

Radioaktivität in Schulbüchern Darstellungen, Aufgaben, Experimente

Einleitung

Schulbücher dienen bis heute häufig als Quelle für Unterrichtsvorbereitungen, aber auch der Unterrichtsdurchführung (Merzyn, 1994; Härting et al., 2012; Girwidz, 2015). Deshalb wurde in einer Schulbuchanalyse erhoben, wie der Unterrichtsinhalt Radioaktivität in gängigen österreichischen Schulbüchern aufbereitet wird. Das Hauptaugenmerk wurde dabei auf das Angebot von Aufgaben (Kauertz, Löffler & Fischer, 2015) und Experimenten (Höttecke & Rieß, 2015) gelegt. Um einen Vergleich herstellen zu können, wurde dies auch für die Themen Optik/Licht und Kreisbewegung/Astronomie erhoben, die ebenfalls im Lehrplan der 4. Klasse Unterstufe enthalten sind (BGBl Nr. 88/1985, aktuelle Fassung). In der Oberstufe sind diese Themengebiete über mehrere Jahrgänge verteilt und in Richtung einer entsprechend stärkeren, fachlichen Vertiefung verschoben (bspw.: Optik → Quantenmechanik). Die Erhebung wurde daher in gleicher Art auch mit Schulbüchern der Oberstufe durchgeführt. Zudem wurden die in den Büchern enthaltenen Abbildungen und Texte zum Themengebiet Radioaktivität analysiert (Girwidz, 2015; Geise & Rössler, 2017). Einen Schwerpunkt bildete hierbei die Frage zu welchen Anteilen Informationen zu „natürlicher bzw. künstlicher Radioaktivität“ enthalten sind und ob sich aus den Abbildungen bzw. Texten eine Tendenz in der Darstellung positiver oder negativer Auswirkungen „radioaktiver Strahlung“ ableiten lässt. Dies erscheint vor allem in Hinblick auf vorhandene Schülervorstellungen zu „natürlicher & künstlicher / gefährlicher & nützlicher Strahlung“ (Hopf & Schecker, 2018) relevant. Zur Erhebung der angebotenen Aufgaben und Experimente sowie Abbildungen und Texte wurde ein Codierungsschema¹ erstellt. Die Intracoder-Reliabilität beträgt 0,95, die Intercoder-Reliabilität: 0,88.

Analog der „Formeldichte“ (vgl. Strahl et al., 2013) wurde im Anschluss die Dichte der unterschiedlichen Aufgabenarten und Experimente pro Schulbuchseite mit den folgenden Formeln berechnet:

$$\text{Aufgabendichte} = \frac{\text{Anzahl der Aufgaben}}{\text{Seitenanzahl}} \quad \text{Experimentdichte} = \frac{\text{Anzahl der Experimente}}{\text{Seitenanzahl}}$$

Die Aufgabendichte und Experimentendichte wurde dabei für die unterschiedlichen Aufgabenarten (Wissen, Anwendung & Transfer, etc.) sowie für Schüler- und Lehrer-Experimente jeweils getrennt erhoben. Als Seitenanzahlen wurden die Seitenzahlen der jeweiligen Kapitel (Kernphysik, Optik, etc.) herangezogen. Für die Buchreihen der Oberstufe wurde die Dichte in den Kapiteln aller Klassenstufen berechnet und anschließend deren Mittelwert gebildet.

Für die Schulbuchanalyse wurden analog der österreichischen Lehrpläne für das Unterrichtsfach Physik (BGBl Nr. 88/1985, aktuelle Fassung) Bücher der 4. Klasse für die Unterstufe, sowie Oberstufenlehrbücher aller Jahrgangsstufen ausgewählt. Insgesamt wurde ein Drittel der approbierten österreichischen Schulbuchreihen (BMBWF & BKA, 2019) für die Unter- und Oberstufe zur Schulbuchanalyse herangezogen (Tab. 1). Dabei wurden jeweils jene fünf Schulbuchreihen analysiert, die laut Befragung von 228 österreichischen Lehrer_innen (vgl. Machart & Strahl, 2020) am häufigsten im Unterricht eingesetzt werden. Eine Ausnahme bildet in der Unterstufe die Schulbuchreihe Schwerelos, die aufgrund der Verfügbarkeit und persönlicher Präferenzen des Erstautors ausgewählt wurde (Tab. 1).

