

### Experimentieren lernen – Inhalte von Schülerdiskursen

Der Aufbau experimentbezogener Kompetenzen ist ein wichtiges Ziel naturwissenschaftlichen Unterrichts (z. B. KMK, 2005; Schecker et al., 2016). In Analogie zu fachinhaltlicher Kompetenz scheint es auch für experimentbezogene Kompetenzen zielführend, den Aufbau von konzeptuellem Wissen als Kernbaustein von Kompetenzaufbau zu begreifen (vgl. von Aufschnaiter & Hofmann, 2014; Vorholzer, 2017). Denn auch bei experimentellen Kompetenzen ist ohne das Etablieren eines zumindest intuitiven Verständnisses fachmethodischer Konzepte (z. B. „Eine Variable, deren Einfluss nicht untersucht werden soll, sollte kontrolliert werden“) der Aufbau entsprechender Kompetenz (z. B. der Kompetenz, Experimente zu planen) nur schwer denkbar. Es gibt eine Reihe von Studien, die der Frage nachgehen, wie experimentelle Kompetenzen im Unterricht gefördert werden können (z. B. Koenen, 2016; Überblick in Vorholzer, 2016). Befunde deuten u. a. darauf hin, dass es wichtig ist, fachmethodische Konzepte zum Experimentieren im Unterricht explizit zu thematisieren und in der Anwendung zu üben (explizite Instruktionsansätze; Lazonder & Egberink, 2014; Vorholzer, 2016). Offen bleiben zumeist hingegen Fragen zum Verlauf des Kompetenzaufbaus. Sinnvolle Ergänzungen zu Untersuchungen von Lernzuwächsen sind bspw. Analysen der tatsächlich im Prozess stattfindenden Nutzung (geplanter) materialer und sozialer Lernangebote durch die Schülerinnen und Schüler (SuS).

Ziel der vorgestellten Studie ist es, einen Beitrag zur Beschreibung von Lernprozessen zu experimentbezogenen Kompetenzen im Rahmen einer expliziten Instruktion zu leisten. Dabei soll aus den Äußerungen der SuS rekonstruiert werden, mit welchen Konzepten sie sich bei der Aufgabenbearbeitung auseinandergesetzt, wie sie diese Konzepte (situations-spezifisch) verstanden haben und wie sich ihr Verständnis zeitlich und inhaltlich verändert hat. Es ergeben sich somit folgende *Forschungsfragen*:

- FF 1 Welche Ideen äußern SuS bezüglich eines spezifischen fachmethodischen Konzepts?
- FF 2 Welche Gemeinsamkeiten/Unterschiede gibt es in den Ideen (bezüglich eines fachmethodischen Konzepts) verschiedener SuS?
- FF 3 (Wie) entwickeln sich die Ideen von einzelnen SuS (bezüglich eines fachmethodischen Konzepts) über Aufgaben hinweg?

#### Stichprobe und Design

Zur Untersuchung der Lernprozesse von SuS bei der Bearbeitung von explizitem Instruktionmaterial wurden Videoaufzeichnungen aus einer quasi-experimentellen Studie von Vorholzer (2016) verwendet. Die SuS ( $N_{qe}=204$ ; Klasse 11, ~17 Jahre alt) bearbeiteten in Teams zu je 2–3 Personen drei Lerneinheiten zu den Teilkompetenzen „Fragen formulieren und Hypothesen generieren“ (ca. 45 Minuten), „Untersuchungen planen“ (ca. 90 Minuten) und „Daten auswerten und interpretieren“ (ca. 90 Minuten). 24 Teams ( $N=71$ ) wurden basierend auf ihrem Einverständnis bei der Bearbeitung der Einheiten videografiert. Die Lerneinheiten waren vollständig kartenbasiert angelegt, so dass den Lernenden alle Aufgaben, Hinweisen, Kontrollen usw. schriftlich vorlagen und die gesamte Bearbeitung keine Lehrer-Schüler-Interaktion erforderte. Die Antworten und Lösungen zu den Aufgaben wurden von den SuS entweder mündlich diskutiert oder direkt in das Kartenmaterial gezeichnet/geschrieben. Sowohl die verbalen als auch die schriftlichen Antworten der SuS wurden für die Analyse genutzt. Für weitere Angaben zum Design siehe Vorholzer & Hägele (in diesem Band). Im Beitrag werden die vorläufigen Ergebnisse einer Analyse von

5 Teams á 3 Personen vorgestellt, die eine (je nach Team) ca. 10–15 Minutige Sequenz aus der Lerneinheit „Fragen und Hypothesen“ bearbeiten.

