

Vorstellungen vom Unsichtbaren

Schülervorstellungen zum Thema Radioaktivität und ionisierende Strahlung

Theoretischer Hintergrund

Dass die Vorstellungen, die Lernende zu naturwissenschaftlichen Begriffen und Konzepten mit in den Unterricht bringen, Lernprozesse entscheidend beeinflussen, ist in der nationalen wie internationalen Naturwissenschaftsdidaktik Konsens. Seit mehr als 40 Jahren leisten zahlreiche Studien zur inhalts- und domänenspezifischen Schülervorstellungsforschung einen wesentlichen Beitrag zur naturwissenschaftsdidaktischen Theoriebildung (siehe Bibliografie von Pfundt und Duit, 2009). Bemerkenswert ist, dass bisher, verglichen mit anderen Themenbereichen, nur wenige Untersuchungen über Schülervorstellungen zur Radioaktivität publiziert wurden, und dass diese zudem überwiegend aus Großbritannien (Eijkelhof & Millar, 1988; Millar, 1994; Boyes & Stanisstreet, 1994) oder den Niederlanden (Lijnse et al., 1990; Eijkelhof, 1990) stammen. Die Befunde dieser Studien sprechen dafür, dass Schüler_innen undifferenzierte und weitgehend naive Vorstellungen bezüglich des Konzepts radioaktiver Materie und Strahlung besitzen und die Begriffselemente häufig unsachgemäß mit dem Konzept von Radioaktivität verknüpfen.

Ziel unserer Untersuchung ist es daher herauszuarbeiten, welche Vorstellungen Schüler_innen aus unterschiedlichen Schulformen zum Ende ihrer obligatorischen Schulzeit mit Begriffen wie Radioaktivität, radioaktive Materie und Strahlung verbinden und inwiefern diese Vorstellungen mit den fachwissenschaftlichen Konzepten übereinstimmen.

Forschungsfragen

Ausgehend von der Zielsetzung der Arbeit haben wir unterschiedliche Fragen behandelt. Im Zentrum dieses Beitrags konzentrieren wir uns auf die Frage:

- Inwiefern gelingt es Schüler_innen der 10. Jahrgangstufe zwischen den Begriffen Radioaktivität, Strahlung und radioaktive Teilchen sachgemäß zu differenzieren?

Methode

Zur Beantwortung unserer Forschungsfragen verwenden wir einen eigens in Anlehnung an Millar (1994) entwickelten Fragebogen zur systematischen Analyse des konzeptuellen Begriffsverständnisses.

Der Fragebogen besteht aus sechs in ihrer Struktur einander gleichenden Aufgaben¹ mit geschlossenem Antwortformat. Alle Aufgaben beginnen mit einer kurzen Beschreibung einer Anwendungsmöglichkeit ionisierender Strahlung (z.B. *Bestrahlung von Erdbeeren zur Haltbarkeitsverlängerung*, s. Aufgabe [1] in Tab. 1). Anschließend werden die Proband_innen aufgefordert, die nachfolgenden Aussagen hinsichtlich ihrer Richtigkeit zu beurteilen.

Dabei erfragen die zu beurteilenden Aussagen, ob das in der Anwendungsmöglichkeit betrachtete Objekt (z.B. *in Aufgabe [1] die bestrahlten Erdbeeren*)

1. (a) viele, (b) wenige oder (c) keine radioaktiven Teilchen enthalten,
2. (a) viele (b) wenige oder (c) keine Strahlung enthalten bzw.
3. (a) stark, (b) schwach oder (c) nicht radioaktiv ist.²

¹ [1] Lebensmittelbestrahlung, [2] Papierdickenmessung, [3] Radiojodtherapie, [4] Röntgendiagnostik, [5] Szintigraphie, [6] Füllstandsmessung

² In der Auswertung findet zunächst keine Unterscheidung zwischen den (a)- und (b)- Aussagen statt.

Die sechs von uns konstruierten Aufgaben richten die Aufmerksamkeit auf drei medizinische und drei technische Anwendungsmöglichkeiten ionisierender Strahlung. Zwei der sechs Aufgaben fokussieren auf das Phänomen der Kontamination und vier der sechs Aufgaben richten die Aufmerksamkeit auf das Phänomen der Bestrahlung.

