

Experimentieren im Kontext aktueller biologischer Forschung stärken – durch digital-analoge Lehrerfortbildungen auf Distanz

Naturwissenschaftliche Grundbildung bildet die Basis für fundierte alltägliche Entscheidungen. Dies zeigt auch der Diskurs rund um die Pandemie. Biologieunterricht kann hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten, wenn er sich u.a. an aktueller Forschung orientiert. Das bedeutet auch, dass das Experiment als zentrale Erkenntnismethode der Biologie eine entsprechende Stellung im Unterricht einnehmen muss. An der RWTH Aachen werden daher kontinuierlich neue Experimente fachdidaktisch aufgearbeitet, um Schüler:innen das Experimentieren im Kontext aktueller biologischer Forschung näherbringen zu können.

Während entsprechende Unterrichtsmodelle bislang v.a. über fachdidaktische Zeitschriften zugänglich gemacht wurden, erscheinen gerade bei praktisch-experimentellen Inhalten auch Fortbildungen zielführend: Hier können Ideen mit Unterstützung von Expert:innen erprobt werden, um die Wahrscheinlichkeit für erfolgreichen Transfer zu erhöhen. Fortbildungsveranstaltungen in Präsenz können zurzeit kaum stattfinden. Die verstärkte Digitalisierung von Lehrerfortbildungen und das Finden entsprechender, wirksamer Formate gewinnt dadurch weiterhin an Bedeutung. Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurde daher ein neues Fortbildungskonzept entwickelt, das Lehrkräften durch die Kombination digitaler und analoger Phasen einen unkomplizierten und zugleich effektiven Zugang zu neuen, forschungsnahen Experimenten ermöglicht (Helbing et al., 2021).

Ablauf und inhaltliche Schwerpunkte der digital-analoge Lehrerfortbildung – am Beispiel eines Experiments mit Wasserflöhen

Auf der Basis eines Unterrichtsmodells zur „Wirkung von Neurotoxinen aus Pflanzenschutzmitteln auf den Wasserfloh *Daphnia magna*“ (Giovio et al., 2020) wurde ein erstes Fortbildungsmodul konzipiert. Dieses besteht aus drei Phasen (siehe Abb. 1).

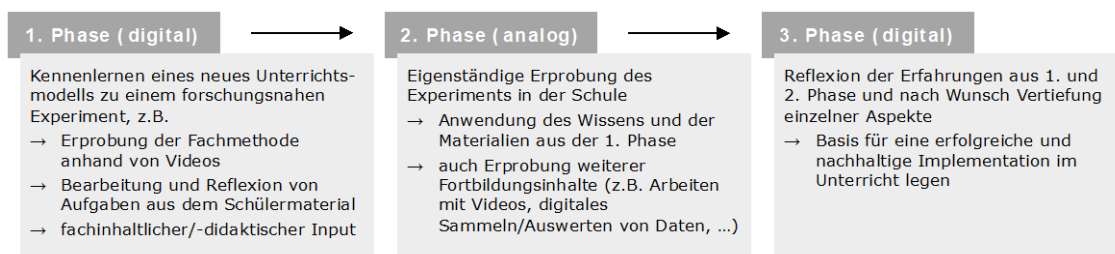


Abb. 1: Ablauf und inhaltliche Schwerpunkte der digital-analoge Lehrerfortbildung. Quelle: Eigene Darstellung.

Die erste Phase (ca. 3 Stunden) findet als digitales Treffen statt. Die Teilnehmenden lernen das Unterrichtsmodell inkl. Experiment kennen, indem sie Teile davon selbst ausprobieren und reflektieren. Für das Daphnien-Modul wurde eigens ein digitales Lernmodul entwickelt, in dem das Experiment anhand von Videos erprobt werden kann. Die Videos zeigen z.B. Wasserflöhe unter dem Mikroskop. Mithilfe eines digitalen Tools wird beim Ansehen der Videos die Herzschlagfrequenz der Daphnien ermittelt. So können Daten modellhaft erhoben und, ebenfalls mithilfe digitaler Werkzeuge, ausgewertet werden. Auch ein Video, das die Durchführung des Experiments zeigt, ist Teil des digitalen Moduls. Auf diese Weise werden die Lehrkräfte digital bestmöglich darauf vorbereitet, das Experiment im Fachraum zu erproben und schließlich im Unterricht einzusetzen. Das digitale Lernmodul ist ebenfalls dazu geeignet, selbst im Unterricht eingesetzt zu werden, entweder als ausschließlich digitales Lernmodul oder als Ergänzung zur Durchführung des realen Experiments. Auch dies wird im Rahmen des Treffens thematisiert. So wird bei der Diskussion rund um das Experimentieren im Biologieunterricht stets die zielführende Verwendung digitaler Medien mitgedacht.