### **Methode**

Um zu untersuchen, welche Ideen SuS zu den im Lernmaterial angestrebten Konzepten haben und wie sich diese Ideen im Verlauf der Bearbeitung entwickeln, wurde ein mehrschrittiges Verfahren genutzt. Es lässt sich vereinfacht in vier Phasen beschreiben:

**(1) Auswahl von Videoausschnitten für Transkription und Analyse.** Da im Lernmaterial eine Vielzahl verschiedener Konzepte angestrebt wird, im Rahmen der Analyse aber immer nur die Ideen zu *einem* Konzept rekonstruiert werden sollen, wurde in einem ersten Schritt versucht, eine Vorauswahl der Videoausschnitte zu treffen und so die Menge der zu transkribierenden und analysierenden Daten zu reduzieren. Die Auswahl der Videoausschnitte erfolgte auf Basis des Lernmaterials: Hierfür wurden zunächst im Lernmaterial die Aufgaben und Informationstexte des Materials identifiziert, bei denen Schüleräußerungen mit Bezug zu einem spezifischen Konzept erwartet werden können (z. B. weil die Aufgabe eine Anwendung des Konzepts verlangt). Anschließend wurden die zugehörigen Videoausschnitte, also solche, in denen die identifizierten Karten von den SuS bearbeitet wurden (was für verschiedene Teams z. T. unterschiedlich lange dauerte), ausgewählt und für die weiteren Analyseschritte transkribiert. Der Beitrag fokussiert exemplarisch eine ca. 10-bis-15-minütige Sequenz von Aufgaben zu Kennzeichen naturwissenschaftlicher Fragen.

**(2) Extrahieren von Aussagen mit Bezug zu einem spezifischen Konzept.** In diesem Schritt wurden die in Schritt 1 erstellten Transkripte analysiert, um alle Aussagen zu extrahieren, die aus Beobachtersicht Hinweise darauf enthalten, welches Verständnis die Lernenden zu Kennzeichen naturwissenschaftlicher Fragen haben. Dabei wurde sowohl der im Transkript festgehaltene unmittelbare Kontext der Aussage als auch, falls notwendig, der größere Kontext der Aussage (wie bspw. Sprachduktus der Person, frühere Probleme und Lösungen) bei der Auswahl berücksichtigt. Für jede Aussage wurde vermerkt, welcher Schüler oder welche Schülerin diese bei welcher Aufgabe geäußert hat. Das Beispiel in Tabelle 1 zeigt exemplarisch das Ergebnis der Analyse eines Transkriptstücks (links) zur Bearbeitung der Aufgabe: „Sind die unten aufgelisteten Fragen naturwissenschaftliche Fragen? [Liste mit Bsp.-Fragen]“. Eine extrahierte Aussage ist durch Unterstreichungen (rechts) hervorgehoben, da sie einen Hinweis auf eine Idee von S3 zu Kennzeichen naturwiss. Fragen beinhaltet.

Tab. 1. Transkriptausschnitt zur Aufgabe: „Sind die unten aufgelisteten Fragen naturwiss. Fragen? [Liste mit Bsp.-Fragen]“ (links) und zugehörige extrahierte Aussage (rechts)

<u>Transkriptausschnitt</u>	<u>Extrahierte Aussage</u>
S3: Die erste [Frage] ist keine. Die zweite schon.	
S1: Sicher?	
S3: Es könnte ja irgendein Versuch sein.	<u>Es [2. Frage] könnte ja irgendein Versuch sein.</u>
S3: Oder, was sagst du (schaut S2 an) dazu?	

**(3) Vergleichen der Aussagen und Herausarbeiten von Kernideen.** In diesem Schritt wurden die extrahierten Aussagen der fünf hier fokussierten Teams analysiert und miteinander verglichen. Ziel des Vergleichs war es, Gemeinsamkeiten und Unterschiede bzgl. der aus den Aussagen rekonstruierbaren Ideen zu identifizieren und Gruppen von Aussagen zu bilden, die zu einem gemeinsamen Ideen-Kern mit Bezug zum untersuchten fachmethodischen Konzept zu gehören schienen. Dazu wurden jeweils Aussagen aus möglichst verschiedenen Kontexten und/oder von verschiedenen Personen (maximale Kontraste) und Aussagen aus dem gleichen Kontext und/oder von gleichen Personen (minimale Kontraste) verglichen. Dem in eigenen Worten formulierten Ideen-Kern, im Beispiel: „Zu einer

naturwissenschaftlichen Frage gibt es einen Versuch“ wurden u. a. die folgenden drei Aussagen zugeordnet: „Es könnte ja irgendein Versuch sein“ (s. o.), „Weil man einen Versuch dazu [zu dieser Frage] durchführen kann [ist sie eine naturwiss. Frage]“, „Hab mal einen Versuch dazu bei Galileo gesehen [also ist das eine naturwiss. Frage]“. Im weiteren Verlauf der Auswertung sollen weitere Teams schrittweise hinzugenommen werden. Dabei ist evtl. eine Ausschärfung oder Ergänzung bis dato rekonstruierter Ideen-Kerne notwendig/möglich.

