

Zum Nacherfinden.
Materialien für Unterricht und Lehre

Fächerübergreifender Unterricht zwischen den Basiskursen Naturwissenschaften und Mathematik

Svea Isabel Kleinert¹, Philipp Hamers², Holger Bekel-Kastrup²,
Darius Haunhorst¹, Nina Tegtmeier² & Matthias Wilde^{1,*}

¹ Universität Bielefeld

² Oberstufen-Kolleg an der Universität Bielefeld

* Kontakt: Universität Bielefeld, Abteilung für Biologiedidaktik,
Universitätsstr. 25, 33615 Bielefeld
matthias.wilde@uni-bielefeld.de

Zusammenfassung: Das Forschungsprojekt BiBi-MINT am Oberstufen-Kolleg Bielefeld („Bielefelder Binnendifferenzierung in den MINT-Fächern“) verfolgt das Ziel eines Fächerübergreffes zwischen dem Naturwissenschafts- und dem Mathematikunterricht. Schüler*innen sollen unterstützt werden, naturwissenschaftliche Phänomene mathematisch zu beschreiben und gleichzeitig mit anwendungsbezogenen naturwissenschaftlichen Kontexten im Mathematikunterricht zu arbeiten. Neben einer zeitlichen Verzahnung des Naturwissenschafts- und Mathematikunterrichts wird auf binnendifferenzierende Maßnahmen in Form von gestuften Lernhilfen zurückgegriffen. Dieser Beitrag führt somit ein fächerübergreifendes und binnendifferenzierendes Gesamtkonzept zwischen Naturwissenschafts- und Mathematikunterricht an, welches sowohl im schulischen Kontext als auch in der universitären Lehrer*innenbildung Anwendung finden kann.

Schlagwörter: fächerübergreifender Unterricht, gestufte Lernhilfen, Naturwissenschaftsunterricht, Mathematikunterricht, Lehrer*innenbildung



© Die Autor_innen 2020. Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 Deutschland (CC BY-SA 4.0 de).

URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode>

1 Einleitung/Hinführung zum Material

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Bielefelder Binnendifferenzierung in MINT-Fächern“ (BiBi-MINT) wurde ein fächerübergreifendes Konzept zur Verknüpfung von Naturwissenschafts- und Mathematikunterricht am Oberstufen-Kolleg Bielefeld entwickelt. Das in diesem Beitrag vorgestellte Material zum Fächerübergreifend adressiert insbesondere Lehrer*innen in der schulischen Praxis. Denkbar ist ebenfalls ein Einsatz des Materials in der universitären Ausbildung von Lehrer*innen. Das Gesamtkonzept besteht aus drei schulpraktischen Elementen, die im mathematischen und naturwissenschaftlichen, insbesondere biologischen, Unterricht verortet sind. Die zeitlichen und inhaltlichen Verzahnungen dieser Elemente werden hier konkret am Beispiel der Basiskurse Naturwissenschaften und Mathematik am Oberstufen-Kolleg Bielefeld erläutert. Der Fächerübergreifend wird dabei durch binnendifferenzierende Maßnahmen, in Form von gestuften Lernhilfen im Naturwissenschafts- und Mathematikunterricht, ergänzt (Hamers, Bekel-Kastrup, Kleinert, Tegtmeier & Wilde, 2020; Bekel-Kastrup, Hamers, Kleinert, Haunhorst & Wilde, 2020).

2 Didaktischer Kommentar

Das vorgestellte Konzept wurde bisher im Lehrkontext bzw. der Schulpraxis des Oberstufen-Kollegs Bielefeld eingesetzt. Das Oberstufen-Kolleg Bielefeld ist konzeptionell auf eine heterogene Schülerschaft ausgerichtet. Darum können Kollegiat*innen aufgenommen werden, die keinen Qualifikationsvermerk haben, d.h., formal für die gymnasiale Oberstufe nicht qualifiziert sind (ca. ein Drittel eines Eingangsjahrgangs). In der Eingangsphase werden darum in allen zentralen Fächern grundlegende Kurse (Basiskurse) angeboten, die diese Heterogenität adressieren und insbesondere schwächeren Schüler*innen, den fachlichen Anschluss an die Oberstufe ermöglichen (Hahn, Stiller, Stockey & Wilde, 2013). Zu diesen grundständigen Kursen in der Eingangsphase gehören der *Basiskurs Mathematik* (BaMat) und der *Basiskurs Naturwissenschaften* (BaNa). Der *Basiskurs Mathematik* benötigt Anwendungskontexte, die eine Situierung zu erwerbender mathematischer Kompetenzen ermöglichen, um die Relevanz dieser Kompetenzen für die Kollegiat*innen evident werden zu lassen. Der *Basiskurs Naturwissenschaften* ist bereits stark experimentell und anwendungsbezogen ausgerichtet (Hahn, Stockey & Wilde, 2011), erfordert es jedoch, dass die Kollegiat*innen bei der Datenauswertung über bestimmte mathematische Kompetenzen verfügen, die zwar laut Rahmenplan bei diesen vorhanden sein müssten, über die sie de facto aber vielfach nicht verfügen. Kurz: Im Fach Mathematik fehlen anschauliche und lebensnahe Kontexte, in den Naturwissenschaften fehlen grundlegende mathematische Kompetenzen.