Das Treffen wird abgerundet durch einen Vortrag der Fortbildenden zur fachlichen und fachdidaktischen Klärung. Dieser enthält Informationen zum konkreten Experiment (virtuell und real) sowie zum Experimentieren im Biologieunterricht allgemein (z.B. lernförderliche Aufgabenformate), greift Aspekte aus der Diskussion auf und ergänzt diese. Wesentlich sind auch Hinweise zur Durchführung des realen Experiments (z.B. Beschaffung notwendiger Materialien, Tipps zur Handhabung, ...), um Hürden bei der Realisierung abzubauen. Die Teilnehmer:innen erhalten im Anschluss ein umfangreiches Materialpaket (inkl. Schülermaterial, Musterlösungen/-daten, Fachinformationen, ...), das die weitere Auseinandersetzung mit dem Experiment unterstützt. Bei Bedarf können auch Experimentiermaterialien (z.B. Versuchstiere, Chemikalien) zur Verfügung gestellt werden.

Die zweite Phase dient der selbstständigen Erprobung des Experiments in den Fachräumen der Schule sowie ggf. im Unterricht. Die Teilnehmer:innen führen alleine oder zusammen mit Kolleg:innen das Experiment durch und können die Fortbildenden bei inhaltlichen oder ausstattungsrelevanten Fragen zu Rate ziehen. Bei Bedarf ist auch ein Besuch der Fortbildenden in der Schule oder der Lehrkräfte in der Hochschule denkbar. Im Mittelpunkt dieser Phase steht die praktische Anwendung der Fortbildungsinhalte im individuellen Schul- bzw. Unterrichtskontext. Auch Fortbildungsinhalte über das Experiment hinaus (z.B. Umgang mit Videos im Unterricht, digitale Datenerfassung/-auswertung, ...) spielen hierbei eine Rolle.

In der dritten Phase (ca. 2-3 Stunden) treffen sich Lehrkräfte und Fortbildende digital wieder, um sich über Erfahrungen mit den Fortbildungsinhalten auszutauschen und einzelne Aspekte aus den vorherigen Phasen nach Wunsch zu vertiefen. So profitieren die Teilnehmer:innen einerseits von der Expertise der Fortbildenden bei der Implementation der Fortbildungsinhalte in ihren Unterricht. Andererseits erhalten die Fortbildenden Anregungen für eine praxisorientierte (Weiter-)Entwicklung ihrer Unterrichtsmodelle.

Stärken und Ziele des Konzepts

Bei der Entwicklung des Konzepts wurden empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen zugrunde gelegt (Zusammenfassungen z.B. bei Altrichter et al., 2019; Lipowsky & Rzejak, 2019; Warkentin, 2018; Wenning & Sandmann, 2016) und fach- bzw. inhaltspezifisch umgesetzt. Die eingesetzten Unterrichtsmaterialien werden auf der Basis aktueller fachdidaktischer Forschungsergebnisse konzipiert und zeigen daher exemplarisch, wie Biologieunterricht mit Experimenten lernförderlich gestaltet werden kann (z.B. Baur et al., 2019). Bei der Entwicklung arbeiten Fachwissenschaftler:innen und Fachdidaktiker:innen zusammen, um eine hohe Qualität der Unterrichtsmodelle zu gewährleisten. Die Fortbildenden sind sowohl in die Konzeption der Fortbildungen wie auch in die Entwicklung der Unterrichtsmaterialien eingebunden, sodass sie eine wissenschaftliche Expertise auf verschiedenen fortbildungsrelevanten Ebenen vorweisen können (Lipowsky & Rzejak, 2019).

