

Dennis Dietz¹
 Pauline Hickmann¹
 Joscha Lenze¹
 Claus Bolte¹

¹Freie Universität Berlin

Analyse der Vernetzung von Begriffselementen im Basiskonzept Energie

Theoretischer Hintergrund

Sowohl den Überlegungen zur konstruktivistischen Lerntheorie (u.a. Mandl, 2006) als auch den Leitgedanken zum kumulativen Lernen (u.a. Harms & Bündler, 1999) ist zu entnehmen, dass der Wissenserwerb besonders gut gelingt und erworbenes Wissen umso besser genutzt werden kann, wenn neu erworbenes Wissen in bereits vorhandene Wissensstrukturen integriert und möglichst facettenreich vernetzt wird (Streller et al., 2019). Schon die enttäuschenden Ergebnisse in der ersten TIMS-Studie (1997) wurden u.a. damit erklärt, dass Schüler*innen in Deutschland das, was sie lernen oder lernen sollen, sowohl zu wenig vertikal, also fachintern (Baumert & Lehmann, 1997, S. 146), als auch nicht genügend horizontal, also fächerübergreifend, vernetzen (BLK, 1997, S. 41). Als ein möglicher Lösungsansatz wurde von Expert*innen vorgeschlagen, dass die Unterrichtsplanung und die Initiierung von Lernprozessen stärker an Basiskonzepten zu orientieren seien (Demuth et al., 2005). Folglich wurden zentrale fachimmanente Basiskonzepte zunächst in den Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss (KMK, 2005a,b,c) und dann in den Rahmenlehrplänen der Länder verankert (z.B. SenBJF Berlin, 2017a,b,c). In den Rahmenplänen der Berliner Senatsverwaltung spielt das Basiskonzept Energie in allen drei naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern eine zentrale Rolle; es eignet sich u. E. daher in besonderem Maße für eine Untersuchung der Qualität des vernetzten Lernens und zur Beantwortung der folgenden Forschungsfrage: In welcher Weise und in welchem Maße weist die Analyse von Schüleräußerungen zum Basiskonzept Energie vertikale und horizontale Vernetzungsstrukturen auf?

Design und Methode

Um diese Forschungsfrage zu beantworten, haben wir ein Analyseinstrument konzipiert, in welchem die Schüler*innen die Aufgabe bekommen, ein Essay zum Thema Energie zu verfassen. Zur Unterstützung erhalten sie dazu eine Liste mit 26 Begriffselementen zum Basiskonzept Energie (Dietz & Bolte, 2019). Um diese Liste zusammenzustellen, haben wir zunächst die Begriffsnennungen identifiziert, die in den Berliner Rahmenlehrplänen der drei naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer der Doppeljahrgangsstufe 7/8 zum Thema Energie aufgeführt sind (SenBJF Berlin, 2017a,b,c). Im Anschluss daran haben wir diese Zusammenstellung, die ursprünglich 108 Begriffselemente umfasste, 107 Lehrer*innen mit mindestens einem naturwissenschaftlichen Unterrichtsfach vorgelegt und darum gebeten, die i. E. für ihr jeweiliges Fach besonders wichtigen Begriffselemente zu benennen. Aus dem daraus resultierenden Ranking ließen sich die von den Kolleg*innen für ihr jeweiliges Fach besonders relevanten Begriffselemente identifizieren. In die Liste, die den Schüler*innen vorgelegt wird, wurden zunächst die Begriffselemente aufgenommen, die in mindestens zwei naturwissenschaftlichen Rahmenlehrplänen oder gar in allen dreien ausgewiesen sind (SenBJF Berlin, 2017a,b,c). Ergänzt wird diese Auswahl durch die „Top 5 der fachspezifischen Begriffselemente“, das sind die Begriffselemente, die von den Kolleg*innen als besonders wichtig für die Unterrichtsfächer Biologie, Chemie und Physik herausgestellt wurden.

