

## Versuche im Physikunterricht an österreichischen Schulen – eine Bestandsaufnahme - Unter besonderer Berücksichtigung des Themengebietes Radioaktivität -

Peter Machart\*, Alexander Strahl<sup>+</sup>

\*Universität Salzburg, School of Education, AG Didaktik der Physik und Pädagogische Hochschule Salzburg Stefan Zweig, peter.machart@sbg.ac.at

<sup>+</sup>Universität Salzburg, School of Education, AG Didaktik der Physik, alexander.strahl@sbg.ac.at

### Kurzfassung

Eine Onlinebefragung österreichischer Physiklehrer\_innen (n=228) zur Durchführung von Versuchen – insbesondere beim Themengebiet Radioaktivität – zeigt, dass diese von der überwiegenden Mehrheit der Lehrkräfte als sinnvoll angesehen wird. Die meisten Lehrer\_innen finden an ihren Schulen gute Voraussetzungen für die Durchführung von Demonstrationsexperimenten und Schülerversuchen vor. Dies gilt auch für das Unterrichtsthema Radioaktivität. Trotzdem ist der Anteil von Lehrer- und Schülerversuchen beim Themengebiet Radioaktivität deutlich geringer, als bei anderen Unterrichtsinhalten derselben Schulstufe. Mögliche Gründe werden im Folgenden dargestellt.

### 1. Einleitung

Lehrende des Unterrichtsfaches Physik an österreichischen Schulen wurden mit einem Onlinefragebogen zur Durchführung von Versuchen – insbesondere beim Unterrichtsthema Radioaktivität – befragt. Die Umfrage wurde mit dem Onlinetool von SoSci Survey ([www.sosci-survey.de](http://www.sosci-survey.de)) erstellt und durchgeführt. Eine Offlineversion des Fragebogens ist unter: [www.strahl.info/\\_veroeffentlichungen/MacStr2020Radioaktivitaet\\_Lehrerfragebogen\\_Zusatz.pdf](http://www.strahl.info/_veroeffentlichungen/MacStr2020Radioaktivitaet_Lehrerfragebogen_Zusatz.pdf) verfügbar.

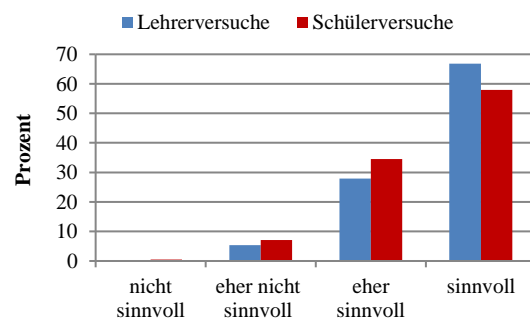
Ein Ziel war es dabei zu erheben, in welchem Umfang Lehrerversuche und Schülerversuche im Unterricht durchgeführt werden und ob sich – wenn ja aus welchen Gründen – die Durchführungshäufigkeit beim Themengebiet Radioaktivität von jener bei anderen Unterrichtsinhalten unterscheidet. Weiteres sollte die grundsätzliche Akzeptanz und Verbreitung von Experimentierkits aus dem Lehrmittelversand und der Bedarf für ausleihbares Experimentiermaterial zum Themengebiet Radioaktivität festgestellt werden, um zu eruieren, ob die Entwicklung eines kostenlos ausleihbaren Experimentierkoffers als Alternative zu den meist hochpreisigen Experimentalsets aus dem Lehrmittelversand zielführend ist.

Insgesamt nahmen 228 Lehrer\_innen an der Befragung teil (41 % weiblich, 59 % männlich). Die meisten teilnehmenden Lehrkräfte (ca. 65 %) unterrichten an allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS), je rund 17 % an Hauptschulen/Mittelschulen (NMS) und berufsbildenden höheren Schulen (BHS).

Die vorliegende Untersuchung ist in ein Dissertationsprojekt eingebettet, das mit dem zufälligen Fund von radioaktiven Gesteinsproben in biologischen Sammlungen an Salzburger Schulen begann, deren Existenz dem aktuellen Lehrkörper nicht bekannt war (Machart et al. 2018).

### 2. Durchführung von Versuchen

Die Ansicht, dass die Durchführung von Versuchen sinnvoll ist und Bestandteil des Physikunterrichts sein sollte, wird von einem Großteil der befragten Lehrkräfte geteilt. Wie in Abb. 1 ersichtlich, werden Demonstrationsversuche durch die Lehrperson dabei als etwas sinnvoller angesehen, als Versuche von Schüler\_innen ( $F(1, 225) = 4,71; p = 0,31; \eta^2 = 0,02$ ).



**Abb.1:** Sinnhaftigkeit von Versuchen im Physikunterricht. Dies deckt sich auch mit den Angaben zur realen Durchführung von Lehrer- und Schülerversuchen im Unterricht der befragten Lehrer\_innen (Tab. 1).

	Lehrerversuche	Schülerversuche
Trifft nicht zu	0 %	6,3 %
Trifft eher nicht zu	16,9 %	29,7 %
Trifft eher zu	56,4 %	44,6 %
Trifft völlig zu	26,7 %	19,4 %

**Tab.1:** „In meinem Physikunterricht lege ich besonderen Wert auf die Durchführung von Lehrer-/Schülerversuchen.“

Die deutlich häufigere Durchführung von Lehrerversuchen ( $F(1, 221) = 30,67; p < 0,001; \eta^2 = 0,12$ ) ist dabei sicher auch auf die unterschiedliche Durchführungsmöglichkeit an den Schulen zurückzuführen (vgl. Abb. 7). Winkelmann & Erb (2018) konnten jedoch zeigen, dass es für den Lernerfolg bei den

Lernenden keine Rolle spielt, ob die Durchführung von Versuchen im Unterricht durch die Lehrkraft oder die Schülerinnen und Schüler erfolgt. Des Weiteren wird in der Literatur die Sinnhaftigkeit von Schülerversuchen zum Teil kritisch beurteilt (vgl. u.a. Höttecke & Rieß 2015; Hopf 2007; Strahl et al. 2016). Dies liegt v. a. daran, dass Versuche im Schulunterricht häufig nicht im Sinne eines naturwissenschaftlichen Experimentes durchgeführt werden (können). Denn weitgehend selbstständiges Experimentieren benötigt gut durchdachte Aufgabendesigns und (über)fordert Schülerinnen und Schüler nicht selten (Meier & Mayer 2014). Meist dienen Versuche im Unterricht der Veranschaulichung von bekannten Sachverhalten und werden dementsprechend - vor allem von jüngeren Schüler\_innen - häufig in „Kochrezeptform“ durchgeführt (Metzger & Sommer 2010). Dies bestätigt sich auch in der vorliegenden Befragung. Nur rund ein Viertel der Lehrkräfte gibt an, Methoden des forschend-entdeckenden Lernens (vgl. Schmidkunz & Lindemann 1995) regelmäßig im eigenen Unterricht zu integrieren, über 30 Prozent gar nicht – die restlichen knapp 45 Prozent „eher nicht“.

