

Tobias Wyrwich¹
Knut Neumann¹
Marcus Kubsch²

¹IPN - Leibniz Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik Kiel
²Freie Universität Berlin

Beyond Literacy: Förderung von Agency im Physikunterricht

Die großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts wie z.B. der Klimawandel bringen weitreichende Veränderungen mit sich. Damit Schüler:innen ihre Zukunft in einer sich verändernden Welt aktiv gestalten können, reicht eine naturwissenschaftliche Grundbildung alleine nicht aus. Die Schüler:innen müssen lernen, mit der Komplexität, Volatilität, Ungewissheit und Ambiguität der anstehenden Veränderungen umzugehen (OECD, 2019). Die OECD bezeichnet die Fähigkeit, nicht nur Wissen anzuwenden, sondern auch das gesellschaftliche Leben vor dem Hintergrund der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts aktiv (mit-)gestalten zu können, als Agency. Agency zu entwickeln sollte damit ein Ziel des Physik- bzw. Naturwissenschaftsunterrichts sein. Um dieses Ziel zu erreichen benötigen Schüler:innen die Möglichkeit in der Schule das passende Wissen und Fähigkeiten zu erwerben, um sich zu entsprechenden Fragen begründet positionieren zu können. Dies erfordert ein breites Wissen über die Naturwissenschaften hinaus (u.a. auch Wissen über ökonomische oder politische Zusammenhänge) und die Fähigkeit, sich auf Basis dieses Wissens Gestaltungsmöglichkeiten zu erschließen und zu erkennen, wo eigene Handlungsoptionen liegen, um daraufhin fundierte Entscheidungen zu treffen und Handlungen durchzuführen.

Energy Agency Modell

Energie spielt in vielen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts eine Schlüsselrolle, und der Übergang von fossilen Brennstoffen zu sauberen, erneuerbaren Energien stellt selbst eine zentrale Herausforderung dar. Schüler:innen müssen also nicht nur Agency im Allgemeinen, sondern auch ganz speziell Energy Agency entwickeln. D.h. sie müssen lernen, sich auf Basis eines breiten Wissens über physikalische, ökologische, ökonomische oder politische Aspekte der Energiegewinnung und -versorgung, Zugänge zur Versorgung einer immer energiehungrigeren Gesellschaft zu erschließen, verschiedene Handlungsstrategien in diesem Kontext erkennen, bewerten und sich diesbezüglich positionieren zu können um letztendlich begründete Entscheidungen treffen zu können.

Dieser Prozess lässt sich mit dem Entscheidungsfindungsmodell von Kortland (2003) beschreiben, in welchem in sechs Schritten, von der Definition des Problems, über die Auswahl der Lösung bis zum Handeln, die unterschiedlichen Facetten der Entscheidungsfindung beleuchtet werden. Für das Energy Agency Modell haben wir die sechs Schritte in drei Kernaspekte (Problematisierung, Evaluierung und Durchführung) unterteilt und mit den Personeneigenschaften verknüpft, die für die erfolgreiche Bearbeitung der drei Aspekte benötigt werden. Diese drei Aspekte werden im Folgenden näher ausgeführt.

Problematisierung:

Um ein Problem bearbeiten zu können, muss dieses Problem zunächst erkannt und definiert werden, was Teil des wissenschaftlichen Arbeitens ist (Phillips et al., 2017). Beim wissenschaftlichen Problematisieren werden unter anderem eigene Wissenslücken identifiziert und diese Lücken weiter ausgeschärft, um daraus (Forschungs-)fragen abzuleiten (Phillips et al.,

2018). Dieser Prozess des Problematisierens ist nicht geradlinig, sondern durch die Beschäftigung mit der Thematik und dem dazugehörigen Wissenszuwachs kreativ und iterativ, das Problem kann sich verändern und damit auch die Fragen an dieses (z.B. Pham et al., 2023). Watkins et al. (2014) plädieren dafür, auch Schüler:innen diese Art der Problemdefinition beizubringen. Schüler:innen sollen dadurch stärker mit den Problemen und Herausforderungen konfrontiert werden, was zu erhöhter Neugier, Aufmerksamkeit und Interesse führt und die Motivation, das Problem zu lösen positiv beeinflusst (Ko, 2021). Daraus folgt, wie in Abb. 1 zu sehen, dass für die Problematisierung insbesondere Wissen über das Problem notwendig ist, um Lücken und Konflikte zu erkennen und die nötigen Fähigkeiten dieses Wissen zu analysieren und daraus Fragestellungen zu entwickeln.

