

Zum Nacherfinden.
Konzepte und Materialien für Unterricht und Lehre

Wie hoch ist die Salztoleranz unterschiedlicher Getreidesorten?

**Eigenständiges Experimentieren
mit digitalen gestuften Lernhilfen
zur Thematik Ökologische Nische und Keimung**

Svea Isabel Kleinert¹, Darius Haunhorst¹,
Holger Bekel-Kastrup², Philipp Hamers² & Matthias Wilde^{1,*}

¹ Universität Bielefeld

² Versuchsschule Oberstufen-Kolleg, Bielefeld

* Kontakt: Universität Bielefeld, Fakultät für Biologie,
Biologiedidaktik (Zoologie/Humanbiologie),
Universitätsstr. 25, 33615 Bielefeld
matthias.wilde@uni-bielefeld.de

Zusammenfassung: Aufgrund der Corona-Pandemie wurde das Experimentieren im Naturwissenschaftsunterricht stark eingeschränkt. Die Heterogenität der Schüler*innen im Hinblick auf ihre experimentellen Fähigkeiten könnte sich im Kontext des Distanzunterrichts zudem verstärkt haben. Um das Experimentieren im Naturwissenschaftsunterricht auch im Distanzunterricht zu ermöglichen, wurde eine Unterrichtseinheit im Themenbereich Ökologische Nische und Keimung in ein Online-Format umgestaltet. Um gleichermaßen den heterogenen experimentellen Fähigkeiten der Lernenden zu begegnen, wurden experimentierbegleitend digitale gestufte Lernhilfen entwickelt.

Schlagwörter: gestufte Lernhilfen; digitale Lernmaterialien; Binnendifferenzierung; Naturwissenschaftsunterricht; Ökologische Nische; Keimung



1 Einleitung

Auf Grund der Corona-Pandemie im Schuljahr 2020/2021 war es über weite Teile des Schuljahres nicht möglich, naturwissenschaftliche Experimente im Präsenzunterricht durchzuführen. Im Rahmen des Basiskurses Naturwissenschaften in der Eingangsphase des Oberstufen-Kollegs Bielefeld wurde daher die Kurseinheit zur ökologischen Nische (Haunhorst et al., 2020) für den Distanzunterricht umgestaltet. Die Schüler*innen führten das zentrale Dosis-Wirkungs-Experiment zur Natriumchlorid-Toleranz unterschiedlicher Getreidesorten selbstständig in digitalen Kleingruppen zu Hause durch. Um dabei die eigenständige Planung des Experimentes zu ermöglichen und passgenau Schüler*innen mit unterschiedlichem Maß an Unterstützungsbedarf beim Experimentieren zu adressieren, wurden die Experimentieranleitungen gekürzt und zusätzlich digitale gestufte Lernhilfen zur optionalen Unterstützung der einzelnen Experimentierschritte eingesetzt. Das digitale Format der experimentierbegleitenden gestuften Lernhilfen könnte darüber hinaus die auftretenden Schwierigkeiten und Herausforderungen im naturwissenschaftlichen Distanzunterricht (z.B. die erschwerte Umsetzung und Durchführung von Experimenten, die erschwerte individuelle Förderung und Unterstützung von Lernenden) überwinden. Im Folgenden werden die im Distanzunterricht durchgeführte Unterrichtseinheit und das eingesetzte Material vorgestellt. Das entwickelte Unterrichtsmaterial könnte ebenfalls im Präsenzunterricht, z.B. in freien Experimentierphasen, eingesetzt werden.

