

Klimaprozesse modellieren – Digitalkompetenz fördern

Im BMBF geförderten Projekt DigiProMIN (Förderkennzeichen: 01JA23M05A) werden im Cluster Physik Fortbildungen zu digitalisierungsbezogenen Kompetenzen angeboten. Im vorliegenden Fortbildungskonzept wird neben der Digitalisierung die Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) als Unterrichtskontext adressiert. Modellbildung nimmt hierbei einen zentralen Stellenwert ein, da komplexe Systeme der Klimaphysik mittels digitaler Bildschirmanwendungen modelliert werden können. Ziel der Fortbildung ist, dass Lehrkräfte Modelle zur Erklärung von Klimaprozessen digitalgestützt im Unterricht nutzen können, sowie ihre digitalisierungsbezogenen Kompetenzen im Kontext BNE reflektieren können. Inwieweit Digitalkompetenz und Sachkompetenz im individuellen Unterrichtskontext vernetzt werden, bleibt oft diffus und soll daher als Begleitstudie untersucht werden.

BNE digitalkompetent unterrichten

BNE wird wiederkehrend für eine zukunftsorientierte Bildung gefordert (Deutsche UNESCO-Kommission, 2014; KMK, 2017). Lernende sollen entsprechend zu zukunftsfähigem Denken und Handeln befähigt werden (de Haan et al., 2008). Ein Ansatz des forschend entdeckenden Lernens bzw. des Inquiry Based Learning (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate; nach Bybee et al., 2006) kann sich hierbei als lernwirksames Scaffolding im Prozess der Erkenntnisgewinnung erweisen (Hofer, 2020). Im Rahmen des Projektes KLIMAWANDEL – VERSTEHEN UND HANDELN wurde seit 2021 der LMU-Klimakoffer (weiter-)entwickelt. Dieser bietet eine Vielzahl von hands-on Experimenten (genannt Aktivitäten), welche ausgewählte Zusammenhänge der Klimaphysik modellieren. Hierzu ist das Identifizieren von relevanten Elementen und deren Zusammenhängen sowie das Rückführen dieser auf physikalische Größen und Gesetzmäßigkeiten zur zielgerichteten und angemessenen Beschreibung und Erklärung essenziell (Neumann et al., 2011). Im Zuge der Digitalisierung der Schulen kann es wertvoll sein, die Aktivitäten des Klimakoffers mittels Digitaler Bildschirmanwendungen (DBA) abermals zu modellieren. DBAs bieten hierbei das Potential naturwissenschaftliches Lernen zu unterstützen (Stieff, 2019; Develaki, 2019) und stellen eine fachspezifische Methode der Erkenntnisgewinnung dar (Wieman et al., 2010; Rutten et al., 2012).

Im Fortbildungsmodul wird die Unterrichtspraxis mit dem Klimakoffer um DBAs ergänzt, um zur kontextspezifischen Verknüpfung von Sachkompetenz und Digitalkompetenz anzuregen. Diese gibt Aufschluss über das Technologiespezifische Professionswissen (Technological Pedagogical Content Knowledge – TPACK) einer Lehrkraft (Mishra & Koehler, 2006; Mishra, 2019). Zur Erhebung von TPACK haben sich Technological Content Representations (T-CoRes) als nützliches Tool erwiesen (Nilsson, 2022), die eine Adaption der CoRes nach Loughran et al. (2006) darstellen. CoRes sind tabellarische Repräsentationsformen kontextspezifischen Professionswissens (siehe Tab. 1). Die Methode leitet zur Elementarisierung eines Lerngegenstandes an und unterstützt eine zugehörige fachdidaktische Auseinandersetzung (Hume & Berry, 2011; Hume, 2010; Bertram & Loughran, 2011).

Was sollen die Schüler:innen wissen / können?
 Warum ist es wichtig, dass Schüler:innen genau das lernen?
 Was gibt es darüber hinaus inhaltlich noch zu wissen?
 Welche Vorgaben werden im Rahmenlehrplan/ Schulinternen Curriculum gemacht?
 Welche Präkonzepte können zu dieser Kernidee bestehen?
 Welche lerngruppenspezifischen Faktoren beeinflussen Ihren Umgang mit dieser Kernidee im Unterricht?
 Welche digitalen Lehrmethoden sollten Sie verwenden und warum?
 Welche Chancen und Herausforderungen sehen Sie in der Nutzung dieser Methoden?
 Wie kann überprüft werden, was Schüler:innen verstanden haben / anwenden können und wo Feedback nötig ist?