Evaluierung:

Bei den Herausforderungen des 21. Jahrhunderts handelt es sich um sogenannte socio-scientific Issues (SSIs). Die Energieversorgung einer Gesellschaft z.B. ist keine rein physikalische Herausforderung, sondern erfordert die Berücksichtigung von Aspekten aus den Bereichen Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft. Im Bereich der SSIs wird die Lösungsfindung als socio-scientific reasoning (SSR) bezeichnet (Sadler et al., 2007). Hierbei kombinieren die Schüler:innen Scientific Literacy, Nature of Science und Argumentieren miteinander (Cian, 2019), SSR baut damit auf naturwissenschaftlichen Erkenntnissen auf (Heitmann et al., 2014) und kombiniert diese mit sozialen Aspekten. Da die sozialen Aspekte keine eindeutige Lösung zulassen, führt dies dazu, dass SSR, anders als scientific reasoning, nicht rein logikbasiert ist (Simonneaux & Simonneaux, 2009). Die unterschiedlichen Lösungsmöglichkeiten ergeben sich aus verschiedenen Moral- (Sadler & Donnelly, 2006) und Wertevorstellungen (Bögeholz et al., 2018) der Schüler:innen, was zu unterschiedlichen Gewichtungen der Kriterien führt und letztendlich andere Lösungsmöglichkeiten favorisiert. Daraus folgt, wie in Abb. 1 zu sehen, dass für die Evaluierung neben Fachwissen und Fähigkeiten, wie Datenanalyse und Argumentieren, besonders die persönliche Haltung für die Evaluierung der möglichen Lösungen wichtig wird.

Durchführung:

Nachdem eine Lösungsmöglichkeit evaluiert wurde, wird diese idealerweise in Handlung(en) umgesetzt. Ein Bezug zum eigenen Leben erhöht dabei die Umsetzung der erarbeiteten Lösungsmöglichkeit (Birmingham & Calabrese Barton, 2014), aber auch ein generelles Verantwortungsgefühl (Lteif et al., 2023) führt zu einem erhöhten Handlungsdruck. Dabei ist es von Vorteil, wenn die Schüler:innen sich der potentiellen Risiken oder dem Nutzen des eigenen

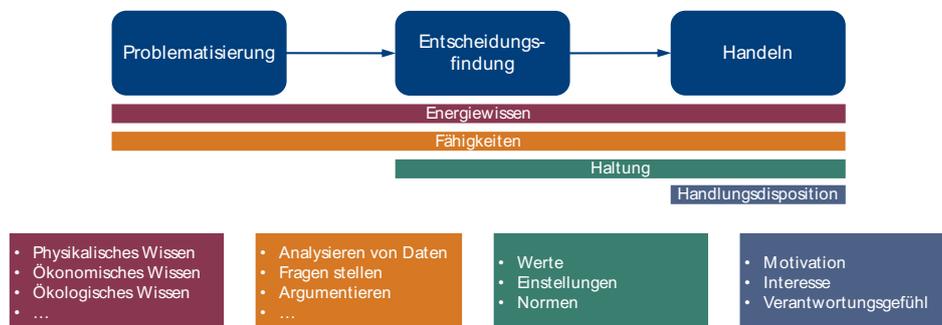


Abb. 1: Ressourcen für Energy Agency, aufgeteilt auf die drei unterschiedlichen Bereiche (Problematisierung, Evaluierung, Durchführung), die Schüler:innen dazu befähigen aktiv Energieproblemen mitzugestalten.

