

Wie unterstützt man Lehrkräfte beim Unterrichten des Treibhauseffekts?

Problemstellung

Klimabildung wird als eines der sozialen Kippelemente angesehen, welches potentiell dazu beitragen kann, das Klima bis zum Jahr 2050 zu stabilisieren (Otto et al., 2020). Auch deswegen finden sich Aspekte der Klimabildung wie die Klimaphysik oder der Treibhauseffekt in verschiedenen Rahmendokumenten wieder, wie z.B. den Bildungsstandards des Faches Physik (KMK, 2024) oder in einigen Lehrplänen der einzelnen Länder. Neben den Schüler:innen kommt dabei auch den Lehrkräften eine zentrale Rolle zu. Da es sich bei Themen wie dem Treibhauseffekt jedoch um vergleichsweise neue Inhalte handelt, zu denen es noch keine typische Vorgehensweise bzw. kaum fest etablierte Materialien und Konzeptionen gibt oder zu denen Lehrpersonen noch wenig Vorerfahrungen besitzen, müssen auch Lehrkräfte zunächst etwas Neues lernen (Ball & Cohen, 1996). Sie werden in diesem Zusammenhang zu Noviz:innen (Schneider & Krajcik, 2002), die man bei der Unterrichtsvorbereitung und -durchführung unterstützen muss, wenn man möchte, dass neue Konzepte (und Inhalte) in den Unterricht integriert werden (Remillard, 2005). Eine Möglichkeit Lehrer:innen bei der Integration und bei der Implementation von neuen Unterrichtskonzeptionen zu unterstützen, stellen sogenannte *Educative Curriculum Materials* (ECM) dar.

Forschungsstand ECM

ECM gehen zurück auf die Arbeit von Ball & Cohen (1996). Sie fordern, dass bei Materialien nicht nur Schüler:innen, sondern auch Lehrkräfte berücksichtigt werden sollen. Neben Arbeitsmaterialien für die Lernenden umfassen ECM deswegen auch verschiedene Hintergrundinformationen und Unterstützungsangebote für Lehrkräfte. Ziel von ECM ist es außerdem, dass auch Lehrkräfte etwas Neues lernen sollen (Schneider et al., 2005), so unterscheiden sie sich auch von „klassischen“ Lehrkräftehandreichungen. ECM können z.B. dabei unterstützen Lernendenaussagen vorherzusehen, zu verstehen und zu interpretieren (Ball & Cohen, 1996; Davis & Krajcik, 2005). Darüber hinaus ermöglichen verschiedene Unterstützungsangebote, die sogenannten *Educative Features*, dass Lehrkräfte die ECM wie eine Art Werkzeugkasten für die Unterrichtsvorbereitung verwenden können (Krajcik & Delen, 2017). *Educative Features* können z.B. fachliche und didaktische Hintergrundinformationen, Tipps oder Call-Out-Boxes sein (Hanuscin et al., 2024). Durch die vielseitigen Unterstützungsangebote für Lehrkräfte können ECM dafür sorgen, dass sich das pedagogical content knowledge (PCK) der Lehrkräfte zu einer spezifischen Unterrichtsthematik entwickelt (Davis et al., 2017; Schneider & Krajcik, 2002). Wenn Lehrkräfte über ein stärkeres PCK verfügen, kann dies außerdem auch den Lernerfolg der Lernenden positiv beeinflussen (Kartamiharja & Sopandi, 2020). Hierzu bedarf es allerdings weiterer Forschungen (Bismack et al., 2015; Davis et al., 2017).

Erhebungsdesign Pilotierung

Um herauszufinden, ob ECM auch dazu beitragen können Lehrkräfte beim Unterrichten des Treibhauseffektes zu unterstützen, wurden zunächst ECM zu einer konkreten Unterrichts-

konzeption zum Treibhauseffekt erstellt. Als Grundlage dafür dienten die Materialien und Ideen von Sarah Wildbichler und Thomas Schubatzky (2025). Für die Erstellung der ECM wurden die sechs Design Prinzipien nach Davis et al. (2017) und Ergebnisse der Implementationsforschung (z.B. Breuer et al., 2022; Gräsel & Parchmann, 2004; Knebloch & Wilhelm, 2025; Stürmer-Steinmann, 2023) herangezogen. Diese Materialien wurden pilotiert, um erste Einblicke zu bekommen, (1) wie die ECM von den Lehrkräften beurteilt werden und (2) ob die ECM bei der Unterrichtsvorbereitung helfen?