Neben der Anwendung des fächerübergreifenden Materials im beschriebenen Kontext kann das Konzept in der universitären Ausbildung von Lehrer*innen thematisiert werden. In lehramtsbezogenen Seminaren unter den Themenschwerpunkten „Fächerübergreifender Unterricht“ sowie „Binnendifferenzierung“ könnte das vorgestellte Material Verwendung finden. Das Gesamtkonzept könnte auf diese Weise als Orientierung zur Entwicklung weiterer fächerübergreifender oder binnendifferenzierender Unterrichtsmaßnahmen und zu deren Erprobung in der unterrichtlichen Praxis dienen. Diese müssen dabei nicht auf den Naturwissenschafts- und Mathematikunterricht begrenzt sein. Vielmehr könnte das allgemeine fächerübergreifende Konzept in anderen thematischen Kontexten und somit für unterschiedliche Unterrichtsfächer weiterentwickelt werden.

3 Das Material

3.1 Das fächerübergreifende Gesamtkonzept

In einer Kooperation von Mathematiklehrenden und Naturwissenschaftslehrenden wurde eine fächerübergreifende Unterrichtssequenz aus den drei Elementen „*BaMat Element I (mathematische Vorbereitung) – BaNa Element II (Durchführung und Auswertung eines Experimentes) – BaMat Element III (mathematische Anwendung)*“ entwickelt. Konkret benötigt der Basiskurs Naturwissenschaften für das Experiment „Die osmotische Wirkung von Kochsalz – Ein Schülerexperiment zur Bestimmung der Zellsaftkonzentration bei verschiedenen Gemüsearten“ (Schumacher, Beyer-Sehlmeyer, Polte, Henrich, Stockey & Wilde, 2020) aus dem Basiskurs Mathematik die Methodik „Lineare Funktionen“. Der Basiskurs Mathematik erhält dafür zur Kontextualisierung der Behandlung des Themas „Lineare Funktionen“ den Kontext der Osmose (vgl. Abb. 1).

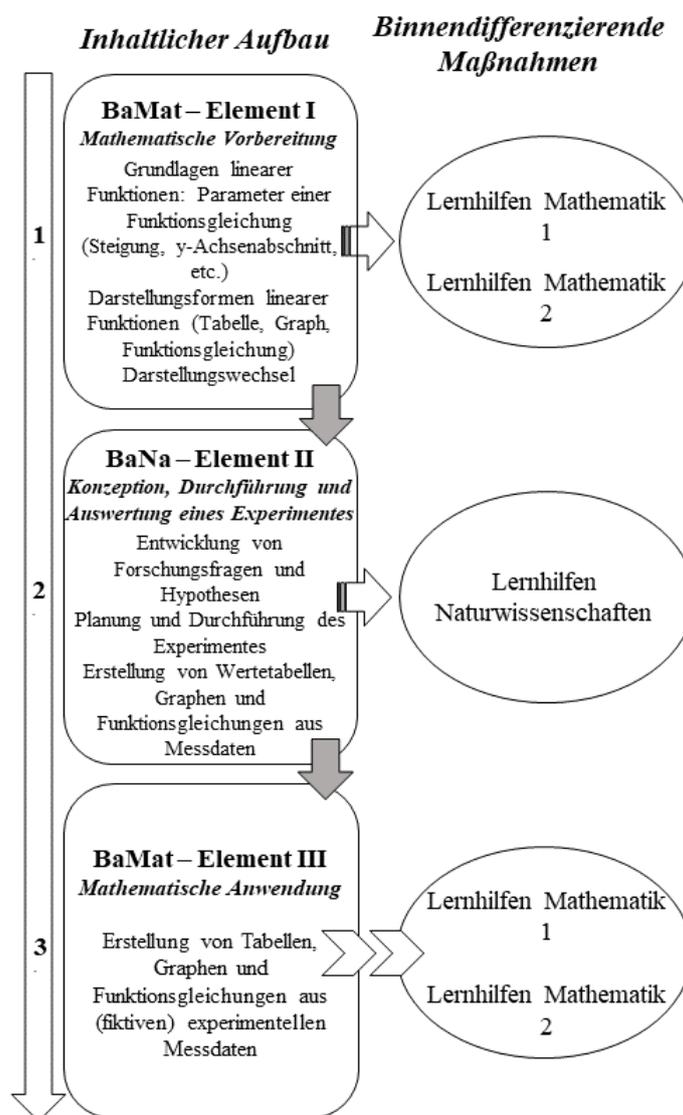


Abbildung 1: Fächerübergreifendes und binnendifferenzierendes Gesamtkonzept aus den drei Elementen (Basiskurs Mathematik I, Basiskurs Naturwissenschaften II, Basiskurs Mathematik II) sowie deren inhaltliche und zeitliche Verknüpfung (vgl. Hamers et al., 2020; Bekel-Kastrup et al., 2020)