Die Auswirkung auf den Erkenntnisgewinn der Lernenden durch Schülerversuche kann also durchaus in Frage gestellt werden (vgl. Hopf 2007; Strahl et al. 2016), zumal im schulischen Bereich vor allem der Nachbereitung eines Versuches ein hoher Anteil am Lernzuwachs zukommen dürfte (Muth & Erb 2017). In diesem Artikel wird daher bewusst der Begriff Versuch statt Experiment verwendet (vgl. Bleichroth et al. 1991, S. 218), wenngleich im Fragebogen, der Alltagssprache geschuldet, teilweise der Begriff Experiment eingebaut wurde.

Wie Abb. 2 zeigt, werden Anleitungen für Versuche aus unterschiedlichen Quellen entnommen. Wie zu erwarten, dominiert das Internet als (schnelle) Informationsquelle bei mehr als der Hälfte aller Befragten. An zweiter Stelle (von rund 40 % der Befragten) werden vorgefertigte Versuche aus Experimentierkästen bevorzugt. Von rund einem Drittel der Befragten werden als Grundlage für Versuchsdurchführungen aber auch Fachliteratur und Schulbücher herangezogen. Erprobte Anleitungen von Fortbildungsveranstaltungen bzw. von Kolleg\_innen dienen bei knapp 30 Prozent der Befragten als Informationsquelle. Versuchsanleitungen aus Fachzeitschriften werden nur von rund einem Fünftel der Lehrkräfte regelmäßig verwendet (Abb. 2).

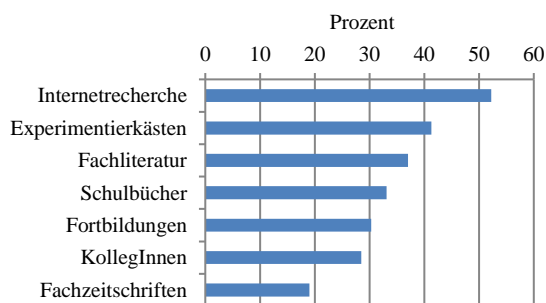


Abb.2: Vorwiegende Quellen für Versuchsanleitungen.

Diese Ergebnisse sind mit jenen von Härtling, Kauertz & Fischer (2012) vergleichbar, die den Anteil der Nutzung unterschiedlicher Quellen für die Unterrichtsvorbereitung von 112 Lehrer\_innen mehrerer Schulformen und (deutscher) Bundesländer erhoben. Auch hier wird das Internet als häufige Quelle genannt. Da es bei dieser Untersuchung allerdings um allgemeine Unterrichtsvorbereitung und nicht nur um die Vorbereitung von Experimenten ging, wurden mit noch größerer Häufigkeit das Schulbuch und (das bei der vorliegenden Untersuchung nicht erhobene) „eigene Vorwissen“ angeführt. Fachliteratur, Fortbildungen und Kolleg\_innen wurden ebenfalls mit einer mittleren Häufigkeit als Quelle zur Unterrichtsvorbereitung genannt, Fachzeitschriften selten (Härtling, Kauertz & Fischer 2012).

Versuche werden im Unterricht der befragten Lehrkräfte grundsätzlich in allen Phasen durchgeführt. Am häufigsten werden Demonstrationsversuche durch die Lehrperson zum Einstieg in eine Unterrichtsstunde bzw. in der Erarbeitungsphase eingesetzt, seltener zur Anwendung bzw. Sicherung der Unterrichtsinhalte und kaum zur Wiederholung des Unterrichtsstoffes (Abb. 3). Wie im Vergleich von Abb. 3 und 4 ersichtlich, werden Schülerversuche im Gegensatz dazu zum Einstieg in die Unterrichtsstunde eher selten genutzt. Dies entspricht wiederum der Natur von Schülerversuchen – und eben nicht naturwissenschaftlichen Experimenten – da hier v. a. Sachverhalte nachvollzogen werden sollen. Deutlich häufiger werden Schülerversuche daher zur Anwendung und Sicherung des Stoffes herangezogen. In Bezug auf den Einsatz in der Erarbeitungsphase finden Schülerversuche (zwar etwas weniger als Lehrerversuche) ebenso recht häufig Verwendung. Der Wiederholung dienen sie, wie Lehrerversuche, eher selten. Generell ist die Durchführung von Experimenten bei vielen Physiklehrenden ein fixer Bestandteil des Unterrichts und nimmt entsprechend auch einen größeren Teil der Unterrichtszeit in Anspruch - wie Videostudien zeigen (Duit 2005; Tesch & Duit 2004; Aufschnaiter & Welzel 2001).

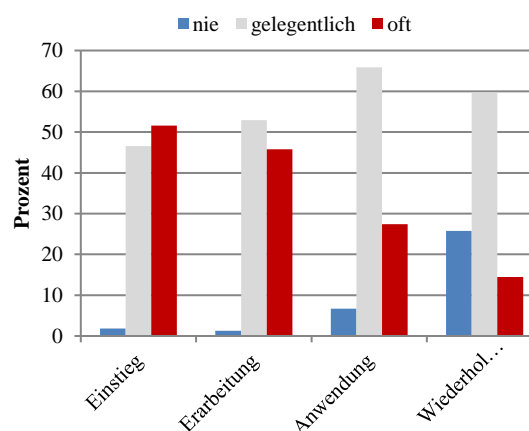
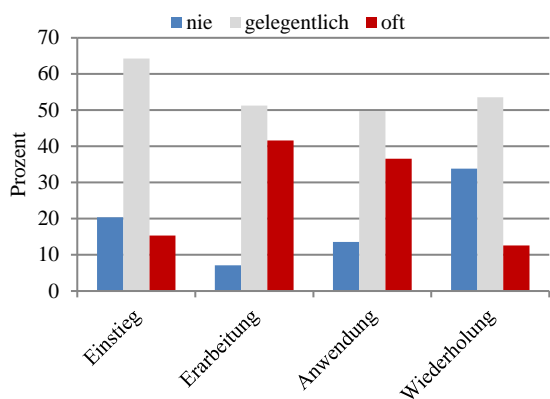