¹ www.strahl.info/_veroeffentlichungen/Mac2019Codierschema_Schulbuchanalyse_Radioaktivitaet.pdf

Unterstufe	Oberstufe
Physik verstehen / Kaufmann et al. (2014)	Big Bang / Apolin (2017-2019)
Physik / Gollenz et al. (2013)	Physik / Sexl et al. (2017-2019)
Physik heute / Fürnstahl et al. (2016)	Physik compact / Nussbaumer (2017-2019)
Mehrfach Physik / Fürböck & Putz (2015)	Faszination Physik / Putz (2018-2019)
Schwerelos / Lackner & Wukowich (2017)	Erlebnis Naturwissenschaften NAWI HLW Gschöpf & Prantl-Maresch (2016-2018)

Tab. 1: Für die Schulbuchanalyse gewählte Schulbuchreihen der Unter- bzw. Oberstufe.

Ergebnisse und Diskussion

In Bezug auf die Aufgabendichte in den Schulbüchern der Unterstufe fällt auf, dass Aufgaben aus der Taxonomiestufe Wissen mit einer Dichte von bis zu 2,4 Fragestellungen pro Kapitel-seite deutlich überwiegen (in Abb. 1 am Kapitel Kernphysik dargestellt). In der Oberstufe nehmen Aufgabenstellungen aus dem Bereich Wissen zu Gunsten der anderen Taxonomiebereiche ab, stellen aber bei den meisten Kapiteln und Schulbüchern dennoch die größte Gruppe von Aufgabenarten dar (Abb. 2).

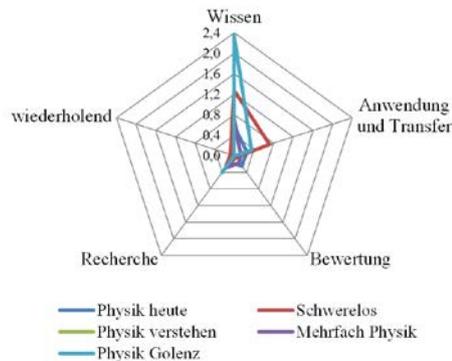


Abb. 1: Aufgabendichte (Unterstufe)

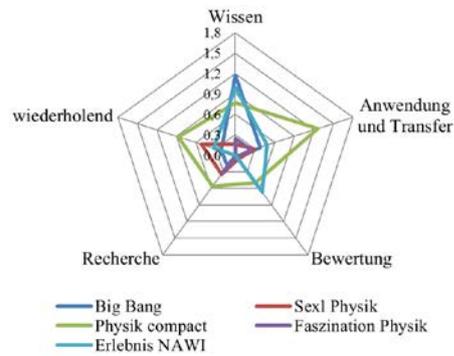


Abb. 2: Aufgabendichte (Oberstufe)

Im Vergleich zur Aufgabendichte darf die mittlere Dichte an Experimenten als eher gering angesehen werden (Tab. 2). Die mit Abstand geringste Schüler-Experimentdichte findet sich beim Kapitel Kernphysik in der Unter- (0,1) bzw. Oberstufe (0,05). Die Anzahl der Lehrerexperimente fällt im Vergleich noch geringer aus, wobei Lehrerexperimente überhaupt nur in den Kapiteln Radioaktivität und Optik/Licht vorhanden sind. Auffallend ist dabei, dass die mittlere Dichte der Lehrerexperimente in der Oberstufe beim Kapitel Licht (0,03) jene beim Kapitel Kernphysik (0,02) übersteigt.

	Mittelwert Experimentdichte			
	Unterstufe		Oberstufe	
	Schülerexp.	Lehrerexp.	Schülerexp.	Lehrerexp.
Kernphysik	0,10	0,02	0,05	0,02
Licht/Optik	1,18	0,01	0,35	0,03
Kreisbewegung	0,50	0	0,25	0

Tab. 2: Mittelwerte der Dichte von Schüler- und Lehrerexperimenten.

Dies könnte auf ein angenommenes Risiko bei Versuchen mit radioaktiven Materialien zurückgeführt werden, welches die Zahl an Versuchen einschränkt. Dass auch zahlreiche ungefährliche und im Unterricht ohne hohen Materialaufwand durchführbare Experimente zu Verfügung stehen würden (vgl. z. B.: Kuhn et al., 2018; Geipel, 2019), wird in den untersuchten aktuellen österreichischen Schulbüchern zu wenig abgebildet.

Schülervorstellungen werden praktisch nur in Büchern der Oberstufe sehr vereinzelt und ausschließlich in textlicher Form thematisiert. Herausgehoben werden darf in diesem Zusammenhang die Schulbuchreihe „Big Bang“, in der zumindest auf die Schülervorstellung „Radioaktivität macht (keine) Superhelden“ und – wie in unterschiedlicher Intensität auch in den anderen Oberstufenbüchern – auf die Modellvorstellung des planetensystemartigen Atombaus eingegangen wird. Unterstufenschulbücher tragen hingegen tendenziell eher zu Schülerfehlvorstellungen bei, als dass sie diese adäquat behandeln (vgl. auch Schecker et al., 2018). Positiv darf hierbei allerdings angemerkt werden, dass das Konzept „Radioaktivität ist ein natürlicher Prozess und umgibt uns ständig“ in allen Schulbüchern enthalten ist und somit beispielsweise der Schülervorstellung entgegenwirken kann, dass Radioaktivität vor allem aus Atomkraftwerken stammt (Neumann, 2013).

