

Andreas Henke¹
 Dietmar Höttecke²
 Janne Krüger²

¹Universität Bremen
²Universität Hamburg

Schülervorstellungen zur zeitlichen Entwicklung der Naturwissenschaften Schüler/-innen zeichnen den „Weg der Wissenschaft“

Physikunterricht hat Teil an der Querschnittsaufgabe aller Schulfächer, bei Lernenden ein angemessenes disziplinhistorisches Bewusstsein zu bilden. Dazu müssen die Ideen von Schüler/-innen über Diachronizität der Naturwissenschaften bekannt sein. Solche Ideen können Lernvoraussetzungen für historisch orientierte Unterrichtsverfahren sein, indem sie beeinflussen wie Lernende wissenschaftshistorische Unterrichtsbeispiele interpretieren. Anknüpfend an den vorigen Beitrag in diesem Band zur fachlichen Klärung der Thematik „zeitliche Entwicklung naturwissenschaftlicher Forschung“ für den Physikunterricht ist in diesem Artikel eine empirische Klärung diesbezüglicher Schülerperspektiven angestrebt. Dazu werden i.F. Hintergrund, Methodik & Resultate einer qualitativ-typisierenden Untersuchung zu *Schülervorstellungen über Wissenschaftsentwicklung* dargestellt, in der Schüler/-innen diese Entwicklung *in der Metapher eines Weges* zeichnen (Abb. 1). Der Zeichenimpuls dazu lautete „*Stell dir vor, naturwissenschaftliche Forschung von ganz früher bis heute wäre ein WEG. Dieser Weg kann breit oder schmal sein, flach oder geneigt, einzeln oder verzweigt, eben oder uneben ... oder etwas ganz anderes. Zeichne diesen Weg, wie DU ihn dir vorstellst!*“



Abb. 1: Zwei Beispiele für Zeichnungen vom „Weg der Wissenschaft“

Vorstellungen zu historischem Wandel

Der Vorstellungsbegriff dieser Untersuchung fußt auf dessen geschichtswissenschaftlichem Verständnis als *Deutungen der Vergangenheit ohne Bezug zu historischen Originalquellen oder Erkenntnismethoden* (Carretero, Castorina & Levinas, 2013). Es ist anzunehmen, dass sich in den Vorstellungen der Schüler/-innen zur Wissenschaftsentwicklung ihre Ideen über die Natur der Naturwissenschaften (NdN) sowie domänenspezifische epistemologische Überzeugungen manifestieren. Da ihr (wissenschafts)geschichtliches Faktenwissen lückenhaft und epochal fragmentiert ist, wird ihr Denken über Wandel zudem gekennzeichnet sein durch (Ashby, Lee und Dickinson, 1997):

- Deutung vergangener Situationen über selbst erlebte / vorgestellte Gegenwart
- Verweben fragmentarischen hist. Wissens in linear-konsistente Erzählstrukturen
- Zuschreibung von Motiven zu abstrakten Entitäten wie Institutionen, Staaten etc.
- Wandel als Ergebnis intentionaler Handlungen (männlicher) Individuen
- Wertung hist. Situationen/Entscheidungen auf Basis des heutiger Erkenntnisse
- Monokausale & generalisierende Erklärung von geschichtlichem Wandel

Zeichnungen als Zugang zum Denken

Gerade jüngeren Schüler/-innen sind die abstrakten Themenfelder „Forschung“ und „historischer Wandel“ lebensweltlich wie semantisch kaum vertraut. Thematisches Zeichnen als Erhebungsmethode reduziert den Verbalisierungsdruck und stellt assoziative Denkprozesse in den Vordergrund. Zeichnerische Zugänge zu NdN-Vorstellungen erfolgen gemeinhin *konkret-lebensnah* (bspw. Forscher/-innen bei der Arbeit) oder *diagrammatisch-abstrahiert* (bspw. Concept-mapping zu wissenschaftstheoretischen Begriffen). Der Zeichenimpuls

dieser Untersuchung erlaubt einen *symbolischen Zugang* zur zeitlichen Entwicklung der Naturwissenschaften über die Metapher „Weg“.

Metaphern als Zugang zum Denken

Metaphorisches Denken erlaubt die kreative Sinnbildung in unvertrauten Domänen und die Expression verinnerlichter domänenspezifischer Überzeugungen (Schink et al., 2008). Im Physikunterricht tragen Wissenschafts-Metaphern zur Prägung von NdN-Vorstellungen bei (Schwartz, 2007). In Erhebungssituationen liefert ein vertrauter, klar strukturierter *Quellbereich* (hier: *Weg*) spezifische Konzepte (Steigen/Sinken, breit/schmal, Abzweige etc.), anhand derer Schüler/-innen ihre Vorstellungen über einen unvertrauten, komplexen *Zielbereich* (hier: *Wissenschaftsentwicklung*) aktualisieren und ausdrücken. Methodische Einschränkungen ergeben sich durch die alters- und themenabhängige Fähigkeit zum gezielten Metaphorisieren (Moser, 2000).