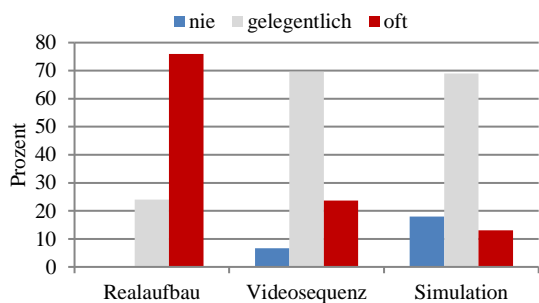
Abb.3: Bevorzugte Unterrichtsphase zur Durchführung von Lehrerversuchen (zur besseren Vergleichbarkeit wurde die 5er-Skalierung des Fragebogens auf eine 3er-Skalierung reduziert – gilt auch nachfolgend).



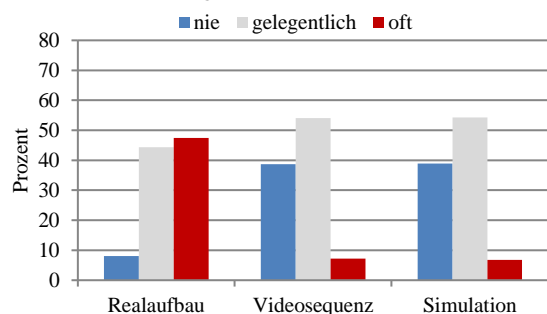
**Abb.4:** Bevorzugte Unterrichtsphase zur Durchführung von Schülerversuchen.

Wenn Versuche durchgeführt werden, dann in den meisten Fällen als Realaufbau. Dies gilt sowohl für Lehrerversuche (Abb. 5) als auch für Schülerversuche (Abb. 6), wobei Demonstrationsversuche durch Lehrpersonen ungleich häufiger durchgeführt werden als Versuche durch Schülerinnen und Schüler.

Gelegentlich werden zur Veranschaulichung von Sachverhalten auch Animationen und Videosequenzen (vgl. Sterzing, Varnai & Reinhold 2019) bzw. – deutlich seltener – Experimente in Form von Computersimulationen (vgl. z. B. Kirstein & Nordmeier 2014 & 2019; Reska 2005) eingesetzt. Letztere vor allem als Demonstrationsversuche durch die Lehrperson und kaum im Zuge eigenverantwortlichen Arbeitens durch die Lernenden. Dabei würde gerade eigenständiges Arbeiten bei Schülerinnen und Schülern auf großes Interesse stoßen, wie Untersuchungen zeigen (Herbst, Hochwarter & Strahl 2017).

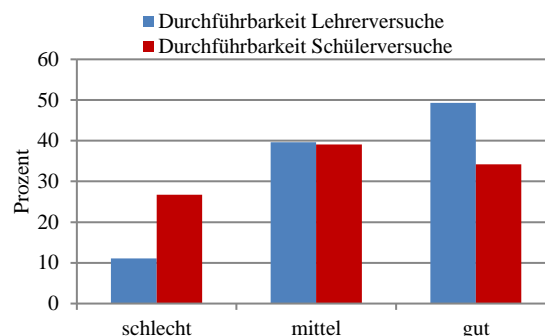


**Abb.5:** Durchführungsorten von Lehrerversuchen.



**Abb.6:** Durchführungsorten von Schülerversuchen.

Für die Durchführbarkeit von Realversuchen, hinsichtlich ausreichend vorhandenem Experimentiermaterial beziehungsweise geeigneten Räumen (z. B. Physiksaal), zeigt sich folgendes Bild (Abb. 7).



**Abb.7:** Durchführbarkeit von Versuchen an der Schule.

Knapp 50 Prozent der Befragten schätzen die Durchführungsmöglichkeiten für Lehrerversuche gut ein, weitere 40 Prozent schätzen diese mittelmäßig ein. Nur rund 10 Prozent finden an ihren Schulen schlechte Bedingungen vor. Bei den vorhandenen Möglichkeiten für Schülerversuche reduziert sich die Zustimmung deutlich. Nur mehr rund ein Drittel der Lehrkräfte stimmen der Aussage „Ich habe an meiner Schule gute Möglichkeiten reale Schülerversuche im Physikunterricht durchzuführen“ völlig zu. Analog der Durchführbarkeit von Lehrerversuchen bewerten weitere 40 Prozent der Befragten die Möglichkeiten für Schülerversuche mittelmäßig. Für ein Viertel sind die Möglichkeiten zur Durchführung von Schülerversuchen an der eigenen Schule schlecht. Insgesamt sind die Voraussetzungen für Lehrerversuche an den Schulen der befragten Lehrkräfte also deutlich besser gegeben als für Schülerversuche ( $F(1, 224) = 55,43$ ;  $p < 0,001$ ;  $\eta^2 = 0,20$ ).

Im Zuge des Fragebogens wurde auch die Durchführungshäufigkeit von Lehrer- bzw. Schülerversuchen bei ausgewählten Themengebieten im Physikunterricht der 8. Schulstufe, bzw. analog in der Oberstufe, erhoben (Lehrpläne s. BGBl. Nr. 88/1985). Auffallend ist hierbei, dass die Antwortmöglichkeit „Demonstrationsversuche werden bei diesem Themengebiet nie durchgeführt“ beim Thema Radioaktivität in 40 Prozent aller Fälle gewählt wurde. Beim Thema Optik hingegen gar nicht und bei den Unterrichtsthemen Elektrizität (weniger als fünf Prozent) und dem naturgemäß theorielastigeren Thema Astronomie/Kreisbewegung - mit knapp 13 Prozent - ebenfalls deutlich weniger häufig (Abb. 8). Oft, das heißt in mehr als der Hälfte aller Unterrichtsstunden, werden Lehrerversuche hingegen bei den Themenbereichen Elektrizität (von fast 60 Prozent der Befragten) und Optik (mehr als die Hälfte der Lehrkräfte) durchgeführt, bei den Bereichen Kreisbewegung/Astronomie von rund 15 Prozent und beim Thema Radioaktivität nur von 10 Prozent der Lehrer\_innen. Allerdings werden bei diesen beiden Themen mit einem hohen Anteil „gelegentlich“ Versuche durchgeführt – bei Kreisbewegung von über 70 Prozent, bei Radioaktivität von knapp 50 Prozent der Lehrenden. Betrachtet man die Antworten in Bezug auf die Durchführung von Schülerversuchen (Abb. 9), wird das Ergebnis noch deutlicher. Beim Themengebiet Radioaktivität werden in über 80 Prozent der Fälle keine Versuche

