«Nature of Whole Science» versus Konsenslisten – Dekonstruktion von Emergenz?

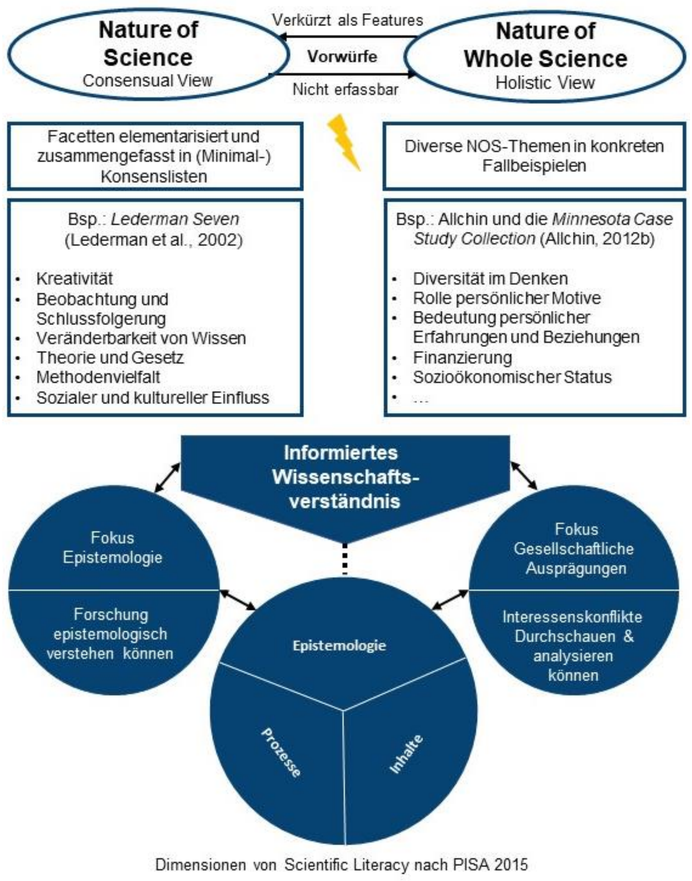
Laura Arndt, Tim Billion-Kramer, Markus Wilhelm, Markus Rehm
Kontakt: Laura Arndt | Pädagogische Hochschule Heidelberg | Didaktik der Chemie | arndt@ph-heidelberg.de

Hintergrund und Fragestellung

Ausgangspunkt

Modellierungen des Konstruktes von *Nature of Science* stehen zum aktuellen Zeitpunkt in der Diskussion. Die bisherige Beschreibung von *Nature of Science* über die Elementarisierung einzelner Merkmale anhand von Konsenslisten wirft im fachdidaktischen theoretischen Diskurs grundsätzliche Fragen auf. Gegner der Konsenslisten kritisieren, dass der holistische Charakter des Wesens von Naturwissenschaft verloren ginge (Allchin, 2012a). Im Forschungsvorhaben sollen über die Ergänzung eines bestehenden *NOS-Vignetten-tests* zu Einzelfacetten (Billion-Kramer et al., 2018) um weitere *Whole-Science-Vignetten* empirische Hinweise gefunden werden, die Evidenzen zur Aufklärung des Konflikts liefern können.

Der Konflikt



Dimensionen von Scientific Literacy nach PISA 2015

Zielsetzung

Scientific Literacy zielt auf die aktive Teilhabe der Menschen in einer naturwissenschaftlich geprägten Gesellschaft ab. Dies kann erreicht werden, wenn die holistische Erkenntnisgewinnung von Naturwissenschaft explizit thematisiert und verstanden wird. Folglich soll untersucht werden, ob der holistische Charakter mehr als die Summe seiner Teile (Einzelfacetten) ist. Hierzu werden die Einzelfacetten-Vignetten (EV) empirisch mit den Whole-Science-Vignetten (WV) verglichen.

Fragestellung:

Lässt sich der holistische Charakter von Naturwissenschaft dimensional von den NOS-Facetten abgrenzen?

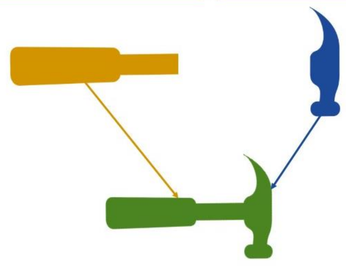
Ein Emergenz-Verhältnis?

