb von Schülerinnen und Schülern beim unterrichtlichen Einsatz von kidi-Maps. Eine Studie zum Einsatz digitaler Karten am Beispiel von kidi-Maps im Vergleich zu analogen Karten bei Schülerinnen und Schülern einer vierten Jahrgangsstufe*. Saarbrücken: Universität des Saarlandes.
- Gesellschaft für Fachdidaktik (GFD) (2018). *Fachliche Bildung in der digitalen Welt – Positionspapier der Gesellschaft für Fachdidaktik*.
- Gesellschaft für Informatik (GI) (2016). *Dagstuhl-Erklärung. Bildung in der digitalen vernetzten Welt*. Abgerufen am 25.01.2020 von https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Themen/Dagstuhl-Erklärung_2016-03-23.pdf

- Grundschulverband (GSV) (2018). *Digitale Mündigkeit beginnt in der Grundschule! Stellungnahme des Grundschulverbands zum „DigitalPakt Schule“ zum KMK-Beschluss „Bildung in der digitalen Welt“*. Abgerufen am 25.01.2020 von: <https://tinyurl.com/yajoklke>
- Huwer, J., Irion, T., Kuntze, S., Schaal, S. & Thyssen, C. (2019). Von TPaCK zu DPaCK – Digitalisierung im Unterricht erfordert mehr als technisches Wissen. *Mathematisch Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 358–364.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2016). *Bildung in der digitalen Welt: Strategie der Kultusministerkonferenz*. Abgerufen am 01.07.2020 von: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2018/Strategie_Bildung_in_der_digitalen_Welt_idF_vom_07.12.2017.pdf
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2019). *Empfehlungen zur Digitalisierung in der Hochschullehre*. Abgerufen am 01.07.2020 von: https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2019/2019_03_14-Digitalisierung-Hochschullehre.pdf
- Lauer, L., Peschel, M., Marquardt, M., Seibert, J., Lang, V. & Kay, C. (2020). Augmented Reality (AR) in der Primarstufe – Entwicklung einer AR-gestützten Lehr-Lerneinheit zum Thema Elektrik. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Wien 2019*. 944–947. Universität Duisburg-Essen.
- Maier, P. & Klinker, G. (2013). Evaluation of an augmented-reality-based 3D user interface to enhance the 3D-understanding of molecular chemistry: *Proceedings of the 5th International Conference on Computer Supported Education*, 294–302.
- Peschel, M. & Irion, T. (2016). Neue Medien in der Grundschule 2.0. Grundlagen – Konzepte – Perspektiven. *Reihe: Beiträge zur Reform der Grundschule (Band 141)*. Frankfurt am Main: Grundschulverband.
- Seibert, J., Marquardt, M., Pinkle, S., Carbon, A., Lang, V., Heuser, K., Perels, F., Huwer, J. & Kay, C. (2020). Linking learning tools, learning companion and experimental tools in a multi-touch learning book. *World Journal of Chemical Education*, 8(1). 8–20. <https://doi.org/10.12691/wjce-8-1-2>
- Strzys, M. P., Thees, M., Kapp, S. & Kuhn, J. (2019). Smartglasses in STEM laboratory courses – the augmented thermal flux experiment. 2018 Physics Education Research Conference Proceedings. *2018 Physics Education Research Conference*, Washington, DC. <https://doi.org/10.1119/perc.2018.pr.Strzys>
- Virata, R. & Castro, J. (2019). Augmented reality in science classroom: perceived effects in education, visualization and information processing. *IC4E 2019: 2019 10th International Conference on E-Education*, 85–92. <https://doi.org/10.1145/3306500.3306556>
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y. & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>