

## **Erweiterung des epistemologischen Verständnisses durch Konfrontation mit anomalen Daten**

### **Motivation**

Der Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung nimmt im Kernlehrplan Nordrhein-Westfalen (MSB NRW, 2019) eine entscheidende Rolle ein. So sollen die Lernenden beispielsweise „Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen“ (MSB NRW, 2019, S. 8) erarbeiten. Mit der Forderung nach einer „Reflexion der Erkenntnismethoden“ (MSB NRW, 2019, S. 13) werden auch epistemologische Fragestellungen für den Unterricht relevant. Untersuchungen zeigen, dass das epistemologische Wissen als eine Konstituente des metakonzeptuellen Wissens bei den Lernenden eher schwach ausgebildet ist (Lederman, 2007). Vor allem bei der Überführung von Beobachtungen in Erkenntnisse im Rahmen von *conceptual change* Prozessen spielt das epistemologische Verständnis von Lernenden eine Rolle (Alvermann & Qian, 2000; Mason, 2000; Vosniadou et al., 2001). Innerhalb solcher Prozesse, haben epistemologische Vorstellungen großen Einfluss auf die Akzeptanz anomaler Daten (Mason, 2000), welche hier als widersprüchliche Beobachtungen bzgl. der Lernendenvorstellungen verstanden werden.

### **Theoretischer Hintergrund**

Die *conceptual change* Theorie sieht unter anderem die Veränderungen von Lernendenvorstellungen durch Induzierung eines kognitiven Konfliktes vor (Limón, 2001; Posner et al., 1982). Ein kognitiver Konflikt soll dann zu einer Veränderung der Vorstellungen führen, welche je nach Ansatz eher in einem radikalen Wechsel der Theorie (Posner et al., 1982), oder auch in einer schrittweisen Erweiterung (Vosniadou & Ioannides, 1998) abläuft. Die kognitiven Konflikte beziehen sich jeweils auf das vorliegende Konzept der Lernenden. Diese (fachlichen) Konzepte sind wiederum in größere *framework-theories* eingebettet (Vosniadou, 1994). Innerhalb der *framework-theories* werden Rahmenannahmen gebildet, welche das fachliche Konzept eingrenzen, bzw. grundlegende Regeln dafür formulieren. Dabei haben die *framework-theories* immer auch epistemologische Anteile (Vosniadou, 1994). Besitzen diese epistemologischen Anteile den Charakter von naiven epistemologischen Vorstellungen, können sie als „critical false belief“ (Chi, 2008, S. 69) bezeichnet werden. Sie haben besonderen Einfluss auf Problemlöseprozesse in ihrem Geltungsbereich.

Die fachlichen Konzepte, wie auch die *framework-theories* der Lernenden sollen im vorliegenden Projekt durch *Model-of-data* (Abb. 1) externalisiert werden. *Model-of-data* ermöglichen die Externalisierung von mentalen Modellen inklusive Informationen zum fachlichen und epistemologischen Modell (Chinn & Brewer, 2001). Die verschiedenen Verbindungsarten zwischen einzelnen Events (Nummerierung zur besseren Übersicht, keine Hierarchisierung) ermöglichen Aussagen über die Art der epistemologischen Zusammenhänge. So können sowohl Rückschlüsse auf das fachliche Modell, wie auch das epistemologische Verständnis der Erstellenden gezogen werden. Chinn und Brewer (1996) gehen davon aus, dass bei der Verarbeitung von Beobachtungen immer auch weitere Informationen aufgenommen werden. Diese Zusatzinformationen nehmen in Form von „data-

interpretation packages“ (Chinn & Brewer, 1996, S. 211) Einfluss auf die Auswertung, bzw. die Glaubwürdigkeit der Daten. Die Glaubwürdigkeit der Daten wiederum hat großen Einfluss auf die Art und Weise ihrer Verarbeitung (Chinn & Brewer, 1993; Posner et al., 1982). Das *Model-of-data* gibt somit die Möglichkeit, auch Zusatzinformationen mit darzustellen. Auch wäre es denkbar zwei konkurrierende Theorienetzwerke in einem *Model-of-data* darzustellen.

