

Schülervorstellungen im Bereich der Radioaktivität

Ausgangspunkt

Mittlerweile gibt es eine kaum noch überschaubare Zahl von Untersuchungen zu Schülervorstellungen und deren Veränderungen durch naturwissenschaftlichen Unterricht (vgl. Pfund & Duit 2009). Während die Vorstellungen von Schüler*innen in wesentlichen Inhaltsbereichen der Chemie und Physik inzwischen als hinlänglich erforscht gelten, sind Untersuchungen zu Schülervorstellungen im Bereich *Radioaktivität und ionisierende Strahlung* national wie international eher selten. Eine Ausnahme bilden die Arbeiten von Eijkelhof (1990), Eijkelhof et al. (1990), Millar (1994), Cooper, Yeo und Zadnik (2003).

Basierend auf den Ergebnissen unserer Pilotierungsstudie (Schrader & Bolte 2018), haben wir unseren eigens konzipierten Fragebogen zur Analyse des konzeptuellen Verständnisses im Themenfeld *Radioaktivität und ionisierende Strahlung* überarbeitet und die optimierte Version mittlerweile in unserer Hauptstudie eingesetzt.

Ziel der Studie ist zu eruieren, inwiefern ein der naturwissenschaftlichen Sichtweise entsprechendes konzeptuelles Verständnis im Themenfeld Radioaktivität zu einer objektiveren Risikowahrnehmung führt.

Fragestellung

Ausgehend von der oben genannten Zielsetzung der Arbeit haben wir unterschiedliche Forschungsfragen untersucht. In diesem Beitrag konzentrieren wir uns auf die Frage:

- *Inwiefern gelingt es Schüler*innen zwischen den Begriffen Radioaktivität, Strahlung und radioaktives Material sachgemäß zu unterscheiden?*

Methode

Zur Beantwortung unserer Forschungsfrage verwenden wir den oben erwähnten Fragebogen, der nunmehr aus acht in ihrer Struktur einander gleichende Aufgaben zur systematischen Analyse des konzeptuellen Begriffsverständnisses von Schüler*innen besteht (Schrader & Bolte 2018).

Die acht Aufgaben thematisieren verschiedene Anwendungsmöglichkeiten radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung, nämlich:

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| [1] Lebensmittelbestrahlung, | [5] Papierdickenmessung, |
| [2] Röntgenuntersuchung, | [6] Füllstandsmessung, |
| [3] Szintigraphie | [7] Leckortung |
| [4] Bodenbelastung, | [8] Radiojodtherapie. |

Somit fokussieren vier der acht Aufgaben auf Bestrahlungsszenarien (Aufgabe [1], [2], [5] und [6]), während die übrigen vier Aufgaben Kontaminationsszenarien in den Blick nehmen (Aufgabe [3], [4], [7], [8]).

Ferner richten die acht Aufgaben die Aufmerksamkeit auf drei medizinische (Aufgabe [2], [3] und [8]) und fünf technische Anwendungsmöglichkeiten ionisierender Strahlung, (Aufgabe [1], [4], [5], [6] und [7]). Dabei ist in den drei beschriebenen medizinischen Anwendungen immer eine lebende Person das betrachtete Objekt. Hingegen werden in den technischen Anwendungsmöglichkeiten keine Personen, aber dennoch belebte Objekte, wie Erdbeeren [1] oder Pilze [4], aber auch nichtbelebte Objekte, wie Papier [5] und Erdöl [7], in den Blick genommen.

Dieses breite Anwendungsspektrum wurde von uns deshalb gewählt, um herauszufinden, inwiefern das Antwortverhalten durch den zugrundeliegenden Kontext determiniert wird.

Stichprobe

Der Fragebogen wurde am Ende des ersten Schulhalbjahres 2018/2019 in 31 Klassen der 10. Jahrgangsstufe aus sieben Schulen unterschiedlicher Schulformen (Gymnasium, Integrierte Sekundarschule) eingesetzt. Insgesamt nahmen 598 Schüler*innen ($M_{Alter}=15,48$, $SD_{Alter}=0,88$) an der schriftlichen Befragung teil. Die Befragung fand innerhalb des regulären naturwissenschaftlichen Unterrichts statt. Die Dauer der Befragung betrug etwa 25 Minuten.

Ausgewählte Ergebnisse

Zur Analyse, inwiefern Zusammenhänge im Antwortverhalten der Schüler*innen im Hinblick auf die verschiedenen Variablen erkennbar und signifikant sind, wurden Kreuztabellierungen mit anschließenden Kontingenzanalysen (χ^2 -Test nach Pearson) durchgeführt (Backhaus et al. 2011).

