

(Non-)Normative Ideen zum Energiekonzept in Schüler*innen-Antworten



Daniel Gysin¹, Markus Rehm² & Dorothee Brovelli¹

¹Pädagogische Hochschule Luzern, Pädagogische Hochschule Heidelberg²
Kontakt: daniel.gysin@phlu.ch

Studiendesign

Ziel der Studie

Entwicklung und Anwendung eines Frameworks zur Einordnung von Schüler*innen-Antworten in die Learning Progression zur Energie

Forschungsfrage

> Mit welchen Netzen aus (non-)normativen Ideen (Wissenselementen) argumentieren Schüler*innen der Sekundarstufe beim Lösen einer Physikaufgabe zum Thema Energie mit offenem Antwortformat?

Daten, Stichprobe und Methodik

- > Daten aus der Dissertation *Transfer in der Physik – Die Nutzung von Strategien beim Transfer von physikalischen Konzepten in Zusammenhang mit kontextorientiertem Unterricht* (Gysin, 2024)
- > Stichprobe: N=456 Schüler*innen der Sek I und II, verschiedene Schulstufen und Schulniveaus (Erhebungsort: Schweiz)
- > Methodik: Schriftliche Befragung (Lösen einer Aufgabe zum Thema Energie, vgl. unten), Entwicklung eines Frameworks mit deduktiv abgeleiteten Kategorien in Anlehnung an die Learning Progression zur Energie, Codierung der Schüler*innen-Antworten, quantitative Analyse der Häufigkeiten der codierten Kategorien (folgt)

Framework

Entwickeltes Framework

	Komplexitätslevel 1: Fakten	Komplexitätslevel 2: Zuordnungen	Komplexitätslevel 3: Relationen	Komplexitätslevel 4: Konzepte
A: Energieformen	...nennt eine oder mehrere Energieformen in einer Aufzählung.	...nennt eine oder mehrere Energieformen und erklärt, wo bzw. bei welchem Objekt diese vorkommen.	...nennt eine oder mehrere Energieformen und erklärt, warum diese einem Objekt zugeordnet werden können.	...nennt mehrere Energieformen und erklärt, welche Energieformen wo vorkommen und warum dem so ist.
B: Energietransport und Energieumwandlung	...nennt den Begriff Energietransport und/oder den Begriff Energieumwandlung.	...nennt mindestens zwei Energieformen und erklärt, dass eine Umwandlung stattfindet und/oder nennt eine Energieform und erklärt, dass Energie transportiert wird.	...nennt mindestens zwei Energieformen und erklärt, warum und wo eine Umwandlung stattfindet und/oder nennt eine Energieform und erklärt, warum oder wofür Energie transportiert wird.	...nennt mehrere Energieformen und erklärt, warum bzw. wie bei Energieumwandlungsketten stattfindet und/oder nennt mehrere Energieformen und erklärt, warum oder wofür Energie in mehreren Schritten transportiert wird.
C: Energiegradation	...nennt den Begriff der Energiegradation bzw. Energieumwertung.	...erklärt, dass bei jeder Umwandlung oder bei jedem Transport ein Teil der Energie in thermische Energie umgewandelt wird.	...erklärt anhand eines konkreten Beispiels mit Energieformen, dass bei jeder Umwandlung oder bei jedem Transport ein Teil der Energie in thermische Energie umgewandelt wird.	...nennt mehrere Energieformen und erklärt dazu, warum bzw. wie bei Energieumwandlungsketten oder beim Energietransport ein Teil der Energie in thermische Energie umgewandelt wird.
D: Energieerhaltung	...nennt den Begriff der Energieerhaltung.	...erklärt, dass bei einer Energieumwandlung und/oder einem Energietransport die Gesamtenergie immer erhalten bleibt.	...erklärt anhand eines konkreten Beispiels einer Energieumwandlung oder eines Energietransports, warum die Gesamtenergie erhalten bleibt und nimmt Bezug zur Energiegradation.	...nennt mehrere Energieformen und erklärt, warum die Gesamtenergie erhalten bleibt und nimmt Bezug zur Energiegradation.
N: Non-normative Ideen (Präkonzepte)	Idee i Energie als Aktivität	Idee ii Energie als Treibstoff oder Zutat (Nahrung)	Idee iii Energie mit anderen naturwissenschaftlichen Konzepten verwechselt	Idee iv Andere non-normative Ideen

Aufgabe

Physikaufgabe zur Energie



Freizeitpark Pilatus
Auf dem Bild siehst du den Seilpark und die Umgebung auf der Fränklingegg beim Pilatus. Es geht bei dieser Aufgabe um das Thema Energie. Beim Klettern im Seilpark und auch in der Umgebung des Seilparks kommt an verschiedenen Orten Energie vor.

1. Suche Dir eine Situation auf dem Bild aus (1 oder 2). Was hat diese Situation mit Energie zu tun?
2. Welche Formen von Energie kommen in dieser Situation vor?
3. Wird in dieser Situation Energie umgewandelt? Wenn ja, wie genau?
4. Beschreibe die Energieerhaltung in der Situation, die du ausgewählt hast.