3.2 Die Umsetzung des Konzeptes im Oberstufen-Kolleg Bielefeld

3.2.1 Sachanalyse zu BaMat Elementen I und III

Um Zusammenhänge bzw. Abhängigkeiten zweier Messgrößen darstellen und beschreiben zu können, werden Funktionen herangezogen. Man unterscheidet verschiedene Formen von Funktionen: u.a. lineare Funktionen, Exponentialfunktionen sowie Potenzfunktionen (Papula, 2018). Für die BaMat Elemente I und III spielen die linearen Funktionen eine zentrale Rolle, sodass diese im Folgenden detailliert erläutert werden.

Lineare Funktionen, die die Grundlage vieler biologischer, chemischer oder physikalischer Prozesse widerspiegeln, werden als Polynomfunktionen des Grades 1 bezeichnet und folgen der nachstehend angegebenen allgemeinen Gleichung, wobei der Parameter m der Steigung und b dem y -Achsenabschnitt entspricht (Papula, 2018):

$$y = mx + b$$

Neben der hier angeführten analytischen Darstellung eines linearen Zusammenhanges zwischen zwei Messgrößen in Form einer *Gleichung* können lineare Funktionen in *Wertetabellen* oder als *Graphen* beschrieben werden. Die tabellarische Darstellung als Wertetabelle, auch Funktionstafel genannt, ist oftmals das Ergebnis von Messreihen. In diesen Messreihen wird jedem x -Wert ein y -Wert zugeordnet, sodass eine graphische Auftragung in einem Koordinatensystem erfolgen kann. Jedes Wertepaar stellt dabei einen Punkt dar, wobei die Menge aller Punkte als *Funktionskurve* bzw. *-graph* bezeichnet wird. Für einen linearen Zusammenhang folgt auf diese Weise eine Gerade, die anschaulich die Abhängigkeit der Messgrößen aufzeigt (Papula, 2018).

3.2.2 Sachanalyse zu BaNa Element II sowie der Kontext

Eine Zelle ist i.d.R. von einer wasserdurchlässigen Membran umgeben und hat in ihrem Inneren eine gewisse Ionenkonzentration bzw. anderer osmotisch aktiver Teilchen (z.B. in Wasser gelöster Zuckermoleküle), die diese Membran nicht frei passieren können. Besitzt das Außenmedium dieselbe Konzentration osmotisch aktiver Teilchen wie das Zellinnere, so verliert und gewinnt die Zelle netto kein Wasser (Gleichgewicht), weil gleich viele Wassermoleküle die Zelle verlassen, wie Wassermoleküle in die Zelle hineingelangen. Das Außenmedium ist isotonisch. Besitzt das Außenmedium eine geringere Konzentration osmotisch aktiver Teilchen, so gelangen netto mehr Wassermoleküle in die Zelle als sie verlassen. In diesem Fall ist das Medium hypotonisch. Ist die Konzentration osmotisch aktiver Teilchen im Außenmedium höher als in der Zelle, so verlassen die Zelle mehr Wassermoleküle als in sie hineingelangen. Das Außenmedium ist hypertonisch. Aufgrund der unterschiedlichen Durchlässigkeit der Zellmembran und der unterschiedlichen Konzentration osmotisch wirksamer Teilchen im Außenmedium bleibt der Wasseranteil in der Zelle gleich (isotonisch), vergrößert er sich (hypotonisch) oder verringert er sich (hypertonisch). Dieser selektive Fluss wird als *Osmose* bezeichnet (Purves, Sadava, Orians & Heller, 2006).

Für alle Lebewesen sind Ionengleichgewichte zwischen Wasser und Salz im Körper und in allen Zellen wichtig. Darum trinken Menschen nach dem Sport isotonische Getränke, und darum wird verletzten Personen bei starkem Blutverlust als Sofortmaßnahme physiologische Kochsalzlösung (isotonisch) gegeben. Ein weiteres Beispiel sind Kirschen im Sommerregen (hypotonisch). Durch die vermehrte Wasseraufnahme in die Zellen der Kirschen platzen diese auf. Das Verwelken von Salatblättern in einer Vinaigrette kann ebenfalls durch den Prozess der Osmose erklärt werden: Die Vinaigrette ist eine hochkonzentrierte Kochsalz-Lösung. Das hypertonische Medium führt somit zur Wasserabgabe durch die Zellen des Blattsalates, sodass die Blätter unappetitlich, schlaff und welk werden.