NOS-Aspekte der Konsenslisten
- Elementarisierung der vielfältigen NOS-Themen nach Oberkategorien
- Leitlinie zur Identifikation relevanter NOS-Eigenschaften

(Historische) Fallbeispiele aus naturwissenschaftlicher Forschung
- Konkretisierung und Kontextualisierung
- Holistische Verbindungen

Abstrakte, verallgemeinerte Liste von Aspekten

Anekdoten von Forschung aus der Naturwissenschaft



Die Emergenz von Whole-Science
- Vielfältige wechselwirkende NOS-Themen vereint
- Konkretisierung und Verbindung verallgemeinerter NOS Kennzeichen aus Konsenslisten
- **Neue „Eigenschaft“: gut fundierte Analyse naturwissenschaftlicher Fälle**

Forschungsstruktur

Verlauf

Theoretisches Verhältnis modellieren → Vignetten-entwicklung → Itementwicklung

Juli 2019

Auswahl von Expert*en*innen aus der Naturwissenschafts-didaktik
- Jeweils 3 Personen mit den Ausrichtungen „Biologie“, „Chemie“ und „Physik“
- Mit Schwerpunkt *Nature of Science* und/oder *HPS*

→ Aufstellen der Expertennorm

Sep. 2019

Pilotierung 10 entwickelten Vignetten
- EG mit N=30 Lehramtsstudierende mit abgeschlossenen NOS-Modul
- KG mit N=30 Naturwissenschaftler*innen

→ Pilot und Adaption

Nov. 2019

Erhebung in BW und der Schweiz (PHs & Universitäten)
- EG mit N=200 Lehramtsstudierende mit abgeschlossenen NOS Modul
- KG mit N=100-200 Naturwissenschaftler*innen

→ Hauptstudie

März 2020

Strukturgleichungsmodell zwischen NOS-Einzelvignetten und WS-Vignetten
- Trennscharfe Abbildung von WS-Vignetten und NOS-Einzelvignetten?
- Dimensionalität?
- Varianzaufklärung?

→ Auswertung via Strukturgleichungs-modell

Forschungsinstrumente

Beispiel für eine NOS-Einzelfacetten-Vignette (EV) (nach Billion-Kramer et al., 2018):

Nachweis von Wasser

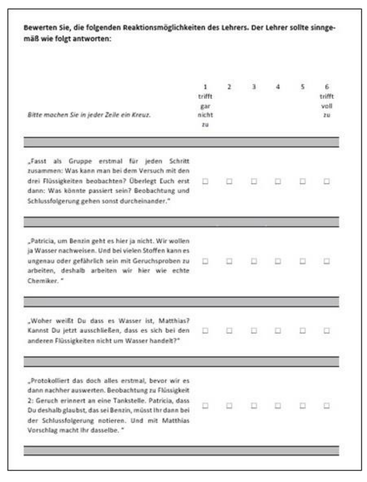
Photo: Benjah-bmm27/Public Domain

Im Chemieunterricht einer 8. Klasse arbeiten die Schülerinnen und Schüler in Kleingruppen. Sie sollen den Nachweis von Wasser durch eine chemische Reaktion mit Kupfersulfat erbringen. Zur Unterscheidung arbeiten sie neben Wasser mit zwei weiteren Flüssigkeiten: Alkohol und Benzin. Die Schülerinnen und Schüler führen ein Versuchsprotokoll.

In einer der Gruppen gibt Matthias in drei Schalen mit Kupfersulfat jeweils eine unterschiedliche Flüssigkeit.

Patricia: „Dies da ist sowieso Benzin, das riecht wie Tankstelle.“
Romy: „Stimmt.“
Matthias: „Hey, guckt mal, das erste wird blau. Damit haben wir es. Das ist Wasser.“
Romy: „Stimmt.“

Der Lehrer Herr Sternburg hat die Gruppe beobachtet und tritt dazu.


