

Vernetztes Lernen im (Integrierten) Naturwissenschaftlichen Unterricht

Ausgangspunkt und Theorie

Als Lösungsansatz für die enttäuschenden Ergebnisse Deutschlands in den zurückliegenden TIMS- (Baumert & Lehmann, 1997) und/oder PISA-Studien (u.a. Baumert et al., 2001) wurden Basiskonzepte, wie das Energiekonzept, in den deutschen Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss verankert (KMK, 2005a-c). Damit war die Hoffnung verknüpft, sowohl mehr vertikale (fachimmanente) als auch mehr horizontale (fächerübergreifende) Vernetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht zu ermöglichen (Demuth et al., 2005), um so umfassenderen und nachhaltigeren Lernerfolg sicherzustellen. Inwieweit allein deshalb eine fächerübergreifende Vernetzung von Wissen innerhalb des Energiekonzepts stattfindet, kann jedoch bezweifelt werden. So stellen Eisenkraft et al. (2014, S. 1f.) fest, dass die Schülerinnen und Schüler den Energiebegriff aus den einzelnen Unterrichtsfächern nur selten miteinander verbinden, da der Energiebegriff je nach Fachdisziplin sehr unterschiedlich unterrichtet werde. Ein Lösungsansatz, mehr und nachhaltigere Vernetzung im naturwissenschaftlichen Unterricht zu ermöglichen, könnte die Integration der Fächer Biologie, Chemie und Physik in einem gemeinsamen Unterrichtsfach „Integrierte Naturwissenschaften (NaWi)“ darstellen. Schon aus lerntheoretischer Perspektive wird einem Unterrichtsfach „Integrierte Naturwissenschaften“ eine stärkere Vernetzung von Wissen unterstellt - empirische Belege hierfür fehlen bisher allerdings (Labudde, 2014, S. 18).

Das begriffliche Wissen ist ein wesentlicher Bestandteil des menschlichen Wissens (Aebli, 1981). Strukturalisten, wie Aebli (1980; 1981) und Schnotz (1994), sehen den Aufbau des begrifflichen Wissens als ein propositionales Netzwerk an, bei dem jeder Begriff aus Begriffselementen besteht, die auf hierarchische oder nicht-hierarchische Art und Weise miteinander verknüpft sein können. Je mehr Verknüpfungen vorliegen, desto vernetzter ist das begriffliche Wissen. Auf der Basis von verschiedenen Modellen und Ansätzen in der Literatur, welche entweder hierarchische oder nicht-hierarchische Verknüpfungsstrukturen beschreiben, haben wir ein spezielles Modell entwickelt, welches eine umfassende Analyse von vertikalen und horizontalen Vernetzungsleistungen in Essays ermöglicht (Dietz & Bolte, 2021; 2022). Das Modell zur Analyse der Vernetzung von Begriffselementen in Essays (MAVerBE) umfasst ein dreidimensionales Kategoriensystem (s. Abb. 1) und hat sich in Bezug auf die Analyse der Vernetzung von Begriffselementen des Basiskonzepts Energie bereits bewährt (Dietz & Bolte, 2021; 2022). Mit Hilfe des MAVerBE gehen wir gegenwärtig der folgenden Forschungsfrage nach: *Inwieweit unterscheiden sich die Aussagen von Schüler*innen zum Basiskonzept Energie bezüglich der vertikalen und horizontalen Vernetzung, wenn diese fächerdifferenzierten oder fächerintegrierten naturwissenschaftlichen Unterricht in den Jahrgangsstufen 7 und 8 erhalten haben?*

Design und Methode

Im Rahmen der Bemühungen um eine stärkere Profilierung des Bildungsangebots eines Berliner Gymnasiums haben wir die Möglichkeit bekommen, den Reformprozess von traditionellem fächerdifferenzierten auf einen integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht in den Jahrgangsstufen 7 und 8 fachdidaktisch zu begleiten. Im Zuge dessen konnten wir an dieser Schule eine Art Fallstudie in Anlehnung an ein Kontroll- und Interventionsgruppendesign konzipieren. Ziel war es, die große Vielfalt von Störvariablen bei