Stichprobe

Der Fragebogen wurde am Ende des Schuljahres 2015/2016 in zehn Klassen der 10. Jahrgangsstufe aus fünf Berliner Schulen unterschiedlicher Schulformen (Gymnasium, Gesamtschule) eingesetzt. Insgesamt nahmen 238 Schüler_innen ($M_{Alter}=15,49$, $SD_{Alter} = 0,59$) an der Befragung teil. Die Befragung fand innerhalb des regulären Physikunterrichts statt.

Ausgewählte Ergebnisse

Die Datenanalyse erfolgte mittels deskriptiver Analysen (Häufigkeitsverteilungen) und dependenzanalytischer Verfahren (Chi-Quadrat-Test, t-Test für unabhängige Stichproben). In der Tabelle 1 ist die absolute und relative Zustimmungshäufigkeit bezogen auf alle Aussagen differenziert nach Aufgaben ersichtlich.

Die wissenschaftlich korrekten Aussagen sind **fett** gedruckt.

Aufgabe	Gruppe	a	b	a oder b (%)	c (%)	fehlend
[1] Lebensmittelbestrahlung	1	76	119	195 (81,9)	32 (13,5)	11 (4,6)
	2	72	112	184 (77,3)	43 (18,1)	11 (4,6)
	3	19	142	161 (67,7)	66 (27,7)	11 (4,6)
[2] Papierdickenmessung	1	28	108	136 (57,1)	89 (37,4)	13 (5,5)
	2	30	103	133 (55,9)	92 (38,6)	13 (5,5)
	3	17	88	105 (44,1)	120 (50,4)	13 (5,5)
[3] Radiojodtherapie	1	94	124	218 (91,6)	15 (6,3)	5 (2,1)
	2	58	137	195 (81,9)	38 (16,0)	5 (2,1)
	3	30	110	140 (58,8)	93 (39,1)	5 (2,1)
[4] Röntgendiagnostik	1	41	105	146 (61,4)	86 (36,1)	6 (2,5)
	2	62	127	189 (79,4)	43 (18,1)	6 (2,5)
	3	15	97	112 (47,1)	120 (50,4)	6 (2,5)
[5] Szintigraphie	1	101	105	206 (86,6)	26 (10,9)	6 (2,5)
	2	55	135	190 (79,8)	42 (17,6)	6 (2,5)
	3	44	122	166 (69,8)	66 (27,7)	6 (2,5)
[6] Füllstandsmessung	1	49	111	160 (67,2)	67 (28,2)	11 (4,6)
	2	48	130	178 (74,8)	49 (20,6)	11 (4,6)
	3	40	107	147 (61,8)	80 (33,6)	11 (4,6)

Tabelle 1: Absolute und relative Zustimmungshäufigkeit bezogen auf alle Aussagen differenziert nach Aufgaben

Die Tabelle zeigt unter anderem, dass in fünf von sechs Aufgaben zwischen 77,3 % und 81,9 % der Schüler_innen den Aussagen (a) „etwas enthält viel Strahlung“ oder (b) „etwas enthält wenig Strahlung“ zustimmen, obwohl diese Aussagen fachlich nicht korrekt sind. Nur innerhalb der Aufgabe [2] erfahren diese Aussagen mit 55,9 % eine etwas geringere Zustimmung.

In einem nächsten Analyseschritt wurde mit Hilfe von Kreuztabellen und anschließenden Kontingenzanalysen untersucht, inwiefern Zusammenhänge zwischen den Vorstellungen von „etwas enthält radioaktive Teilchen“ und „etwas enthält Strahlung“ bestehen und inwiefern diese Vorstellungen mit der Vorstellung von „etwas ist radioaktiv“ assoziiert sind.

Die Ergebnisse für die Aufgabe [1] (s. Tab. 2) sollen hier exemplarisch für die Ergebnisse aller Aufgaben stehen.

Die wissenschaftlich korrekten Aussagen sind **fett gedruckt**.

	<i>Die Erdbeeren enthalten Strahlung.</i>	<i>Die Erdbeeren enthalten keine Strahlung.</i>	Gesamt
Die Erdbeeren enthalten radioaktive Teilchen.	164	31	195
Die Erdbeeren enthalten <i>keine</i> radioaktiven Teilchen.	20	12	32
Gesamt	184	43	227

	Die Erdbeeren sind radioaktiv.	Die Erdbeeren sind <i>nicht</i> radioaktiv.	Gesamt
Die Erdbeeren enthalten radioaktive Teilchen.	148	47	195
Die Erdbeeren enthalten <i>keine</i> radioaktiven Teilchen.	13	19	32
Gesamt	161	66	227

	Die Erdbeeren sind radioaktiv.	Die Erdbeeren sind <i>nicht</i> radioaktiv.	Gesamt
Die Erdbeeren enthalten Strahlung.	143	41	184
Die Erdbeeren enthalten <i>keine</i> Strahlung.	18	25	43
Gesamt	161	66	227

Tabelle 2: Kreuztabellierung mit anschließender Kontingenzanalyse am Aufgabenbeispiel Lebensmittelbestrahlung [1]

Für die drei Variablenpaare der Aufgabe [1] verweist der Chi-Quadrat-Test nach Pearson auf statistisch signifikante Zusammenhänge ($\chi^2 > 3,85$; $df = 1$; $p < .05$). Allerdings weisen die Werte der Phi-Koeffizienten von .192, .270 und .309 für die jeweilige Prüfung der Variablenpaare auf nur schwache bis mittlere Zusammenhänge hin (vgl. Backhaus et al., 2006). Ähnliche Ergebnisse zeigen auch die Kontingenzanalysen für die anderen fünf Aufgaben (ohne tabellarische Auflistung).

Interpretation und Fazit

Das von uns entwickelte Testinstrument scheint grundsätzlich geeignet, um konzeptuelle Zusammenhänge zwischen den Begriffen Radioaktivität, Strahlung und radioaktive Teilchen systematisch zu untersuchen.

Die Resultate unserer (Pilot-)Studie bestätigen die Befunde vorangegangener Interview- und Fragebogenuntersuchungen, wonach Schüler_innen im Sekundarschulalter undifferenzierte Vorstellungen von Strahlung und radioaktiver Materie haben.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Vorstellungen „etwas enthält radioaktive Teilchen“, „etwas enthält Strahlung“ und „etwas ist radioaktiv“ statistisch signifikant miteinander assoziiert sind. Die Analysen der Antwortmuster legen die Interpretation nahe, dass ein Großteil der befragten Schüler_innen die Bezeichnung „etwas enthält Strahlung“ nutzt, um auszudrücken, dass Strahlung (dauerhaft) absorbiert wurde.

Ausblick

Mittlerweile haben wir den Fragebogen um zwei weitere Aufgaben zum Kontext Kontamination ergänzt. Derzeit arbeiten wir an der Konzeption einer Unterrichtssequenz und deren Evaluation sowie an der Optimierung des Fragebogens und seiner Adaptierung zum Zweck internationaler Vergleichsstudien.

Literatur

- Bortz, J. & Schuster, C. (2010): Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. Berlin: Springer-Verlag, 7., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage
- Boyes, E. & Stanisstreet, M (1994): Children's Ideas about Radioactivity and Radiation: sources, mode of travel, uses and dangers. *Research in Science and Technological Education*, 12 (2), 145-160
- Eijkelhof, H. M. C. & Millar, R. (1988): Reading about Chernobyl: the public understanding of radiation and radioactivity. *School Science Review*, 70 (251), 35-41
- Eijkelhof, H. M. C. (1990) *Radiation and Risk in Physics Education*. Utrecht: CDBeta Press.
- Lijnse, P. L., Eijkelhof, H. M. C, Klaassen, C. W. J. M., & Scholte, R. L. J. (1990): Pupils' and mass-media ideas about radioactivity. *International Journal of Science Education*, 12(1), 67-78
- Millar, R. (1994): School students' understanding of key ideas about radioactivity and ionizing radiation. *Public Understanding of Science*, 3, 53-70
- Pfundt, H. & Duit, R. (2009): *Bibliography - Students alternative frameworks and science education*. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften
- Riesch, W., & Westphal, W. (1975). Modellhafte Schülervorstellungen zur Ausbreitung radioaktiver Strahlung. *Der Physikunterricht*, 9(4), 75-85.