Die Aktivierung der Teilnehmer:innen sowie die Verschränkung von Input-, Erprobungs- und Reflexionsphasen ist in allen drei Fortbildungsteilen wesentlich (Altrichter et al., 2019; Lipowsky & Rzejak, 2019). Die Lehrkräfte erhalten Gelegenheiten, sich durch die Bearbeitung konkreter Aufgaben in das Lernen von Schüler:innen hineinzusetzen und hieraus Schlüsse für ihren Unterricht zu ziehen. In Kombination mit dem vertiefenden und weiterführenden Input durch die Fortbildenden wird so eine erfolversprechende Grundlage für die Erweiterung fachinhaltlichen und -didaktischen Wissens gelegt (Lipowsky & Rzejak, 2019). Da ein Fortbildungsmodul die Auseinandersetzung mit einem einzigen Experiment umfasst, wird ein starker fachlicher Fokus gesetzt, sodass ein Wissenszuwachs auch in der recht kurzen Fortbildungszeit wahrscheinlich ist (Lipowsky & Rzejak, 2019). Durch verschiedene Gelegenheiten zur Verknüpfung der Fortbildungsinhalte mit dem individuellen Schulkontext wird die Hürde zur Implementation im Unterricht herabgesetzt (Altrichter et al., 2019).

Aufgrund der hybriden Konzeption bietet das Angebot so viel organisatorische Flexibilität, dass Akteur:innen aus Schule (z.B. Lehrkräfte, Lehramtsanwärter:innen, Fachleiter:innen) und Hochschule mit vergleichsweise wenig Aufwand einen Austausch über konkrete Unterrichtsmodelle sowie guten Biologieunterricht allgemein realisieren können. So kann die Expertise aller Beteiligten genutzt werden, um regelmäßig Impulse für die Weiterentwicklung von Fachunterricht und fachdidaktischer Forschung zu setzen. Auch erleichtert die zeitliche und örtliche Flexibilität die Teilnahme mehrerer Kolleg:innen einer Schule, da Unterrichtsausfall durch wegfallende Anfahrts- und flexible Fortbildungszeiten vermieden wird.

Insofern kann das Angebot die Intensivierung kollegialer Zusammenarbeit an der Schule unterstützen und stärken (Altrichter et al., 2019; Lipowsky & Rzejak, 2019). Da ein Treffen von Teilnehmenden und Fortbildenden in Präsenz nicht zwingend erforderlich ist, kann die Fortbildung auch überregional angeboten werden und somit viele Lehrkräfte erreichen.

Insbesondere die zweite Fortbildungsphase (ohne Fortbildende) erfordert ein hohes Maß an Eigenständigkeit der Teilnehmenden. Jeder und jede entscheidet selbst, wie mit dem vorhandenen Fortbildungsmaterial verfahren wird, um die Fortbildungsinhalte anzuwenden und zu vertiefen. Aufgrund der bereits vorhandenen Expertise im Bereich des Experimentierens, kombiniert mit dem unterstützenden Fortbildungsmaterial und der kollegialen Zusammenarbeit, ist davon auszugehen, dass diese Freiheit produktiv genutzt wird. Wie auch an anderen Stellen im Fortbildungsverlauf, entstehen so außerdem Möglichkeiten, die eigene Wirksamkeit zu erfahren, was als wichtiger Faktor wirksamer Fortbildungen gilt (Lipowsky & Rzejak, 2019).

Die beschriebene lernförderliche und zugleich praktische Kombination digitaler und analoger Fortbildungsphasen stellt im Bereich der Biologielehrerfortbildung eine Innovation dar und verspricht, mit Blick auf die Befunde der Lehrerfortbildungsforschung, einen erfolgreichen Transfer von neuen Experimenten in die Unterrichtspraxis. Zurzeit werden weitere Fortbildungsmodulare entwickelt. So kann Lehrkräften ein vielfältiges inhaltliches Angebot gemacht werden, das aufgrund seiner recht niederschweligen Gestaltung zur regelmäßigen Teilnahme motivieren könnte. Langfristig könnte dies dazu führen, dass Experimente aus aktueller Forschung zu einem wiederkehrenden Fortbildungsthema werden und so der Bedeutung dieser Erkenntnismethode im Fach Biologie Rechnung getragen wird.

Bisherige Erfahrungen und Ausblick

Bislang wurde das Daphnien-Modul (Phase 1) drei Mal in Fachseminaren mit insgesamt 34 Lehramtsanwärter:innen und drei Fachleiter:innen eingesetzt. Mit einem Fachseminar (neun Teilnehmerinnen) konnte auch die dritte Phase durchgeführt werden. Die bisherigen Rückmeldungen zum Konzept und zu den Unterrichtsmaterialien waren insgesamt positiv. Zwar hatten nach drei Monaten alle neun Befragten das Experiment noch nicht im Unterricht eingesetzt. Allerdings gaben alle an, dass sie in diesem Zeitraum keinen Unterricht in entsprechenden Lerngruppen erteilen konnten und dass sie den Einsatz des Experiments in Zukunft geplant hätten. Interessant war auch, dass angegeben wurde, andere, kontextunabhängige Inhalte der Fortbildung seien bereits im Unterricht angewandt worden, z.B. das Sammeln von Daten mithilfe kollaborativer Tabellendokumente, die Nutzung der Schülermaterialstruktur sowie die Arbeit mit Videos. Das deutet darauf hin, dass Lehrkräfte auch dann von solchen Fortbildungsangeboten profitieren könnten, wenn der Einsatz des konkreten Experiments im Unterricht thematisch nicht möglich ist.

