



Ausgangslage

In der Physikdidaktik entwickelte und empirisch untersuchte Unterrichtskonzeptionen oder Materialien werden gar nicht oder kaum in der Schule implementiert [1]. Ausschlaggebend können z.B. persönliche Merkmale der Lehrpersonen (Autonomie [1], Überzeugungen [2] etc.) oder materialbezogene Merkmale (Umfang [1], Adaptionsvorschläge [3] etc.) sein. Um Lehrkräften die Implementation neuer Konzeptionen zu erleichtern, brauchen Lehrkräfte Unterstützung und Hintergrundinformationen [4]. Diese können z.B. durch sogenannte *Educative Curriculum Materials* (ECM), inklusive *Educative Features* (z.B. fachliche Hintergründe, Adaptionsvorschläge etc.), bereitgestellt werden [5]. Vor allem im angloamerikanischen Raum gibt es eine Vielzahl an Studien zu ECM. Hier stellt sich die Frage, ob man die Ergebnisse auch auf den deutschsprachigen Kontext übertragen kann.

Ablauf des Projekts

Forschungsfragen:

- Helfen ECM bei der Unterrichtsvorbereitung und -durchführung?
- Welche Educative Features werden genutzt?
- Welche Educative Features sind (nicht) hilfreich?

Erhebung:

- zweites Halbjahr Schuljahr 2025/26
- $N_{\text{Lehrkräfte}} = 6$ (aus Hessen)
- Erhebungsinstrumente: Interviews, Fragebögen, Unterrichtstagebücher
- Auswertung durch Qualitative Inhaltsanalyse [6]

Überblick ECM

- Grundlage: Materialien von Sarah Wildbichler und Thomas Schubatzky [7]

Aufgabe 1

An einem sonnigen Tag stehen zwei Liegestühle auf einer Wiese. In Form von sichtbarem Licht erreicht sie Energie von der Sonne.

a) Formuliert gemeinsam eine Erklärung, was mit den Liegeflächen der Stühle passiert.

b) Ergänzt dabei die beiden Bilder b und c mit passenden Pfeilen, um eure Erklärung zu unterstützen.

Hinweis: Ihr müsst nicht alle Pfeile verwenden, Pfeile können mehrfach verwendet werden.

Key Ideas: 1–4

Fachinhalte: Strahlungshaushalt, dynamisches Energiegleichgewicht

Adaptionsvorschlag: Statt der Liegestühle kann auch ein anderes Objekt gewählt werden (z.B. T-Shirts, Autos etc.). Die Liegestühle sollen an dieser Stelle nur ein alltagsnahes Beispiel darstellen.

Hinweis: Die verschiedenen Pfeile sollten den Lernenden hier sichtbar gemacht werden (z.B. durch eine PPP), da sie für die Lernenden noch sehr neu sind.

Sprachliche Hinweise: Auch wenn erst in der zweiten Stunde explizit mit den Fachbegriffen Absorption, Streuung und Emission gearbeitet wird, sollte man an dieser Stelle schon darauf achten, dass die Lernenden diese Begriffe bereits hier verwenden.

Strahlungshaushalt

Von allen Klimafaktoren ist die Strahlung einer der wichtigsten. Durch diese gelangt die Energie in das Klimasystem der Erde zur Verfügung steht, um die Temperatur der Atmosphäre, der Ozeane, der Landflächen, zur Erde. Wie viel Energie in Form von Strahlung auf die Erdoberfläche trifft, ist zum Teil einmal natürlichen Schwankungen unterworfen. Einen großen Einfluss darauf haben z.B. die Erdbahnparameter (die sogenannten „Milanković-Zyklen“), Erdrotation (Exzentrizität), die Schiefe der Ekliptik und die Erdneigung (Polarisation). Diese drei Parameter beeinflussen die Menge der Strahlung, die auf die Erdoberfläche trifft, sowohl im Verlauf der Jahreszeiten als auch im Laufe von Jahrtausenden. So sorgt z.B. für die Entstehung von Eiszeiten und interglazialen Warmzeiten. Der Abstand zwischen Erde und Sonne (Apsel) beträgt im Mittel 149,6 Millionen Kilometer (1 AU). Wie viel Strahlungsenergie genau auf der Erde ankommt, ist außerdem abhängig von der Sonnenhöhe und der Tageslänge (es besteht eine Breitenabhängigkeit). Die Intensität der Strahlung an der Außengrenze der Atmosphäre, bei mittlerer Sonnenaktivität, beträgt ca. 1360 W/m². Diese schwankt in der Literatur zwischen 1360 und 1370 W/m². Da nur ein kreisförmiger Ausschnitt der Erdoberfläche der Sonne ausgesetzt ist, wird nicht die gesamte Erdoberfläche, sondern nur ein Viertel der Erdoberfläche bestrahlt. Das Maximum kann mit Hilfe des Stefan-Boltzmann-Gesetzes (oder Planck'schen Strahlung) (siehe Anhang 1) berechnet werden. Die Sonne strahlt mit einer Temperatur von ca. 6000 K. Das Maximum kann mit Hilfe des Stefan-Boltzmann-Gesetzes (oder Planck'schen Strahlung) (siehe Anhang 1) berechnet werden. Die Sonne strahlt mit einer Temperatur von ca. 6000 K.