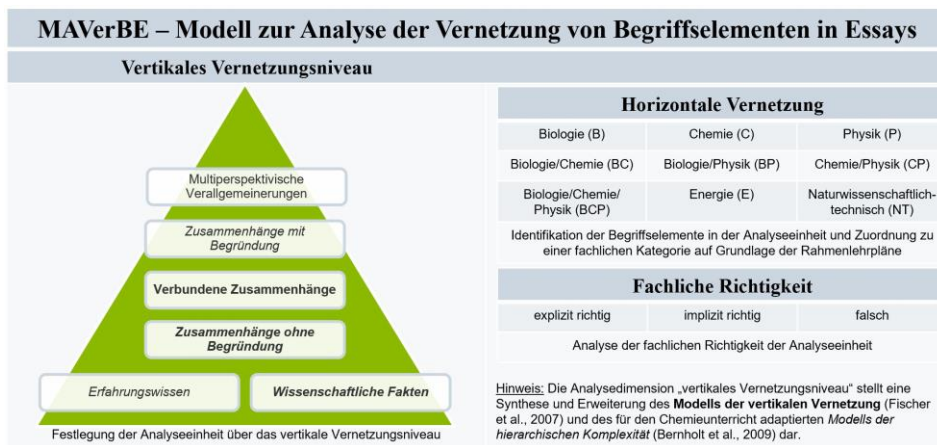


Abb. 1: Das MAVerBE (abgeändert entnommen aus Dietz & Bolte, 2021)

einem Vergleich dieser beiden Unterrichtsansätze zu minimieren; denn die untersuchten Schüler*innen - sowohl der Kontroll- als auch der Interventionsgruppe - entstammen derselben Schule. Auf diese Weise konnten potenzielle Auswirkungen von unterschiedlichen Schülerpopulationen aus verschiedenen Einzugsgebieten minimiert werden. Um möglichst substanzielle Auswirkungen der verschiedenen naturwissenschaftlichen Unterrichtsansätze ermitteln zu können, entschieden wir uns für einen authentischen Untersuchungszeitraum von zwei Schuljahren. In diesem Zeitraum wurde sowohl im differenzierten als auch im integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht eine umfassende Zahl verschiedener Themen zum Basiskonzept Energie unterrichtet, so dass in beiden Settings inhaltlich umfassenden Vernetzungsleistungen zu erwarten waren. In Hinblick auf die Vergleichbarkeit der beiden Unterrichtsansätze galt es ein Thema auszuwählen, das in beiden Unterrichtsansätzen eine zentrale Rolle einnimmt. Daher entschieden wir uns, die inhaltliche Wissensverknüpfung innerhalb des Basiskonzepts Energie zu untersuchen. In den nationalen Bildungsstandards für den naturwissenschaftlichen Unterricht ist das Basiskonzept Energie das einzige, das in allen drei Unterrichtsfächern Biologie, Chemie und Physik explizit zu unterrichten ist (KMK, 2005a-c).