Anlage der Untersuchung

Anschließend an den Zeichenimpuls erfragte ein *Leitfadeninterview* die Bedeutung aller Bildelemente, die Einflussfaktoren des dargestellten Wandels, eventuelle Änderungen im naturwissenschaftlichen Wissen und ihre Merkmale sowie eine Einschätzung des zukünftigen Wegverlaufs. Das Erhebungs- und Auswertungsverfahren wurde in Jgst. 7-10 erprobt (N=181), die Hauptstudie fand in Jgst. 8 statt (N=59). Es zeigt sich, dass Schüler/-innen ab Jgst. 7 detaillierte und bedeutungsreiche Weg-Metaphern zur Thematik „Wissenschaftsentwicklung“ generieren, zeichnerisch abbilden und erläutern können. Jüngere Proband/-innen bedürfen vorheriger Metaphorisierungsübungen (s. Krüger, Höttecke & Henke, in diesem Band). Die *Datenanalyse* fokussiert epistemologische und soziologische Aspekte naturw. Wandels sowie allg. geschichtsbezogenen Deutungen von Wandel in 3 Schritten:

- (1) *Klärung der metaphorischen Bedeutung* aller Bildelemente soweit eindeutig möglich.
- (2) *Qualitative Inhaltsanalyse*; Analysedimensionen (Details s. Henke & Höttecke (2013)):
 - Narrative Strukturen (Typische Erzählfiguren in den Erläuterungen der Schüler/-innen)
 - Determinanten (Art, Wirkung und zeitl. Lage von Einflüssen auf naturwiss. Wandel)
 - Epist. Überzeugungen (Dynamik naturwiss. Wissens, erkenntnistheoretische Merkmale)
 - Bild des Wissenschaftsbetriebs (als Netzwerkstruktur, als Einheit, Mischform)

Die o.g. Auswertungsdimensionen wurden in der Erprobung zum Teil induktiv gewonnen (abschließende Intercoder-Übereinstimmung $0.70 < \kappa < 0.82$; CI:95 %).

(3) *Rekonstruktion idealtypischer Denkfiguren* zur zeitlichen Entwicklung naturw. Forschung durch Fallkontrastierung, Akzentuierung und Abstraktion der Ergebnisse aus Schritt 2. Ziel ist es, basale konzeptuelle Bausteine zu identifizieren, anhand derer sich die untersuchten Schüler/-innen den „Weg der Wissenschaft“ erschließen.

Ergebnisse und Diskussion: Die Resultate der Typenbildung zeigt Tab. 1. Für jede Denkfigur ist angedeutet, welche *unangemessenen Vorstellungen* (\ominus) und welche *Lernchancen* für konsensfähige Ideen zur Wissenschaftsentwicklung (\oplus) primär damit einhergehen.

Tab. 1: Denkfiguren zur Wissenschaftsentwicklung - Entwicklung als ...

TECHNISCHER FORTSCHRITT	<i>Steigerung der Innovativität, Qualität und Produktivität im Bereitstellen nützlicher technischer (Alltags)artefakte</i>
\ominus	Verwechslung: Forschungserkenntnisse < > ingenieurmäßige Konstruktionsleistungen
\oplus	Ökonomie und gesellschaftliche Bedarfe als Motoren von Wandel
RESSOURCEN-ABBAU	<i>Exponentielle Zunahme im Aufdecken von Naturgesetzen; durch begrenzten Gesetzes-Fundus in Zukunft Abnahme der Forschungsaktivität</i>
\ominus	Naiver Realismus, externe Einflüsse unberücksichtigt; additive Wissensentwicklung
\oplus	exponentielle Tendenzen bei naturwissenschaftlichen Publikationsleistungen