2 Didaktischer Kommentar

2.1 Die Basiskurse Naturwissenschaften am Oberstufen-Kolleg Bielefeld und Schwierigkeiten beim Experimentieren

Die (digitalen) gestuften Lernhilfen wurden für das Experimentieren im Themenbereich Ökologische Nische und Keimung im Naturwissenschafts- bzw. Biologieunterricht der elften Jahrgangsstufe am Oberstufen-Kolleg Bielefeld entwickelt. Diese wurden hierbei in den fächerübergreifenden Basiskursen Naturwissenschaften eingesetzt, die sich durch eine heterogene Schüler*innenschaft auszeichnen (Wilde et al., 2020). Die Schüler*innen, die die Basiskurse Naturwissenschaften am Oberstufen-Kolleg Bielefeld besuchen, können oftmals als wenig motiviert und interessiert an Naturwissenschaften beschrieben werden (Wilde et al., 2020). Zudem weisen die Lernenden sehr heterogene experimentelle Fähigkeiten auf. Empirische Studien zeigten in diesem Zusammenhang, dass Schüler*innen aufgrund von hohen kognitiven Anforderungen Schwierigkeiten bei der Generierung von Fragestellungen und Hypothesen, bei der Planung sowie bei der Auswertung von naturwissenschaftlichen Experimenten aufweisen (Arnold et al., 2014; De Jong & van Joolingen, 1998). Im Kontext des Distanzunterrichts während der Corona-Pandemie könnten sich diese Herausforderungen im Hinblick auf das Experimentieren im Naturwissenschafts- und Biologieunterricht verstärken. Um den Schüler*innen auch im Distanzunterricht der Basiskurse Naturwissenschaften das Experimentieren zu ermöglichen, wurden die digitalen Unterstützungsmaßnahmen in Form von gestuften Lernhilfen implementiert. Diese können die Berücksichtigung verschiedener Leistungsniveaus der Lernenden im Basiskurs Naturwissenschaften während des selbstregulierten Lernens und Experimentierens ermöglichen (Hänze et al., 2010).

2.2 Die Unterrichtseinheit zum Themenbereich „Ökologische Nische und Keimung“

Die Unterrichtseinheit kann am Ende des Basiskurses Naturwissenschaften im Schuljahr 2020/2021 verortet werden. Somit wurde entsprechend dem Kurskonzept eine hohe Selbststeuerung der Schüler*innen bei der Planung, Durchführung, Auswertung und Interpretation des Experimentes eingefordert (Stiller et al., 2020). Für die Unterrichtseinheit wurden zwei Online-Präsenzblöcke (à 90 Minuten) eingeplant. Zwischen den Blöcken sollten die Schüler*innen mindestens eine Woche Zeit haben, um eigenverantwortlich zu experimentieren (vgl. Abb. 1 auf der folgenden Seite). Die Schüler*innen sollten über Grundlagenwissen zur Osmose verfügen. In unserem Fall wurde vor dieser Einheit das Konzept der Osmose experimentell eingeführt, sodass den Schüler*innen die Wirkung unterschiedlicher Natriumchlorid-Konzentrationen im Umgebungsmedium auf zellulärer Ebene bereits bekannt war (Schumacher et al., 2020). Als Problemaufwurf zur Unterrichtseinheit diente, ähnlich wie bei Haunhorst und Kollegen (2020) dargestellt, der Kontext zunehmender Bodenversalzung auf Grund unzureichender Bewässerungssysteme in heißen Regionen. Als Diskussionsanlass wurde ein Bild eines verdorrten Feldes mit sichtbarem Bewässerungssystem gezeigt. Außerdem waren helle Rückstände auf dem Boden zu erkennen, bei denen es sich um Salze handeln könnte. Die Schüler*innen beschrieben das Bild und konnten auf Grund ihres Vorwissens bereits erste Ideen entwickeln, dass der Zustand des Feldes mit dem Salzgehalt im Boden zusammenhängen könnte (vgl. Abb. 1). Im Anschluss bekamen die Schüler*innen einen informierenden Text über die Problematik der Bodenversalzung. Außerdem wurde erläutert, dass ein Team von Biolog*innen untersuchen möchte, wie sich der Salzgehalt im Boden auf das Wachstum von Weizen und Roggen auswirkt (vgl. Abb. 1). Ausgehend von diesen Informationen wurden im Plenum verschiedene Forschungsfragen gesammelt. Die Schüler*innen formulierten schließlich gemeinsam die Problemfrage: „Bei welchem Salzgehalt im Boden wachsen noch die Getreidesorten Weizen und Roggen?“ (vgl. Abb. 1). Zu der gemeinsamen Problemfrage entwickelten die Schüler*innen mögliche Hypothesen. Im Anschluss pflanzten die Schüler*innen in Vierergruppen gemeinsam das Experiment. Die Planung erfolgte eigenständig mit Unterstützung durch die Lernhilfen (s. Kap. 3) und musste innerhalb des 90-Minuten-Unterrichtsblocks abgeschlossen werden, damit alle Schüler*innen im Anschluss das Experiment eigenverantwortlich ansetzen konnten (vgl. Abb. 1). In Ausnahmefällen konnten allerdings noch Fragen an die Lehrkraft gerichtet werden. Im Nachgang der Unterrichtsstunde setzten die Schüler*innen das Experiment mit Haushaltsmaterialien an (vgl. Abb. 1). Hierbei setzten die Lernenden unterschiedlich konzentrierte Natriumchlorid-Lösungen an. Diese wurden anschließend zusammen mit den Getreidesamen in mit Wattepad ausgelegte Petrischalen gegeben (Haunhorst et al., 2020; Stockey & Wilde, 2018). Die benötigten Experimentiermaterialien wurden den Lernenden zur Verfügung gestellt. Lediglich die Weizen- und Roggensamen mussten im Vorfeld verteilt werden. Hierbei wurde auf biologisch angebaute Körner aus dem Supermarkt zurückgegriffen, sodass diese theoretisch auch von den Schüler*innen besorgt werden könnten. Die Ergebnisse des Experimentes sollten kontinuierlich – auch mit Hilfe von Fotos (vgl. Abb. 2 auf der folgenden Seite) – dokumentiert werden und zum nächsten Block (eine Woche später) bereitstehen (vgl. Abb. 1). Beim Kontrollansatz sollten die Samen nach wenigen Tagen keimen, sodass nach einer Woche in jedem Fall von einem beobachtbaren Ergebnis auszugehen ist. Grundsätzlich können unterschiedliche Parameter untersucht werden (z.B. Auszählen der gekeimten Samen, Messen der Keimlingslänge etc.). Die Gruppen legten jeweils selbstständig fest, welche Parameter untersucht wurden. Im Auswertungsblock erhielten die Schüler*innen zunächst ca. 45 Minuten Zeit, um die Ergebnisse innerhalb der Gruppe zusammenzutragen und gemeinsam auszuwerten. In den zweiten 45 Minuten der Unterrichtsstunde wurden die Ergebnisse der einzelnen Gruppen vorgestellt und gemeinsam mit allen Schüler*innen diskutiert (vgl. Abb. 1).

