

Umdenken! Vom fachlichen zum schulischen Experimentieren

Vorstellung einer Lehrkonzeption für angehende Physiklehrkräfte

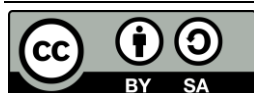
Yvonne Webersen^{1,*} & Josef Riese¹

¹ *Universität Paderborn*

** Kontakt: Universität Paderborn,
Department Physik, Didaktik der Physik,
Warburger Straße 100, 33100 Paderborn
Mail: yvonne.webersen@upb.de*

Zusammenfassung: Das Experimentieren ist eine Haupttätigkeit im Physikunterricht aller Jahrgangsstufen. Da dem schulischen Experimentieren über die Vermittlung wissenschaftlichen Arbeitens zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung hinaus eine Vielzahl weiterer (didaktischer) Funktionen zugeschrieben werden, müssen angehende Physiklehrkräfte auch entsprechende fachdidaktische Kompetenzen erwerben, die sie zum lernwirksamen Experimentieren in konkreten Unterrichtssituationen befähigen. Im Beitrag wird der Unterschied zwischen schulischem und wissenschaftlichem Experimentieren herausgearbeitet. Anschließend wird ein Lehrkonzept vorgestellt, das darauf abzielt, Lehramtsstudierende im Fach Physik bei dem Perspektivwechsel vom innerfachlichen hin zum schulischen Experimentieren zu unterstützen. Es folgen ein Erfahrungsbericht über die (mehr-fache) Durchführung der Lehrveranstaltung und die Darstellung der Ergebnisse einer ersten Evaluation.

Schlagwörter: Physik; Lehramtsstudium; Experiment; Physikunterricht



Dieses Werk ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY-SA 4.0 (Weitergabe unter gleichen Bedingungen). Diese Lizenz gilt nur für das Originalmaterial. Alle gekennzeichneten Fremdinhalte (z.B. Abbildungen, Fotos, Tabellen, Zitate etc.) sind von der CC-Lizenz ausgenommen. Für deren Wiederverwendung ist es ggf. erforderlich, weitere Nutzungsgenehmigungen beim jeweiligen Rechteinhaber einzuholen. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>

1 Einleitung

Das Experimentieren ist eine Haupttätigkeit im Physikunterricht aller Jahrgangsstufen. Dies drückt sich beispielsweise darin aus, dass die Bildungsstandards im Fach Physik für den mittleren Schulabschluss das Experimentieren als wesentlichen Bestandteil physikalischen Arbeitens im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (KMK, 2004) charakterisieren. Auch der Kernlehrplan Physik für NRW fordert, dass in der Qualifikationsphase „das Experiment im Zentrum stehen sollte“ (MSB NRW, 2014, S. 14). Ein Blick in die Schulpraxis verdeutlicht ebenfalls die Relevanz des Experimentierens im Physikunterricht: So berichten Tesch und Duit (2004) auf Grundlage einer Videostudie, dass 28 Prozent der Zeit im Unterricht für das Experimentieren verwendet werde. Nimmt man die Zeit für die Vor- und Nachbereitung der Experimente hinzu, drehe sich etwa zwei Drittel der gesamten Zeit im Physikunterricht um Experimente (Tesch & Duit, 2004).

Der zentrale Stellenwert des Experiments stellt somit auch spezifische Herausforderungen an die Ausbildung von Lehrkräften. Der Erwerb entsprechender fachlicher experimentierbezogener Kompetenzen wird im Rahmen der ersten Phase der Lehrkräfteausbildung, insbesondere in sogenannten physikalischen Laborpraktika, angestrebt. Diese nehmen neben den Lehrveranstaltungen zur experimentellen und theoretischen Physik einen eigenen Studienbereich ein (vgl. KMK, 2008). Die Zielsetzung der fachwissenschaftlichen Laborpraktika ist es, dass Studierende grundlegende experimentelle Fähigkeiten und Fertigkeiten erwerben (vgl. Nagel et al., 2018). Da dem schulischen Experimentieren jenseits der Vermittlung wissenschaftlichen Arbeitens zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung jedoch eine Vielzahl weiterer (didaktischer) Funktionen zugeschrieben werden, müssen angehende Physiklehrkräfte auch entsprechende fachdidaktische Kompetenzen erwerben, die sie zum lernwirksamen Experimentieren in konkreten Unterrichtssituationen befähigen. Beispielsweise können mithilfe von Experimenten fachliche Konzepte verdeutlicht oder Schülervorstellungen adressiert werden (vgl. Girwidz, 2020; Girwidz et al., 2021; Hopf et al., 2009; Ma & Nickerson, 2006).

Der angestrebte Perspektivwechsel vom innerfachlichen Experimentieren mit wissenschaftlichem Fokus hin zum schulischen Experimentieren soll in der Regel in späteren Lehrveranstaltungen mit fachdidaktischem Fokus erfolgen (KMK, 2008; Deutsche Physikalische Gesellschaft e.V., 2014).

In diesem Artikel wird eine Lehrkonzeption beschrieben, deren primäres Ziel es ist, Lehramtsstudierende im Fach Physik bei dem oben skizzierten Perspektivwechsel vom innerfachlichen hin zum schulischen Experimentieren zu unterstützen. Damit einhergehend sollen die Studierenden Handlungssicherheit in Bezug auf schulisches Experimentieren erlangen, indem sie ein vielfältiges Handlungsrepertoire bei der Planung schulischer Experimentierprozesse aufbauen. Eine Lehrveranstaltung auf Grundlage der beschriebenen Konzeption wurde mehrfach durchgeführt, sodass am Ende des Artikels Erfahrungen und Ergebnisse einer ersten Evaluation berichtet werden können.

2 Fachliche und theoretische Verortung

2.1 Wissenschaftliches Experimentieren

Das Experimentieren stellt in der wissenschaftlichen Fachdisziplin Physik eine der wichtigsten Methodiken der Erkenntnisgewinnung dar (vgl. z.B. Kircher & Priemer, 2020; Popper, 1976; Schulz et al., 2012). Entgegen der verbreiteten Vorstellung, dass der Experimentierprozess vornehmlich im Labor stattfindet und aus einer festen Abfolge von Schritten bestehe (Höttecke & Hopf, 2018), zeigt sich in der wissenschaftlichen Praxis ein anderes Bild: Wenngleich mit standardisierten Erkenntnismethoden gearbeitet wird, so verläuft der Experimentierprozess selten linear – es müssen Rückschläge eingesteckt

und Anpassungen, beispielsweise im Bereich der Planung oder Datenaufnahme, vorgenommen werden (vgl. Bauer, 2023; Girwidz, 2020). Um mithilfe der durch das Experiment gewonnen Evidenzen schließlich zu einem wissenschaftlichen Anspruch zu gelangen, werden die Ergebnisse in der Wissenschaftsgemeinschaft veröffentlicht und dort kritisch diskutiert (vgl. Höttecke & Allchin, 2020; Osborne et al., 2003). Damit die Gemeinschaft die Erkenntnisse auch anerkennt, ist es unerlässlich, dass in der experimentellen Methodik wissenschaftliche Standards wie beispielsweise die systematische Variablenkontrolle (Schwchow et al., 2016) eingehalten werden. Nur so können Erkenntnisse überprüft, beurteilt und schließlich akzeptiert werden (vgl. Höttecke & Allchin, 2020; Pickering, 1989).

2.2 Die Rolle der Laborpraktika in der universitären Ausbildung

Um wissenschaftliches Experimentieren im Sinne des vorherigen Absatzes zu erlernen, durchlaufen Studierende der Fachphysik und des Lehramts Physik in der Regel so genannte Laborpraktika. Diese sind als Seminare mit kleinen Teilnehmerzahlen und hohen fachpraktischen Anteilen in den Hochschulen verankert (Hochschulrektorenkonferenz, 2007; KMK, 2008). Konkretere, normative Zielsetzungen gibt es in Deutschland¹ bisher jedoch nur von der Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP, 2010). Gemeinsam ist den Laborpraktika, dass sie auf die Ausbildung von fachwissenschaftlichen experimentellen Kompetenzen angehender Physiker*innen und Physiklehrkräfte abzielen und daher als Teil der Fachausbildung verstanden werden. Nichtsdestotrotz kritisiert Bauer (2023), dass die Mehrheit der experimentellen Arbeiten in Laborpraktika trotz der normativen Zielsetzungen häufig eher auf den Erwerb von Fachwissen abzielen als auf das Erlernen der Fachmethodik und damit den Erwerb von Handlungskompetenzen aus dem Bereich Erkenntnisgewinnung vernachlässigen. Jedoch gibt es auch hierzulande einige Ansätze und Konzepte, die insbesondere auf das Erlernen wissenschaftlichen Experimentierens, wie in Kapitel 2.1 beschrieben, fokussieren (z.B. Merli et al., 2020; Neumann, 2004; Sacher & Bauer, 2020).

Diese beschriebenen Kompetenzen hinsichtlich des wissenschaftlichen Arbeitens bilden zwar (analog zum Fachwissen) eine wichtige fachliche Grundlage für angehende Physiklehrkräfte. Sie reichen jedoch nicht aus, um lernwirksame schulische Experimentiersettings entwickeln zu können. Der Grund dafür liegt in den erheblichen Unterschieden der Zielsetzungen zwischen fachlichem und schulischem Experimentieren. Im folgenden Kapitel (Kap. 2.3) werden daher die Besonderheiten schulischer Experimente im Unterschied zum wissenschaftlichen Experimentieren erläutert.