Ergebnisse

Entwicklung des Frameworks

- > Entwicklung des Frameworks mit deduktiv abgeleiteten Hauptkategorien und Beschreibungen zu den abgestuften Komplexitätslevel sowie vier Kategorien für non-normative Ideen (vgl. oben)
- > Entwicklung eines Codier-Manuals und Punktesystems (z.B. mehr Punkte für höheres Komplexitätslevel, Festlegung von Codier-Einheiten, eigene Codierung für non-norm. Ideen)
- > Codierung von 5% der Schüler*innen-Antworten, um Ankerbeispiele zu finden und Framework zu testen bzw. weiterzuentwickeln
- > Ausblick: Codierung aller Antworten und weitere Validierung des Frameworks durch mehrere Codierer*innen; Untersuchung des Zusammenhangs zu Transferstrategien (vgl. Gysin, 2024)

Beispielantworten und deren Codierung

Antwort zu Frage 2 der Aufgabe (Situation 2):

«In dieser Situation kommen die folgenden Energieformen vor: Lageenergie, Bewegungsenergie und thermische Energie. Am Anfang Lageenergie, danach [...] Bewegungsenergie. Chemische Energie kommt am Anfang vor, da man am Anfang isst, damit man Energie hat und sie dann auch nutzen kann.»

Codierung: A4 (Energieformen, Konzepte)

Antwort zu Frage 3 der Aufgabe (Situation 1):

«Ja, wird es. Am Anfang ist es Lageenergie, weil er oben steht. Dann springt er runter und es wird zur Bewegungsenergie. Chemische Energie kommt am Anfang vor, weil er isst. Die Wärmeenergie, die er durch die Reibung bekommt, wird in Wärmeenergie umgewandelt.»

Codierung: B3 (Energieumwandlung, Relationen)

Antwort zu Frage 4 der Aufgabe (Situation 1):

«[...] In dieser Zeit, wo er kletterte, verbrannte er Kalorien. Das ist dann chemische Energie.»

Anmerkung: Non-normative Idee in Bezug auf Kalorien als etwas Stoffliches, das verbrannt werden kann.
Codierung: ii (Energie als Treibstoff)

1. GYGIN, A. A. (1993). Toward an Epistemology of Physics: Cognition and Instruction. 100-21. 100-225.
2. DUNCAN, R. G. & HMELO-SILVER, C. C. (2008). Learning progressions: Aligning curriculum, instruction, and assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(6), 606-609.
3. GYGIN, A. A., SCHNANGGEBER, H. A., & STUBBE, A. W. (2007). *Finding students to school: Learning and working science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies Press.
4. GYGIN, A. A. (2024). *Transfer in der Physik – Die Nutzung von Strategien beim Transfer von physikalischen Konzepten in Zusammenhang mit kontextorientiertem Unterricht*. Pädagogische Hochschule Heidelberg.
5. HARRER, W., FLOID, V. J., & WILSON, M. C. (2015). Productive resources in students' ideas about energy: An alternative analysis of Watt's original interview transcripts. *Physical Review Special Topics: Physics Education Research*, 9(1), 021101-1-021101-5.
6. KATZEM, M. (2024). What affects the continued learning of energy? Evidence from a 4-year longitudinal study. *Journal of Research in Science Teaching*, 1-28.
7. NEUMANN, K., VIERING, T., BOSSA, W. J., & FACHS, H. E. (2015). Towards a learning progression of energy. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(2), 162-188.
8. SMITH, C. L., STRAN, M., ANDERSON, C. W., & ANGLIS, J. (2006). *IPEDS ARTICLE: Implications of research on children's learning for standards and assessment: A proposed learning progression for matter and the atomic-molecular theory*. *Measurement: Interdisciplinary Research & Perspectives*, 4(1-2), 1-98.
9. WATT, C. L. (1985). Some alternative uses of energy. *Physics Education*, 18(5), 215-217.

Theoretischer Hintergrund

Was ist eine Learning Progression?

- > Learning Progressions zeigen sukzessiv anspruchsvollere Argumentationsweisen innerhalb eines Themenbereichs, die im Laufe des Lernens aufeinander folgen (Smith et al., 2006)



Abb. 1: Ansprüche an eine Learning Progression in Anlehnung an Duschki et al. (2007) und Neumann et al. (2013)

- > Learning Progressions beschreiben, wie sich das Verständnis der Lernenden für wissenschaftliche Konzepte oder Praktiken über mehrere Klassenstufen hinweg entwickelt (Duncan & Hmelo-Silver, 2009)

Learning Progression zur Energie

- > Reihenfolge der vier Kernideen: Ergibt sich aus der durchschnittlichen Schwierigkeit der Testaufgaben aus Assessment-Tests (vgl. ECA nach Neumann et al., 2013)

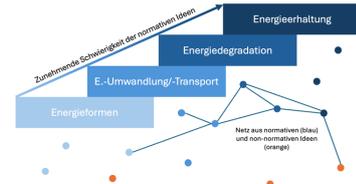


Abb. 2: Die Learning Progression mit vier Kernideen zur Energie (Abbildung angelehnt an Kubsch, 2024 und Neumann et al., 2013)

- > Kernideen bestehen aus einem Netz aus Wissenselementen (knowledge in pieces-Ansatz nach diSessa, 1993) und enthalten z.T. auch non-normative Ideen (vgl. u.a. Watts, 1983; Harrer et al. 2013): u.a. Energie als Aktivität (z.B. Energie nur in bewegten Objekten), Energie als Treibstoff oder Zutat (z.B. Benzin, Nahrung) oder der Energiebegriff vermischt mit anderen naturwissenschaftlichen Konzepten (z.B. Strom ist Energie)
- > Vier Komplexitätslevel in der Argumentation mit Kernideen: Fakten, Zuordnungen (mappings), Relationen oder Konzepten (Neumann et al., 2013)

Die Learning Progression als Ausgangspunkt für das Framework

- > Deduktive Kategorienbildung: Matrix aus den vier Kernideen zur Energie und den vier Komplexitätslevel mit eigens entwickelten Kategorienbeschreibungen, dazu vier zusätzliche Kategorien für non-normative Ideen