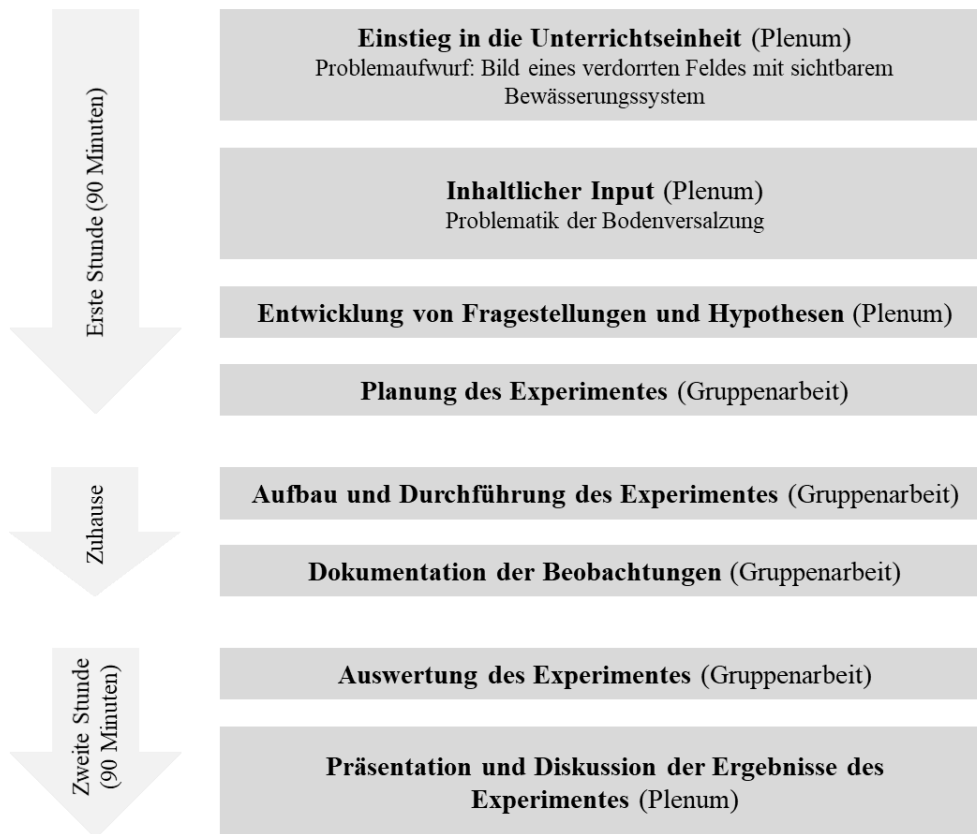


Abbildung 1: Ablaufschema der Unterrichtseinheit zum Themenbereich Ökologische Nische und Keimung (eigene Darstellung)