2.3 Abweichende (didaktische) Funktionen schulischen Experimentierens

Schulisches Experimentieren unterscheidet sich grundlegend vom wissenschaftlichen Experimentieren, da das schulische Experimentieren in der Regel nicht der Gewinnung fachlicher Erkenntnisse dient. Vielmehr werden dem schulischen Experimentieren eine Vielzahl unterschiedlicher Funktionen zugeschrieben (vgl. Girwidz, 2020; Girwidz et al., 2021; Hopf et al., 2009). Das Lernen über die Wissenschaft und deren erkenntnistheoretische Natur („Nature of Science“) ist dabei nur eine dieser Funktionen. In diesem Fall ist das Experiment selbst der Lerngegenstand und wird genutzt, um praktisch-experimentelle Fähigkeiten und das naturwissenschaftliche Arbeiten zu erlernen. Auch der Erwerb eines grundlegenden Verständnisses von der Nature of Science fällt in diesen Bereich (vgl. z.B., Girwidz, 2020; Girwidz et al., 2021; Henke, 2016; Hofstein & Lunetta, 2004). Auf der anderen Seite kann das Experiment im schulischen Kontext als Medium dienen, um weitere Zielrichtungen zu adressieren bzw. Funktionen zu erfüllen. Beispielsweise können Schulexperimente genutzt werden, um das fachliche Lernen zu

¹ International wurde beispielsweise an der Universität Colorado Boulder ein sehr differenzierter Zielkatalog für experimentelles Arbeiten auf universitärem Niveau erarbeitet (Zwickl & Finkelstein, 2013).

unterstützen, indem sie Konzepte oder Arbeitsweisen verdeutlichen, ein Phänomen zeigen, physikalische Vorstellungen aufbauen, Theorie und Praxis verbinden, physikalische Gesetzmäßigkeiten direkt erfahrbar machen, theoretische Aussagen qualitativ prüfen oder gezielt Schüler*innenvorstellungen adressieren (Girwidz, 2020). Als Beispiel für ein Experiment mit der Funktion des Aufbaus von physikalischen Vorstellungen führt Girwidz (2020) einen Modellversuch an, bei dem mithilfe von einfachen Gegenständen (Lampe, Globus, Tennisball) die Mondphasen nachgebildet werden. Ebenfalls können Experimente lernpsychologisch eingesetzt werden, um Motivation und Interesse zu wecken (Girwidz, 2020). Gerade zu Beginn eines Unterrichts können Phänomene demonstriert werden, um das Interesse an einem neuen Inhaltsbereich zu wecken: So kann ein schwebendes Bild, welches nur mithilfe eines Smartphones und einer Pyramide (z.B. aus Overhead-Folien) erzeugt wird, ein sehr eindrucksvolles Beispiel für optische Reflexion sein (s. Abb. 1). Auch die Förderung von Kooperations- und Kommunikationsfähigkeiten durch die Arbeit in Gruppen ist mithilfe von Experimenten möglich (Girwidz, 2020).



Abbildung 1: Foto eines Reflexionshologramms (von Wilfried Bröckling, CC BY-SA 4.0)

Selbst wenn mit einem Schulexperiment das Lernen *über* die Naturwissenschaften und ihre Arbeitsweisen verfolgt wird, so ist es fraglich, inwieweit der Experimentierprozess in der Schule überhaupt dem der Wissenschaft entsprechen kann.² Ein Grund dafür ist, dass letzterer eine Komplexität aufweist, die im normalen Schulunterricht nur schwierig umzusetzen ist und eben jenes wissenschaftliche Arbeiten zunächst (in vereinfachter Form) gelernt werden muss, bevor es gemacht werden kann. Chinn und Malhotra (2002) stellen in diesem Zusammenhang die wesentlichen Unterschiede zwischen Unterrichtsexperimenten und wissenschaftlichen Experimenten einander gegenüber: Während in der Wissenschaft Ziele und Messverfahren frei(er) wählbar sind, so sind sie in der Schule in der Regel vorgegeben und der Experimentierprozess erfolgt (eher) linear (vgl. hierzu auch Höttecke & Hopf, 2018). In wissenschaftlichen Untersuchungen geht es häufig um komplexe Phänomene mit vielen Variablen, die viele Messreihen benötigen. In der Schule hingegen wird oft nur aus wenigen Messungen eine Schlussfolgerung gezogen. Außerdem zielen schulische Messapparaturen auf die Erzeugung eines maximal sichtbaren Effektes ab (mit dem Ziel fachliche Phänomene zu verdeutlichen, s.o.). Messapparaturen in der Forschung hingegen sind mitunter selbst Gegenstand der Forschung und evtl. unsicher oder stabilisierungsbedürftig (Chinn & Malhotra, 2002). Selbst bezogen auf forschend-entdeckende Unterrichtsansätze gibt es nur wenig Evidenzen, inwieweit damit tatsächlich (wissenschaftliches) Experimentieren gelernt werden kann (Höttecke & Rieß, 2015).

² Aufgrund dieser grundlegenden Unterschiede schlägt Heering (2023) vor, die Begriffe Experiment (in der Wissenschaft) und Versuch (in der Schule) auch sprachlich voneinander zu differenzieren. In Anlehnung an den internationalen Sprachgebrauch und an Girwidz (2020) verwenden wir beide Begriffe synonym.

Nichtsdestotrotz sollen Schüler*innen im naturwissenschaftlichen Unterricht gewisse Experimentierkompetenzen entwickeln (KMK, 2020), wenngleich diese auch nicht dem wissenschaftlichen Experimentieren entsprechen (können): So sollen Schüler*innen beispielsweise lernen, Experimente zu planen, durchzuführen und auch auszuwerten (vgl. z.B. KMK, 2020). Ein für die Schulpraxis entwickeltes Modell der experimentellen Kompetenz (s. Abb. 2) legen Nawrath, Maiseyenko und Schecker (2011) vor. Es ist in enger Zusammenarbeit von Lehrkräften und Fachdidaktiker*innen entstanden und kann gleichermaßen bei der Diagnose von Schüler*innenkompetenzen wie auch bei der Planung und Reflexion von Unterricht und Lernprozessen eingesetzt werden (Maiseyenko et al., 2013).

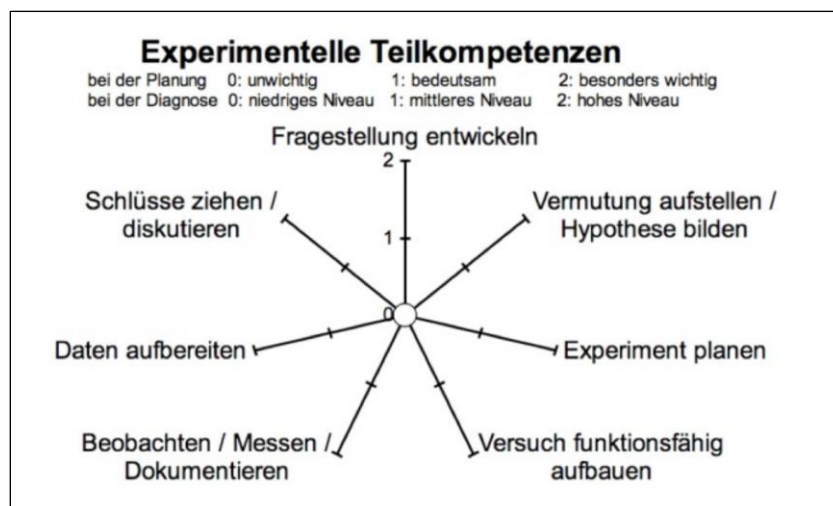


Abbildung 2: Facettenmodell experimenteller Kompetenz (Nawrath et al., 2011)

Speziell bei der Planung von experimentellen Lernumgebungen ist das Modell hilfreich, um gezielt einzelne Teilkompetenzen zu fördern, da eine gleichzeitige Fokussierung auf alle Teilaspekte in einem Versuch nicht sinnvoll ist. So ist beispielsweise eine Akzentuierung von Teilkompetenzen in einzelnen Stunden oder Aufgaben möglich (Nawrath et al., 2011).

2.4 Kanonische Experimente der Schulphysik

Kanonische Experimente sind Meilensteine der physikalischen Forschung und werden als schönste oder wichtigste Experimente der Physik angesehen (vgl. Fäßler & Jönsson, 2005; Heering, 2022; Johnson, 2008). So finden sich diese Experimente in vielen Schulbüchern und Lehrplänen als verpflichtende Bestandteile des Curriculums (z.B. sind sie im Grundkurs Physik NRW als Teil der so genannten „Schlüsselexperimente“ verankert). Die Umsetzung dieser Experimente im Unterricht erfolgt sehr häufig in Form von Lehrdemonstrationsexperimenten (z.B. Franck-Hertz-Versuch). Dies liegt vor allem darin begründet, dass viele Experimente aufgrund der teuren Materialien von Lehrmittelfirmen in schulischen Sammlungen (höchstens) einmalig vorhanden sind. Sie sind mitunter empfindlich gegenüber ungeübter Nutzung, anfällig für Schäden und daher für Schüler*innenexperimente wenig geeignet. Darüber hinaus benötigen einige dieser Experimente berührungsgefährliche elektrische Spannung, mit denen Schüler*innen ohnehin nicht hantieren dürfen (s. z.B. RISU-NRW, MSB NRW, 2024).

Durch die Umsetzung dieser historischen Experimente als Schulexperimente durch Lehrmittelfirmen erfolgt in den meisten Fällen zwangsläufig auch eine Verschiebung des Zieles eben jener Experimente (vgl. Kap. 2.3). Die Schulexperimente sind dahingehend

optimiert, möglichst „richtige“ Werte zu produzieren, eben mit dem Ziel, den Schüler*innen einen physikalischen Sachverhalt anschaulich zu machen, aber eben nicht, neue physikalische Erkenntnisse zu gewinnen (Heering, 2022). Den Charakter eines wissenschaftlichen Experiments, durch das potenziell neues Wissen produziert wird, verlieren sie durch diese Verschiebung der Zielrichtung jedoch (Heering, 2022). Dazu kommt, dass auch in der Darstellung kanonischer Experimente in Schulbüchern der historische Kontext meist völlig fehlt und manche sogar in ihrem Aufbau nur skizzenhaft dargestellt werden (Heering, 2022). Aus diesen Gründen kritisiert Heering (2022), dass kanonische Experimente, wie sie in Schulbüchern und durch Lehrmittelfirmen dargestellt werden, ohne weitere Behandlung des historischen Kontextes nicht dafür geeignet seien, ein Lernziel mit dem Fokus des Lernens *über* die Naturwissenschaften zu adressieren.