Um diese Fragen beantworten zu können, wurden je zwei leitfadengestützte Interviews mit sechs Lehrkräften geführt. Das erste Interview erfolgte vor dem Lesen des Materials und hatte zum Ziel herauszufinden, welche Vorerfahrungen die Lehrpersonen bereits vor dem Lesen des Materials zum Treibhauseffekt gesammelt haben. Anschließend erhielten die Lehrkräfte die ECM zum Lesen und Durcharbeiten. Danach wurde ein zweites Interview geführt, das das Ziel hatte, Antworten auf die beiden Forschungsfragen zu finden. Beispielfragen beider Interviews finden sich in Tabelle 1. Die Interviews wurden mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz & Rädiker (2024) ausgewertet.

Tabelle 1: Beispielfragen der Interviews

	Prä-Interview	Post-Interview
Beispielfragen	Haben Sie den Treibhauseffekt im Physikunterricht schon einmal unterrichtet? Welche Ziele sollten erreicht werden, wenn man den Treibhauseffekt unterrichtet?	Wie bewerten Sie die Materialien? Welche Teile helfen (nicht) bei der Unterrichtsvorbereitung?

Ergebnisse der Pilotierung

Die ECM wurden von den Lehrkräften überwiegend positiv bewertet. Sie wurden z.B. als handlich und kompakt und gut strukturiert bewertet: „Ich finde es sehr gut, sehr strukturiert und sowohl die Arbeitsblätter sind sehr strukturiert als auch [...] die Idee mit den Key Concepts, ähm mit der Didaktik, mit den [...] Lernervorstellung“ (B3: 3ff.). Es wurden jedoch einige Verbesserungsvorschläge gemacht, wie man die ECM leser:innenfreundlicher gestalten könnte, z.B. durch das Hervorheben von wichtigen Passagen durch weitere Absätze oder Kästen (B4). Darüber hinaus wurden die ECM als verständlich beschrieben. Sie helfen dabei, die Unterrichtsziele und didaktischen Hintergründe nachvollziehen zu können: „Ähm, (...) genau, und irgendwie auch die Lernziele waren, also, (...) waren klar, ja“ (B6: 247f.). An dieser Stelle wurde angemerkt, dass jedoch nicht immer alle Aufgaben für die Schüler:innen hundertprozentig klar waren und dass z.B. ein Erwartungshorizont dabei unterstützen würde, zu verstehen, was von den Lernenden erwartet wird (B1).

Bezüglich der Ergebnisse auf die zweite Frage liefert Tabelle 2 einen Überblick. Die ECM wurden grundsätzlich als hilfreich für die Unterrichtsvorbereitung beschrieben. Am häufigsten wurden dabei die Key Ideas des Materials bzw. die Zerlegung des Treibhauseffekts in Teilphänomene genannt (N=5, bei den sechs Interviews). Des Weiteren wurden die Adaption- und Differenzierungsvorschläge sowie der fachliche Hintergrundteil als (sehr) hilfreich für die Vorbereitung des Unterrichts zum Treibhauseffekt beschrieben (N=3). Die größte Kritik an den ECM gab es bezüglich des Didaktikteils. Dieser wurde von den Lehrkräften als zu allgemein beschrieben (N=4). Es wurde sich gewünscht, dass sich dieser Teil stärker auf die Unterrichtskonzeption fokussiert und weniger allgemeine Aspekte, wie z.B. Konzeptwechsel-

strategien oder Lernendenvorstellungen allgemein, beschrieben werden. Es wurde außerdem angesprochen, dass die ECM davon profitieren würden, wenn es einen Erwartungshorizont für die Schüler:innenaufgaben und einen eigenen Abschnitt zu Experimenten gibt (inklusive Materialliste und Adaptionsvorschlägen) (N=1).

Tabelle 2: Einschätzung bezüglich der Unterstützung verschiedener Aspekte durch die Lehrkräfte (N=6)

Hilfreich für die Vorbereitung	genannte Aspekte	Anzahl Nennungen bei Lehrpersonen
gut	Key Ideas	5
	Adaptionsvorschläge	3
	Differenzierungsvorschläge	3
	fachlicher Hintergrund	3
	Lernendenperspektive	2
mittel	Didaktikteil	4
	Randbereich	2
	Zeit	1
schlecht	Länge	1
	fehlender Erwartungs-horizont	1
	fehlende Experimente	1

Diskussion und Ausblick

ECM und vor allem die darin vorkommenden Educative Features können eine Möglichkeit darstellen, Lehrkräfte beim Unterrichten von neuen Inhalten und Konzeptionen, z.B. zum Treibhauseffekt, zu unterstützen. Als besonders hilfreich haben sich hier der fachliche Hintergrund, die Key Ideas bzw. die Zerlegung in Teilphänomene sowie Adaptions- und Differenzierungsvorschläge herausgestellt. Letztere zeigen Übereinstimmungen mit Ergebnissen aus der Implementationsforschung, dass sich Lehrkräfte eine flexiblere Handhabung mit Unterrichtskonzeptionen wünschen (Breuer et al., 2022; Stürmer-Steinmann, 2023). So beschreibt z.B. auch eine Lehrperson: „Also da ist das Material, finde ich, sehr, sehr dankbar, [...] dass es einfach sich leicht anpassen lässt. Und das ist finde ich, die größte Stärke von so einem Material überhaupt“ (B6: 318f.). Außerdem hat sich gezeigt, dass die Lehrkräfte die ECM vor allem positiv bewerten und sie beim Nachvollziehen der Kerngedanken der Konzeption assistieren.