Für die Evaluation wurde nach der dritten Fortbildungsphase ein Fragebogen eingesetzt, der sich an den Zielen des Fortbildungskonzepts sowie an einem Fragebogen von Warkentin (2018) orientiert. Er enthielt schwerpunktmäßig Aspekte der ersten Ebene zum Fortbildungserfolg nach Kirkpatrick (1979, nach Lipowsky & Rzejak, 2019), die Reaktionen der Lehrkräfte in Form von Zufriedenheit und Akzeptanz umfasst. Auch Aspekte zur zweiten Ebene (Weiterentwicklung von Wissen, Überzeugungen und motivationalen Voraussetzungen) sowie zur dritten Ebene (Veränderung des unterrichtlichen Handelns) wurden abgefragt, allerdings ausschließlich in Form einer Selbsteinschätzung. Zudem wurden Teile der digitalen Treffen dokumentiert, die einen integrativen Fortbildungsbestandteil darstellten, z.B. Umfragen zu Erfahrungen mit Experimenten, Dokumente zu Erfahrungen mit Fortbildungsinhalten. Diese dienten u.a. der Einordnung und Präzisierung der Fragebogenergebnisse. Auf der Grundlage dieser ersten Ergebnisse wird die Evaluation nun weiterentwickelt und für die Hauptstudie finalisiert.

Weitere Fortbildungen mit mehreren Schulen sind bereits terminiert oder in Planung. Sollte sich das Fortbildungskonzept, wie erwartet, als eine erfolgreiche Maßnahme für den Transfer von Forschungsthemen und -methoden in die Praxis erweisen, ist auch eine Übertragung auf andere Bereiche des Biologieunterrichts (z.B. andere fachgemäße Arbeitsweisen oder Kompetenzbereiche) oder andere Fächer (z.B. Naturwissenschaften) vorstellbar und erfolgversprechend.

Literaturverzeichnis

Altrichter, H., Baumgart, K., Gnahs, D., Jung-Sion, J. & Pant, H.A. (2019, Dezember). *Evaluation der Lehrerfortbildung in NRW – Stellungnahme der Expertengruppe*. QUA-LIS NRW Schulentwicklung. https://www.schulentwicklung.nrw.de/referenzrahmen/rr_datei_download.php?dateiid=3415

Baur, A., Emden, M. & Bewersdorff, A. (2019). Welche Unterrichtsprinzipien sollten für den Aufbau von Kompetenzen zum Experimentieren Beachtung finden? – Eine Ableitung auf Basis multiperspektivisch begründeter Unterrichtsziele. *Zeitschrift für Didaktik der Biologie – Biologie Lehren und Lernen*, 23(1), 10-24.

Giovio, H., Heil, I. & Bohrmann, J. (2020). Wirkung von Neurotoxinen aus Pflanzenschutzmitteln auf den Wasserfloh *Daphnia magna*. *BU praktisch*, 3(1), Artikel 3. <https://doi.org/10.4119/bupraktisch-3218>

Helbing, I., Heil, I. & Bohrmann, J. (2021). Digital-analoge Lehrerfortbildungen zu Experimenten im Biologieunterricht. *MNU-Journal*, 74(3), 254-257.

Lipowsky, F. & Rzejak, D. (2019). Konzeptionelle Merkmale wirksamer Fortbildungen für Lehrkräfte. In B. Priebe, W. Böttcher, U. Heinemann und C. Kubina (Hrsg.), *Steuerung und Qualitätsentwicklung im Fortbildungssystem – Probleme und Befunde – Standardbildung und Lösungsansätze* (S.103-151). Klett Kallmeyer.

Warkentin, M. (2018). *Lehrerfortbildung und ihre Wirksamkeit im Fach Biologie*. Logos Verlag Berlin.

Wenning, S. & Sandmann, A. (2016). Fortbildung und Professionsentwicklung von Biologielehrkräften. In A. Sandmann & P. Schmiemann (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Schwerpunkte und Forschungsstände* (S. 143-161). Logos Verlag Berlin.