Das Verständnis der hier skizzierten Verschiebung in der Zielsetzung kanonischer Experimente erfordert auf Seiten der angehenden Lehrkräfte ein fundiertes Professionswissen, das sowohl vertiefte fachliche Kenntnisse über das wissenschaftliche Experimentieren als auch ein Verständnis der didaktischen Grundlagen hinsichtlich schulischen Experimentierens einschließt. Die Anforderungen werden im Folgenden detaillierter ausgeführt.

2.5 Fachdidaktische Anforderungen an Physiklehrkräfte

Die didaktischen Grundlagen des schulischen Experimentierens können als Teil des fachdidaktischen Wissens verstanden werden, das neben dem Fachwissen und dem Pädagogischen Wissen als zentraler Bereich der professionellen Kompetenz angehender Lehrkräfte gilt (z.B. bei Baumert & Kunter, 2006) und für die Naturwissenschaften in unterschiedlichen Projekten modelliert wurde (z.B. Riese et al., 2017 oder Tepner et al., 2012). Insbesondere Kenntnisse im Bereich der fachdidaktischen Einbettung von Experimenten werden in diesen Projekten zusammen mit Wissen über unterschiedliche Funktionen von Experimenten als eigenständige Facette des fachdidaktischen Wissens beschrieben (vgl. Gramzow et al., 2013; Tepner et al., 2012).

Das Experimentieren in der Schule ist folglich nicht nur für Schüler*innen, sondern insbesondere auch für (angehende) Lehrkräfte ein anspruchsvolles und komplexes Feld: Lehrkräfte müssen die unterschiedlichen Funktionen von (Schul-)Experimenten nicht nur kennen, sondern auch adressieren können. Sie müssen sich Gedanken darüber machen, wie sie Experimente methodisch (z.B. als Schüler*innen- oder Demonstrationsexperiment) in den Unterricht einbinden oder wie sie im Experimentierprozess einer heterogenen Schülergruppe gerecht werden können (s. dazu zum Beispiel Helms (Tschentscher) & Kulgemeyer, 2014). Sie müssen wissen, inwiefern sich schulische Versuche von wissenschaftlichen Experimenten unterscheiden und welche Aspekte des wissenschaftlichen Experimentierens überhaupt sinnvoll in die Schule übertragen werden können. Weiterhin müssen sie für verschiedene Altersgruppen und Heterogenitätsmerkmale Experimentierprozesse gestalten und lernwirksam in Unterrichtseinheiten einbetten, um unterschiedliche Facetten experimenteller Kompetenz (vgl. Abb. 2) adressieren zu können. Insbesondere für den gymnasialen Oberstufenunterricht ist es zusätzlich nötig, kanonische Experimente der Schulphysik (s. Kap. 2.4) zu kennen und fachlich zu durchdringen, um ihr didaktisches Potenzial analysieren und eine entsprechende Lernumgebung mit Blick auf die oben skizzierte Problematik gestalten zu können.

3 Didaktisch-methodische Verortung

Um den in den vorherigen Abschnitten skizzierten fachlichen und fachdidaktischen Anforderungen an zukünftige Physiklehrkräfte gerecht zu werden, wurde an der Universität Paderborn die Lehrveranstaltung „Experimente der Schulphysik“ konzipiert. Diese verfolgt die im folgenden ausgeführten Grundideen:

1) Erprobung ausgewählter kanonischer Experimente

Die Studierenden sollen ausgewählte kanonische Experimente bzw. deren Entsprechung als Schulversuche kennenlernen (vgl. Kap. 2.4). Dabei sollen die Studierenden die Experimente selbst aufbauen, durchführen und auswerten (s. auch Facettenmodell experimenteller Kompetenz in Abb. 2). Beachten müssen sie dabei sowohl die Sicherheitsaspekte als auch die Einschränkungen, die sich durch das schulische Experimentiermaterial ergeben. Ein zusätzlicher Fokus liegt zudem auf der Reflexion über den Einsatz dieser Versuche im Unterricht (z.B. hinsichtlich der Ziel(-verschiebung), praktischer Probleme, Lehrplanbezug, typischer Schüler*innenfehler) und über mögliche Alternativen (z.B. interaktive Bildschirmexperimente, vgl. Haase et al., 2021).

Da nicht alle kanonischen Experimente behandelt werden können, werden exemplarisch solche ausgewählt, die laut Lehrplan in NRW (MSB NRW, 2014) verpflichtend sind und in ihrer Handhabung oder der didaktischen Einbettung als besonders anspruchsvoll erscheinen. Aufgrund der eingeschränkten Seminarzeit von 2 SWS werden die historischen Hintergründe der kanonischen Experimente nicht explizit behandelt, jedoch Material zur freiwilligen Vertiefung bereitgestellt.

2) Entwicklung und Erprobung exemplarischer Schulversuche der Unter- und Mittelstufe

Die Studierenden sollen selbstständig exemplarische Schulversuche mit schultypischem Experimentiermaterialien unter unterschiedlichen vorgebenden Rahmenbedingungen entwickeln, aufbauen, durchführen und auswerten. Der Fokus liegt dabei im Unterschied zu 1) auf Schüler*innenexperimenten. Dabei sollen sich die Studierenden auf der einen Seite mit Experimentierkästen gängiger Hersteller, aber auch mit Möglichkeiten von Low-Cost-Experimenten (z.B. mit dem 3D-Drucker, vgl. Schlummer & Pusch, 2019) vertraut machen. Auf der anderen Seite sollen sie Möglichkeiten für (schulische) Messwerterfassung wie beispielsweise Cassy (Hund et al., 2021), Videoanalysesoftware, z.B. Viana (Nordmeier et al., 2016), oder phyphox (Kuhlen et al., 2017) kennenlernen und nutzen. Ein besonderer Fokus liegt auf der didaktischen Reflexion der Einbettung in den Physikunterricht, wobei die Funktion des Experiments mit „Förderung der Experimentierkompetenz von SuS“ vorgegeben wird. Dabei wird das Facettenmodell genutzt (s. Abb. 2).

3) Praxisnähe

Bei allen Elementen des Seminars (z.B. Aufgabenstellungen, Materialien und Aktivitäten) soll die Nähe zur Unterrichtspraxis gewährleistet werden. So werden ausschließlich schulische Experimentiermaterialien und Freihandexperimente verwendet. Die Dokumentation der Experimente erfolgt (auch) unter dem Anspruch, im Referendariat und späteren Berufsalltag genutzt werden zu können. Die Prüfungsformate der Lehrveranstaltung sind überdies an die praktischen Anforderungen im Schulalltag angelehnt (s. Kap. 4.3).

4 Durchführungshinweise

4.1 Zielgruppe, Voraussetzungen und Zeitrahmen

Die vorgestellten Grundideen wurden in der Lehrveranstaltung „Experimente der Schulphysik“ mit einem Umfang von 2 SWS (30 h Präsenzzeit und 60 h Selbststudium) umgesetzt. Die Zielgruppe der Lehrveranstaltung sind Masterstudierende für das Lehramt Physik an Gymnasien und Gesamtschulen sowie Berufskollegs, die mit ihrem Bachelorabschluss bereits physikalisches Grundlagenwissen für alle Themenbereiche der Schul-

physik (sowohl in der Experimentalphysik als auch in der theoretischen Physik) erworben haben. Auch das Laborpraktikum (Sacher & Bauer, 2020) wurde im Bachelorstudium erfolgreich abgeschlossen, sodass erste Kompetenzen im Bereich des wissenschaftlichen Experimentierens gesammelt wurden. Auf Seiten der Fachdidaktik können Grundlagenkenntnisse v.a. in den Bereichen der physikdidaktischen Konzepte, des schüler*innenvorstellungorientierten Unterrichts und des Umgangs mit Heterogenität vorausgesetzt werden. Wie oben dargestellt, haben die Studierenden den Perspektivwechsel vom wissenschaftlichen zum schulischen Experimentieren jedoch noch nicht vollziehen können.

Aufgrund der aktuellen Studierendenzahlen im Lehramt Physik an der Universität Paderborn ist die Veranstaltung für vier bis acht Studierende optimiert. Eine Anpassung an eine größere Teilnehmendenzahl ist prinzipiell gut möglich. Dabei bedürfte es allerdings einer Änderung der Prüfungsformate, die insbesondere mit einer abschließenden Lehrprobe viel Zeit in Anspruch nehmen (s. Kap. 4.3).

4.2 Ablaufplan

Die Lehrveranstaltung gliedert sich in drei große Blöcke (A–C), die jeweils vier bis sechs Seminarsitzungen beinhalten. Den Blöcken vorgeschaltet ist eine Einführungsveranstaltung, in der die Organisation des Seminars, die Sicherheit beim Experimentieren und schon bekannte fachdidaktische Grundlagen aus dem Bachelor thematisiert bzw. wiederholt werden.