Wie in Abb. 3 ersichtlich, überwiegen Abbildungen, die potentiell negative Assoziationen bei Schüler_innen hervorrufen könnten leicht über jene mit positiven Assoziationen. Dies gilt sowohl für die Unterstufe (neg.: 17,3 %; pos.: 15,7 %) als auch für die Oberstufe (neg.: 21,1 %; pos.: 16,4 %). In der Unterstufe wird der leichte Überhang v. a. durch Abbildungen zu (notwendigem) Strahlenschutz mit einem Anteil von 10,7 % verursacht, in der Oberstufe sowohl durch Bilder zu Atomwaffen (9,9 %), als auch zu Strahlenschutzmaßnahmen (7,3 %).

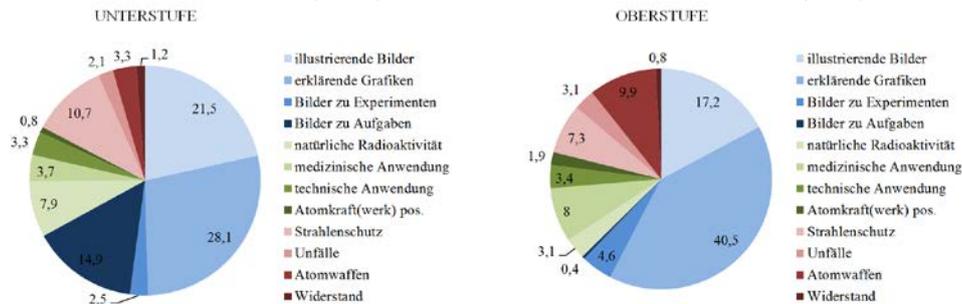


Abb. 3: Mittlerer Anteil von Abbildungen zur allgemeinen Anschaulichkeit (blau) bzw. potentiell positiv (grün) oder negativ (rot) beeinflussende Abbildungen beim Kapitel Radioaktivität.

Die Ergebnisse zu den Abbildungen decken sich mit jenen zu den textlichen Inhalten der Schulbücher (Tab. 3). Texte, die kritische Bewertungsmöglichkeiten zur Thematik Radioaktivität mitschwingen lassen – wie etwa Berichte zu Unfällen, Atomwaffeneinsatz bzw. zur generellen Gefährlichkeit ionisierender Strahlung – überwiegen ebenfalls leicht über jene Textabschnitte, die positive Aspekte in den Vordergrund stellen (z. B. hilfreich und notwendig in der Medizin; extrem hohe Energiedichte atomarer Brennstoffe, etc.).

	Unterstufe		Oberstufe	
	Anzahl	SD	Anzahl	SD
Tendenziell positive Textabschnitte	2,4	1,1	2,2	1,3
Tendenziell negative Textabschnitte	3,6	1,1	3,8	2,0

Tab. 3: Vergleich der durchschnittlichen Anzahl von Textpassagen, die bei Schüler_innen positive bzw. negative Assoziationen zur Thematik Radioaktivität hervorrufen könnten – inkl. Standardabweichung (SD).

Zusammenfassend kann zu den verwendeten Abbildungen und Texten beim Themengebiet Kernphysik festgehalten werden, dass der Anspruch an Schulbücher und Unterricht zu einer ausgewogen Darstellung wertender Inhalte damit erfüllt und dem gesellschaftlichen Konsens in Österreich in Bezug auf Radioaktivität gleichzeitig Rechnung getragen wird. Ferner unterstützen die umfangreichen Darstellungen natürlicher Radioaktivität die Beeinflussung von Schülervorstellungen (Neumann, 2013; Hopf & Schecker, 2018) in positiver Weise.