Key Ideas: 1–3

Tipp: Bei den Lernenden sollten die UV-Strahlung und das Ozonloch möglichst zunächst nicht angesprochen werden, weil die Ozonlochvorstellung (siehe hier) besonders problematisch sein kann.

Hinweis: Je nach Quelle können die Werte für die Solarkonstante, die Bestrahlungsstärke und die Oberflächentemperatur der Sonne variieren.

Sprachliche Hinweise: Wichtige Fachbegriffe, die die Schüler:innen am Ende der Reihe anwenden sollten sind:

- Emission
- Absorption
- Streuung
- Infrarotstrahlung

Beispiel für ein Arbeitsblatt (abgewandelt nach [7])

Beispiel für den fachlichen Hintergrund

Nutzung

genutzte/gelesene Inhalte der ECM

	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Fachliche Hintergründe	(✓)			✓		
Didaktische Hintergründe	(✓)	(✓)	✓	✓		✓
Key Ideas	✓		✓	✓	✓	
Stundenverlaufspläne	✓	✓	✓	✓		
Infos in der Randspalte	✓		(✓)	✓		✓

„Ja [...] auf jeden Fall [...], weil es ist nie falsch, seinen Horizont zu erweitern. Und insofern habe ich mich auch tatsächlich durch das gesamte Material gegraben, weil, weil ich dachte, das nehme ich auch ernst und das ist nicht nur mal nebenbei [...] und außerdem möchte ich auch immer auf **Fragen vorbereitet sein**. Du musst immer damit rechnen, dass du hier zwei, drei Cracks in der Runde sitzen hast, die dann nachhaken, und dann ist der Lehrer gefragt.“ (L4, Pos. 106)

„Doch, ich habe es mir dann immer angeguckt, aber in Bezug nur auf, was könnte ich noch ergänzend machen oder was könnte man dann abändern. Also ich bin weder auf dieses Hintergrundmaterial zu den fachlichen Hintergründen, sondern **was war eigentlich gedacht** mit dem Material und wie ist das aufgebaut. Das habe ich mir **immer wieder angeschaut**, jede Vorbereitung der Stunden.“ (L2, Pos. 56)

„Ja, das [...] fand ich gut. Das fand ich **gut mit den Key Ideas**, dass man da nochmal nachgucken konnte bei den Arbeitsblättern.“ (L1, Pos. 38)

Hilfreiche Inhalte

Lernendenvorstellungen
Fachinformationen
Keyideas
Musterlösungen
Randspalteninformationen
Adaptionsvorschläge
Verlaufspläne

Am hilfreichsten an den Hintergrundmaterialien fand ich ...
[...]

„Präsentation mit Text, Verlaufsplan“
(L2, Fragebogen, Pos. 2)

„Tabelle mit Key-Ideas, Schülervorstellungen“
(L3, Fragebogen, Pos. 2)

„Infos in der Randspalte Lernendenvorstellungen“
(L6, Fragebogen, Pos. 2-3)

„In die Verlaufspläne habe ich auch reingeguckt. Das fand ich auch hilfreich, weil ich dann ein bisschen sehen konnte, wann wie wo was kommt. Aber dadurch, dass es viele verschiedene Varianten gab, musste man sich nach Baukastensystem seine eigene – was ich aber auch gut fand, ne? Das man da gucken kann, von wegen, oh, das mit den Experimenten war mir dann alles zu knapp. Wo ich gedacht habe, oh super, dass es wenigstens Simulationen gibt.“ (L1, Pos. 46)

[1] Breuer, J.; Vogelsang, C. & Reinhold, P. (2022). Nutzungsverhalten von Lehrkräften bei der Implementierung einer physikdidaktisch innovativen Unterrichtskonzeption. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 28(1).

[2] 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.

[3] Stürmer-Steinmann, T.K. (2023). *Implementationsprozesse begleiten: Untersuchung zur Akzeptanz digitalgestützter Unterrichtskonzeptionen zum Basiskonzept Energie von Physiklehrkräften* [Dissertation]. Gottfried Wilhelm Leibniz Universität, Hannover.

[4] Remillard, J. T. (2005). Examining Key Concepts in Research on Teachers' Use of Mathematics Curricula. *Review of Educational Research*, 75(2), 211-246.

[5] Hanuscin, D.; Borda, E.; Melton, J. & J. N. Mikeska, (2024): Designing Educative Curriculum Materials for Teacher Educators: Supporting Preservice Elementary Teachers' Content Knowledge for Teaching About Matter and Its Interactions. In: *Int J of Sci and Math Educ*. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10453-7>

[6] Kuckartz, U. & Rädiker, S. (2024). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Umsetzung mit Software und künstlicher Intelligenz* (6., überarbeitete und erweiterte Auflage). Grundlagentexte Methoden. Beltz Juventa.

[7] 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>