durch Schülerinnen und Schüler durchgeführt (beim Thema Kreisbewegung in 40 Prozent der Fälle). Die Antwortmöglichkeit „oft“ – für die Durchführung von Schülerversuchen in mehr als der Hälfte der Unterrichtsstunden – wurde hingegen bei allen Unterrichtsthemen mit deutlich geringerer Häufigkeit gewählt: Beim Thema Elektrizität von 40 Prozent der befragten Lehrer\_innen, beim Thema Optik von 30 Prozent und beim Unterrichtsinhalt Astronomie und Kreisbewegung von weniger als 10 Prozent. Beim Themengebiet Radioaktivität werden sogar von weniger als 1 Prozent der Lehrkräfte regelmäßig Schülerversuche durchgeführt.

Die Ergebnisse zur Durchführungshäufigkeit von Versuchen (Abb. 8 & 9) erscheinen dabei für die Unterrichtsthemen Optik und Elektrizität vor dem Hintergrund der allgemeinen Durchführbarkeit von Versuchen an den einzelnen Schulen (Abb. 7) plausibel. Auffallend ist die deutlich geringere Durchführungshäufigkeit von Lehrer- und Schülerversuchen beim Themengebiet Radioaktivität. Dabei wäre auch bei diesem Themengebiet die Durchführung praktischer Versuche möglich und didaktisch sinnvoll (Vahlbruch 2017; Philipsborn & Geipel 1999).

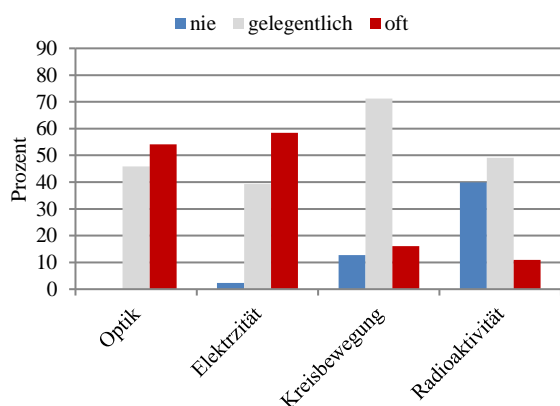


Abb.8: Durchführungshäufigkeit von Lehrerversuchen nach Unterrichtsthema.

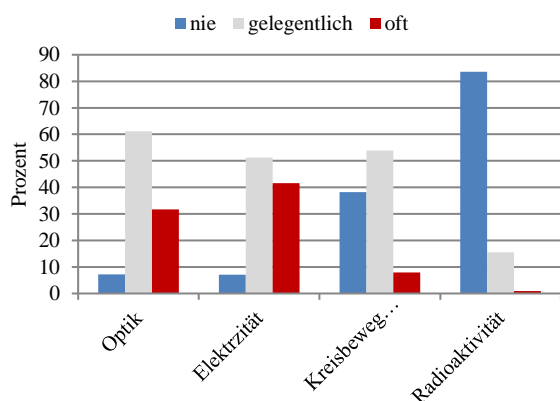


Abb.9: Durchführungshäufigkeit von Schülerversuchen nach Unterrichtsthema.

### 3. Versuche beim Themengebiet Radioaktivität

Vergleicht man die Ergebnisse zur (von den Lehrkräften) grundsätzlich angenommenen Sinnhaftigkeit von

Versuchen im Physikunterricht (Abb. 1) mit der realen Durchführung von Lehrer- bzw. Schülerversuchen allgemein (Abb. 5 & 6) und stellt diesen die reale Umsetzung beim Themengebiet Radioaktivität gegenüber (Abb. 13 & 14), so erhält man das Ergebnis in Tabelle 2 & 3.

Der Zusammenhang zwischen der angenommenen Sinnhaftigkeit von Versuchen und der realen Umsetzung ist deutlich gegeben ( $r = 0,34; p < 0,001$ ). Wird die Durchführung von Lehrerversuchen grundsätzlich als wenig sinnvoll angesehen, werden auch selten Demonstrationsexperimente gezeigt (8 %). Sind die Lehrkräfte von der Sinnhaftigkeit überzeugt, werden auch entsprechend öfter Lehrerversuche durchgeführt (77 %). Analog der Durchführbarkeit von Versuchen (Abb. 7), kann es dabei natürlich aber auch vorkommen, dass Lehrkräfte die Durchführung von Demonstrationsversuchen zwar sinnvoll fänden, in der Praxis aber trotzdem selten umsetzen (15 %).

Für die Schülerversuche zeigt sich ein ähnliches Ergebnis ( $r = 0,32; p < 0,001$ ). Auch hier werden von den meisten Lehrer\_innen, die Schülerversuche grundsätzlich sinnvoll finden, diese auch umgesetzt (73 %) – und umgekehrt (1 % nie; 7 % selten).

Durchführung generell	Lehrerversuche		Schülerversuche	
	nicht sinnvoll	sinnvoll	nicht sinnvoll	sinnvoll
nie	-	-	1 %	7 %
selten	6 %	15 %	7 %	9 %
oft	2 %	77 %	3 %	73 %
Korrelation: $r = 0,34; p < 0,001$		$r = 0,32; p < 0,001$		

Tab. 2: Korrelation der angenommenen Sinnhaftigkeit von Lehrer- und Schülerversuchen und der realen Durchführung von Versuchen im Physikunterricht generell.