Literatur

- Apolin, M. (2017). Big Bang 5. Physik RG. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch
- BGBI Nr. 88/1985. Verordnung des Bundesministers für Unterricht und Kunst vom 14. November 1984 über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen; Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht an diesen Schulen. Bundesrecht konsolidiert. Gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen, tagesaktuelle Fassung. Abgerufen am 12.8.2019 von: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568>
- BMBWF & BKA (2019). Schulbuchaktion online. Online Schulbuchsuche zur österreichischen Schulbuchaktion. Abgerufen am 30. 4. 2018 von <http://schulbuchsuche.bmb.gv.at/selection//faces/view.xhtml;jsessionid=C7D4019048AD26EB99392726DFA3504B?windowId=228>
- Fürböck, S. & Putz, B. (2015). Mehrfach Physik 4. Teil 1 – Wissen & Verstehen. Wien. Veritas
- Fürböck, S. & Putz, B. (2015). Mehrfach Physik 4. Teil 2 – Anwenden & Forschen. Wien. Veritas
- Fürnstahl, H., Janisch, S. & Wolfbauer, M. (2016). Physik heute 4. Wien: Veritas
- Geipel, R. (2019): Radioaktivität zum Anfassen. Phillion-Versuche. Abgerufen am 19.8.2019 von: <https://www.radioaktivitaet-zum-anfassen.com/phillion-versuche/>
- Geise, S. & Rössler, P. (2017). Visuelle Inhaltsanalyse. Ein Vorschlag zur theoretischen Dimensionierung der Erfassung von Bildinhalten. In P. Rössler (Hrsg.), Inhaltsanalyse (3. Auflage). Konstanz & München: UVK Verlagsgesellschaft, S. 341-361
- Girwidz, R. (2015). Medien im Physikunterricht. In E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), Physikdidaktik. Theorie und Praxis (3. Aufl.). Berlin & Heidelberg: Springer
- Gollenz, F., Breyer, G., Tentschert, H.-H. & Reichel, E. (2013): Physik 4. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch
- Gschöpf, S. & Prantl-Maresch, U. (2016). Erlebnis Naturwissenschaften 3. NAWI HLW. Wien: Verlag Hölder-Pichler-Tempsky
- Härtling, H., Kauertz, A. & Fischer, H.E. (2012). Das Schulbuch im Physikunterricht. MNU 65/4, S. 197-200
- Hopf, M. & Schecker, H. (2018). Schülervorstellungen zu fortgeschrittenen Themen der Schulphysik. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis. Berlin: Springer-Verlag, S. 225-242
- Höttecke, D. & Rieß, F. (2015). Naturwissenschaftliches Experimentieren im Lichte der jüngeren Wissenschaftsforschung – Auf der Suche nach einem authentischen Experimentbegriff der Fachdidaktik. ZfDN 21, S.127–139
- Kauertz, A., Löffler, P. & Fischer, H.E. (2015). Physikaufgaben. In E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), Physikdidaktik. Theorie und Praxis (3. Aufl.). Berlin & Heidelberg: Springer
- Kaufmann, E., Zöchling, A., Masin, C. & Grois, G. (2014). Physik verstehen 4. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch
- Kuhn, J., Schäfer, M., Hauck, B. & Ulber, R. (2018). Ionisierende Strahlung mit dem Smartphone messen. Chemie in unserer Zeit 52, S. 160-163
- Lackner, A. & Wukowich, M. (2017). Schwerelos. Physik 4. Wien: E. Dörner
- Lackner, A. & Wukowich, M. (2017). Schwerelos. Physik 4. Arbeitsheft. Wien: E. Dörner
- Machart, P. & Strahl, A. (2020): Versuche im Physikunterricht an österreichischen Schulen – eine Bestandsaufnahme. Unter besonderer Berücksichtigung des Themengebietes Radioaktivität. PhyDid B (in Arbeit)
- Merzyn, G. (1994). Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht. Beiträge auf der Grundlage einer Befragung westdeutscher Physiklehrer. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN)
- Neumann, S. (2013). Schülervorstellungen zum Thema Strahlung. Ergebnisse empirischer Forschung und Konsequenzen für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Dissertation. Universität Wien
- Nussbaumer, A. & Nussbaumer, B. (2017). Physik compact. Basiswissen 5. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch
- Putz, B. (2018). Faszination Physik. 5 bis 6. Wien: Veritas
- Rössler, P. (2017). Inhaltsanalyse (3. Aufl.). Konstanz & München: UVK Verlagsgesellschaft
- Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M. & Duit, R. (Hrsg.) (2018). Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis. Berlin: Springer-Verlag
- Sexl, U.S., Kühnelt, H., Stadler, H., Jakesch, P. & Sattlberger, E. (2017). Physik 5. Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch
- Strahl, A., Thiele, S. & Müller, R. (2013). Formeln in Physik(schul)büchern – eine quantitative Untersuchung. In S. Bernholt (Hrsg.), Inquiry-based Learning – Forschendes Lernen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Hannover 2012. Kiel: IPN, S. 329 – 331

Aus Platzgründen wurde für die Schulbücher der Oberstufe jeweils nur eine Ausgabe exemplarisch zitiert.