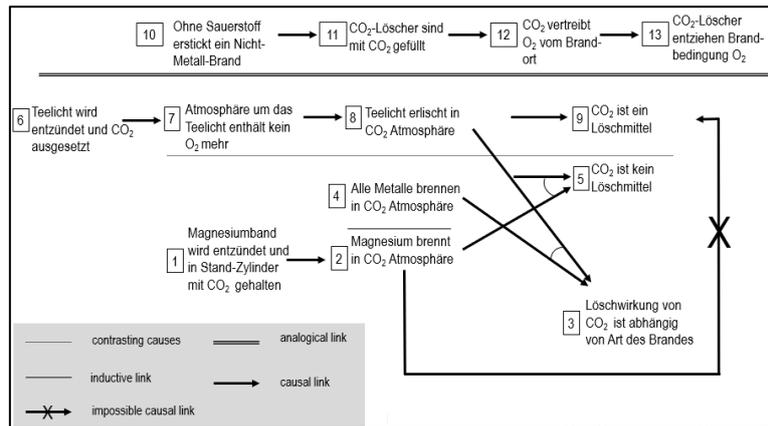


Abb. 1 – Model-of-Data zur Löschwirkung von CO<sub>2</sub>

Durch das Erstellen eines *Model-of-data* werden die Erstellenden zur Reflexion bzgl. einiger epistemologischer Aspekte angeregt. Mit der Wahl der Verbindungsart, müssen die Erstellenden sich mit der Art und Weise der Verknüpfung zweier Events auseinandersetzen.

### Fragestellung

Aus den vorliegenden Darstellungen resultieren zwei Fragestellungen:

- FF1: Inwiefern kann durch die gezielte Bearbeitung anomaler Daten innerhalb von *Model-of-data* ein *conceptual change* auf Ebene des epistemologischen Verständnisses ausgelöst werden?
- FF2: Inwiefern können die durch einen solchen *conceptual change* erworbene Kompetenzen und Kenntnisse auf neue Kontexte transferiert werden?

### Studiendesign

Die Hauptstudie wird durch fünf pilotierende Vorstudien begleitet. Innerhalb der ersten Vorstudie wurde der Gebrauch kognitiver Konflikte in der Schule genauer untersucht (Martinschlede, 2020). Dazu wurden 10 Chemie-Lehrkräfte und Fachleiter\*innen befragt welche kognitiven Konflikte sie mit welcher Zielsetzung einsetzen. Die zweite Vorstudie zielt auf die Umsetzbarkeit der Externalisierung mentaler Modelle durch *Model-of-data* ab (Bitterberg, 2020). Hier wurde untersucht, wie Lernende dazu angeleitet werden können *Model-of-data* zu erstellen, ebenso wurden die Produkte durch lautes Denken validiert. In der dritten Vorstudie wird die digitale Lernumgebung zur Konfrontation mit den anomalen Daten getestet (Wintermantel, 2020), während Vorstudie vier einen aus bestehenden Instrumenten zusammengestellten Fragebogen zur Epistemologie pilotiert (Morscheck, 2020). In der fünften und letzten Vorstudie wird dann der Transfer der erworbenen Kenntnisse auf neue Kontexte genauer untersucht (Graßl, 2020).

Die Ergebnisse der Vorstudien fließen in die Hauptstudie (Abb. 2) ein. In dieser sollen die Lernenden neben der Konfrontation mit den anomalen Daten die Gelegenheit bekommen, in einer freien Experimentierphase weitere Daten zu sammeln. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen dann in ein *Model-of-data* übertragen werden. Nach einem Zwischentest werden die Lernenden mit anomalen Daten in anderen Kontexten konfrontiert, um so einen möglichen Transfer zu untersuchen. Begleitet wird die Studie durch einen Pre-, Zwischen- und Posttest, sowie durch Videographie. Auch die *Model-of-data* werden analysiert.