Tab. 1: Übersetzung einer T-CoRe nach Nilsson (2022)

Struktur der Fortbildung

Die für das Schuljahr 2024/25 geplante Fortbildung ist als vierteilige asynchrone Präsenzfortbildung geplant. Im Flächenland Brandenburg sollen sich Lehrkräfte regional zusammenschließen und als Gruppe zur Fortbildung anmelden. In einer ersten materialgestützten Selbstlerneinheit machen sich die Lehrkräfte mit dem Klimakoffer und dem zugehörigen Projekt vertraut und entwickeln ihre Sachkompetenz im Bereich Klimaphysik und Modellbildung. Ein erstes Präsenzmeeting wird individuell vereinbart und findet regional statt. Vor Ort erhalten die Lehrkräfte einen Input zum Inquiry Based Learning sowie zur Modellierung der Aktivitäten des Klimakoffers unter Verwendung geeigneter DBAs. Für eine Praxisphase von voraussichtlich drei Monaten kann jede Lehrkraft einen Klimakoffer ausleihen und soll dessen digitalgestützten Einsatz im eigenen Unterricht mittels einer T-CoRe und eines Reflexionstextes dokumentieren. Ein zweites Präsenzmeeting dient der kollektiven Reflexion sowie der Rückgabe der Klimakoffer. Abbildung 1 zeigt einen schematischen Ablauf des Fortbildungsmoduls für eine Gruppe. Die Begleitung von bis zu vier parallelen Fortbildungen kann im Förderzeitraum geleistet werden.

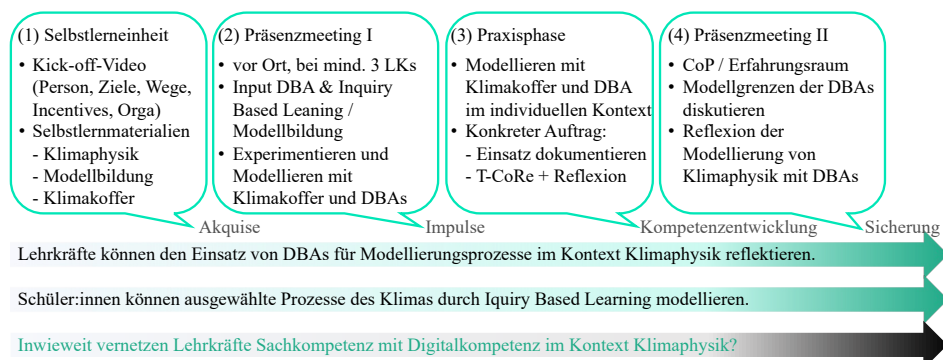


Abb. 1: Grundstruktur des Fortbildungsangebotes, Ziele und Forschungsleitfrage

Begleitforschung

Um der Leitfragen nachzugehen, inwieweit Lehrkräfte im Kontext Klimaphysik Sachkompetenz und Digitalkompetenz im eigenen Unterricht vernetzen, werden Lehrkräfte gebeten, T-CoRes vor der eigenen Unterrichtspraxis, sowie einen schriftlichen Reflexionstext nach der Unterrichtspraxis zu erstellen. T-CoRes können Lehrkräfte unterstützen, sich ihrer Digitalkompetenz bewusst zu werden (Nilsson & Loughran, 2012) und können somit für den Einsatz der DBAs im Umgang mit dem Klimakoffer hilfreich sein. Eine eigens eingerichtete online-Infrastruktur ist auch für andere Projekte open-Access unter *core.didaktik.physik.uni-potsdam.de* verfügbar. Alle Daten werden unter Verwendung eines Pseudonyms erhoben, gespeichert und analysiert.

Pilotierung und Perspektiven

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wurden die Selbstlerneinheit sowie das Präsenzmeeting I mit dem Fokus auf der Verwendung einer Modellbildungssoftware mit $N = 9$ Lehramtsstudierenden verschiedener naturwissenschaftlicher Fachrichtungen im Praxissemester pilotiert. In halbstrukturierten Gruppeninterviews wurde die Verwendung der Modellbildungssoftware selbst als unnötig bewertet und daher für die reguläre Fortbildung aus dem Programm genommen. Stattdessen wurden die Erprobung der Aktivitäten des Klimakoffers im Sinne der Modellierung komplexer Phänomene der Klimaphysik, sowie die Modellbildung durch den Einsatz von DBAs als wertvoll bewertet. Weiter wurde zurückgemeldet, dass für einzelne Aktivitäten des Klimakoffers zusätzliches Vor- bzw. Hintergrundwissen als zentral bewertet wurde und der Hands-on-Charakter der Aktivitäten als Minds-off-Charakter bewertet wurde. Eine teils mangelhafte Zielklarheit in den Aktivitäten sowie eine fehlende Risikoschutzbewertung beispielsweise als Handreichung für Lehrkräfte schließen die Bewertungen der angehenden Lehrkräfte ab. Der Einsatz von DBAs kann hierbei Abhilfe schaffen indem beispielsweise instruktionale Anweisungen im Sinne des Inquiry Based Learning in die Anwendungen implementiert werden. Da unter *klimawandel-schule.de* nicht zu allen Anwendungen des Klimakoffers digitale Materialien zur Verfügung stehen und um den Ergebnissen der Pilotierung und dem Wunsch nach einer expliziteren Fokussierung der Fortbildung auf die doppelte Modellierung gerecht zu werden, werden derzeit im Projekt modellierende DBAs auf die Aktivitäten des Klimakoffers entwickelt und erprobt.