Abbildung 2: Fotodokumentation des Keimungsexperimentes verschiedener Schüler*innengruppen (vgl. Stiller et al., 2011)

3 Das Material: Experimentierbegleitende gestufte Lernhilfen zum Themenbereich Ökologische Nische und Keimung

Das entwickelte Material zum Experimentieren im Themenbereich Ökologische Nische und Keimung umfasst fünf digitale gestufte Lernhilfen, die sich an den Teilschritten des Experimentierens im Naturwissenschaftsunterricht (Fragestellung entwickeln, Hypothesen generieren, Aufbau, Durchführung, Auswertung des Experimentes) orientieren (vgl. Mayer, 2007, 2018). Unter der übergeordneten Aufgabenstellung „Plane mit Weizen- und

Roggensamen ein Experiment zur Überprüfung der Anbaumöglichkeiten beider Getreidesorten auf Feldern mit verschiedenem Salzgehalt. Wir gehen dabei von der Annahme aus, dass das Getreide wachsen wird, wenn es auf dem Boden keimt. Nach ca. einer Woche kann geprüft werden, ob die Samen gekeimt sind. Deine Planung sollte sich nach dem im Unterricht behandelten hypothetisch deduktiven Erkenntnisweg richten.“ haben die Schüler*innen der Basiskurse Naturwissenschaften die Möglichkeit, die folgenden digitalen gestuften Lernhilfen während des Keimungsexperimentes zu verwenden:

- Gestufte Lernhilfe 1: Entwicklung der Fragestellung
- Gestufte Lernhilfe 2: Aufstellen der Hypothesen
- Gestufte Lernhilfe 3: Aufbau und Durchführung des Experimentes I
- Gestufte Lernhilfe 4: Aufbau und Durchführung des Experimentes II
- Gestufte Lernhilfe 5: Auswertung des Experimentes

Diese digitalen gestuften Lernhilfen werden den Lernenden als QR-Codes und Weblinks auf einem Arbeitsblatt dargelegt (vgl. Online-Supplement 1; QR-Lernhilfen, 2021¹). Alternativ könnten die gestuften Lernhilfen experimentierbegleitend auch in Papierform genutzt werden. In Online-Supplement 2 werden diese Papier-Lernhilfen für das beschriebene Keimungsexperiment bereitgestellt.

4 Theoretischer Hintergrund

Vor dem Hintergrund der in Kapitel 2 beschriebenen Herausforderungen beim eigenständigen Experimentieren von heterogenen Lerngruppen im Biologie- und Naturwissenschaftsunterricht sowie der Herausforderungen im Distanzlernen während der Coronapandemie spielen Methoden zur Individualisierung von Arbeits- und Lernprozessen eine bedeutsame Rolle. Mögliche Mittel zur Binnendifferenzierung und Individualisierung können gestufte Lernhilfen darstellen. Gestufte Lernhilfen wurden explizit für den naturwissenschaftlichen Unterricht und komplexe Aufgaben- und Fragestellungen wie beispielsweise das Experimentieren entwickelt (Hänze et al., 2010; Leisen, 2003, 2010). Im Kontext eines komplexen naturwissenschaftlichen Experimentes können Experimentieraufgaben in verschiedene Teilaufgaben, die die unterschiedlichen Teilschritte des Experimentierens (vgl. Mayer, 2007, 2018) abbilden, untergliedert werden. Basierend auf einem Konzept von Leisen (1999, 2003, 2010) besteht eine gestufte Lernhilfe zu einer Teilaufgabe aus zwei Abschnitten. Durch einen ersten inhaltlichen oder lernstrategischen Hinweis können die Schüler*innen an die Lösung einer Teilaufgabe herangeführt werden. Nach der eigenständigen Bearbeitung der Teilaufgaben können die Lernenden die Teillösungen der Aufgaben zur Überprüfung einsehen (Hänze et al., 2010).