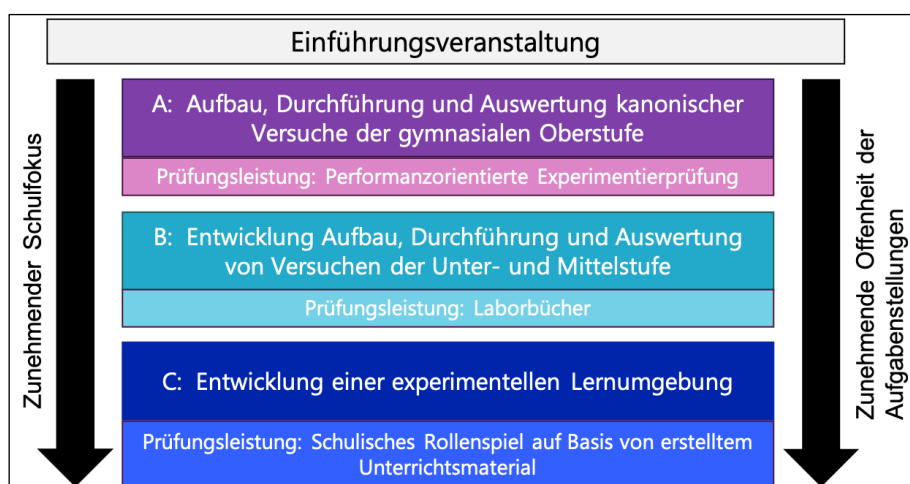


Abbildung 3: Prinzipieller Aufbau der Lehrveranstaltung „Experimente der Schulphysik“ (eigene Darstellung)

Die Offenheit der Aufgabenstellungen nimmt ebenso wie die Nähe zur Unterrichtspraxis über das Seminar hinweg zu, um das Umdenken vom fachlichen zum schulischen Lernen stückweise zu unterstützen (s. Abb. 3). Da das Seminar ausschließlich mit schulischen Experimentiermaterialien arbeitet, sind keine besonderen Materialien erforderlich, die über die üblichen Gegenstände in typischen Sammlungen für schulbezogenes Experimentieren (entsprechend üblicher Schulsammlungen) hinaus gehen.

In *Block A* werden die Grundideen 1) und 3) umgesetzt. Hier beschäftigen sich die Studierenden mit den kanonischen Oberstufenexperimenten der Schulphysik. Die bereitgestellten Experimentieranleitungen geben Hinweise auf die Fragestellung und zu beachtende experimentelle Aspekte. Zusätzlich zu den Experimentieranleitungen bietet das ebenfalls bereitgestellte „Handbuch zu 25 Schlüsselexperimenten im Grundkurs

Physik“ (QUA-LiS NRW, 2023) sehr ausführliche Hinweise zum Experimentiermaterial, zur Durchführung, zur Auswertung und auch zu möglichen didaktischen Alternativen im Unterricht. Der Fokus dieses Blockes liegt folglich vor allem auf Aspekten der fachlichen Experimentierfähigkeit der Studierenden, die als Voraussetzung für schulisches Experimentieren erforderlich sind, und auf der angeleiteten Reflexion bezüglich des Einsatzes dieser Experimente im Unterricht. In diesem Zusammenhang werden ebenfalls die oben beschriebene Problematik beim Einsatz kanonischer Experimente und die daraus resultierende Anforderung an die Unterrichtsplanung thematisiert (s. Kap. 2.4 und 2.5).

Die Studierenden dokumentieren ihre Experimente in Form eines Laborbuches, das sowohl als Grundlage für eine performanzorientierte Experimentierprüfung am Ende des Blockes (s. Kap. 4.3) dient, als auch auf die dritte Phase der Lehrerbildung vorbereitet. Die nötigen Inhalte des Laborbuches werden in Form einer Checkliste (s. Kap. 6.5) transparent gemacht. Die Checkliste(n) orientieren sich ebenfalls an den Teilkompetenzen experimenteller Kompetenz (und am Aufbau klassischer Versuchsprotokolle). Ergänzt sind diese um fachdidaktische Überlegungen. Gleichzeitig geben die Dozierenden des Seminars regelmäßig Feedback – sowohl zum Experimentierprozess als auch zu den Ausführungen im Laborbuch. Ein Beispiel für einen Laborbuchauszug, der von Studierenden erstellt wurde, findet sich im Begleitmaterial (s. Kap. 6.3).

Block B fokussiert auf die Grundideen 2) und 3) und damit inhaltlich auf Schulversuche der Unter- und Mittelstufe. Die Experimentieranleitungen geben das Thema und ggf. Rahmenbedingungen (z.B. Nutzung von Alltagsmaterialien oder Verwendung einer Videoanalysesoftware) vor. Die Fragestellung und die Konzeption der Versuche obliegen jedoch den Studierenden. Ein Beispiel für eine solche Experimentieranleitung findet sich in Kapitel 6.2. Auch hier dokumentieren die Studierenden ihre Experimente sowie die didaktischen Aspekte bei Verwendung des Versuchs in der Schule. Der Erwartungshorizont wird mithilfe einer Checkliste transparent gemacht. Die Laborbücher werden in diesem Block bewertet und fließen als Teilprüfungsleistung in die Endnote ein (s. Kap. 4.3).

Im *Block C* entwickeln die Studierenden schließlich eine eigene, schulische Experimentierumgebung zu einem selbst gewählten Thema und erstellen dazu einen Ablaufplan (d.h. eine verkürzte Unterrichtsplanung mit einer Hinführung und einer Auswertung des Experiments). Ihnen stehen dabei alle Materialien aus der Sammlung für schulbezogenes Experimentieren zur Verfügung. Der Fokus des Experiments soll es sein, bestimmte Experimentierkompetenzen bei den Schüler*innen zu fördern (im Sinne des Facettenmodells, s. Abb. 2). Zur Experimentierumgebung gehört außerdem die Erstellung von Arbeitsblättern und einem (didaktischen) Begleitkommentar für Lehrkräfte, sodass auch diese Arbeitsergebnisse später in der Schule eingesetzt werden können. Die Prüfungsleistung für diesen Block besteht aus einer praktischen Erprobung im Rahmen eines Rollenspiels sowie einem ergänzenden Vortrag zu den Grundideen der Experimentierumgebung. Im Rahmen des Rollenspiels nehmen die Studierenden die Lehrkraftrolle ein, während die übrigen Teilnehmenden (und ggf. Dozierende) die Schüler*innen spielen. Die Aufgabe der Studierenden ist es, die Hinführung zu ihrem Experiment praktisch zu gestalten (z.B. mithilfe eines motivierenden Einstiegsexperiments, s. Kap. 2.3) und die „Schüler*innen“ dann zum eigenständigen Experimentieren im Sinne des Facettenmodells anzuleiten, sie zu unterstützen und mögliche Heterogenitätsmerkmale zu berücksichtigen. Wichtig ist dabei eine begründete Fokussierung auf einzelne Facetten des Modells.

Folgende Aspekte sollen die Studierenden im Rahmen ihres anschließenden Vortrags reflektieren und kommunizieren:

- physikalische Grundlagen;
- Einordnung des Versuchs ins Curriculum (Klassen, unterrichtliche Voraussetzungen, Lehrplan);

- Formulierung von Lernzielen (möglichst präzise und auf das Experiment bezogen);
- Einordnung in das Facettenmodell experimenteller Kompetenz;
- Berücksichtigung/Überlegungen zum Vorwissen der Schüler*innen (unterrichtliches Vorwissen, experimentelles Vorwissen, Schüler*innenvorstellungen);
- Berücksichtigung/Überlegungen zu weiteren Heterogenitätsaspekten (z.B. Sprache, Gender, Interesse, Leistung);
- kurze Vorstellung des Lehrkraftmaterials und der Musterlösung;
- Hinweise zur Weiterführung oder möglicher Transferphase in einer Unterrichtsstunde.

Um die Förderung der schulbezogenen Planungskompetenz mit Fokus auf das Erstellen einer experimentellen Lernumgebung bei den Studierenden zu unterstützen, werden die Vorgaben und Aufgabenstellungen an die Studierenden im Sinne eines Scaffolding-Ansatzes im Laufe des Seminars geöffnet (s. Abb. 3). Außerdem wird der Fokus der Reflexionen zunehmend von eher fachlichen Analysen zu vor allem fachdidaktischen Überlegungen gelenkt (vgl. Anforderungen an angehende Lehrkräfte in Kap. 2.5).

Die Reihung der Blöcke (von Experimenten der Oberstufe mit tendenziell eher fachlichem Fokus hin zu Experimenten der Unter- und Mittelstufe mit stärkerem fachdidaktischem Fokus) wurde prinzipiell aus zwei Gründen vorgenommen: Erstens bieten die Experimente der Unter- und Mittelstufe mehr Möglichkeiten in der Variation fachlicher und didaktischer Parameter (z.B. verschiedener Zielsetzungen oder unterschiedlicher experimenteller Methoden) und damit auch eine höhere Anforderung an die angehenden Lehrkräfte. Zweitens sind die Studierenden aufgrund der Laborpraktika im Bachelorstudiengang und der Erinnerungen aus ihrer eigenen Schulzeit erfahrungsgemäß vertrauter mit den Themen und Auswertemethoden der Oberstufenphysik – und zum Teil sogar mit den kanonischen Experimenten. Bei der Durchführung der Seminare hat sich wiederholt gezeigt, dass den meisten Studierenden – trotz vermeintlich einfacher Fachinhalte – die Entwicklung und Erprobung von Experimenten der Unter- und Mittelstufe schwerer fällt als von solchen der Oberstufe.

4.3 Prüfungsformate und Feedback

Da sich die (primär) zu erwerbenden Kompetenzen zwischen den Blöcken A–C unterscheiden (s. Kap. 4.2), werden pro Block unterschiedliche Prüfungsformate angewandt. Die abschließende Bewertung der Veranstaltung setzt sich aus den Noten der drei Blöcke zusammen.