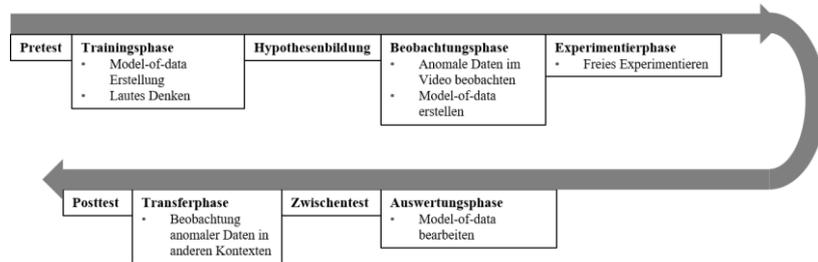


Abb. 2 – Ablauf der Hauptstudie

### Erste Ergebnisse

Im Folgenden sollen Ergebnisse aus der ersten Vorstudie präsentiert werden. Durch die oben vorgestellten Experteninterviews konnten 50 verschiedene kognitive Konflikte gefunden werden. Diese wurden durch ein Kodiersystem, angelehnt an Barke (2006) kategorisiert, welches induktiv ergänzt wurde. Der Schwerpunkt aller gefundenen kognitiven Konflikte liegt in der Kategorie „Kognitive Konflikte zu Alltagserfahrungen“. Die wenigsten Konflikte finden sich in der epistemologischen Kategorie „zur Glaubwürdigkeit der Daten“. Mit Konflikten in dieser Kategorie versuchen Lehrkräfte das epistemologische Verständnis der Lernenden zu fördern, indem sie bspw. „[...] zeigen, dass Wissenschaft eben genau auf diesen Irrtümern beruht“ (Lehrkraft 3, P. 145, Martinschledde, 2020). Ebenso wurde eine Mehrdimensionalität von kognitiven Konflikten erkannt. Ein Konflikt kann zu mehreren Präkonzepten bestehen und durch unterschiedliche Lernende unterschiedlich wahrgenommen werden. Somit könnte ein Konflikt bei einigen Lernenden zur Epistemologie bestehen, während er bei anderen Lernenden zu einem fachlichen Thema besteht. Auch ist denkbar, dass ein Konflikt bei einigen Lernenden sowohl zur Epistemologie, als auch zum fachlichen Konzept besteht.

### Zusammenfassung

Die erste Vorstudie zeigt auf, dass kognitive Konflikte scheinbar Potential bieten, um Veränderungen des epistemologischen Verständnisses der Lernenden auszulösen. Andererseits zeigt sich, dass dieses Ziel durch den Einsatz kognitiver Konflikte von Lehrkräften bisher nur selten verfolgt wird (Martinschledde, 2020). Die erkannte Mehrdimensionalität von kognitiven Konflikten lässt das Potential von *Model-of-data* deutlich werden. Durch diese sind Lernende in der Lage Widersprüche auf verschiedenen Ebenen darzustellen, wodurch die Komplexität kognitiver Konflikte deutlich wird. Die weiteren Vorstudien werden bis Ende 2020 beendet, die Hauptstudie soll je nach Infektionslage innerhalb der COVID-19-Pandemie im Frühjahr 2021 stattfinden. Eine Pilotierung der Hauptstudie ist bis Ende 2020 geplant.

**Literatur**

- Alvermann, D. E. & Qian, G. (2000). Relationship between epistemological beliefs and conceptual change learning. *Reading & Writing Quarterly*, 16(1), 59–74.
- Barke, H.-D. (2006). *Chemiedidaktik: Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen*. Springer-Lehrbuch. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Bitterberg, E. G. (2020). Externalisierung von mentalen Modellen zu anomalen Daten anhand von Model of Data. Masterarbeit, Paderborn.
- Chi, M. T. H. (2008). Three types of conceptual change: Belief revision, mental model transformation, and categorical shift. In S. Vosniadou (Hg.), *International handbook of research on conceptual change* (S. 61–82). Routledge.
- Chinn, C. A. & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63(1), 1–49.
- Chinn, C. A. & Brewer, W. F. (1996). Mental models in data interpretation. *Philosophy of Science*, 63, 211–219.
- Chinn, C. A. & Brewer, W. F. (2001). Models of data: A theory of how people evaluate data. *Cognition and Instruction*, 19(3), 323–393.
- Graßl, J. (2020). Analyse von Transferprozessen beim Einsatz von anomalen Daten im Chemieunterricht. Masterarbeit, Paderborn.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Hg.), *Handbook of research on science education* (S. 831–879). Routledge.
- Limón, M. (2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: A critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11(4-5), 357.
- Martinschledde, M. (2020). Der kognitive Konflikt beim Lernen von Chemie – Eine Expertenbefragung zum Einsatz im Unterricht. Masterarbeit, Paderborn.
- Mason, L. (2000). Role of anomalous data and epistemological beliefs in middle school students' theory change about two controversial topics. *European Journal of Psychology of Education*, 15(3), 329–346.
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen. (2019). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium/Gesamtschulen für Nordrhein-Westfalen*.
- Morschcheck, J. (2020). Validierung eines zeitökonomischen Erhebungsverfahrens von epistemologischen Überzeugungen. Masterarbeit, Paderborn.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4(1), 45–69.
- Vosniadou, S. & Ioannides, C. (1998). From conceptual development to science education: A psychological
- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A. & Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction*, 11(4-5), 381–419.
- Wintermantel, A. (2020). Analyse von Reaktionen auf anomale experimentelle Daten im Kontext Nachhaltigkeit. Masterarbeit, Paderborn.