Im Kontext des Naturwissenschafts- und Biologieunterrichts bieten die Lernhilfen auf diese Weise eine Unterstützungsmöglichkeit zu der selbstständigen Erarbeitung von komplexen Experimentieraufgaben (Hänze et al., 2010). Die gestuften Lernhilfen können hierbei sowohl leistungsschwachen als auch leistungsstärkeren Lernenden gleichermaßen nützen (Hänze et al., 2010; Schmidt-Weigand et al., 2008, 2009). Zur Hilfestellung bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung können leistungsschwächere Schüler*innen zunächst die lernstrategischen oder inhaltlichen Hinweise verwenden (Hänze et al., 2010). Die Lösungen für die entsprechenden Teilaufgaben können anschließend durch die Einsicht der (Teil-)Lösungen in den gestuften Lernhilfen kontrolliert werden (Hänze et al., 2010). Leistungsstärkere Lernende, die die Teilaufgaben zunächst ohne Hinweise bearbeiten können, dienen die (Teil-)Lösungen anschließend als Abgleich mit der eigenständig erstellten Lösung (Hänze et al., 2010). Diese verschiedenen Nutzungsweisen verdeutlichen hierbei den binnendifferenzierenden Charakter der gestuften Lernhilfen, der auch in verschiedenen empirischen Studien bereits verdeutlicht

¹ Die Erstellung der Lernhilfen über dieses Tool (<https://qr-lernhilfen.de/>) ist kostenpflichtig. Die anschließende Nutzung der erstellten digitalen gestuften Lernhilfen durch die Lernenden ist kostenlos.

werden konnte (Großmann & Wilde, 2019; Schmidt-Weigand et al., 2009; Stiller & Wilde, 2021). Mit dem Charakter der gestuften Lernhilfen kann zudem eine Stärkung des Autonomie- und Kompetenzerlebens der Lernenden einhergehen, das unmittelbar in einem Zusammenhang mit der Steigerung intrinsischer Motivation im Naturwissenschafts- und Biologieunterricht stehen könnte (Hänze et al., 2010). Vor dem Hintergrund des Distanzlernens während der Corona-Pandemie können die gestuften Lernhilfen neben der Individualisierung von Lern- und Arbeitsprozessen auch das selbstregulierte Lernen der Schüler*innen fördern (Kleinert et al., 2021).

5 Erfahrungsbericht

Um ein differenziertes Bild von der Wirksamkeit der Lernhilfen zu bekommen, nutzte nur ein Teil der Kurse, in denen die Unterrichtseinheit getestet wurde, experimentierbegleitend die digitalen gestuften Lernhilfen. In den anderen Kursen wurde der inhaltsgleiche Unterricht unter Verwendung des gleichen Arbeitsmaterials durchgeführt, jedoch ohne den Einsatz der Lernhilfen. Es zeigte sich, dass die Schüler*innen in der Gruppe ohne Lernhilfen deutlich mehr Schwierigkeiten aufwiesen, Ansatzpunkte für die Planung zu finden, und daher mehr Fragen an die Lehrkräfte gestellt wurden. Durch die Unterstützung der Lehrenden waren dennoch auch diese Schüler*innen in der Lage, erfolgreich ein Experiment zu planen.

Bei der Durchführung des Experimentes konnten erneut Unterschiede zwischen beiden Untersuchungsgruppen beobachtet werden. Grundsätzlich konnten in beiden Gruppen Experimentieransätze, die keine verwertbaren Ergebnisse produzierten, festgestellt werden. Dies wurde auf Grund des offenen Experimentieransatzes und der großen Diversität an Experimentiermaterial (z.B. verschiedene Haushaltsgegenstände) auch im Vorfeld erwartet. Typische Fehlerquellen waren zu hoch angesetzte Salzkonzentrationen oder einzelne schimmelnde oder ausgetrocknete Ansätze. In der Untersuchungsgruppe ohne digitale gestufte Lernhilfen wurden jedoch vermehrt Ansätze ohne verwertbare Ergebnisse und mit systematischen Planungsfehlern, wie beispielsweise dem Nachwässern mit Salzwasser oder dem Fehlen eines Kontrollansatzes ohne Salzzugabe, ersichtlich. Für die anschließende Ergebnisdiskussion können diese „falschen“ Ergebnisse jedoch als besonders lernwirksam und ertragreich herausgestellt werden. Auf diese Weise konnten die Schüler*innen der beiden Untersuchungsgruppen ihre Fehler während des Experimentierens selbst benennen und Verbesserungsvorschläge aufzeigen. Wo dies nicht auf Anhieb gelang, ergab sich dies durch die Vorstellung der Ergebnisse der anderen Gruppen oder die gemeinsame Diskussion.