Zur Analyse der Essays greifen wir auf die Methode der inhaltlich-strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse unter Verwendung einer Kombination von inhaltlichen und skalierenden Kategorien zurück (Mayring, 2015). Um das Vernetzungsniveau in den Essays akkurat einschätzen zu können, basiert unser eigens entwickeltes Analyseraster auf dem Modell der vertikalen Vernetzung von Fischer, Glemnitz, Kauertz und Sumfleth (2007). Je nach Vernetzungsniveau wird zunächst unterschieden, ob es sich bei einer Aussage um einen Fakt, mehrere Fakten, einen Zusammenhang, unverbundene oder verbundene Zusammenhänge handelt. Darüber hinaus erhält jede von uns identifizierte Sinneinheit drei weitere Kodierungen (Abb. 1): Zunächst wird festgestellt, ob die Aussage überhaupt einen Bezug zum Basiskonzept Energie besitzt. Zudem wird jede Aussage dahingehend überprüft, ob sie einem oder mehreren Unterrichtsfächern zugeordnet werden kann. Hierfür wird abgeglichen, in welchem bzw. in welchen naturwissenschaftlichen Rahmenlehrplänen die verwendeten Begriffselemente zu finden sind. Mit der vierten Kodierung wird die fachliche Richtigkeit der Aussage beurteilt. Im Zuge dessen wird zwischen „explizit richtigen“, „implizit richtigen“ und „falschen“ Sinneinheiten (Schüleräußerungen) unterschieden.

Vernetzungsniveau	Energiebezug	Fachbezug	fachliche Richtigkeit
<ul style="list-style-type: none"> • Fakt • mehrere Fakten • Zusammenhang • unverbundene Zusammenhänge • verbundene Zusammenhänge 	<ul style="list-style-type: none"> • ohne Energiebezug • mit Energiebezug 	<ul style="list-style-type: none"> • Biologie • Chemie • Physik • Biologie/Chemie • Biologie/Physik • Chemie/Physik • Biologie/Chemie/Physik 	<ul style="list-style-type: none"> • explizit richtig • implizit richtig • falsch

Abb. 1: Vierdimensionales Raster zur Analyse der Vernetzungsqualität in Äußerungen von Schüler*innen bzgl. des Basiskonzepts Energie

Zur Überprüfung der Qualität unseres Analyserasters und des von uns entwickelten Kodierleitfadens und um ggfs. deren Güte optimieren zu können, bestimmen wir Interrater-Reliabilitäten nach Cohens Kappa (Landis & Koch, 1977; Altman, 1991).

Ergebnisse

Anfang des Schuljahres 2019/20 haben wir 239 Schüler*innen des 9. Jahrgangs von zwei Gymnasien befragt. Um unerwünschte unterrichtsfachbezogene Assoziationsketten zu vermeiden, wurden die Schüler*innen in einer Deutschstunde gebeten, ihre Essays zu schreiben. Die Interrater-Reliabilitäten für das skizzierte Analyseverfahren sind in Abb. 2 dargestellt:

Dimension	κ_n	Vernetzungsniveau	κ_n
Vernetzungsniveau	0.41	Fakt	0.41
Energiebezug	0.71	Mehrere Fakten	0.55
Fachbezug	0.95	Zusammenhang	0.45
Richtigkeit	0.66	Unverbundene Zusammenhänge	0.25
		Verbundene Zusammenhänge	0.41

Abb. 2: Interrater-Reliabilitäten für den entwickelten Kodierleitfaden

Insbesondere hinsichtlich des Fachbezugs konnten sehr gute Übereinstimmungen ermittelt werden. Auch hinsichtlich des Energiebezugs und der Einschätzung der fachbezogenen Richtigkeit wurden gute Übereinstimmungen festgestellt. In Bezug auf das Vernetzungsniveau konnten noch moderate Übereinstimmungen identifiziert werden. Ein Blick auf die

Übereinstimmung hinsichtlich der einzelnen Vernetzungsniveaus offenbart jedoch weitere Optimierungspotenziale - vor allem bei der Bestimmung unverbundener Zusammenhänge (Sinneinheiten).