Handelns bewusst sind (De Groot & Steg, 2010). Um in das Handeln überzugehen ist es besonders wichtig, dass Schüler:innen sich persönlich befähigt fühlen, diese Veränderungen auch bewirken zu können (Skamp et al., 2013). Die Kernaspekte dieses „Empowerments [...] beinhalten inhaltspezifisches Wissen und kognitive Fähigkeiten, Motivationsmuster und persönliche Wertvorstellungen“ (übersetzt aus Skamp et al., 2013, p. 192). Das Empowerment verdeutlicht, dass Schüler:innen neben Energiewissen, Fähigkeiten und Haltung, auch ein Interesse an Veränderungen und Verantwortungsgefühl benötigen, um Handlungen durchzuführen, siehe Abb. 1.

Energy Agency im Physikunterricht

Der aktuelle Physikunterricht eröffnet Schüler:innen nur begrenzt Möglichkeiten, Energy Agency zu entwickeln, da er primär auf den Erwerb von fachspezifischem physikalischem Wissen und Fähigkeiten ausgerichtet ist. Um den Erwerb von Energy Agency im Unterricht zu fördern, haben wir am Beispiel der Energiewende eine exemplarische Einheit entwickelt, die die komplexe Thematik der Energiewende auf den Lebenskontext der Schüler:innen herunterbricht und sich mit der Frage der besten Energieversorgung der Schule beschäftigt.

In diesem Kontext erstellen die Schüler:innen zunächst einen Bewertungskatalog, der nicht nur physikalische Größen, wie den Wirkungsgrad, sondern auch ökologische, ökonomische und soziale Aspekte berücksichtigt. Anschließend erfolgt die Erarbeitung von Alternativen, bei der verschiedene Kraftwerkstypen untersucht und anhand des zuvor entwickelten Bewertungskatalogs verglichen werden. Die Schüler:innen verfassen eine Argumentation für ihre favorisierte Lösungsoption, was den Evaluierungsprozess abschließt.

Anschließend können verschiedene Wege beschritten werden, um den letzten Aspekt des Energy Agency Modells, die Durchführung, zu realisieren. Dieser Schritt findet in der Schule selten statt, deswegen möchten wir mehrere Möglichkeiten aufzeigen. Nachdem jede:r eine Argumentation verfasst hat, soll danach eine Klassenlösung erarbeitet werden, die dann in einer Präsentation der Schulleitung vorgestellt wird, um aktiv zu versuchen, die Energieversorgung der Schule zu verändern und zukunftssicher zu machen. Diese Argumentation kann, mit weiteren Recherchen überarbeitet, als Brief an die Stadtverwaltung gesendet werden, um die politische Ebene anzusprechen. Es könnten aber auch Energieversorger, Kraftwerksbetreiber und/oder Politiker:innen zu einer Diskussion eingeladen werden, um über die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen zu sprechen. Zur Vorbereitung können Fragen oder Anregungen vorformuliert werden, um einen Austausch anzustoßen.

Im Kern geht es bei diesen Vorschlägen darum, nicht nur eine Frage zu beantworten, aber mit der Lösung nicht weiterzuarbeiten. Sondern den Schüler:innen Möglichkeiten aufzuzeigen, auf Prozesse einzuwirken und Veränderungen anzustoßen und dies im vertrauten Schulkontext. Hier wollen wir ansetzen und versuchen das Curriculum anders zu denken, um den Schüler:innen mehr Möglichkeiten zu bieten diese Art der Handlungsfähigkeit zu erfahren.

Literatur

- Birmingham, D., & Calabrese Barton, A. (2014). Putting on a green carnival: Youth taking educated action on socioscientific issues: PUTTING ON A GREEN CARNIVAL. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(3), 286–314. <https://doi.org/10.1002/tea.21127>
- Bögeholz, S., Hößle, C., Höttecke, D., & Menthe, J. (2018). Bewertungskompetenz. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Eds.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (pp. 261–281). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5_16
- Cian, H. (2019). *Influence of Student Values, Knowledge, and Experience and Socioscientific Topic on Measures of High-School Student Socioscientific Reasoning*. Clemson University.