Bewerten Sie, die folgenden Reaktionsmöglichkeiten des Lehrers. Der Lehrer sollte sinngemäß wie folgt antworten:

Bitte machen Sie in jeder Zeile ein Kreuz. — 1 trifft gar nicht zu … 6 trifft voll zu

„Fasst als Gruppe erstmal für jeden Schritt zusammen: Was kann man bei dem Versuch mit den drei Flüssigkeiten beobachten? Überlegt Euch erst dann: Was könnte passiert sein? Beobachtung und Schlussfolgerung gehen sonst durcheinander.“

„Patricia, um Benzin geht es hier ja nicht. Wir wollen ja Wasser nachweisen. Und bei vielen Stoffen kann es ungenau oder gefährlich sein mit Geruchsproben zu arbeiten, deshalb arbeiten wir hier wie echte Chemiker.“

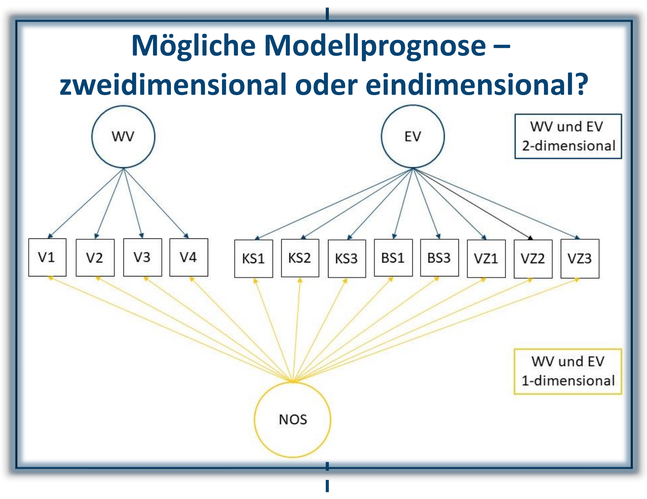
„Woher weißt Du dass es Wasser ist, Matthias? Kannst Du jetzt ausschließen, dass es sich bei den anderen Flüssigkeiten nicht um Wasser handelt?“

„Protokolliert das doch alles erstmal, bevor wir es dann nachher auswerten. Beobachtung zu Flüssigkeit 2: Geruch erinnert an eine Tankstelle. Patricia, dass Du deshalb glaubst, das sei Benzin, müsst Ihr dann bei der Schlussfolgerung notieren. Und mit Matthias Vorschlag macht Ihr dasselbe.“

Verwendung des EKoL-NOS-Tests mit 8 Einzelvignetten. Das NOS-Konstrukt kann als empirisch eindimensional betrachtet werden (Billion-Kramer et al., 2018).

Fokussierung auf folgende Aspekte:
- „Kreativität und Subjektivität“ (KS)
- „Beobachtung und Schlussfolgerung“ (BS)
- „Veränderung mit der Zeit“ (VZ)

Mögliche Modellprognose – zweidimensional oder eindimensional?



Nature of Science

Nature of Whole Science

Beispiel für eine Whole-Science-Vignette (WV):

Das Ringen um Anerkennung – Darwin und Wallace

Charles Robert Darwin (Pixabay, Wikimages). Alfred Russel Wallace (©London Stereoscopic & Photographic Company)

Nach der Einführung der Evolutionstheorie nach Charles Darwin erhielten die Schülerinnen und Schüler einer 10. Klasse im Biologieunterricht die Hausaufgabe zum Zeitgeschehen Darwins zu recherchieren. Bei der Besprechung der Hausaufgabe stellen die Lernenden ihre Ergebnisse vor und diskutieren im Plenum darüber. Der Biologielehrer nimmt sich zunächst aus der Diskussion heraus, um abzuwarten, welche Informationen gefunden wurden.

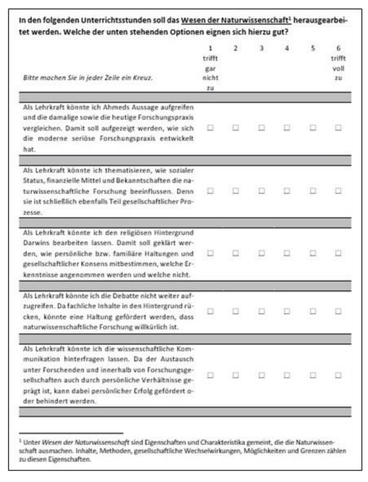
Martin: „Darwin hat anscheinend über 20 Jahre mit der Veröffentlichung seiner Evolutionstheorie gewartet. Lag das an seinem religiösen Hintergrund und dem Widerspruch zur Schöpfungsgeschichte? Irgendwie feige.“