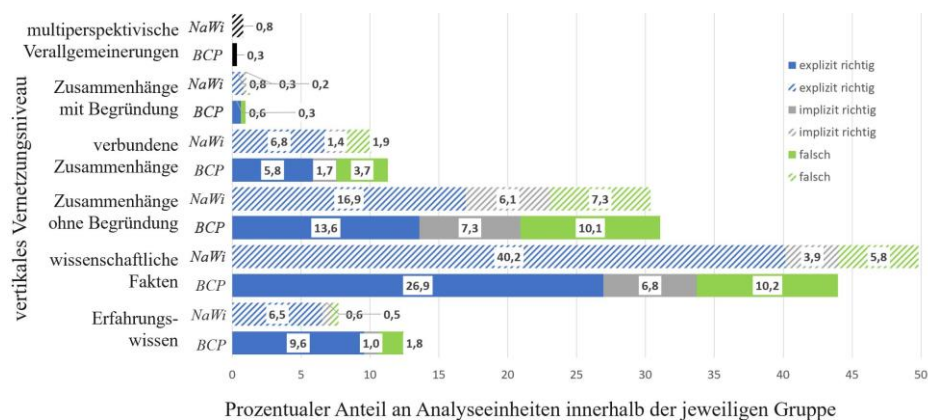
Schüler*innen, die in den Schuljahren 2017/18 und 2018/19 in der Doppeljahrgangsstufe 7/8 nach dem differenzierten naturwissenschaftlichen Unterrichtsansatz unterrichtet wurden, fungieren in unserer Studie als Kontrollgruppe (BCP). Schüler*innen der Interventionsgruppe (NaWi) erhielten in den Schuljahren 2018/19 und 2019/20 integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht. Die Datenerhebung erfolgte in beiden Settings zum Beginn des jeweils 9. Schuljahres während einer Deutschunterrichtsstunde, um fachbezogene Assoziationsketten (z. B. fachspezifischer oder sozialer Erwünschtheit) zu vermeiden. Zum Zweck der Datenerhebung baten wir die Schüler*innen der Kontrollgruppe im Schuljahr 2019/20 und die der Interventionsgruppe im Schuljahr 2020/21, ein Essay zum Thema Energie zu schreiben. Um den Schüler*innen das Erarbeiten des Essays zu erleichtern, erhielten sie eine Liste mit 26 lehrplanrelevanten Begriffselementen des Basiskonzepts Energie (Dietz et al., 2021; Dietz & Bolte, 2021; 2022).

Für die Untersuchung der Essays verwendeten wir das eingangs erwähnte und eigens entwickelte MAVerBE (Dietz & Bolte, 2021; 2022; siehe Abb. 1). Um die Dimensionen „vertikales Vernetzungsniveau“ und „fachliche Richtigkeit“ der Schüler*innen-Äußerungen zu kodieren, nutzen wir die Software MAXQDA (VERBI Software, 2019). Die Netzwerke, die aus unseren Kookkurrenzanalysen zur Untersuchung der horizontalen Vernetzungsdimension resultieren, generieren wir mit der UCINET-Software (Borgatti et al., 2013).

Ergebnisse

134 Schüler*innen der Kontrollgruppe (BCP) und 141 Schüler*innen der Interventionsgruppe (NaWi) schrieben ein Essay über das Basiskonzept Energie. Die Schüler*innen der Interventionsgruppe erarbeiteten durchschnittlich längere Essays als die Schüler*innen der Kontrollgruppe ($M(\text{NaWi}) = 173 \pm 73$ Wörter/Essay versus $M(\text{BCP}) = 126 \pm 75$ Wörter/ Essay; ohne Abb.). Außerdem enthielten die Essays der Interventionsgruppe im Durchschnitt fünf Analyseseinheiten (AE) pro Essay mehr als die der Kontrollgruppe ($M(\text{NaWi}) = 19,3 \pm 6,3$ AE/Essay versus $M(\text{BCP}) = 14,3 \pm 7,4$ AE/Essay; ohne Abb.).

Die Schüler*innen der Interventionsgruppe formulieren in den Essays nicht nur durchschnittlich mehr verschiedene Begriffselemente vernetzende Aussagen, sondern auch qualitativ hochwertigere Aussagen. So sind mit Ausnahme der Kategorie „Erfahrungswissen“ in allen vertikalen Vernetzungsebenen prozentual mehr explizit richtige Aussagen im Verhältnis zur Gesamtzahl der Aussagen in der Interventionsgruppe zu finden (Abb. 2).



Prozentualer Anteil an Analyseeinheiten innerhalb der jeweiligen Gruppe
(N(BCP): 1797 Analyseeinheiten in 132 Essays, N(NaWi): 2632 Analyseeinheiten in 141 Essays)

Abb. 2: Kategorienbelegung der verschiedenen vertikalen Vernetzungsebenen differenziert nach Kontrollgruppe (BCP) und Interventionsgruppe (NaWi)

Mit dem MAVerBE können außerdem unterschiedliche horizontale Vernetzungsstrukturen innerhalb der Kontroll- und der Interventionsgruppe nachgewiesen werden (ohne Abb.). Die Analysen deuten darauf hin, dass Schüler*innen der Interventionsgruppe ein etwas elaborierteres Verständnis vom Konzept der Energieumwandlung besitzen. So sind in der Interventionsgruppe mehr Kookkurrenzen in den explizit richtigen Schüler*innen-Äußerungen bzgl. der Kombination der Begriffselemente Energieumwandlung einerseits und denen der Energieformen andererseits nachzuweisen als dies in der Kontrollgruppe der Fall ist.

Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse der hier zur Diskussion gestellten Fallstudie zeigen positive - sowohl qualitative als auch quantitative - Effekte eines integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts in den Jahrgangsstufen 7 und 8 auf die Wissensvernetzung der Schüler*innen bzgl. des Basiskonzepts Energie. Selbstverständlich sind wir uns der möglichen Leistungsunterschiede zwischen verschiedenen Jahrgängen auch innerhalb derselben Schule bewusst. Um zu überprüfen, inwieweit sich unsere Ergebnisse reproduzieren lassen, haben wir zwischen August und September 2021 einen weiteren Jahrgang dieser Schule befragt, deren Schüler*innen ebenfalls in den Jahrgangsstufen 7 und 8 integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht erhalten haben. Wir sind gespannt, ob die positiven Effekte eines integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts auch in Zeiten des Unterrichts unter Pandemie-Einschränkungen identifiziert werden können.

Literatur

- Aebli, H. (1980). *Denken: das Ordnen des Tuns. Band I: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Aebli, H. (1981). *Denken: das Ordnen des Tuns. Band II: Denkprozesse*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Baumert, J., & Lehmann, R. (1997). *TIMSS – Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., Stanat, P., Tillmann, K.-J. & Weiß, M. (Hrsg.). (2001). *PISA 2000 - Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske & Budrich.
- Bernholt, S., Parchmann, I. & Commons, M. L. (2009). Kompetenzmodellierung zwischen Forschung und Unterrichtspraxis. *ZfDN*, 15, 219-245.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G. & Johnson, J. C. (2013). *Analyzing Social Networks*. Sage Publications.
- Demuth, R., Ralle, B., & Parchmann, I. (2005). Basiskonzepte – eine Herausforderung an den Chemieunterricht. *Chemkon*, 12, Nr.2, 55-60. <https://doi.org/10.1002/ckon.200510021>
- Dietz, D., Hickmann, P., Lenze, J. & Bolte, C. (2021). Analyse der Vernetzung von Begriffselementen im Basiskonzept Energie. In: S. Habig (Hrsg.). *Naturwissenschaftlicher Unterricht und Lehrerbildung im Umbruch?* (S. 193-196). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, virtuelle Jahrestagung 2020. Universität Duisburg-Essen.
- Dietz, D. & Bolte, C. (2021). Mehrdimensionale Analyse zur Vernetzung von Begriffselementen des Basiskonzepts Energie. In: J. Grebe-Ellis & H. Grötzebauch (Hrsg.), *PhyDid B, Didaktik der Physik, Beiträge zur virtuellen DPG-Frühjahrstagung 2021* (S. 233-241).
- Dietz, D. & Bolte, C. (2022). Multidimensional Analysis of Knowledge-Linking within the concept of energy in student essays. *NorDiNa*, Beitrag angenommen.
- Eisenkraft A., Nordine, J., Chen, R., Fortus, D., Krajcik, J., Neumann, K. & Scheff, A. (2014) Introduction: Why Focus on Energy Instruction? In: R. Chen, A. Eisenkraft, D. Fortus, J. Krajcik, K. Neuman, J. Nordine & A. Scheff (alle Hrsg.) *Teaching and Learning of Energy in K – 12 Education* (S. 1-11). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05017-1_1
- 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. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik. Theorie und Praxis*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- 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.
- Labudde, P. (2014). Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht – Mythen, Definitionen, Fakten. *ZfDN*, 20, 11-19. <https://doi.org/10.1007/s40573-014-0001-9>
- Schnotz, W. (1994). *Aufbau von Wissensstrukturen. Untersuchungen zur Kohärenzbildung bei Wissenserwerb mit Texten*. Weinheim: Beltz.
- VERBI Software (2019). MAXQDA 2020 [computer software]. Berlin: VERBI Software. Available at maxqda.com.