- De Groot, J. I. M., & Steg, L. (2010). Morality and Nuclear Energy: Perceptions of Risks and Benefits, Personal Norms, and Willingness to Take Action Related to Nuclear Energy: Morality and Nuclear Energy. *Risk Analysis*, *30*(9), 1363–1373. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2010.01419.x>
- Dorst, K., & Cross, N. (2001). Creativity in the design process: Co-evolution of problem–solution. *Design Studies*, *22*(5), 425–437. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(01\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(01)00009-6)
- Frantz, C. M., & Mayer, F. S. (2009). The Emergency of Climate Change: Why Are We Failing to Take Action? *Analyses of Social Issues and Public Policy*, *9*(1), 205–222. <https://doi.org/10.1111/j.1530-2415.2009.01180.x>
- Gresch, H., Hasselhorn, M., & Bögeholz, S. (2013). Training in Decision-making Strategies: An approach to enhance students' competence to deal with socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, *35*(15), 2587–2607. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.617789>
- Heitmann, P., Hecht, M., Schwanewedel, J., & Schipolowski, S. (2014). Students' Argumentative Writing Skills in Science and First-Language Education: Commonalities and differences. *International Journal of Science Education*, *36*(18), 3148–3170. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.962644>
- Ko, M. M. (2021). Leveraging curricular and students' resources to instigate and sustain problematizing. *Science Education*, *105*(6), 1315–1342. <https://doi.org/10.1002/sce.21680>
- Kortland, J. (2003). Designing and validating a didactical structure for a problem-posing approach to teaching decision making about the waste issue. *ESERA-Konferenz 2003, Noordwijkerhout*.
- Lteif, L., Nardini, G., Rank-Christman, T., Block, L., Bublitz, M. G., Catlin, J. R., Cross, S. N. N., Hamby, A., & Peracchio, L. A. (2023). Climate Action Now: How to Fuel a Social Movement. *Journal of Consumer Psychology*, *jcpy.1386*. <https://doi.org/10.1002/jcpy.1386>
- OECD. (2019). *OECD Future of Education and Skills 2030 OECD Learning Compass 2030*. https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass-2030/OECD_Learning_Compact_2030_Concept_Note_Series.pdf
- Pham, C. T. A., Magistretti, S., & Dell'Era, C. (2023). How do you frame ill-defined problems? A study on creative logics in action. *Creativity and Innovation Management*, *32*(3), 493–516. <https://doi.org/10.1111/caim.12543>
- Phillips, A. M., Watkins, J., & Hammer, D. (2017). Problematizing as a scientific endeavor. *Physical Review Physics Education Research*, *13*(2), 020107. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEduRes.13.020107>
- Phillips, A. M., Watkins, J., & Hammer, D. (2018). Beyond “asking questions”: Problematizing as a disciplinary activity: PHILLIPS ET AL. *Journal of Research in Science Teaching*, *55*(7), 982–998. <https://doi.org/10.1002/tea.21477>
- Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What Do Students Gain by Engaging in Socioscientific Inquiry? *Research in Science Education*, *37*(4), 371–391. <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9030-9>
- Sadler, T. D., & Donnelly, L. A. (2006). Socioscientific Argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, *28*(12), 1463–1488. <https://doi.org/10.1080/09500690600708717>
- Simonneaux, L., & Simonneaux, J. (2009). Students' socio-scientific reasoning on controversies from the viewpoint of education for sustainable development. *Cultural Studies of Science Education*, *4*(3), 657–687. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9141-x>
- Skamp, K., Boyes, E., & Stanisstreet, M. (2013). Beliefs and Willingness to Act About Global Warming: Where to Focus Science Pedagogy?: BELIEFS AND WILLINGNESS TO ACT ABOUT GLOBAL WARMING. *Science Education*, *97*(2), 191–217. <https://doi.org/10.1002/sce.21050>
- Watkins, J., Spencer, K., & Hammer, D. (2014). Examining Young Students' Problem Scoping in Engineering Design. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, *4*(1). <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1082>