Dem Analyseverfahren folgend waren durchschnittlich 11,6 Sinneinheiten pro Essay zu identifizieren. Alle fünf Kategorien der ersten Analysedimension waren dabei, wenngleich nicht gleichrangig, zu besetzen (Abb. 3).

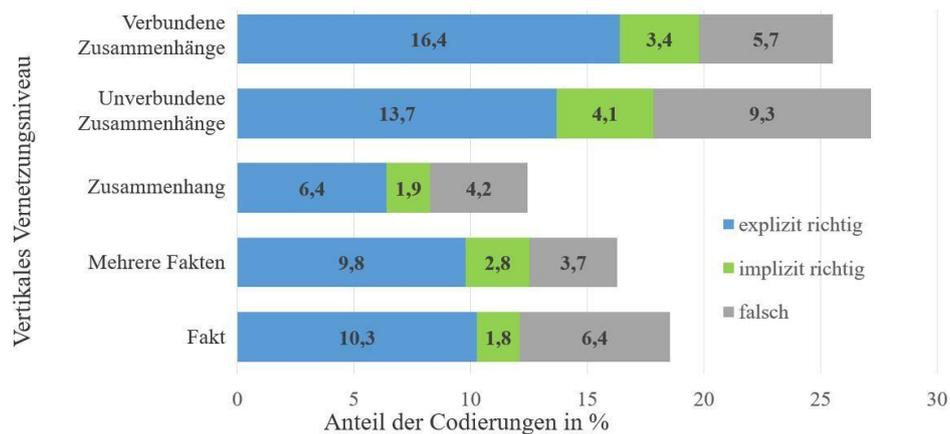


Abb. 3: Kumulierte prozentuale Verteilung der Sinneinheiten mit Bezug zum Basiskonzept Energie (N = 2249) – differenziert nach den fünf verschiedenen vertikalen Vernetzungsniveaus unter Berücksichtigung der Beurteilung der fachlichen Richtigkeit

Die Ergebnisse zeigen, dass das Analyseverfahren geeignet ist, die Verteilung der von den Schüler*innen genannten Fachbezüge zu identifizieren (ohne Abb.). Während auf dem Ein-Fakt-Niveau vor allem Begriffselemente genannt werden, die sich im Berliner Physik-Rahmenlehrplan befinden (z.B. Energieerhaltung), verweisen die Schüler*innen auf dem höchsten Vernetzungsniveau (dem verbundene-Zusammenhänge-Niveau) vermehrt auf die Themen Ernährung und Fotosynthese; kausal verbinden sie also mehr begrifflich stimmige Zusammenhänge, die im Berliner Biologie-Rahmenlehrplan zu finden sind.

Diskussion und Ausblick

Das hier vorgestellte Analyseinstrument ist u. E. für die Analyse der Vernetzung von Begriffselementen im Basiskonzept Energie geeignet. Durch weitere Maßnahmen, beispielsweise durch gezieltes Training der Codierer*innen (Göhner & Krell, 2020), ließen sich vor allem hinsichtlich der gegenwärtig "lediglich" moderaten Interrater-Reliabilitäten in Zukunft sicherlich bessere Ergebnisse erzielen. Zurzeit arbeiten wir daran, das Analyseraster um Dimensionen horizontaler Vernetzungen zu erweitern. In diesem Zusammenhang interessieren uns insbesondere die Fragen, inwiefern Schüler*innen Begriffselemente fach- oder gar fächerübergreifend vernetzen und (und das ist uns ein besonderes Erkenntnis Anliegen) ob bzw. inwiefern ein naturwissenschaftlich-integrierter Unterrichtsansatz in der Doppeljahrgangsstufe 7/8 zu qualitativ besseren Vernetzungsleistungen auf Seiten der Schüler*innen führt als dies der – weithin üblichen – Praxis des fächerdifferenzierten Unterrichts bescheinigt werden kann. Um dieser Frage nachzugehen, haben wir bereits zu Beginn des Schuljahres 2020/21 Essays von 142 Schüler*innen aus einem Berliner Gymnasium erhalten, in dem dieser für ein Berliner Gymnasium innovativer Unterrichtsansatz seit dem Schuljahr 2017/18 praktiziert wird. Wir freuen uns darauf, (erste) Ergebnisse aus diesen Analysen im Zuge der kommenden GDCP-Jahrestagung vorzustellen.