Die Ergebnisse der Pilotierung ermöglichen bisher lediglich erste Einblicke in die Unterstützung der Unterrichtsvorbereitung. Um zu untersuchen, ob die ECM Lehrkräfte auch bei der Unterrichtsdurchführung der Konzeption zum Treibhauseffekt unterstützen und ob ECM auch einen Einfluss auf den Lernerfolg von Schüler:innen nehmen können, müssen die ECM in einem nächsten Schritt auch im Physikunterricht eingesetzt werden. Darüber hinaus wäre es interessant zu untersuchen, ob die Umsetzungstreue der Konzeption durch die ECM und die Educative Features zunimmt.

Literatur

- Ball, D. & Cohen, D. K. (1996). Reform by the book: What is - or might be - the role of curriculum materials in teacher learning and instructional reform? *Educational Researcher*, 25(9), 6-8,14.
- Bismack, A. S., Arias, A. M., Davis, E. A. & Palincsar, A. S. (2015). Examining student work for evidence of teacher uptake of educative curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(6), 816–846.
- Breuer, J., Vogelsang, C. & Reinhold, P. (2022). Nutzungsverhalten von Lehrkräften bei der Implementierung einer physikdidaktisch innovativen Unterrichtskonzeption. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 28(1).
- Davis, E. A. & Krajcik, J. S. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. *Educational Researcher*, 34(3), 3–14.
- Davis, E. A., Palincsar, A. S., Smith, P. S., Arias, A. M. & Kademian, S. M. (2017). Educative curriculum materials: Uptake, impact, and implications for research and design. *Educational Researcher*, 46(6), 293–304.
- Gräsel, C. & Parchmann, I. (2004). Implementationsforschung - oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern. *Unterrichtswissenschaft*, 32(3), 196–214.
- Hanuscin, D., Borda, E., Melton, J. & Mikeska, J. N. (2024). Designing educative curriculum materials for teacher educators: Supporting preservice elementary teachers' content knowledge for teaching about matter and its interactions. *International Journal of Science and Mathematics Education*.
- Kartamiharja, M. R. & Sopandi, W. (2020). Educative curriculum material and its impact on the teachers' instructional performance and learners' achievement. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(1), 206–230.
- Knebloch, J. & Wilhelm, T. (2025). Ursachen mangelnder Implementation physikdidaktischer Innovationen – In: v. Vorst, H. (Hrsg.): *Lernen, lehren und forschen im Schülerlabor*, Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Bochum 2024, Band 45, 345 – 348.
- Krajcik, J. & Delen, I. (2017). The benefits and limitations of educative curriculum materials. *Journal of Science Teacher Education*, 28(1), 1–10.
- Kuckartz, U. & Rädiker, S. (2024). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Umsetzung mit Software und künstlicher Intelligenz* (6., überarbeitete und erweiterte Auflage). *Grundlagentexte Methoden*. Beltz Juventa.
- Kultusministerkonferenz. (2024). *Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für das Fach Physik (MSA)*.
- Otto, I. M., Donges, J. F., Cremades, R., Bhowmik, A., Hewitt, R. J., Lucht, W., Rockström, J., Allerberger, F., McCaffrey, M., Doe, S. S. P., Lenferna, A., Morán, N., van Vuuren, D. P. & Schellnhuber, H. J. (2020). Social tipping dynamics for stabilizing Earth's climate by 2050. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(5), 2354–2365.
- Remillard, J. T. (2005). Examining key concepts in research on teachers' use of mathematics curricula. *Review of Educational Research*, 75(2), 211–246.
- Schneider, R. M. & Krajcik, J. (2002). Supporting science teacher learning: The role of educative curriculum materials. *Journal of Science Teacher Education*, 13(3), 221–245.
- Schneider, R. M., Krajcik, J. & Blumenfeld, P. (2005). Enacting reform-based science materials: The range of teacher enactments in reform classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 283–312.
- Stürmer-Steinmann, T. K. (2023). *Implementationsprozesse begleiten: Untersuchung zur Akzeptanz digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen zum Basiskonzept Energie von Physiklehrkräften* [Dissertation]. Gottfried Wilhelm Leibniz Universität, Hannover.
- Wildbichler, S. & Schubatzky, T. (2025). *Der Treibhauseffekt - Eine Lernumgebung für den Physikunterricht in der 8. Schulstufe*. Universität Innsbruck. <https://doi.org/10.48517/dx4x-w341>.