IDEEN-DARWINISMUS	<i>Sicherheit und Wahrheitsgehalt heutiger Ideen steigt durch Lernen aus forscherschen Irrwegen (= Falsifikationen/Fehlvorhersagen)</i>
	⊖ Falsifikationen sind Fehlleistungen; vorgezeichneter Weg verhindert echte Kontroversen ⊕ Evolutionäre Erkenntnisentwicklung der Naturw.; Aufbau auf gesicherten Erkenntnissen
STETES PROBLEMLÖSEN	<i>Wissenschaft bearbeitet und löst in steter Folge aktuell anstehende und von außen herangetragene Probleme</i>
	⊖ kein Aufbau konzeptuellen Wissens, kein Wandel außer in den Probleminhalten ⊕ Forschung als Problemlösen; Legitimationstrends für naturw. Forschungsvorhaben
EMANZIPATION	<i>Überwinden des Einflusses äußerer Hürden (technische oder gesellschaftliche Rückständigkeit) ermöglicht Korrektur alter Forschungsfehler</i>
	⊖ Forschung in Zukunft unbeeinflusst; kein innerer Wandel; alte Ideen inhärent unsicher ⊕ Anerkennung politisch-gesellschaftl. Ermöglichungsbedingungen von Forschung
MÜNCHHAUSEN-METHODE	<i>Überwindung und Weiterentwicklung rückständiger naturwissenschaftlicher Geräte, Methoden und Erkenntnisweisen anhand ebendieser</i>
	⊖ Erkenntnisweise früher: Versuch & Irrtum; Abwertung früherer Forschungsleistungen ⊕ Innerer Wandel von Forschung möglich; Aufbau auf verfügbarem Forschungswissen
KREATIV- WIRD TECHNOLFORSCHUNG	<i>Maschinenarbeit (Computerisierung und Automatisierung) ersetzt früher zwingend notwendige Kopfarbeit (Genie und Kreativität)</i>
	⊖ Geniekult bzgl. Wissenschaftsgeschichte; Rolle von Kreativität unterschätzt ⊕ Vermehrt Großforschung sowie computerbasierte Analyseverfahren

Generell zeigt sich, dass Schüler/-innen Schwerpunkte bei epistemischen (mehr, sicheres oder realitätsangemesseneres Wissen) und methodischen (bessere Instrumente & Verfahren) Dimensionen des Wandels setzen. Institutioneller Wandel beschränkt sich für sie auf das Abzweigen von Disziplinen und auf ein Mehr an Forscher/-innen. Geschichtliches Epochenwissen wird meist als Projektionsfläche für zeitgenössische Forschung genutzt, also für Spekulationen, wie (vorgestellte) heutige Forschung von den Bedingungen jener Zeit beeinflusst war. Die meisten Schüler/-innen setzen einen zeitlos stabilen Wesenskern von Forschung voraus, ohne ihn jedoch benennen zu können. Hier setzen mangelnde Kenntnisse über authentische Forschung klare Grenzen. Weiterhin weisen viele der Denkfiguren stark affektive Konnotationen auf (bspw. Abwertung oder Heroisierung vergangener Forschung). Die Denkfiguren mit ihren zugehörigen Vorstellungen bewähren sich post-hoc an den Erprobungsdaten sowie an den Daten von Krüger, Höttecke & Henke (in diesem Band) - allerdings zunächst nur in der 8. Jgst. Daher bleibt die Frage offen, wie stabil und kontextsensitiv sie letztlich sind. Das Raster der Denkfiguren kann bereits jetzt als diagnostisches Werkzeug für geschichtsbewussten naturwissenschaftlichen Unterricht dienen.

Literatur

- Ashby, R., Lee, P. & Dickinson, A. (1997). How Children Explain the "Why" of History. The Chata Research Project on Teaching History. *Social Education* 61 (1), S. 17-21.
- Carretero, M., Castorina, J.A. & Levinas, M.L. (2013). Conceptual change and historical narratives about the nation. A theoretical and empirical approach. In S. Vosniadou (Hg.): *International Handbook of Research in Conceptual Change*. New York: Routledge, S. 269-287.
- Henke, A. & Höttecke, D. (2013). Students' beliefs about the diachronic nature of science: a metaphor-based analysis of 8th-graders' drawings of "the way of science". In C. C. Silva & M. E. B. Prestes (Eds.), *Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas*. São Paulo: Tipographia Editoria Expressa, S. 327-356.
- Moser, K. S. (2000). Metaphor Analysis in Psychology - Method, Theory, and Fields of Application. *Forum: Qualitative Sozialforschung*, 1(2): n. pag. [Online, letzter Zugriff 01.10.2014].
- Schinck, A. G., Neale, H. W., Pugalee, D. K. & Cifarelli, V. V. (2008). Using Metaphors to Unpack Student Beliefs About Mathematics. *School Science and Mathematics*, 108(7), S. 326-333.
- Schwartz, R. (2007). What's in a Word? How Word Choice Can Develop (Mis)conceptions about the Nature of Science. *Science Scope*, 31(2), S. 42-47.