Für die geplante Begleiterhebung wurde die genannte online-Infrastruktur bereits im Wintersemester 2023/24 erfolgreich erprobt. $N = 12$ Physik-Lehramtsstudierende erstellten dreimalig je eine CoRe und eine schriftliche Reflexion zur eigenen Unterrichtspraxis. Die Ergebnisse dieser Erprobung zeigten einen Mehrwert für die Elementarisierung von Fachinhalten sowie die Vernetzung von Professionswissensfacetten. Auf Basis der Studierendenerfahrungen wurde die online-Infrastruktur weiterentwickelt und in den Kompetenzrahmen DiKoLAN^{KI} integriert (Mientus & Borowski, 2024). Erste Ergebnisse der Haupterhebung sind im Sommer 2025 zu erwarten.

Literatur

Bertram, A. & Loughran, J. (2012). Science Teachers' Views on CoRes and PaP-eRs as a Framework for Articulating and Developing Pedagogical Content Knowledge. *Research in Science Education*, 42, 1027–1047. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9227-4>

- Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Scotter, P., Carlson, J., Westbrook, A. Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. Colorado Springs: BSCS
- de Haan, G. et al. (Hrsg.) (2008): Nachhaltigkeit und Gerechtigkeit. Grundlagen und schulpraktische Konsequenzen. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-85492-0>
- Deutsche UNESCO-Kommission (2014). *UNESCO-Roadmap zur Umsetzung des Weltaktionsprogramms „Bildung für nachhaltige Entwicklung“*. Bonn: DUK.
- Develaki, M. (2019) Methodology and epistemology of computer simulations and implications for science education. *Journal of Science Education and Technology*, 28. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09772-0>
- Hume, A. (2010). CoRes as tool for promoting pedagogical content knowledge of novice science teachers. *Chemistry Education in New Zealand*, 119, 13–19.
- Hume, A. & Berry, A. (2011). Constructing CoRes—A strategy for building PCK in pre-service science teacher education. *Research in Science Education*, 41 (3), 341–355. <https://doi.org/10.1007/s11165-010-9168-3>
- KMK – Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (2017). *Zur Situation und zu Perspektiven der Bildung für nachhaltige Entwicklung: Bericht der Kultusministerkonferenz vom 17.03.2017*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2017/2017_03_17-Bericht-BNE-2017.pdf
- Loughran, J., Berry, A. & Mulhall, P. (2006). *Understanding and developing science teachers' pedagogical content knowledge*. Rotterdam. Sense Publishers.
- Mientus, L. & Borowski, A. (2024). KI und co bewusst einplanen – KI-CoRes als unterstützendes Tool zur Unterrichtsvorbereitung. In J. Huwer, S. Becker-Genschow, C. Thyssen, Lars-Jochen Thoms, L. v. Kotzebue, A. Finger, E. Kremser, M. Meier, & T. Bruckermann (Hrsg.), *Kompetenzen für den Unterricht mit und über Künstliche Intelligenz. Perspektiven, Orientierungshilfen und Praxisbeispiele für die Lehramtsausbildung in den Naturwissenschaften* (S. 4–59). Waxmann.
- Mishra, P. (2019). Considering contextual knowledge: The TPACK diagram gets an upgrade. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 35 (2), 76–78. <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1588611>
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Neumann, I., Heinze, A., Ufer, S., & Neumann, K. (2011). Modellieren aus mathematischer und physikalischer Perspektive. *Beiträge zum Mathematikunterricht*, 603–606.
- Nilsson, P. (2022). From PCK to TPACK – Supporting student teachers' reflections and use of digital technologies in science teaching. *Research in Science & Technological Education*. <https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2131759>
- Nilsson, P. & Loughran, J. (2012). Exploring the development of pre-service science elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 23 (7), 699–721. <https://doi.org/10.1007/s10972-011-9239-y>
- Rutten, N., Van Joolingen, W. R., & Van Der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers and Education*, 58(1), 136–153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Stieff, M. (2019). Improving Learning Outcomes in Secondary Chemistry with Visualization-Supported Inquiry Activities. *Journal of Chemical Education*, 96 (7), 1300–1307. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00205>
- Wieman, C. E., Adams, W. K., Loeblein, P. & Perkins, K. K. (2010). Teaching physics using PhET simulations. *The Physics Teacher*, 48(4), 225–227. PhET, University of Colorado. https://phet.colorado.edu/publications/Teaching_physics_using_PhET_TPT.pdf