Der Fokus in *Block A* liegt auf der Experimentier- und Reflexionsfähigkeit der Studierenden bezüglich eines Schulversuches. Aus diesem Grund wird ein performanzorientiertes Prüfungsformat eingeführt (Varnai & Reinhold, 2017). Dabei werden die Handlungen der Studierenden beim Experimentieren mit einem kanonischen Schulexperiment gefilmt, während sie selbst ihr Vorgehen verbalisieren und erklären müssen. Außerdem müssen sie (verbal) Stellung zu einer weiterführenden, fachdidaktischen Fragestellung nehmen (z.B. welche Lernziele mit dem Experiment (nicht) erreicht werden können oder welche Anforderungen an Schüler*innen in (vorgegebenen) Abituraufgaben herangetragen werden). Die Anforderungen an die Experimentierhandlungen und die Verbalisierung werden im Vorfeld explizit gemacht. Das im Seminar erstellte Laborbuch darf zur Unterstützung verwendet werden.

Neben den Experimentiermaterialien bedarf es, um dieses Prüfungsformat umzusetzen, pro Student*in eines Headsets, eines Tablets oder Laptops und einer Webcam sowie Stativmaterial. Alternativ ist es auch möglich, dieses Prüfungsformat als reine Online-Prüfung unter Verwendung eines interaktiven Bildschirmexperiments durchzuführen.

Dieses ist erfahrungsgemäß auf Seiten der Technik weniger fehleranfällig, gleichzeitig jedoch auch seltener in der Praxis anzutreffen.



Abbildung 4: Foto des Aufbaus einer Experimentierprüfung (links); Screenshot aus einem aufgenommenen Video der gleichen Prüfung (rechts) (eigene Aufnahmen)

In *Block B* entwickeln die Studierenden eigene Schulversuche der Mittelstufe unter vorgegebenem Inhaltsbereich. Die Dokumentation der Experimente und ihre didaktische Einbettung erfolgt in Laborbüchern, die in diesem Block bewertet werden (s. Checkliste in Kap. 6.5).

Im Rahmen von *Block C* entwickeln die Studierenden eine eigene Versuchsumgebung mit dem Fokus auf die Ausbildung von experimentellen Kompetenzen (s. Facettenmodell). Die simulierte Lehrprobe sowie das Begleitmaterial und der Vortrag bzw. die im Vortrag vorgestellten Überlegungen und ihre praktische Umsetzung werden für die Leistungsbewertung herangezogen. Neben einer Note wird den Studierenden auch eine schriftliche Rückmeldung zu ihrem Projekt gegeben. Der Fokus liegt dabei auf besonders bemerkenswerten Aspekten des Projekts (z.B. Förderung der Experimentierkompetenz, Zielorientierung, Experimentieranleitung, Umgang mit Schülerfehlern, Umgang mit Leistungsheterogenität etc.). Aspekte, die aufgrund der inhaltlichen Zielsetzung im Seminar nicht gelernt werden (können), werden im Kurzgutachten im Sinne eines lernförderlichen Feedbacks aufgeführt, aber nicht bewertet (z.B. Tafelbild, Lehrervortrag, Unterrichtsgespräch). Den Studierenden werden die Bewertungsaspekte im Vorfeld transparent gemacht.

5 Erfahrungsbericht

Die Veranstaltung wurde seit dem Wintersemester 2021/22 insgesamt vier Mal mit jeweils vier bis sechs Studierenden durchgeführt und sukzessive weiterentwickelt. In die Weiterentwicklung wurden sowohl die persönlichen Rückmeldungen der Studierenden als auch die Anregungen der regionalen Physikfachleiter*innen miteinbezogen.

Aufgrund der sehr kleinen Teilnehmendenzahlen und entsprechend fehlender Anonymisierung gestaltet sich eine formale Evaluation schwierig. Die zentrale, studentische Veranstaltungskritik der Universität wird zudem erst ab einer Teilnehmerzahl von fünf Personen durchgeführt. Nichtsdestotrotz können punktuelle Ergebnisse der studentischen Veranstaltungskritik aus dem Sommersemester 2023 mit $n = 6$ Personen berichtet und mit den Beobachtungen aus den übrigen Durchläufen verglichen werden. Die studentische Veranstaltungskritik besteht auf der einen Seite aus geschlossenen Fragen zur durchschnittlichen Vor- und Nachbereitungszeit, zur Qualität von Inhalt und Organisation, zum Lernzuwachs und zur* zum Dozierenden. Auf der anderen Seite gibt es offene

Fragen zu positiven Aspekten der Lehrveranstaltungen und zu Verbesserungsvorschlägen. Sie wurde am Ende des Seminars durchgeführt. Eine tiefere, qualitative Evaluation mit eigenen Instrumenten wird zukünftig ergänzend angestrebt.

Die sechs Personen aus dem Sommersemester 2023 geben eine *durchschnittliche Vor- und Nachbereitungszeit* von 4–6 Stunden pro Woche an. Diese Zeit liegt an bzw. über der Obergrenze der von der Prüfungsordnung vorgeschriebenen Zeit im Selbststudium (60 Stunden). Insbesondere die vielen Vorbereitungen auf die Experimente, deren Protokollierung und die Freiarbeitsphasen beanspruchen sehr viel Zeit, was von den Studierenden auch persönlich häufig rückgemeldet wurde. Zur zeitlichen Entlastung bzw. Verschiebung der Arbeitsbelastung schlägt ein Studierender vor:

„Ich fände es irgendwie cool, wenn wir noch mehr Experimente machen würden, dafür evtl. weniger Berichte oder so, wobei die eigentlich auch sinnvoll sind“.

Trotz der offensichtlich hohen Belastung wird die *Qualität von Inhalt und Organisation* auf einer fünfstufigen Ratingskala mit einem Mittelwert von 4,8 (Standardabweichung 0,5) als sehr gut bewertet. Insbesondere in der Einschätzung des *Praxisbezugs* und in der *Bedeutung der Inhalte in Bezug zum Studienziel* erreicht die Lehrveranstaltung im Sommersemester 23 von allen Studierenden die höchst mögliche Bewertung. Dazu passen folgende, studentische Kommentare:

„Besonders gut gefallen hat mir, dass wir mal mit den realen schulischen Materialien in Berührung gekommen sind, und dass wir das alles einmal ausprobieren konnten“.

„Besonders gut gefallen hat mir Deine Art und die Gestaltung des Seminars (Experimente für den späteren Unterricht) [...]“.

„Das Seminar weist einen hohen Praxisbezug auf, die Inhalte bringen mich für mein späteres Berufsleben weiter [...]“.

Aufgrund der Rückmeldungen und Wünsche ehemaliger Studierender, die sich aktuell im Referendariat befinden, wurde die Veranstaltung außerdem um Low-Cost-Versuche und Versuche mit Materialien aus dem 3D-Drucker erweitert. Um den Zeitaufwand nicht noch weiter zu erhöhen, wurden dafür schon bestehende Versuchsanleitungen bzw. Anforderungen aus Block B überarbeitet bzw. ersetzt.

Abgesehen von dem hohen Zeitbedarf scheint das *Niveau der Veranstaltung* für Studierende passend zu sein. Sie geben an, dass ihr Wissen ausreichend ist, um dem Seminar folgen zu können (fünfstufige Ratingskala, $MW = 4,5$, $SD = 0,5$). Auch der *Lernzuwachs* wird als sehr gut eingeschätzt (fünfstufige Ratingskala, $MW = 4,8$, $SD = 0,4$).

Positiv hervorgehoben wird außerdem das regelmäßige Feedback:

„Die Dozentin gibt regelmäßig konstruktives Feedback, was beim Lernerfolg sehr hilft!!!“.

Dazu passt die Beobachtung, dass die Studierenden sich im Laufe des Seminars zunehmend selbst gegenseitig Feedback geben und bei den Experimenten unterstützen. Es konnte beobachtet werden, dass zunehmend weniger Hilfestellungen der Dozierenden nötig sind und die Studierenden selbstständiger agieren (auch z.B. bei der Suche nach alternativen Materialien in der Sammlung).

Bezogen auf das Prüfungsformat der *performanzbasierten Prüfung* zeigen sich die Studierenden im Vorfeld in der Regel skeptisch bis ablehnend. Außerdem gibt es diesbezüglich viele Rückfragen, was vor allem auf eine Unsicherheit mit dem bisher unbekanntem Prüfungsformat schließen lässt. Während der Prüfung lässt sich jedoch in der Regel beobachten, dass die Studierenden schon nach wenigen Minuten gut mit dem Format umgehen können und mithilfe ihres Laborbuchs zu zufriedenstellenden Ergebnissen kommen. Besonders spannend sind dabei Situationen, in denen Teile des Experimentierprozesses nicht sofort wie geplant funktionieren und die Studierenden den normalen Ablauf unterbrechen, um Fehlerquellen zu identifizieren. Diese Art von Kompetenz lässt sich in Laborbüchern nicht beobachten, wird aber im Schulalltag relevant.

Auch bei der *Lehrprobe* sind die Studierenden anfänglich oft zurückhaltend. Da sie selbst nicht nur als Lehrkräfte agieren, sondern bei der Vorstellung der anderen Gruppen gleichermaßen Schüler*innen spielen müssen, gibt es auch hier Hemmschwellen. Es hat sich allerdings gezeigt, dass es hilfreich ist, wenn im Seminar zuvor eine positive Lernatmosphäre aufgebaut wurde und die Dozierenden selbst als Schüler*innen mitspielen. Gleichermaßen ermöglicht das Rollenspiel den Studierenden, noch einmal über die geplante Experimentierumgebung zu reflektieren: beispielsweise, wenn sie bemerken, dass die „Schüler*innen“ die Versuchsanleitungen oder Impulse nicht korrekt verstehen.