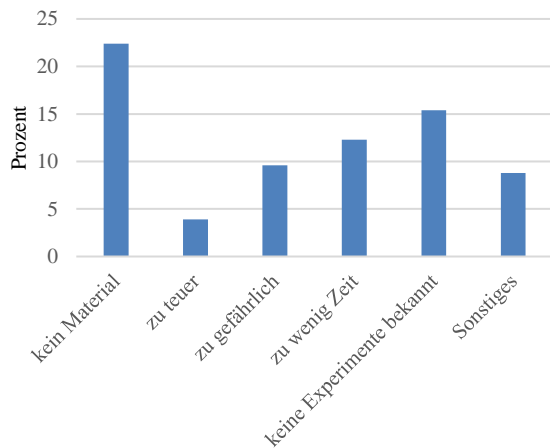
Korreliert man hingegen die Ergebnisse für die von den Lehrpersonen angenommenen Sinnhaftigkeit von Versuchen mit der realen Durchführung von Demonstrationsexperimenten beim Unterrichtsthema Radioaktivität (Tab. 3), so zeigt sich ein anderes Bild. Obwohl die Durchführung von Demonstrationsexperimenten mehrheitlich als sinnvoll angesehen wird, werden trotzdem von 35 % nie und von 45 % der befragten Lehrkräfte selten Experimente durchgeführt ( $r = 0,13; p = 0,06$ ). Noch deutlicher wird dies bei der Korrelation für Schülerversuche ( $r = 0,07; p = 0,29$ ). Hier werden von 71 % der Lehrkräfte im Unterricht keine Schülerversuche durchgeführt, obwohl diese grundsätzlich als sinnvoll angesehen werden würden.

Durchführung Radioakt.	Lehrerversuche		Schülerversuche	
	nicht sinnvoll	sinnvoll	nicht sinnvoll	sinnvoll
nie	4 %	35 %	11 %	71 %
selten	3 %	45 %	2 %	14 %
oft	6 %	13 %	-	2 %
Korrelation: $r = 0,13; p < 0,06$		$r = 0,07; p < 0,29$		

Tab. 3: Korrelation der angenommenen grundsätzlichen Sinnhaftigkeit von Lehrer- und Schülerversuchen und der realen Durchführung von Versuchen zum Themengebiet Radioaktivität.

Auf die Frage, warum beim Thema Radioaktivität weniger Versuche durchgeführt werden, gaben mehr

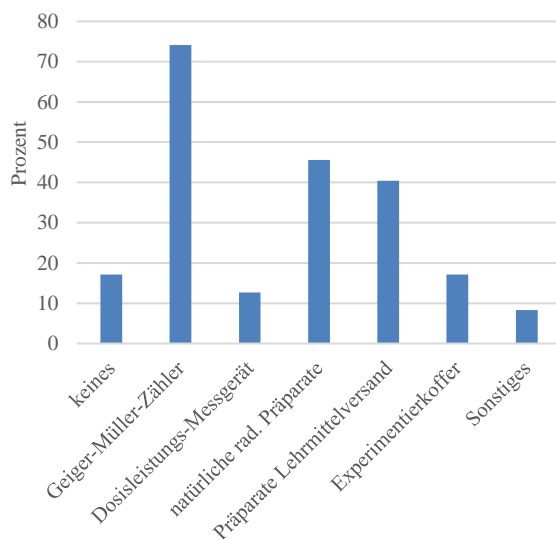
als 20 Prozent der Befragten an, über kein Material zu verfügen (Abb. 10). 15 Prozent sind keine geeigneten Versuche bekannt. Etwa zehn Prozent empfinden Versuche mit radioaktivem Material als zu gefährlich. Bei sonstigen Gründen wurden z. B. kaputte Geräte und veraltete Strahlenquellen angeführt, was sich zum Teil mit dem angeführten Grund „zu teuer“ decken dürfte.



**Abb.10:** Warum weniger Versuche beim Thema Radioaktivität?

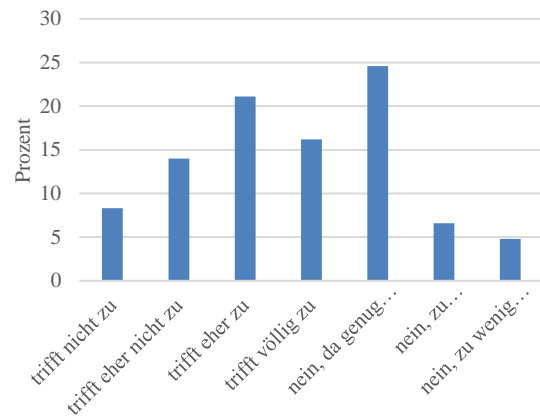
Darüber hinaus wurde die Ansicht, dass Versuche („nur das Klicken des Geigerzählers“) bei diesem Themengebiet ohnehin nicht wesentlich zur Steigerung des konzeptuellen Verständnisses bei den Schülerinnen und Schülern führen würde, angeführt.

Insgesamt verfügen relativ viele Schulen über Experimentiermaterial zum Themengebiet Radioaktivität (Abb. 11). Fast drei Viertel aller Lehrenden haben an ihrer Schule einen Geiger-Müller-Zähler. Allerdings geben nur rund 40 Prozent an, auch radioaktive Präparate zu Verfügung zu haben. Über einen Experimentierkoffer verfügen weniger als 20 Prozent. Unter sonstigen Materialien wurden u. a. angegeben: (selbstgebaute) Nebelkammer, alte Uhren mit Radium oder Tritium, Kaliumdünger, etc.



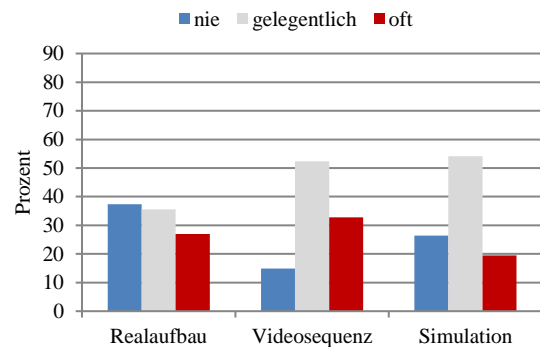
**Abb.11:** Experimentiermaterial zu Radioaktivität

Falls Demonstrationsversuche (Material mit Geigerzähler, etc.) zum Ausleihen zu Verfügung stünden, würden fast 40 Prozent aller befragten Lehrkräfte davon Gebrauch machen. Rund 25 Prozent würden dieses Angebot nicht benötigen, da an der eigenen Schule ausreichend Material vorhanden ist. Der Rest würde ebenfalls darauf verzichten – u. a. aus Zeitgründen, bzw. weil Versuche mit radioaktivem Material als zu gefährlich angesehen werden (Abb. 12).