Es zeigte sich, dass die digitalen gestuften Lernhilfen von den Schüler*innen tatsächlich genutzt wurden. Zum einen lassen die skizzierten Ergebnisse dies vermuten; zum anderen konnte dies anhand der Klickzahlen und der Berichte der Schüler*innen nachvollzogen werden. Dabei scheinen die hier dargestellten gestuften Lernhilfen passgenau konzipiert zu sein, da sie einerseits die erfolgreiche Durchführung des Experimentes begünstigen und andererseits den Schüler*innen noch Freiräume in der eigenen Ausgestaltung lassen. Die gestuften Lernhilfen fördern auf diese Weise das eigenständige Experimentieren der Schüler*innen und vermeiden detailliertere, rezeptartige Experimentieranleitungen. Die Schüler*innen bewerteten es sehr positiv, dass die Lernhilfen digital zur Verfügung gestellt wurden. Die digitale Ausgestaltung könnte ebenfalls die hohe Nutzungshäufigkeit dieser experimentierbegleitenden Unterstützungsmaßnahmen erklären. Für den Einsatz von gestuften Lernhilfen kann im Allgemeinen festgehalten werden, dass die Schüler*innen die Anwendung erst „erlernen“ müssen und Lernhilfen häufig erst bei einem mehrfachen und somit intuitiveren Einsatz in einer Lerngruppe ihre volle Wirkung entfalten können.

Finanzierung

Diese Arbeit ist Teil des Projektes „*Lernprozessbegleitende Diagnostik und Fachdidaktik – gestufte digitale Lernhilfen als Professionalisierungskonzept für adaptiven Unterricht*“ (*DiLernProfis*), das aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert wird (Förderkennzeichen: 01 NV2118A). Die Autor*innen sind für den Inhalt dieser Veröffentlichung verantwortlich.

Literatur und Internetquellen

- Arnold, J., Kremer, K. & Mayer, J. (2014). Understanding Students' Experiments – What Kind of Support Do They Need in Inquiry Tasks? *International Journal of Science Education*, 36, 2719–2749. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.930209>
- De Jong, T. & van Joolingen, W.R. (1998). Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains. *Review of Educational Research*, 68 (2), 179-201. <https://doi.org/10.3102/00346543068002179>
- Großmann, N. & Wilde, M. (2019). Experimentation in Biology Lessons: Guided Discovery through Incremental Scaffolds. *International Journal of Science Education*, 41 (6), 759–781. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1579392>
- Hänze, M., Schmidt-Weigand, F. & Stäudel, L. (2010). Gestufte Lernhilfen. In S. Boller & R. Lau (Hrsg.), *Pädagogik. Innere Differenzierung in der Sekundarstufe II. Ein Praxisbuch für Lehrer/innen* (S. 63–73). Beltz.
- Haunhorst, D., Stockey, A. & Wilde, M. (2020). Die ökologische Nische: Ein Dosis-Wirkungs-Experiment zur Ermittlung des physiologischen Spektrums verschiedener Getreidearten. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung*, 2 (2: Der Basiskurs Naturwissenschaften am Oberstufen-Kolleg Bielefeld, hrsg. von M. Wilde, C. Stiller & A. Stockey), 107–116. <https://doi.org/10.4119/pflb-3308>
- Kleinert, S.I., Isaak, R.C., Textor, A. & Wilde, M. (2021). Die Nutzung gestufter Lernhilfen zur Unterstützung des Experimentierprozesses im Biologieunterricht – eine qualitative Studie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 27 (1), 59–71. <https://doi.org/10.1007/s40573-021-00126-1>
- Leisen, J. (1999). *Methoden-Handbuch Deutschsprachiger Fachunterricht (DFU)*. Varus.
- Leisen, J. (2003). *Methoden-Handbuch Deutschsprachiger Fachunterricht (DFU)*. Varus. <https://doi.org/10.37307/j.2194-1823.2004.30.06>
- Leisen, J. (2010). Lernprozesse mithilfe von Lernaufgaben strukturieren – Informationen und Beispiele zu Lernaufgaben im kompetenzorientierten Unterricht. *Unterricht Physik*, 117/118, 101–105.
- Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 177–186). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68166-3_16
- Mayer, J. (2018). Erkenntnisse mit naturwissenschaftlichen Methoden gewinnen. In H. Gropengießer, U. Harms & U. Kattmann (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 56–61). Aulis.
- QR-Lernhilfen. (2021). *Gestufte Lernhilfen mit QR-Codes*. Zugriff am 02. Oktober 2021. <https://qr-lernhilfen.de/>
- Schmidt-Weigand, F., Franke-Braun, G. & Hänze, M. (2008). Erhöhen gestufte Lernhilfen die Effektivität von Lösungsbeispielen? *Unterrichtswissenschaft*, 36 (4), 365–384.
- Schmidt-Weigand, F., Hänze, M. & Wodzinski, R. (2009). Complex Problem Solving and Worked Examples. The Role of Prompting Strategic Behavior and Fading-in Solution Steps. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 23 (2), 129–138. <https://doi.org/10.1024/1010-0652.23.2.129>