Eine Weiterentwicklung des Seminars ist aktuell in Planung. Da die Behandlung der Experimente im vorgestellten Seminar aufgrund der knappen Zeit von nur 2 SWS an vielen Stellen nur exemplarisch stattfinden kann, wird eine Ausweitung des Seminars ab dem Sommersemester 2025 in zwei Einzelseminare stattfinden (insgesamt 4 SWS). Aufgrund der Blockstruktur ist dies organisatorisch gut umsetzbar (z.B. indem Block A im ersten Seminar und die Blöcke B und C im zweiten Seminar durchgeführt werden). Auch inhaltlich könnte das Seminar dann in allen Bereichen an fachlicher und fachdidaktischer Tiefe gewinnen. Dies betrifft insbesondere die explizitere Thematisierung verschiedener Funktionen des Experiments (abseits der Förderung experimenteller Kompetenz) anhand der schon behandelten und auch weiterer Experimente sowie die Reflexion über die historischen Kontexte der kanonischen Experimente. Auch die Verwendung von differenzierendem oder sprachsensiblen Material wird bisher nur am Rande behandelt und könnte dann vertieft werden. Nicht zuletzt wäre auch eine praktische Erprobung der in Teil C entwickelten Lehrelemente in Schulklassen wünschenswert, um den Praxisbezug noch weiter zu erhöhen.

6 Begleitmaterial

6.1 Versuchsanleitung zum kanonischen Experiment „Linienspektren“ (Block A)

Linienspektren von Gasentladungsröhren

Vorbereitung

Informieren Sie sich im Vorfeld über die Möglichkeiten der Spektralanalyse mithilfe von Linienspektren. Machen Sie sich Gedanken über eine mögliche Versuchsanordnung und die Aufnahme von Messwerten.

Experimentieraufgabe

- Nehmen Sie die Linienspektren verschiedener Gasentladungsröhren auf.
- Bestimmen Sie für alle Spektrallinien von zwei Gasentladungsröhren die Energie des zur jeweiligen Spektrallinie zugehörigen Strahlungsübergangs

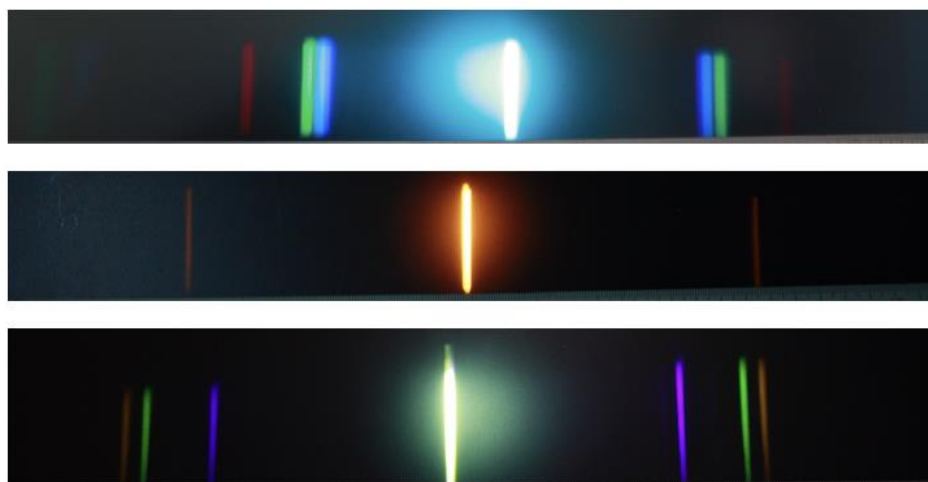


Abb.01: Linienspektren verschiedener Gasentladungsröhren im Praktikum

Versuchsaufbau und Durchführung

Die „schönsten“ Spektren erhalten Sie mit einem Versuchsaufbau bestehend aus der jeweiligen Spektrallampe, zweier Linsen, einer Spaltblende, eines Gitters (Gitterkonstante 570 Striche/mm) und einem Schirm.

Quelle: eigene Darstellung

6.2 Versuchsanleitung zum Versuch „Radioaktivität“ (Block B)

Radioaktivität untersuchen**Zugehörige Klassenstufe: Mittelstufe 8 / 9****Experimentieraufgabe:**

Entwickeln Sie eine Fragestellung und ein dazu passendes Experiment zum Themenbereich Radioaktivität. Ihr Experiment muss quantitativ auswertbar sein.

Vorbereitung:

Ihnen stehen die Inhalte eines Phywe-Experimentierkastens (Inhalt s. Abbildung unten) sowie zwei unterschiedliche Geiger-Müller-Zählrohre (s. Abbildungen unten) zur Verfügung. Informieren Sie sich im Vorfeld, ob diese Materialien für ihre Fragestellung ausreichen. Gerne können Sie sich dazu die Kästen vor Ort ansehen. Falls Sie mehr oder anderes Material benötigen, sprechen Sie die Dozenten frühzeitig an.

Überlegen Sie im Vorfeld unbedingt, wie Sie die Strahlenschutzrichtlinien (die 5 „A“s des Strahlenschutzes) umsetzen, bevor Sie experimentieren¹. Die Hinweise dazu notieren Sie bitte im Laborbuch.

Hinweis: Das Thema Radioaktivität wird sowohl in der Mittelstufe als auch in der Oberstufe behandelt. Achten Sie darauf, eine Versuchsdurchführung und Auswertung zu wählen, die für die Mittelstufe (Klasse 8 oder 9) geeignet ist. Formulieren Sie darüber hinaus

Anmerkungen zum Transfer in die Oberstufe in ihrem Laborbuch.

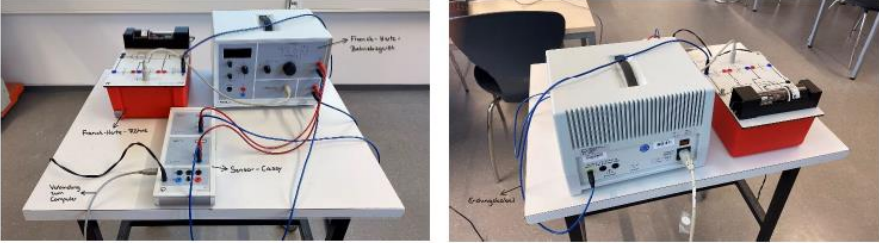


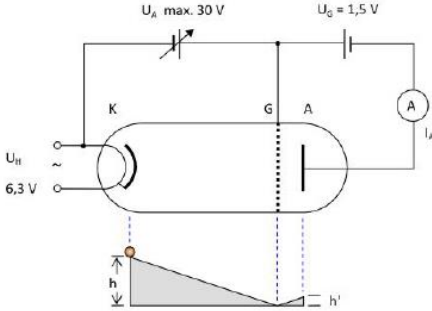
Abbildungen: Inhalte des Phywe-Experimentierkastens für SuS und das dazugehörige Geiger-Müller-Zählrohr (oben und oben rechts). Alternatives Geiger-Müller-Zählrohr (unten rechts)

Quelle: eigene Darstellung


6.3 Studentisches Laborbuch (Auszug) zum Franck-Hertz-Versuch

- Versuchsaufbau des Franck-Hertz-Versuchs:

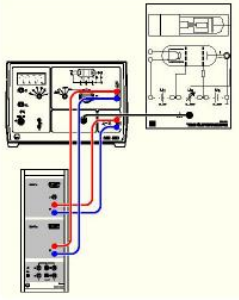

- Überblick zur Beschaltung des Franck-Hertz-Versuchs [5]:



- Heizspannung U_H
 - Kathode K
 - Beschleunigungsspannung U_A
 - Gitter G
 - Gegenspannung U_G
 - Anode A
 - Anodenstrom I_A



- Vorgehensweise für den Aufbau:
 - Starten des Computers und des Computerprogramms „Cassy Lab 2“
 - Sensor-Cassy mit dem zugehörigen Kabel an den Computer anschließen
 - Franck-Hertz-Betriebsgerät mit passendem Kabel mit der Franck-Hertz-Röhre verbinden
 - Erdung der Franck-Hertz-Röhre mit Erdungskabel → wichtig, da der Versuch ansonsten nicht funktioniert
 - Verkabelung des Betriebsgeräts mit dem Sensor-Cassy gemäß nebenstehender Abbildung [5]
 - Sensor-Cassy mit Strom versorgen



Quelle: Studentisches Laborbuch von zwei Teilnehmer*innen. Der abgebildete Schaltplan ist entnommen worden aus: QUA-LiS NRW (Qualitäts- und Unterstützungs Agentur – Landesinstitut für Schule Nordrhein-Westfalen). (2025). *V 15 – Franck-Hertz-Versuch. Schlüsselexperimente Physik in der gymnasialen Oberstufe* (<https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5424?matId=5424>). Die untenstehende Abbildung stammt aus: LD DIDACTIC. (2013). *Cassy Lab 2: Franck-Hertz-Versuch mit Neon*. LD DIDACTIC GmbH. (<https://www.ld-didactic.de/documents/de-DE/EXP/P/P6/P6244cld.pdf>). Die beiden abgebildeten Fotos stammen von den Studierenden.