**(4) Vergleichen der Ideen für SuS, Teams und Aufgaben.** Um zu untersuchen, inwiefern sich die Ideen zwischen den Teams unterscheiden oder sich für eine Gruppe oder ein Individuum zeitlich entwickeln, wurde in diesem Schritt eine Datenaufbereitung vorgenommen (s. Tab. 2). In Tabelle 1 notierte Kurzcodes stehen dabei jeweils für einen in Schritt 3 rekonstruierten Ideen-Kern (z. B. der Kurzcode *messen* für den Idee-Kern „Größe(n) aus naturwiss. Frage kann man messen“). Durch Betrachtung von Spalten (Aufgaben), Zeilen (Individuen) oder Zeilengruppen (Teams) und zugehörige Vergleiche lassen sich nun deskriptive Befunde zur Varianz von Ideen ableiten und damit die FF 2 und 3 untersuchen.

Tab. 2. Überblick über die von einzelnen Schül./Teams im Rahmen bestimmter Aufgaben (1a bis 3a) geäußerten Ideen.

Aufg.		1a	1b	1c	2	3a ...
Schül.						
Team 1	S1	messen			Versuch & messen	messen
	S2			eind. Antw.		messen
	S3		Versuch	eind. Antw.		
Team 2	S4		objektiv			eind. Antw.
	S5			eind. Antw.		
	S6	objektiv			individuell & subjektiv	individuell
...						

### Erste Ergebnisse

Bisher lassen sich zu Kennzeichen naturwissenschaftlicher Fragen acht verschiedene Ideen-Kerne identifizieren. Dazu gehören bspw.: „Zu einer naturwiss. Frage gibt es einen Versuch“ oder „Größe(n) aus naturwiss. Frage kann man messen“. Die vergleichende Analyse der von einzelnen SoS/Teams geäußerten Ideen (s. Tab. 2) deutet darauf hin, dass innerhalb eines Teams häufig ähnliche Ideen geäußert werden. Gleichzeitig sind die Ideen im Vergleich zwischen den Teams eher heterogen. Darüber hinaus deuten die Ergebnisse darauf hin, dass bestimmte Aufgaben bei allen Teams zur Generierung ähnlicher Ideen zu führen scheinen, auch wenn die Teams sonst deutlich verschiedene Ideen äußern (s. bspw. Tab. 2, Spalte 1c). Zudem äußern Personen eigene Ideen meist bei späteren Aufgaben erneut, so dass es insgesamt bisher so scheint, als ob Ideen zeitlich stabil sind. Entwicklung i. S. v. Ideenwechsel ist im Rahmen der bisher kurzen Analysesequenzen (ca. 10–15 Min.) schwer aufzuzeigen.

### Ausblick

Das methodische Vorgehen erweist sich ertragreich, um Schülerverständnis zu fachmethodischen Konzepten zu untersuchen. In nächster Zeit soll daher die Analyse auf weitere Gruppen, Sequenzen und Konzepte angewendet und das oben beschriebene Verfahren validiert werden. Die Befunde zur Aufgabenabhängigkeit von Ideen legen zudem nahe, detailliertere Analysen zur Wechselwirkung von Aufgaben und geäußerten Ideen durchzuführen.

*Das im Beitrag vorgestellte Projekt wird von der DFG gefördert (AU 155/11-1).*

**Literatur**

- Koenen, J. (2014). Entwicklung und Evaluation von experimentunterstützten Lösungsbeispielen zur Förderung naturwissenschaftlich-experimenteller Arbeitsweisen. Berlin: Logos.
- Lazonder, A. W. & Egberink, A. (2014). Children's acquisition and use of the control-of-variables strategy: Effects of explicit and implicit instructional guidance. *Instructional Science*, 42(2), 291–304.
- Schecker, H., Neumann, K., Theyßen, H., Eickhorst, B. & Dickmann, M. (2016). Stufen experimenteller Kompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22(1), 197–213. doi:10.1007/s40573-016-0050-3
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland [KMK]. (2005). Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10). München: Luchterhand.
- von Aufschnaiter, C. & Hofmann, J. (2014). Kompetenz und Wissen. Wechselseitige Zusammenhänge und Konsequenzen für die Unterrichtsplanung. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 67(1), 10–16.
- Vorholzer, A. (2016). Wie lassen sich Kompetenzen des experimentellen Denkens und Arbeitens fördern? Eine empirische Untersuchung der Wirkung eines expliziten und eines impliziten Instruktionsansatzes. Berlin: Logos.
- Vorholzer, A. (2017). Lernaufgaben zu fachmethodischen Kompetenzen. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 70(2), 83–89.