Die Ergebnisse der Aufgaben [3] und [6] (s. Tab. 1 und Tab. 2) sollen hier exemplarisch für die Ergebnisse aller Kontaminations- und Bestrahlungsaufgaben stehen.

Die wissenschaftlich korrekten Aussagekombinationen sind **fett** hervorgehoben.

1a.	Der Patient enthält <i>Strahlung.</i>	Der Patient enthält <i>keine</i> <i>Strahlung.</i>	Gesamt
Der Patient enthält radioaktive Teilchen.	374 (76,3)	45 (9,2)	419 (85,5)
Der Patient enthält <i>keine</i> radioaktiven Teilchen.	41 (8,4)	30 (6,1)	71 (14,5)
Gesamt	415 (84,7)	75 (15,3)	490 (100)

$\chi^2 > 46,511$; $df = 1$; $p < .001$; $\phi = .308$

1b.	Der Patient ist radioaktiv.	Der Patient ist <i>nicht</i> radioaktiv.	Gesamt
Der Patient enthält Strahlung.	325 (66,3)	90 (18,4)	415 (84,7)
Der Patient enthält <i>keine</i> Strahlung.	37 (7,6)	38 (7,7)	75 (15,3)
Gesamt	362 (73,9)	128 (26,1)	490 (100)

$\chi^2 > 27,643$; $df = 1$; $p < .001$; $\phi = .283$

1c.	Der Patient ist radioaktiv.	Der Patient ist <i>nicht</i> radioaktiv.	Gesamt
Der Patient enthält radioaktive Teilchen.	347 (70,8)	72 (14,7)	419 (85,5)
Der Patient enthält <i>keine</i> radioaktiven Teilchen.	15 (3,1)	56 (11,4)	71 (14,5)
Gesamt	362 (73,9)	128 (26,1)	490 (100)

$\chi^2 > 119,721$; $df = 1$; $p < .001$; $\phi = .494$

Tabellen 1 a-c: Kreuztabellierung am Aufgabenbeispiel Szintigraphie [3]

Deskriptivstatistisch lässt sich den Kreuztabellen zur Aufgabe [3] entnehmen, dass das Gros der Schüler*innen (419, 85,5 %) wissenschaftlich korrekt annimmt, dass ein Patient infolge einer szintigraphischen Untersuchung *radioaktive Teilchen enthält*. Von jenen die annehmen, dass der Patient infolge der Untersuchung *radioaktive Teilchen enthält*, geben 347 Schüler*innen ebenfalls richtig an, dass der Patient dementsprechend auch als *radioaktiv* bezeichnet werden kann. Das entspricht einem prozentualen Anteil bezogen auf die Gesamtzahl gültiger Schülerantworten von 70,8% (s. Tab 1a u. 1c).

Allerdings geht aus den Kreuztabellen der Aufgabe [3] auch hervor, dass ein sehr hoher prozentualer Anteil der Schüler*innen, nämlich 85,7 %, den Aussagen zustimmt, ein Patient würde infolge einer szintigraphischen Untersuchung *viel oder wenig Strahlung enthalten* und das, obwohl diese Aussagen fachlich inkorrekt sind (s.Tab. 1a). Dieser Anteil ist unter jenen,

die angeben, dass der Patient infolge der szintigraphischen Untersuchung radioaktive Teilchen enthält, höher, nämlich 89,3 % (374 von 419 Schüler*innen).

Die Ergebnisse der Kreuztabellen für die Aufgabe [6] Füllstandsmessung zeigen ein sehr ähnliches Bild wie das oben beschriebene (s.Tab. 2a-c).

Die wissenschaftlich korrekten Aussagekombinationen sind **fett** hervorgehoben.

2a.	Die Flüssigkeit enthält Strahlung.	Die Flüssigkeit enthält <i>keine</i> Strahlung.	Gesamt
Die Flüssigkeit enthält radioaktive Teilchen.	93 (75,6)	7 (5,7)	100 (81,3)
Die Flüssigkeit enthält <i>keine</i> radioaktiven Teilchen.	13 (10,6)	10 (8,1)	23 (18,7)
Gesamt	106 (86,2)	17 (13,8)	123 (100)
$\chi^2 > 20,890$; df = 1; p < .001; $\phi = .412$			

2b.	Die Flüssigkeit ist radioaktiv.	Die Flüssigkeit ist <i>nicht</i> radioaktiv.	Gesamt
Die Flüssigkeit enthält Strahlung.	89 (72,4)	17 (13,8)	106 (86,2)
Die Flüssigkeit enthält <i>keine</i> Strahlung.	3 (2,4)	14 (11,4)	17 (13,8)
Gesamt	92 (74,8)	31 (25,2)	123 (100)
$\chi^2 > 34,177$; df = 1; p < .001; $\phi = .527$			

2c.	Die Flüssigkeit ist radioaktiv.	Die Flüssigkeit ist <i>nicht</i> radioaktiv.	Gesamt
Die Flüssigkeit enthält radioaktive Teilchen.	85 (69,1)	15 (12,2)	100 (81,3)
Die Flüssigkeit enthält <i>keine</i> radioaktiven Teilchen.	7 (5,7)	16 (13,0)	23 (18,7)
Gesamt	92 (74,8)	31 (25,2)	123 (100)
$\chi^2 > 29,534$; df = 1; p < .001; $\phi = .490$			

Tabellen 2 a-c: Kreuztabellierung am Aufgabenbeispiel Füllstandsmessung [6]

Für die Variablenpaare der Aufgaben [3] und [6] verweist der χ^2 -Test nach Pearson auf statistisch signifikante Zusammenhänge ($\chi^2 > 3,84$; df = 1; p < .05). Die ermittelten Werte für den Phi-Koeffizienten (ϕ) liegen zwischen .283 und .527 und deuten nach Heise (2009, 58) auf mittlere bis starke Zusammenhänge hin.

Ähnliche Ergebnisse zeigen auch die Kreuztabellierungen und Kontingenzanalysen für die anderen sechs Aufgaben (ohne tabellarische Auflistung).

Interpretation und Fazit

Der von uns entwickelte Fragebogen hat sich zum wiederholten Male als geeignet erwiesen, um konzeptuelle Zusammenhänge zwischen Strahlung, Radioaktivität und radioaktivem Material systematisch zu untersuchen (Schrader & Bolte 2018).

Die Ergebnisse unserer Hauptstudie bestätigen die Befunde vorangegangener Untersuchungen mit kleineren Stichproben (s. o.), wonach Schüler*innen undifferenzierte Vorstellungen von Radioaktivität, Strahlung und radioaktiver Materie haben. Unsere Ergebnisse belegen, dass die Vorstellungen „etwas enthält radioaktive Teilchen“, „etwas enthält Strahlung“ und „etwas ist radioaktiv“ statistisch signifikant miteinander assoziiert sind. Jedoch zeigen unsere Analysen auch, dass die Schüler*innen nicht zuverlässig zwischen Kontamination und Bestrahlung unterscheiden sowie die fachlich inkorrekte Formulierung „etwas enthält Strahlung“ häufig verwenden. Darüber hinaus bringen unsere Ergebnisse zum Vorschein, dass Schüler*innen von Gymnasien und Integrierten Sekundarschulen sich hinsichtlich ihrer Performanz kaum unterscheiden (Schrader, in Arbeit).

Literatur

- Backhaus K., Erichson, B., Plinke, W., Weiber, R. (2011): *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung*. Berlin Heidelberg: Springer, 13. 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
- Cooper, S., Yeo, S. & Zadnik, M. (2003): Australian students' views on nuclear issues: does teaching alter prior beliefs? In: *Physics Education*, 38 (2), 123-129.
- Eijkelhof, H. M. C. (1990): *Radiation and Risk in Physics Education*. Utrecht: CDBeta Press.
- Eijkelhof, H., Klaassen, K., Lijnse, P., & Scholte, R. L. J. (1990): Perceived Incidence and Importance of Lay-Ideas on Ionizing Radiation: Results of a Delphi-Study among Radiation-Experts. In: *Science Education*, 74 (2), 183-195.
- Heise, M. (2009): Heise, Maren (2009): *Informelles Lernen von Lehrkräften. Ein Angebots-Nutzung-Ansatz*. Münster: Waxmann.
- Millar, R. (1994): School students' understanding of key ideas about radioactivity and ionizing radiation. In: *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
- Schrader, N., & Bolte, C. (2018): Vorstellungen vom Unsichtbaren – Schülervorstellungen zum Thema Radioaktivität und ionisierende Strahlung. In: Maurer, C. (Hg.): *Qualitätsvoller Chemie- und Physikunterricht- normative und empirische Dimensionen. Zur Didaktik der Physik und Chemie. Probleme und Perspektiven*. Universität Regensburg, 780-783.
(http://www.gdcp.de/images/tb2018/TB2018_780_Schrader.pdf) (Stand und Zugriff: 27.07.2018 – 12:00 Uhr)
- Schrader, N. (in Arbeit): *Entwicklung und Einsatz eines Testinstruments zur Analyse des konzeptuellen Verständnisses und der Risikowahrnehmung von Schüler*innen im Themenfeld Radioaktivität*. Freie Universität Berlin (Dissertationsschrift). Erscheint voraussichtlich im Herbst 2020.