6.4 Bewertungsbogen für die performanzorientierte Prüfung (Block A)

Bewertungsbogen für die kompetenzorientierte Prüfung in Experimente der Schulphysik												
Die Punkte und die Gewichtung können abhängig von der konkreten experimentellen Aufgabe unterschiedlich ausfallen.												
	Punkte	Punkte nach der Gewichtung										
Versuchsziel kenntlich machen	0 1 2	x 1 =										
<ul style="list-style-type: none"> ○ das Ziel des Versuchs wird genannt ○ fachliche Zusammenhänge werden genannt ○ Variablenkontrolle wird beschrieben ○ Einflussvariablen werden genannt ○ Messmethode wird benannt und begründet 												
Versuch aufbauen und testen	0 1 2	x 3 =										
<ul style="list-style-type: none"> ○ der Versuch ist funktionsfähig aufgebaut ○ mit den Materialien wird sorgfältig umgegangen ○ Testmessung wurde gemacht ○ der Versuchsaufbau ist optimiert (Geräteauswahl, Einstellungen, räumliche Anordnung, Einflussvariable) ○ es wird zeiteffizient gearbeitet 												
Messung durchführen (Messreihe generieren)	0 1 2	x 1 =										
<ul style="list-style-type: none"> ○ richtige Einstellungen werden vorgenommen ○ die Messschritte sind gleichmäßig eingeteilt ○ eine ausreichende Anzahl an Messschritten wird durchgeführt ○ der Aufbau wird nicht mehr geändert ○ eine sorgfältige und zeiteffiziente Abhandlung von Messschritten ist zu erkennen 												
Beobachtungen & Messwerte dokumentieren IN EXCEL	0 1 2	x 1 =										
<ul style="list-style-type: none"> ○ die qualitativen Beobachtungen werden genannt ○ die Messungsgenauigkeit wird für alle Größen notiert und begründet ○ die modifizierte Ungenauigkeit wird für die entsprechende Größen notiert ○ die Formelzeichen und Einheiten werden notiert ○ alle aufgenommenen Messwerte werden notiert ○ die Tabelle ist bereinigt (z.B. Anpassung der Dezimalstellen) 												
Vorgehen bei der Datenauswertung	0 1 2	x 2 =										
<ul style="list-style-type: none"> ○ die Auswertung passt zum Versuchsziel ○ ein passendes Diagramm wird erstellt ○ Achsenbeschriftungen sind vorhanden und die Skalierung wurde sinnvoll gewählt ○ die Beispielrechnungen für einzelne Rechenschritte sind vorhanden (bei den Spalten in Excel hinterlegte Gleichungen) ○ Trendlinie wird eingefügt (Messpunkte sind nicht verbunden, Achsenschnittpunkt (0;0)?) ○ Gleichung der Trendlinie wird sichtbar gemacht ○ ggf. wird Mittelwert berechnet 												
Fehlerbetrachtung durchführen	0 1 2	x 2 =										
<ul style="list-style-type: none"> ○ Messungsgenauigkeiten werden diskutiert 												
Ergebnis (Schlüsse ziehen) kenntlich machen	0 1 2	x 1 =										
<ul style="list-style-type: none"> ○ das Endergebnis passt zum Versuchsziel ○ ggf. Vergleich mit Literaturwerten ○ ggf. Begründung von Abweichung vom Literaturwert 												
Schulbezogene Überlegungen	0 1 2	x 2 =										
<ul style="list-style-type: none"> ○ angemessene Argumentation hinsichtlich der schulbezogenen Fragestellung (z.B. Curriculare Einordnung, Lernziele, Elementarisierung oder Schülervorstellungen) 	0 1 2	x 2 =										
Versprachlichung	0 1 2	x 2 =										
<ul style="list-style-type: none"> ○ eine präzise Fachsprache statt Alltagssprache wird verwendet ○ bei den Beschreibungen und Erklärungen wird logisch und gegliedert argumentiert ○ Geräte und Materialien werden richtig benannt ○ Messmethode wird präzise beschrieben ○ Begründungen werden genannt (Aufbauoptimierung, Messmethode, Fehlerbetrachtung) ○ Es wird in ganzen Sätzen gesprochen 												
min. Prozent	0%	25%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
Note	6,0	5,0	4,0	3,7	3,3	3,0	2,7	2,3	2,0	1,7	1,3	1,0

Quelle: eigene Darstellung

6.5 Checkliste für Laborbücher (Block B)

Experimente der Schulphysik Checkliste für die Laborbücher	
Gruppe:	
Versuch:	
Versuchsziel	0 1 2
○ Nachvollziehbarkeit/ Verständlichkeit	
Theoretischer Hintergrund	0 1 2 3
○ Fachliche Richtigkeit und angemessenes Niveau	
○ Darstellung aller für den Versuch relevanten physikalischen Sachverhalte	
○ Herleitung von Formeln	
○ Erläuterung von Zusammenhängen	
○ Nachvollziehbarkeit / Verständlichkeit (v.a. Struktur und roter Faden)	
Versuchsaufbau & Versuchsdurchführung	0 1 2
○ Korrektheit	
○ Vollständigkeit der Materialien inkl. technischer Angaben	
○ Skizze oder Foto mit Beschriftung	
○ Nachvollziehbarkeit / Verständlichkeit	
○ Begründung der Methodik (z.B. Anzahl der aufgenommenen Messwerte)	
○ Berücksichtigung von Besonderheiten	
○ Struktur und roter Faden (auch Bezug zu den theoretischen Hintergründen)	
Beobachtung & Messwerte	0 1 2
○ Tabelle der Messwerte mit Beschriftung	
○ Nachvollziehbarkeit / Verständlichkeit	
Auswertung	0 1 2 3
○ Passung zum Versuchsziel	
○ Korrektheit	
○ Erstellung von passenden Diagrammen	
○ Beispielrechnungen für einzelne Rechenschritte	
○ Nachvollziehbarkeit / Verständlichkeit	
Fehlerbetrachtung	0 1 2
○ Passung zum Versuch und Versuchsziel	
○ Diskussion der Messunsicherheiten	
○ Begründete Einschätzung der Messunsicherheiten	
○ Nachvollziehbarkeit / Verständlichkeit	
Ergebnis	0 1 2
○ Passung zum Versuchsziel	
○ Sinnvolle Darstellung der Endergebnisse	
○ Vergleich mit Literaturwerten	
Schulbezogene Überlegungen	0 1 2 3 4
○ Klassenstufe – und Lehrplanbezug	
○ Experimentelle, fachliche oder curriculare Besonderheiten	
○ Elementarisierung(en) und Niveau	
○ Mögliche Lernziele	
○ Lernvoraussetzungen	
○ Relevanz von Schülervorstellungen	
Formalia	0 1 2
○ Layout & Formatierung	
○ Formeln mit Formeleditor, passende Anzahl Dezimalstellen etc.	
○ Rechtschreibung & Grammatik	
○ Sprache (präzise Fachsprache) & Ausdruck	
○ Betitelung der Skizzen, Diagramme, Abbildungen, Tabellen mit Verweisen	
○ Durchnummerierung von (hergeleiteten) Formeln	
Quellen	0 1 2
○ Ehrlichkeit & Vollständigkeit	
○ Überprüfbarkeit (auch Internetquellen)	
○ Korrekte Quellenangaben (Autor, Titel, Hrsg., Verlag, Jahr)	

Quelle: eigene Darstellung

6.6 Von Studierenden erstelltes Arbeitsblatt (Auszug) zur eigens entwickelten Versuchsumgebung

Arbeitsblatt: Beschleunigungsbegriff

Eine Gruppe von Schülerinnen und Schülern möchte bald an einem Seifenkistenrennen teilnehmen und möchte mit dem Video Ideen sammeln.

Leo bemerkt, dass in dem Video die Seifenkisten zum Teil **per Hand angestoßen** werden und zum Teil von einer **Rampe fahren**. Bei dem Rennen kann sich jede Gruppe selbst überlegen, welche Methode sie wählen. Die Gruppe diskutiert, welchen **Einfluss beide Methoden auf die Beschleunigung haben**.



1. Überprüft nun experimentell die verschiedenen Aussagen.

Materialien:

- Klemmbausteine
- Rampe
- Smartphone mit diversen Apps (z.B. Phyphox)
- Gummibänder



Tipp: Nutzt Hilfekarten, wenn ihr während des Experimentierens nicht weiterkommt.

Quelle: von Teilnehmer*innen des Kurses erstellt

Literatur und Internetquellen

- Bauer, A.B. (2023). *Experimentelle Kompetenz Physikstudierender: Entwicklung und erste Erprobung eines performanzorientierten Kompetenzstrukturmodells unter Nutzung qualitativer Methoden*. Logos. <https://doi.org/10.30819/5625>
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9 (4), 469–520. <https://doi.org/10.1007/s11618-006-0165-2>
- Chinn, C. & Malhotra, B. (2002). Epistemologically Authentic Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks. *Science Education*, 86, 175–218. <https://doi.org/10.1002/sce.10001>
- Deutsche Physikalische Gesellschaft e.V. (2014). *Zur fachlichen und fachdidaktischen Ausbildung für das Lehramt Physik. Eine Studie der Deutschen Physikalischen Gesellschaft e.V.* <https://www.dpg-physik.de/veroeffentlichungen/publikationen/studien-der-dpg/pix-studien/studien/lehramtstudie-2014.pdf>
- Fäßler, A. & Jönsson, C. (2005). *Die Top Ten der schönsten physikalischen Experimente*. Rowohlt Taschenbuch.
- Girwidz, R. (2020). Experimente im Physikunterricht. In E. Kircher, R. Girwidz & H.E. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik / Grundlagen* (S. 263–291). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-59490-2_7
- Girwidz, R., Theyßen, H. & Widenhorn, R. (2021). Experiments in Physics Teaching. In H.E. Fischer & R. Girwidz, *Physics Education*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87391-2_10
- Gramzow, Y., Riese, J. & Reinhold, P. (2013). Modellierung fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 7–30.
- Haase, S., Sommerer, M., Kirstein, J. & Nordmeier, V. (2021). tet.folio: Eine Online-Plattform für die Produktion innovativer Lehr-Lern-Angebote. *Phydid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2021* (S. 389–394). <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/1117>
- Heering, P. (2022). Kanonische Experimente der Physik und ihre Rolle in Bildungsprozessen. In P. Heering (Hrsg.), *Kanonische Experimente der Physik: Fachliche Grundlagen und historischer Kontext* (S. 1–8). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-64646-5_1
- Heering, P. (2023). *Historische Experimente als Lehrversuche – ein Problem?!* Vortrag auf der 50. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Hamburg.
- Helms (Tschentscher), C. & Kulgemeyer, C. (2014). Mit Heterogenität beim Experimentieren umgehen: Differenzierende Versuchsanleitungen erstellen. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 25, 19–23.
- Henke, A. (2016). Lernen über die Natur der Naturwissenschaften – Forschender und historisch orientierter Physikunterricht im Vergleich. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22 (1), 123–145. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0046-z>
- Hochschulrektorenkonferenz. (Hrsg.). (2007). *Neue Texte und Hilfestellungen zur Umsetzung der Ziele des Bologna-Prozesses an deutschen Hochschulen / HRK-Service-Stelle Bologna* (1. Aufl). Hochschulrektorenkonferenz. https://www.hrk.de/fileadmin/redaktion/hrk/02-Dokumente/02-10-Publikationsdatenbank/Beitr-2007-05_Bologna_Reader_II.pdf
- Hofstein, A. & Lunetta, V. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88, 28–54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Hopf, M., Schecker, H., Wiesner, H., Berger, R., Girwidz, R., Heering, P., Höttecke, D. & Leisen, J. (Hrsg.). (2009). *Physikdidaktik kompakt*. Aulis-Verlag.