Lisa: „Ich habe von einem Alfred Russel Wallace gelesen, der angeblich ganz unabhängig eine Evolutionstheorie entwickelt hat. Er hat wie Darwin Expeditionen gemacht, hatte aber nicht so viel Geld und weniger gute Bekanntschaften. Lernen wir deswegen über Darwin und nicht über Wallace?“

Olga: „Wussten die beiden denn überhaupt voneinander?“

Lisa: „Ja, ich habe gelesen, dass Wallace Darwin Briefe geschickt und seine Theorie vorgestellt hat. Darwin hat dann erst überstürzt veröffentlicht, als Wallace noch auf Forschungsreise in Südostasien war.“

Ahmed: „Oh wie hinterhältig! Klar, dass er den ganzen Ruhm gekriegt hat. Aber das ist ja auch echt lange her, heute läuft das nicht mehr so! Die Wissenschaft ist jetzt objektiv!“


In den folgenden Unterrichtsstunden soll das Wesen der Naturwissenschaft[1] herausgearbeitet werden. Welche der unten stehenden Optionen eignen sich hierzu gut?

Bitte machen Sie in jeder Zeile ein Kreuz. — 1 trifft gar nicht zu … 6 trifft voll zu

Als Lehrkraft könnte ich Ahmeds Aussage aufgreifen und die damalige sowie die heutige Forschungspraxis vergleichen. Damit soll aufgezeigt werden, wie sich die moderne seriöse Forschungspraxis entwickelt hat.

Als Lehrkraft könnte ich thematisieren, wie sozialer Status, finanzielle Mittel und Bekanntschaften die naturwissenschaftliche Forschung beeinflussen. Denn sie ist schließlich ebenfalls Teil gesellschaftlicher Prozesse.

Als Lehrkraft könnte ich den religiösen Hintergrund Darwins bearbeiten lassen. Damit soll geklärt werden, wie persönliche bzw. familiäre Haltungen und gesellschaftlicher Konsens mitbestimmen, welche Erkenntnisse angenommen werden und welche nicht.

Als Lehrkraft könnte ich die Debatte nicht weiter aufzugreifen. Da fachliche Inhalte in den Hintergrund rücken, könnte eine Haltung gefördert werden, dass naturwissenschaftliche Forschung willkürlich ist.

Als Lehrkraft könnte ich die wissenschaftliche Kommunikation hinterfragen lassen. Da der Austausch unter Forschenden und innerhalb von Forschungsgesellschaften auch durch persönliche Verhältnisse geprägt ist, kann dabei persönlicher Erfolg gefördert oder behindert werden.

[1] Unter *Wesen der Naturwissenschaft* sind Eigenschaften und Charakteristika gemeint, die die Naturwissenschaft ausmachen. Inhalte, Methoden, gesellschaftliche Wechselwirkungen, Möglichkeiten und Grenzen zählen zu diesen Eigenschaften.

Auswahl von 4 aus 10 Vignetten entsprechend der Expertennorm und Pilotierung.

Kennzeichen:
- Fokussierung auf historisch-holistische Fallbeispiele naturwissenschaftlicher Forschung
- Sowohl im Vignettenstamm als auch in den Items sind Einzelfacetten holistisch verwoben.

Literatur

Arndt, L., Billion-Kramer, T., Wilhelm, M. & Rehm, M. (in Druck). Antinomien der Naturwissenschaft: Chance zum produktiven und reflektierten Meinungsbildungsprozess im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Chemkon*, 26, 1-7.

Billion-Kramer, T., Lohse-Bossenz, H., Dörfler, T. & Rehm, M. (2018, September). Validierung des Nature of Science-Vignettentests EKoL-NOS. Vortrag auf der Konferenz der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDCP), Kiel.

OECD (2016). PISA 2015: Ergebnisse im Fokus (https://www.oecd.org/berlin/themen/pisa-studie/PISA_2015_Zusammenfassung.pdf).

Allchin, D. (2012a). Towards clarity on whole science and KNOWS. *Science Education,* 96, 693-700.

Allchin, D. (2012b). The Minnesota Case Study Collection. New Historical Inquiry Case Studies for Nature of Science Education. *Science & Education,* 21, 1263-1281.

Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire. Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (6), 497-521.