Literatur

- Altman, D. G. (1991). *Practical Statistics for Medical Research*. Chapman & Hall/CRC Texts in Statistical Science, Taylor & Francis Ltd.
- Baumert, J., & Lehmann, R. (1997). *TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske + Budrich.
- BLK-Projektgruppe Innovation im Bildungswesen (1997). Expertise „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“, Materialien zur Bildungsplanung und Forschungsförderung, Heft 60, Bonn.
- Demuth, R., Ralle, B., & Parchmann, I. (2005). Basiskonzepte – eine Herausforderung an den Chemieunterricht. *Chemkon*, 12, Nr.2, 55-60.
- Dietz, D., & Bolte, C. (2019). *Befragungsinstrument zur Analyse der Vernetzung von Begriffselementen im Basiskonzept Energie*. Unveröffentlicht.
- Fischer, H. E., Glemnitz, I., Kauertz, A., & Sumfleth, E. (2007). Auf Wissen aufbauen – Kumulatives Lernen in Chemie und Physik. In E. Kircher, R. Girwidz, & P. Häusler (Hrsg.), *Physikdidaktik – Theorie und Praxis* (S.657-678). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Göhner, M., & Krell, M. (2020). Qualitative Inhaltsanalyse in naturwissenschaftsdidaktischer Forschung unter Berücksichtigung von Gütekriterien: Ein Review. *ZfDN*. doi: 10.1007/s40573-020-00111-0
- Harms, U., & Bündler, W. (1999). Zuwachs von Kompetenz erfahrbar machen: Kumulatives Lernen. Verfügbar unter <https://www.schulportal-thueringen.de/get-data/26634e9f-e013-4747-bb69-04cb3c03d937/modul5.pdf>
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2005a). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den mittleren Schulabschluss*. Luchterhand, München.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2005b). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den mittleren Schulabschluss*. Luchterhand, München.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2005c). *Bildungsstandards im Fach Physik für den mittleren Schulabschluss*. Luchterhand, München.
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159-174.
- Mandl, H. (2006). Wissensaufbau aktiv gestalten. *SCHÜLER*, 28-30.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Neumann, K., Fischer, H. E., & Sumfleth, E. (2008). Vertikale Vernetzung und kumulatives Lernen im Chemie- und Physikunterricht. In E.-M. Lankes (Hrsg.), *Pädagogische Professionalität als Gegenstand empirischer Forschung* (S. 141 –151). Münster: Waxmann.
- Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin (2017a). Rahmenlehrplan Teil C Biologie, Jahrgangsstufen 7-10. Verfügbar unter https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_Biologie_2015_11_10_WEB.pdf.
- Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin (2017b). Rahmenlehrplan Teil C Chemie, Jahrgangsstufen 7-10. Verfügbar unter https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_Chemie_2015_11_10_WEB.pdf
- Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin (2017c). Rahmenlehrplan Teil C Physik, Jahrgangsstufen 7-10. Verfügbar unter https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_Physik_2015_11_16_web.pdf
- Streller, S., Bolte, C., Dietz, D., & Noto La Diega, R. (2019). *Chemiedidaktik an Fallbeispielen – Anregungen für die Unterrichtspraxis*. Springer-Spektrum. doi: 10.1007/978-3-662-58645-7