- Höttecke, D. & Allchin, D. (2020). Reconceptualizing Nature-of-Science Education in the Age of Social Media. *Science Education*, 104 (4), 641–666. <https://doi.org/10.1002/sce.21575>
- Höttecke, D. & Hopf, M. (2018). Schülervorstellungen zur Natur der Naturwissenschaften. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 271–287). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-57270-2_13
- Höttecke, D. & Rieß, F. (2015). Naturwissenschaftliches Experimentieren im Lichte der jüngeren Wissenschaftsforschung – Auf der Suche nach einem authentischen Experimentbegriff der Fachdidaktik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21 (1), 127–139. <https://doi.org/10.1007/s40573-015-0030-z>
- Hund, M., Wietzke, K.-H., Hanschke, T., Bietsch, W., Krause, A., Kempas, F., Grüner, C., Metzbour, M., Neumayr, B. & Seithe, B. (2021). *CASSY Lab 2. LD DIDACTIC GmbH*. <https://www.ld-didactic.com/software/524221de.pdf>
- Johnson, G. (2008). *The Ten Most Beautiful Experiments*. Alfred A. Knopf.
- KFP (Konferenz der Fachbereiche Physik). (2010). *Zur Konzeption von Bachelor- und Master-Studiengängen in der Physik*. Handreichung der Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP). https://www.kfp-physik.de/dokument/KFP_Handreichung_Konzeption-Studiengaenge-Physik-101108.pdf
- Kircher, E. & Priemer, B. (2020). Nature of Science – Über die Natur der Naturwissenschaften lernen. In E. Kircher, R. Girwidz & H.E. Fischer (Hrsg.), *Physikdidaktik. Methoden und Inhalte* (S. 167–210). https://doi.org/10.1007/978-3-662-59496-4_6
- KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland). (2004). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. Wolters Kluwer Deutschland GmbH.
- KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland). (2008). *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung*. https://www.bildungserver.de/onlineresource.html?onlineresourcen_id=55709
- KMK (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland). (2020). *Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Physik.pdf
- Kuhlen, S., Stampfer, C., Wilhelm, T. & Kuhn, J. (2017). Phypfox bringt das Smartphone ins Rollen. *Physik in unserer Zeit*, 48 (3), 148–149. <https://doi.org/10.1002/piuz.201770311>
- Ma, J. & Nickerson, J. (2006). Hands-On, Simulated, and Remote Laboratories: A Comparative Literature Review. *ACM Comput. Surv.*, 38 (3). <https://doi.org/10.1145/1132960.1132961>
- Maiseyenko, V., Schecker, H. & Nawrath, D. (2013). Kompetenzorientierung des naturwissenschaftlichen Unterrichts — Symbiotische Kooperation bei der Entwicklung eines Modells experimenteller Kompetenz. *PhyDid A – Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 1 (12), Article 12.
- Merli, A., Kanngießer, B. & Möller, T. (2020). Kreatives forschendes Lernen im Projektlabor Physik fördern. In T. Haertel, S. Heix, C. Terkowsky, S. Frye, T.R. Ortelt, K. Lensing & D. May (Hrsg.), *Labore in der Hochschullehre: Didaktik, Digitalisierung, Organisation* (S. 67–80). wbv Publikation. <https://doi.org/10.3278/6004804w>
- MSB NRW (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen). (2014). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen*. https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/160/KLP_GOSt_Physik.pdf

- MSB NRW (Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen). (2024). *Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht an allgemeinbildenden Schulen in Nordrhein-Westfalen (RISU-NRW)*. https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/160/KLP_GOSt_Physik.pdf
- Nagel, C., Scholz, R. & Weber, K.-A. (2018). Umfrage zu den Lehr/Lernzielen in physikalischen Praktika. *PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung* (S. 97–109). <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/829>
- Nawrath, D., Maiseyenko, V. & Schecker, H. (2011). Experimentelle Kompetenz — Ein Modell für die Unterrichtspraxis. *Praxis der Naturwissenschaften — Physik in der Schule*, 60 (6), 42–49.
- Neumann, K. (2004). *Didaktische Rekonstruktion eines physikalischen Praktikums für Physiker*. Logos Berlin.
- Nordmeier, V., Schummel, N. & Schwarzhans, D. (2016). Viana – eine App zur Videoanalyse im Physikunterricht. *PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung* (S. 1–3). <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/734/869>
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. & Duschl, R. (2003). What “Ideas-About-Science” Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (7), 692–720. <https://doi.org/10.1002/tea.10105>
- Pickering, A. (1989). Living in the Material World: On Realism and Experimental Practice. In D. Gooding, T. Pitch & S. Schaffer (Hrsg.), *The Uses of Experiments* (S. 275–297). Cambridge University Press.
- Popper, K.R. (1976). *Logik der Forschung*. Mohr.
- QUA-LiS NRW (Qualitäts- und Unterstützungs Agentur – Landesinstitut für Schule Nordrhein-Westfalen). (2023). *Handbuch zu 25 Schlüsselexperimenten im Grundkurs Physik*. <https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigators-ii/gymnasiale-oberstufe/physik/hinweise-und-beispiele/se2.html>
- Riese, J., Gramzow, Y. & Reinhold, P. (2017). Die Messung fachdidaktischen Wissens bei Anfängern und Fortgeschrittenen im Lehramtsstudiengang Physik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23 (1), 99–112. <https://doi.org/10.1007/s40573-017-0059-2>
- Sacher, M. & Bauer, A. (2020). Kompetenzförderung im Laborpraktikum. In T. Haertel, S. Heix, C. Terkowsky, S. Frye, T.R. Ortelt, K. Lensing & D. May (Hrsg.), *Labore in der Hochschullehre: Didaktik, Digitalisierung, Organisation* (S. 51–66). wbv Publikation. <https://doi.org/10.3278/6004804w>
- Schlummer, P. & Pusch, A. (2019). Low-Cost Kinematik-Experimente mit Luftkissenscheiben aus dem 3D-Drucker. *PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung* (S. 357–364). <https://ojs.dpg-physik.de/index.php/phydid-b/article/view/933>
- Schulz, A., Wirtz, M. & Staraschek, E. (2012). Das Experiment in den Naturwissenschaften. In W. Rieß, M.A. Wirtz, B. Barzel & A. Schulz (Hrsg.), *Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten* (S. 15–38). Waxmann.
- Schwichow, M., Croker, S., Zimmerman, C., Höffler, T. & Härtig, H. (2016). Teaching the Control-of-Variables Strategy: A Meta-Analysis. *Developmental Review*, 39, 37–63. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.12.001>
- Tepner, O., Borowski, A., Dollny, S., Fischer, H.E., Jüttner, M., Kirschner, S., Leutner, D., Neuhaus, B., Sandmann, A., Sumfleth, E., Thillmann, H. & Wirth, J. (2012). Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 7–28.

- Tesch, M. & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht — Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 51–69, 667 K. <https://doi.org/10.25656/01:31599>
- Varnai, A.S. & Reinhold, P. (2017). Experimentelle Handlungen von Lehramt-Studierenden im physikalischen Praktikum. In C. Maurer (Hrsg.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik*. Universität Regensburg.
- Zwickl, B.M. & Finkelstein, N. (2013). The Process of Transforming an Advanced Lab Course: Goals, Curriculum and Assessment. *American Journal of Physics*, 81, 63–70. <https://doi.org/10.1119/1.4768890>

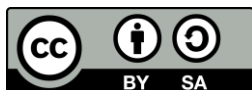
Beitragsinformationen

Zitationshinweis:

Webersen, Y. & Riese, J. (2025). Umdenken! Vom fachlichen zum schulischen Experimentieren. Vorstellung einer Lehrkonzeption für angehende Physiklehrkräfte. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung*, 8 (1), 99–121. <https://doi.org/10.11576/hlz-7118>

Eingereicht: 20.03.2024 / Angenommen: 17.02.2025 / Online verfügbar: 07.03.2025

ISSN: 2625–0675



Dieses Werk ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY-SA 4.0 (Weitergabe unter gleichen Bedingungen). Diese Lizenz gilt nur für das Originalmaterial. Alle gekennzeichneten Fremdinhalte (z.B. Abbildungen, Fotos, Tabellen, Zitate etc.) sind von der CC-Lizenz ausgenommen. Für deren Wiederverwendung ist es ggf. erforderlich, weitere Nutzungsgenehmigungen beim jeweiligen Rechteinhaber einzuholen. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>

English Information

Title: Rethink! From Scientific to School-Oriented Experimentation. A Teaching Concept for Prospective Physics Teachers

Abstract: While the role of experiments in science is to gain knowledge, there are several other (didactic) purposes of experiments in school. Therefore, prospective physics teachers need to acquire specific competencies to design experimental learning environments. In this article, we explore the differences between scientific and school-oriented experimentation, and introduce a teaching concept that aims to support prospective physics teachers in changing their perspective from the former to the latter. Following the concept, we report on its (repeated) implementation in a university course, and present the results of an initial evaluation.

Keywords: physics; teacher training program; experiment; physics instruction