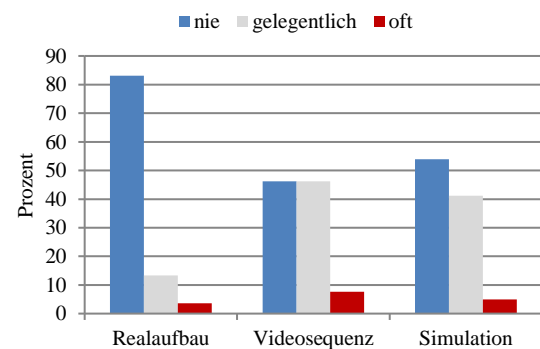


**Abb.12:** Bereitschaft zur Versuchsdurchführung mit Leihmaterial.

Vergleicht man die Arten von Versuchsdurchführungen im Physikunterricht generell (Abb. 5 & 6) mit jenen beim Thema Radioaktivität (Abb. 13 & 14), so fällt auf, dass die Darstellung der Sachverhalte mittels Videosequenz den Realaufbau von Versuchen sowohl bei den Lehrenden, als auch bei den Lernenden übersteigt.



**Abb.13:** Durchführungsarten von Lehrerversuchen beim Thema Radioaktivität.



**Abb.14:** Durchführungsarten von Schülerversuchen beim Thema Radioaktivität.

#### 4. Unterrichtsthema Radioaktivität

Das Themengebiet Radioaktivität wird - bei meist zwei Wochensemesterstunden in der 8. Schulstufe und insgesamt vier zu unterrichtenden Themengebieten - von knapp 50 % der Lehrkräfte über einen Zeitraum von ein bis eineinhalb Monaten (7-12 Stunden) unterrichtet. Rund ein Drittel der Befragten wendet dafür zwei bis drei Wochen (3-6 Stunden) auf. Rund 15 % widmen der Thematik zwei oder mehr Monate und damit mehr als die Hälfte eines Unterrichtssemesters. Der Rest schneidet das Thema nur kurz (1-2 Stunden) oder gar nicht an (Abb. 15).

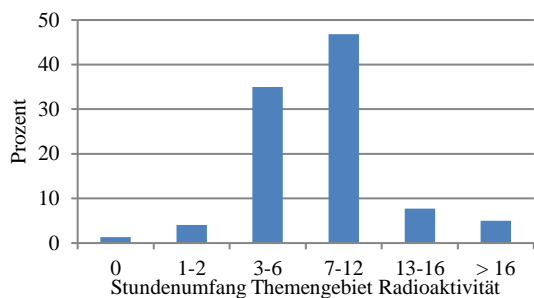


Abb.15: Aufgewendete Unterrichtsstunden für das Themengebiet Radioaktivität.

Vergleicht man die aufgewendete Unterrichtszeit für die Themengebiete Elektrizität, Licht/Optik und Kreisbewegungen/Astronomie mit jener für das Thema Radioaktivität, so zeigt sich folgendes Bild (Abb. 16). Das Thema Elektrizität wird im Vergleich zu Radioaktivität von den meisten Lehrkräften deutlich länger unterrichtet, ebenso das Thema Optik. Der Inhalt Kreisbewegung/Astronomie hingegen von ca. je einem Drittel der Befragten gleich lang, länger oder kürzer.

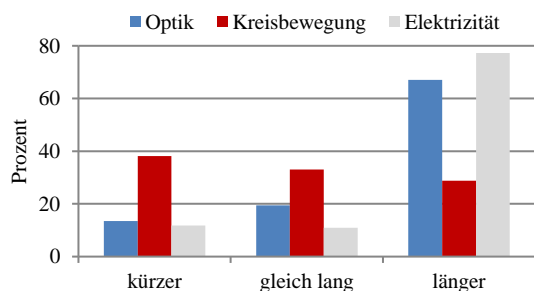


Abb.16: Unterrichtsdauer Themengebiete der 8. Schulstufe im Vergleich zum Thema Radioaktivität.

Die teilnehmenden Lehrer\_innen wurden auch gebeten, einige Aussagen zum Themengebiet „Radioaktivität“ zu bewerten (Tab. 4). Das grundsätzliche Interesse am Thema ist bei über 90 Prozent gegeben. Entsprechend geben knapp 90 Prozent der Befragten auch an, sich gut bei diesem Themengebiet auszukennen und es gerne zu unterrichten. In diesem Zusammenhang erstaunt es, dass beim Themengebiet Radioaktivität beispielsweise viel weniger Versuche durchgeführt werden, als bei anderen Unterrichtsinhalten, obwohl an zahlreichen Schulen Material vorhanden wäre (Abb. 8, 9 & 11). Begründbar ist dies vielleicht durch die von rund Dreiviertel der Lehrkräfte verbalisierte „Gefährlichkeit“ radioaktiver

Stoffe (Tab. 4) – wobei dies nur von knapp 10 Prozent explizit als Hinderungsgrund für die Durchführung von Experimenten angegeben wird (Abb. 10).

Ferner zeigt sich eine Skepsis gegenüber der zivilen Nutzung von Kernenergie (bei rund 80 Prozent der Befragten). Fast 60 Prozent sehen auch in der Kernfusion keine (zukünftige) Energiequelle (Tab. 4).

	%
Ich interessier mich für das Thema Radioaktivität	92,5
Ich unterrichte das Thema Radioaktivität gerne	88,9
Ich kenne mich beim Thema Radioaktivität gut aus	88,0
Ich finde radioaktive Strahlung gefährlich	74,4
Kernfusion ist die Energie der Zukunft	42,0
Kernspaltung: gute Möglichkeit zur Stromerzeugung	20,0

Tab.4: Aussagen zum Unterrichtsthema Radioaktivität. Zustimmung in Prozent.

#### 5. Schülervorstellungen zu Radioaktivität

Um Schülerinnen und Schüler beim Verständnis von Fachinhalten zu unterstützen, kann es hilfreich sein, Schülervorstellungen zum jeweiligen Themengebiet zu kennen (vgl. u. a. Kattmann et al. 1997). Dies gilt entsprechend auch beim Thema Radioaktivität (Neumann 2013; Plotz 2017; Hopf & Schecker 2018; Prokop & Nawrodt 2019). Mehr als die Hälfte der befragten Lehrkräfte (58 Prozent) gab allerdings an, keine Schülervorstellungen zum Thema Radioaktivität und Strahlung zu kennen. Mehr als ein Drittel beantwortete die Frage mit „teilweise“ und nur knapp sechs Prozent behaupteten, mehrere Schülervorstellungen zu kennen (Abb. 17).