- Schumacher, F., Beyer-Sehlmeyer, G., Henrich, S., Polte, S., Stockey, A. & Wilde, M. (2020). Osmotische Wirkung von Kochsalz: Ein Schülerexperiment zur Bestimmung der Zellsaftkonzentration bei verschiedenen Gemüsearten. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung*, 2 (2: Der Basiskurs Naturwissenschaften am Oberstufen-Kolleg Bielefeld, hrsg. von M. Wilde, C. Stiller & A. Stockey), 97–106. <https://doi.org/10.4119/pflb-3307>
- Stiller, C., Hahn, S., Stockey, A. & Wilde, M. (2011, Januar). *Erprobung und Evaluation eines Basiskurses „Naturwissenschaften“ für die Eingangsphase der Oberstufe*. Beitrag präsentiert an der Internationalen Frühjahrsschule der Fachsektion Didaktik der Biologie im VBio, Mühlheim/Essen, Deutschland.
- Stiller, C., Hahn, S., Stockey, A. & Wilde, M. (2020). Experimentierend zu mehr Selbstbestimmung: Der Basiskurs Naturwissenschaften. Theoretische Leitlinien und empirische Hinweise. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung*, 2 (2: Der Basiskurs Naturwissenschaften am Oberstufen-Kolleg Bielefeld, hrsg. von M. Wilde, C. Stiller & A. Stockey), 5–16. <https://doi.org/10.4119/pflb-3300>
- Stiller, C. & Wilde, M. (2021). Einfluss gestufter Lernhilfen als Unterstützungsmaßnahme beim Experimentieren auf den Lernerfolg im Biologieunterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24 (3), 743–763. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01017-4>
- Stockey, A. & Wilde, M. (2018). Viel hilft viel – oder? In P. Schmiemann & J. Mayer (Hrsg.), *Experimentieren Sie! Biologieunterricht mit Aha-Effekt. Selbstständiges, kompetenzorientiertes Erarbeiten von Lehrplaninhalten* (S. 32–34). Cornelsen Scriptor.
- Wilde, M., Stiller, C. & Stockey, A. (2020). Editorial zum Themenheft: Der Basiskurs Naturwissenschaften am Oberstufen-Kolleg Bielefeld. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung*, 2 (2: Der Basiskurs Naturwissenschaften am Oberstufen-Kolleg Bielefeld, hrsg. von M. Wilde, C. Stiller & A. Stockey), 1–4. <https://doi.org/10.4119/pflb-3299>

Beitragsinformationen

Zitationshinweis:

Kleinert, S.I., Haunhorst, D., Bekel-Kastrup, H., Hamers, P. & Wilde, M. (2022). Wie hoch ist die Salztoleranz unterschiedlicher Getreidesorten? Eigenständiges Experimentieren mit digitalen gestuften Lernhilfen zur Thematik Ökologische Nische und Keimung. *DiMawe – Die Materialwerkstatt*, 4 (1), 22–29. <https://doi.org/10.11576/dimawe-5273>

Online-Supplements:

- 1) Arbeitsblatt mit QR-Codes und Weblinks der digitalen gestuften Lernhilfen
- 2) Die gestuften Lernhilfen in Papierform

Online verfügbar: 10.04.2022

ISSN: 2629–5598



© Die Autor*innen 2022. Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 International (CC BY-SA 4.0).
URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode>