

Nicole Schrader¹
Claus Bolte¹

¹Freie Universität Berlin

(Un)Wissen und Risikowahrnehmung von Schülern zum Thema Radioaktivität

Theoretischer Hintergrund

Seit ihrer Entdeckung vor gut 120 Jahren durch *Becquerel* zieht die Radioaktivität aufgrund ihres faszinierenden Charakters und ihrer vielfältigen, oft nicht unumstrittenen, Anwendungen die Aufmerksamkeit der Wissenschaftsgemeinde wie auch die einer breiten Öffentlichkeit auf sich (Diehl 2003). Die Vorstellungsforschung zum Phänomen der Radioaktivität und der damit verbundenen Prozesse (Eijkelhof 1990; Millar 1994; Millar & Gill 1996; Schrader & Bolte 2018) zeigt jedoch, dass viele Schüler*innen zentrale Fachtermini und Begriffselemente, wie *Strahlung*, *radioaktives Material* und *Radioaktivität* oder auch *Bestrahlung* und *Kontamination* nicht fach- und sachgerecht verwenden oder verwenden können. Die Analysen der meist mündlichen durchgeführten Befragungen (Interviews) belegen, dass viele Schüler*innen Radioaktivität per se als schädlich für Lebewesen ansehen, was eine quasi ubiquitäre Angst vor nahezu jeder Art von Strahlung erklärt und dazu führt, dass jegliche Strahlenexposition als großes gesundheitliches Risiko wahrgenommen wird. Der Frage aber, inwieweit das (Un-)Wissen von Jugendlichen ihre Wahrnehmung der mit verschiedenen Anwendungen radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung verbundenen Risiken beeinflusst, wurde nach unserem Kenntnisstand bisher noch nicht in systematischer Weise nachgegangen.

Fragestellung

Im Zentrum dieses Beitrags steht daher die Beantwortung der folgenden Forschungsfrage:

- Inwieweit beeinflusst das (Un-)Wissen von Schüler*innen über Radioaktivität und ionisierende Strahlung die Wahrnehmung der mit verschiedenen Anwendungen radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung verbundenen Risiken?

Dabei verstehen wir unter Wissen das fachlich stimmige konzeptuelle Verständnis der Schüler*innen über zentrale Begriffe und Zusammenhänge aus dem Themenfeld Radioaktivität.

Methode

Zur Beantwortung unserer Forschungsfrage verwenden wir ein Befragungsinstrument bestehend aus vier verschiedenen kleinformatischen Testheft-Versionen. Der Forschungsfrage folgend enthalten die Testhefte jeweils Aufgaben zur systematischen Analyse des konzeptuellen Begriffsverständnisses und darüber hinaus Aufgaben zur Ermittlung der Risikowahrnehmung im Bereich der Radioaktivität (Schrader & Bolte 2018; 2019; 2020).

Aufgaben zur systematischen Analyse des konzeptuellen Begriffsverständnisses

Insgesamt haben wir acht in ihrer Struktur einander gleichende Aufgaben zur Analyse des konzeptuellen Begriffsverständnisses entwickelt, die jeweils auf verschiedene Anwendungen radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung fokussieren (Schrader & Bolte 2018; 2020); nämlich:

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

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

[7], [8]). Jede Testheftversion enthält insgesamt fünf der acht konzipierten Aufgaben (vier Ankeraufgaben und eine weitere Aufgabe; systematisch verteilt auf die Testheftversionen).

Die Aufgaben beginnen jeweils mit einer kurzen, bebilderten Beschreibung an deren Ende die Schüler*innen aufgefordert werden, die nachstehenden neun Aussagen dahingehend zu beurteilen, ob sie diese für fachlich richtig oder falsch halten. Dabei lassen sich die neun Aussagen zu drei Aussagegruppen 1., 2. und 3. zusammenfassen. Die Aussagegruppen erfragen, ob das in der Anwendung betrachtete Objekt (z.B. *bestrahlte Erdbeeren* (s. Aufgabe [1]):

1. (a) viele, (b) wenige oder (c) keine radioaktiven Teilchen enthält,
2. (a) viel, (b), wenig oder (c) keine Strahlung enthält und
3. (a) stark, (b) schwach oder (c) nicht radioaktiv ist (Schrader & Bolte 2018; 2020).

Aufgaben zur Ermittlung der Risikowahrnehmung im Bereich der Radioaktivität

Bei der Entwicklung der Aufgaben zur Ermittlung der Risikowahrnehmung im Bereich Radioaktivität haben wir uns an dem wohl bedeutsamsten Ansatz der psychologischen Risikoforschung, dem sog. Psychometrischen Paradigma, orientiert (Slovic 1987; 2000; Fischhoff et al. 1978; Slovic, Fischhoff, Lichtenstein 1985). Die Probanden werden gebeten, verschiedene Risikosituationen (z.B. *Verzehr bestrahlter Lebensmittel, Wohnen in der Nähe eines Kernkraftwerks*) nach ihrem Risiko zu beurteilen (Schrader & Bolte 2019). Für die Einschätzung steht den Probanden hier eine zehnstufige, endpunktbenannte Ratingskala (1 = *überhaupt kein Risiko* bis 10 = *sehr hohes Risiko*) zur Verfügung

Zur Abschätzung des Effekts des konzeptuellen (Un-)Wissens von Jugendlichen auf deren Risikowahrnehmung, hatten wir ursprünglich geplant, die Stichprobe anhand des Kenntnisstands der Proband*innen in drei Gruppen zu teilen und die beiden Gruppen mit den extremsten Ausprägungen hinsichtlich ihrer Risikoeinschätzungen gegenüberzustellen. Dafür war zunächst festzulegen, wann eine Antwort der Jugendlichen als „richtig“, d.h. konzeptuell stimmig und somit der wissenschaftlichen Sichtweise entsprechend, zu bewerten ist. Dieser Festlegung liegen folgende Überlegungen zugrunde:

- Etwas das oder jemand der *radioaktive Teilchen enthält*, gilt auch als *radioaktiv*, und umgekehrt, etwas das oder jemand der *keine radioaktiven Teilchen* enthält, gilt als *nicht radioaktiv*

- weder eine Person noch ein Objekt kann *Strahlung enthalten* (im Sinne von „beinhalten“)

Für die hier betriebene Kompetenzanalyse ist die quantifizierende Unterscheidung zwischen viel/wenig bzw. stark/schwach nicht relevant.

Jede im Dreischritt „richtig“ gelöste Aufgabe wurde mit einem Punkt kodiert; demzufolge konnten bei fünf zu lösenden Aufgaben maximal fünf Punkte erreicht werden.

Stichprobenbeschreibung

An der schriftlichen Befragung nahmen 598 Schüler*innen von insgesamt sieben Berliner Schulen (4 Gymnasien, 3 Integrierte Sekundarschule) der 10. Jahrgangsstufe teil. In die Analysen flossen die Daten von insgesamt 506 Schüler*innen ein.

Ergebnisse

Die Häufigkeitsanalysen zeigen, dass mehr als zwei Drittel (67,8%) der von uns befragten Jugendlichen (N=506) *keine* der fünf Aufgaben konsequent und umfassend wissenschaftlich korrekt beantwortet; und nur 2% der von uns befragten Jugendlichen hat mehr als zwei Aufgaben in Gänze wissenschaftlich korrekt beantwortet (o. Tab. bzw. o. Abb.).

Aufgrund des geringen Anteils wissenschaftlich korrekter Antworten, sahen wir uns gezwungen zugunsten der Teststärke eine Teilung der Stichprobe am Median vorzunehmen.

Im nachfolgenden Diagramm (Abb.1) sind die beiden so generierten Gruppen hinsichtlich ihrer Risikoeinschätzungen gegenübergestellt. Bereits auf den ersten Blick fällt auf, dass die

Jugendlichen, die keine Aufgabe wissenschaftlich korrekt beantwortet haben, die Risiken, die sie mit den ihnen vorgelegten Risikosituationen verbinden, im Mittel höher einschätzen als die Jugendlichen die mindestens eine Aufgabe gänzlich korrekt beantworteten. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden unabhängigen Stichproben lassen sich allerdings nur bei den Einschätzungen der Risiken, die mit der Inkorporation von Radiopharmaka und dem Verzehr radioaktiv belasteter Lebensmittel verbunden sind, feststellen; der Mann-Whitney-U-Test zeigt jeweils hoch signifikante Ergebnisse ($p < 0,01$). Ein statistisch signifikanter Einfluss der Variable *Wissen* auf die Risikowahrnehmung lässt sich nur im Fall *Verzehr radioaktiv belasteter Lebensmittel* feststellen ($\beta = .15$, $p < .05$)

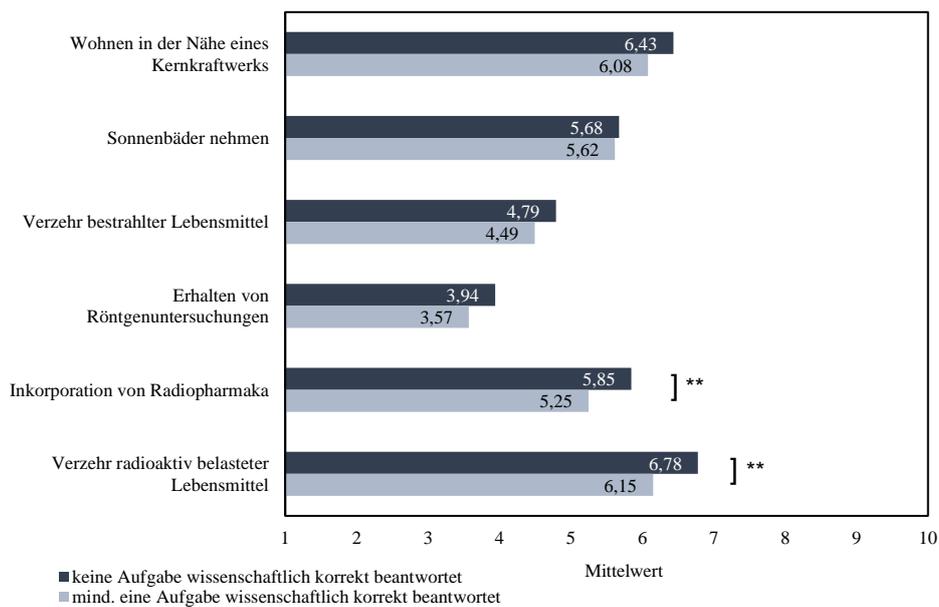


Abb.1: Wahrnehmung und Beurteilung der Risiken differenziert nach konzeptuellem Verständnis der Schüler*innen (Antwortskala: 1 = überhaupt kein Risiko – 10 = sehr hohes Risiko, * $p < 0,01$)

Interpretation und Fazit

Das eigens entwickelte Befragungsinstrument hat sich u.E. als geeignet erwiesen, um Zusammenhänge bzgl. der konzeptuellen Kompetenz von Schüler*innen, die Begriffe *Strahlung*, *radioaktives Material* und *Radioaktivität* in Kombination fachlich korrekt anzuwenden, systematisch zu untersuchen. Der hohe Anteil der Jugendlichen, der leider keine der Aufgaben der wissenschaftlichen Sichtweise entsprechend beantwortet hat, macht deutlich, dass die Jugendlichen die Begriffe eben nicht fach- und sachgerecht sowie konzeptuell angemessen anwenden (können). Insbesondere die fachlich inkorrekte Formulierung „etwas enthält Strahlung“ wird von der Mehrheit der Jugendlichen als fachlich korrekt angenommen. Damit bestätigen unsere Ergebnisse Befunde vorangegangener Studien, die allerdings kleinere Stichproben meist mittels qualitativer Methoden untersucht haben (s.o.).

Ferner zeigen die Ergebnisse unserer Hauptstudie, dass sich Jugendliche, die (zumindest scheinbar) über ein (etwas) besseres Verständnis verfügen, von denen, die keine Aufgabe gänzlich korrekt bearbeiteten, hinsichtlich ihrer Risikoeinschätzungen, in bestimmten Fällen

signifikant und in anderen zumindest in ihrer Tendenz, unterscheiden. Dabei geht ein geringeres Verständnis mit einer größeren Risikowahrnehmung einher.

Literatur

- 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
- Diehl, J. F. (2003): *Radioaktivität in Lebensmitteln*. Weinheim: Wiley
- Eijkelhof, H. M. C. (1990): *Radiation and Risk in Physics Education*. Utrecht: CDBeta Press.
- Fischhoff, B., Slovic, P., Lichtenstein, S., Read, S. & Combs, B. (1978): How safe is safe enough? A psychometric study of attitudes towards technological risks and benefits. In: *Policy Sciences*, 9, 127-152
- Millar, R. (1994): School students' understanding of key ideas about radioactivity and ionizing radiation. In: *Public Understanding of Science*, 3, 53-70.
- Millar, R. & Gill, J.S. (1996): School students' understanding of processes involving radioactive substances and ionizing radiation. In: *Physics Education*, 31 (1), 27-33
- Schrader, N., & Bolte, C. F. (2018): Vorstellungen vom Unsichtbaren – Schülervorstellungen zum Thema Radioaktivität und ionisierende Strahlung. In: Maurer, C. (Hrsg.): *Qualitätsvoller Chemie- und Physikunterricht- normative und empirische Dimensionen*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Regensburg 2017, Band 38, 780-783 (https://www.gdcp.de/images/tagungsbaende/GDCP_Band38.pdf , Zugriff: 27.07.2018 - 12:00 Uhr)
- Schrader, N., & Bolte, C. F. (2019): Todsicher oder sicher tot? Risikowahrnehmung von Schüler*innen im Themenfeld der Radioaktivität. In: Maurer, C. (Hrsg.): *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Band 39, 780-783 (https://www.gdcp.de/images/tagungsbaende/GDCP_Band39.pdf, Zugriff: 21.10.2020 - 13:02 Uhr)
- Schrader, N., & Bolte, C. F. (2020): Schülervorstellungen im Bereich der Radioaktivität. In: Habig, S. (Hrsg.): *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Band 40, 491-494 (https://www.gdcp-ev.de/wp-content/tagungsbaende/GDCP_Band40.pdf, Zugriff: 21.10.2020 - 13:10 Uhr)
- Slovic, P. (1987): Perception of risk. In: *Science*, 236, 280-285
- Slovic, P. (2000): *The Perception of Risk*. London: Earthscan
- Slovic, P., Fischhoff, B. & Lichtenstein, S. (1985): Characterizing perceived risk. In: Kates, R.W., Hohenemser, C. & Kasperson, J.X. (Hrsg.): *Perilous progress: Managing the hazards of technology*. Boulder, CO: Westview, 91-125