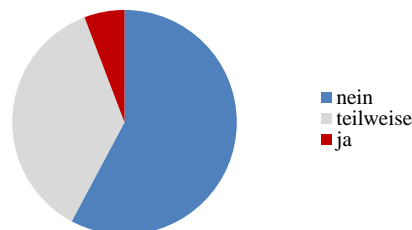


Abb.17: Mir sind Schülervorstellungen zum Thema Radioaktivität bekannt.

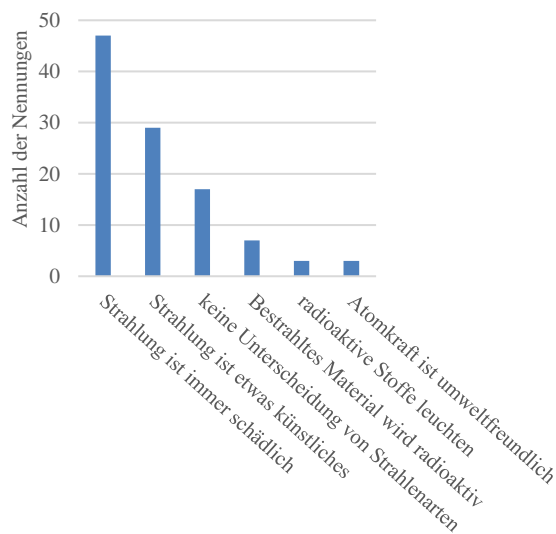


Abb.18: Genannte Schülervorstellungen (n=228).

In einer anschließenden offenen Frage konnten diese Schülervorstellungen angeführt werden. Die Ergebnisse sind in Abb. 18 zusammengefasst. Wie bereits in der Dissertation von Neumann (2013) festgestellt, treten die Schülervorstellungen: „Strahlung ist immer schädlich“ und „Strahlung ist etwas Künstliches“ häufig auf. Des Weiteren stellen die Lehrkräfte fest, dass Strahlungsarten von Schüler\_innen teilweise nicht ausreichend unterschieden werden (s. auch Plotz & Zloklikovits 2019) bzw. wird von den Lernenden angenommen, dass bestrahltes Material stets selber radioaktiv wird.

## 6. Zusammenfassende Betrachtung und Diskussion der Ergebnisse

Die Durchführung von Versuchen im Physikunterricht wird von der überwiegenden Mehrheit der befragten Lehrkräfte (rund 90 Prozent) als sinnvoll angesehen. Dabei wird die Durchführung von Lehrerversuchen gegenüber der Durchführung von Schülerversuchen präferiert. Demonstrationsversuche durch die Lehrperson werden vor allem zum Einstieg in eine Unterrichtsstunde bzw. in der Erarbeitungsphase eingesetzt, Schülerversuche hauptsächlich zur Anwendung und Sicherung des Stoffes genutzt. Die meisten Lehrer\_innen finden an ihren Schulen ausreichend gute Voraussetzungen für die Durchführung von Demonstrationsexperimenten (ca. 90 Prozent) und Schülerversuchen (ca. 75 Prozent) vor. Dies gilt auch für das Unterrichtsthema Radioaktivität, bei dem nur etwa 20 Prozent angeben, über kein Experimentiermaterial zu verfügen. Trotzdem werden bei diesem Thema deutlich weniger Versuche durchgeführt als bei anderen Themenbereichen in derselben Schulstufe. 40 Prozent geben hierbei sogar an, gar keine Lehrerversuche durchzuführen (beim Themengebiet Kreisbewegung/Astronomie sind es vergleichsweise nur 10 Prozent), in Bezug auf Schülerversuche trifft dies sogar auf 80 Prozent zu (Vergleich Kreisbewegung/Astronomie: 40 Prozent).

Der Realaufbau wird bei Versuchen im Vergleich zu medialen Hilfsmitteln (Videosequenzen, Computersimulationen) mit Abstand bevorzugt (zu ca. 75 Prozent bei Lehrerversuchen und 45 Prozent bei Schülerversuchen). Beim Themengebiet Radioaktivität jedoch fallen Realversuche (sowohl durch Lehrende als auch durch Lernende) anteilmäßig hinter die Demonstration von Sachverhalten mittels Videoanimation zurück.

Das Interesse und die Begeisterung für das Themengebiet Radioaktivität bei den Lehrenden wären aber stark ausgeprägt (rund 90 Prozent der Befragten stimmten dieser Frage zu). Woran liegt nun also die geringere Durchführungshäufigkeit von Versuchen beim Unterrichtsinhalt Radioaktivität? Als Gründe werden neben fehlendem Material (etwas mehr als 20 Prozent) von rund 15 Prozent auch der Mangel an geeigneten Versuchen genannt. Rund 10 Prozent der Lehrkräfte empfindet die Durchführung von Experimenten zur Radioaktivität als zu gefährlich. Zudem

sind an einigen Schulen Geräte kaputt oder Strahlenquellen wegen bereits zu geringer Aktivität nicht mehr nutzbar und können aus Kostengründen nur schwer erneuert werden. Rund 40 Prozent der befragten Lehrer\_innen würden daher auch von Leimaterial Gebrauch machen.

Die Erstellung eines Experimentierkoffers zum kostenlosen Verleih erscheint in Hinblick auf die erhobenen Daten daher sinnvoll.

Darin enthaltene Versuche sollten dabei idealerweise so konzipiert sein, dass auch Schülervorstellungen entsprechend berücksichtigt werden, zumal weniger als der Hälfte der Lehrkräfte Schülervorstellungen zum Themenkomplex Radioaktivität bekannt sind.

Zudem sollte in Lehrer-Begleittexten zu den Versuchen deutlich auf möglicherweise auftauchenden Schülervorstellungen hingewiesen werden, um den Lehrpersonen die Verfolgung von Aufbastrategien oder Konfliktstrategien (Wilhelm & Schecker 2018) zu erleichtern und damit adäquat mit den Vorstellungen der Lernenden umgehen zu können.

Ebenso wäre ein entsprechender Anteil an geeigneten Schülerexperimenten wünschenswert, um ähnliche Versuchsbedingungen zu gewährleisten wie bei anderen Unterrichtsthemen.

## 7. Literatur

- Aufschnaiter, S. & Welzel, M. (Hrsg.) (2001). *Nutzung von Videodaten zur Untersuchung von Lehr-Lern-Prozessen. Aktuelle Methoden empirischer pädagogischer Forschung*. Münster: Waxmann.
- BGBI Nr. 88/1985. *Verordnung des Bundesministers für Unterricht und Kunst vom 14. November 1984 über die Lehrpläne der allgemeinbildenden höheren Schulen - tagesaktuelle Fassung*. Abgerufen am 23.7.2020 von: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568>.
- Bleichroth, W., Dahncke, H., Jung, W., Merzyn, G. & Weltner, K. (1991). *Fachdidaktik Physik*. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- Duit, R. (2005). Wie Physikunterricht in der Praxis aussieht. Ergebnisse einer Videostudie. *Plus Lucis 1-2*, S.9-13.
- Härtig, H., Kauertz, A. & Fischer, H.-E. (2012). Das Schulbuch im Physikunterricht. *NMU 65/4*.
- Herbst, M., Hochwarter, M.G. & Strahl, A. (2017). Interesse an Physik in Salzburgs Neuen Mittelschulen. In: Grötzebauch, H. & Nordmeier, V. (Hrsg.). *PhyDid B – Didaktik der Physik: Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung des Fachverbands Didaktik der Physik, Dresden 2017*.
- Hopf, M. (2007). Problemorientierte Schülerexperimente. In: Niedderer, H., Fischler, H. & Sumfleth, E. (Hrsg.). *Studien Zum Physik- Und Chemielernen, Bd. 68*. Berlin: Logos Verlag.

- Hopf, M. & Schecker, H. (2018). Schülervorstellungen zu fortgeschrittenen Themen der Schulphysik. In: Schecker, H., Wilhelm T., Hopf, M. & Duit, R. (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.
- Kattmann, U., Duit, R., Groppengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftliche Forschung und Entwicklung. *ZfDN 3*, S.3-18.
- Kirstein, J. & Nordmeier, V. (2014). Interaktive Bildschirmexperimente im Physikunterricht. In: Maxton-Küchenmeister, J. & Meßinger-Koppelt, J. (Hrsg.). *Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag. S.83-89.
- Kirstein, J. & Nordmeier, V. (2019). Ein offenes IBE-Portal für den Physikunterricht zur digitalen Erweiterung experimenteller Lernumgebungen. In: Grötzebauch, H. & Nordmeier, V. (Hrsg.). *PhyDid B – Didaktik der Physik: Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung des Fachverbands Didaktik der Physik, Aachen 2019*.
- Machart, P., Lettner, H., Hubmer, A. & Oberfeld, G. (2018). Natürliche radioaktive Gesteine an Salzburger Schulen. *Strahlenschutz-Praxis 2/2018*, S.50-54.
- Meier, M. & Mayer, J. (2014). Selbstständiges Experimentieren: Entwicklung und Einsatz eines anwendungsbezogenen Aufgabendesigns. *MNU 67/1*. S.4-10.
- Metzger, S. & Sommer, K. (2010). „Kochrezept“ oder experimentelle Methode? Eine Standortsbestimmung von Schülerexperimenten unter dem Gesichtspunkt der Erkenntnisgewinnung. *MNU 63/1*, S.4-11.
- Muth, L. & Erb, R. (2017). Einfluss der Auswertephase von Experimenten im Physikunterricht auf den Fachwissenszuwachs und die Experimentierkompetenz von Schülerinnen und Schülern. In: Grötzebauch, H. & Nordmeier, V. (Hrsg.). *PhyDid B – Didaktik der Physik: Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung des Fachverbands Didaktik der Physik, Dresden 2017*.
- Neumann, S. (2013). *Schülervorstellungen zum Thema Strahlung. Ergebnisse empirischer Forschung und Konsequenzen für den naturwissenschaftlichen Unterricht*. Dissertation. Universität Wien.
- Philipsborn, H. & Geipel, R. (1999). Neuartige Schul- und Demonstrationsexperimente zur Radioaktivität. *Physikalische Blätter 55*, S.67-69.
- Plotz, T. (2017). *Lernprozesse zu nicht-sichtbarer Strahlung - empirische Untersuchungen in der Sekundarstufe 2*. Dissertation. Universität Wien.
- Plotz, T. & Zloklikovits, S. (2019). Elektromagnetische Strahlung unterrichten. *Plus Lucis 2*, S.4-9.
- Prokop, A.-T. & Nawrodt, R. (2019). Radioaktivität – eine didaktische Rekonstruktion. In: Grötzebauch, H. & Nordmeier, V. (Hrsg.). *PhyDid B – Didaktik der Physik: Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung des Fachverbands Didaktik der Physik, Aachen 2019*.
- Reiska, P. (2005). Experimente und Computersimulationen im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Ein empirischer Vergleich*. Frankfurt am Main: Europäischer Verlag der Wissenschaften.
- Schmidkunz, H & Lindemann, H. (1995). *Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren. Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Magdeburg & Essen: Westarp-Wissenschaften.
- Sterzing, F., Varnai, A.S. & Reinhold, P. (2019). Erklärvideos im Physikunterricht. Überlegungen zum Einsatz von Erklärvideos beim Experimentieren im Physikunterricht. In: Grötzebauch, H. & Nordmeier, V. (Hrsg.). *PhyDid B – Didaktik der Physik: Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung des Fachverbands Didaktik der Physik, Aachen 2019*.
- Strahl, A., Höhner, K., Müller, R., Eghtessad, A., Pitzner, V., Looß, M., Klingenberg, K. & Hilfert-Rüppell., D. (2016). Auf alle Fälle Experimente? Vorstellungen von Lehramtsstudierenden zum naturwissenschaftlichen Unterricht und zum Einsatz von Experimenten. In: Höhner, K., Looß, M., Müller, R. & Strahl, A. (Hrsg.): *Naturwissenschaften vermitteln: Von der frühen Kindheit bis zum Lehrerberuf. Braunschweiger Beiträge zu Lehrerbildung und Fachdidaktik*, Bd. 5. Norderstedt: BoD. S.25-58.
- Tesch, M. & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht. Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 10*, S.51-59.
- Vahlbruch, W. (2017). Experimente mit radioaktiven Stoffen an Schulen – didaktisch wichtig und gefahrlos möglich. *Strahlenschutz-Praxis 1/2017*, S.44-49.
- Wilhelm, T. & Schecker, H. (2018). Strategien für den Umgang mit Schülervorstellungen. In: Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M. & Duit, R. (Hrsg.). *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*. Berlin: Springer-Verlag. S. 39-62.
- Winkelmann, J. & Erb, R. (2018). Der Einfluss von Schüler- und Demonstrationsexperimenten auf den Lernzuwachs. *PhyDid 1/17*, S.21-33.