3.2.3 Inhalte der Elemente des Gesamtkonzeptes

BaMat – Element I (Mathematische Vorbereitung)

In der Einheit „Lineare Funktionen“ werden zunächst die Grundlagen der Thematik durch die Anfertigung einer Mindmap wiederholt. Insbesondere die Begrifflichkeiten bzw. Parameter Steigung (m) sowie y -Achsenabschnitt (b) sollen dabei herausgearbeitet und vertieft werden. Im Anschluss an die Aktivierung des Vorwissens der Kollegiat*innen erfolgt die Thematisierung der unterschiedlichen Darstellungsformen linearer Funktionen (Tabelle, Graph, Funktionsgleichung) (vgl. Kap. 3.2.1). Darüber hinaus werden die Darstellungswechsel in dieser Einheit berücksichtigt (vgl. Abb. 1).

Insbesondere die Umwandlung „von einer Tabelle zur Funktionsgleichung“ (Lernhilfen 1) sowie „von einem Graphen zur Funktionsgleichung“ (Lernhilfen 2) sollen dabei durch die Kollegiat*innen erarbeitet werden. Mithilfe der Lernhilfen 1 erstellen die Lernenden aus einer vorgegebenen Tabelle die dazugehörige Funktionsgleichung, indem sie die Parameter der Steigung (m) und des y -Achsenabschnittes (b) aus dem Material in mehreren Schritten ableiten (Hamers et al., 2020) (vgl. Abb. 1). Die Lernhilfen 2 stellen das Unterstützungs- und Strukturierungsmaterial für die Erarbeitung des Darstellungswechsels von einem Graphen zu einer Funktionsgleichung dar. Die Aufgabe der Kollegiat*innen ist es, aus einem vorgegebenen Graphen die bereits angeführten Parameter einer linearen Funktion herauszuarbeiten (Hamers et al., 2020) (vgl. Abb. 1). Zur Erweiterung und Vertiefung werden anschließend die Nullstellenberechnung sowie die Punktprobe thematisiert.

Auf diese Weise werden die innermathematischen Kompetenzen der Kollegiat*innen zur Erstellung linearer Funktionsgleichungen geschult; die Einbettung in anwendungsbezogene Kontexte erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt. Zum einen dienen die erlernten Kenntnisse als Grundlage zur Lösung der Problemstellung im Basiskurs Naturwissenschaften (vgl. Kap. 3.2.3, Element II). Eine Vertiefung erfolgt zum anderen in der mathematischen Anwendung des Elementes III der Unterrichtssequenz (vgl. Kap. 3.2.3, Element III).

BaNa – Element II (Konzeption, Durchführung und Auswertung des Experimentes)

Die Kollegiat*innen entwickeln aus einem lebensweltlichen Anlass (z.B. Aufplatzen von Kirschen, „schlapper“ Salat etc.) eine Forschungsfrage und formulieren zusammen mit den Lehrenden eine falsifizierbare und gut zu überprüfende Hypothese, z.B.: „Unterschiedliche Gemüsearten haben unterschiedliche Zellsaftkonzentrationen.“ Wichtig ist v.a. die Festlegung einer zugänglichen abhängigen Variablen, z.B. das Gewicht der untersuchten Gewebe bzw. die relativen Masseänderungen. Das benötigte Vorwissen zur Aufstellung der angeführten Hypothese erlangten die Kollegiat*innen bei einer zuvor durchgeführten Stationsarbeit. In den Stationen zur Zellbiologie erarbeiteten sie sich dabei durch die mikroskopische Betrachtung von Zwiebel- und Mundschleimhautzellen den Aufbau von Tier- und Pflanzenzellen. Auf diese Weise erlernten sie zudem Kompetenzen im Bereich biologischer Arbeitsweisen und konkret hierbei den Umgang mit dem Mikroskop. In einer weiteren Station werden durch eine erneute Präparation einer Zwiebelzelle mit unterschiedlich konzentrierten Kochsalz-Lösungen Osmose und Diffusion thematisiert. Zusammen mit der bzw. dem Lehrenden werden die Durchführung des Experiments und die unabhängigen Variablen (Konzentrationen der Salzlösung) festgelegt. Die Untersuchungsdurchführung und die Messung erfolgen selbstständig durch die Kollegiat*innen, wobei die Lehrkraft bei der Wahl geeigneter Gemüsesorten unterstützt (z.B. Kohlrabi, Kartoffel, Zuckerrübe). Die Kollegiat*innen erstellen dann eine Wertetabelle, berechnen Mittelwerte und Fehlermaße und zeichnen die Daten in ein geeignetes Diagramm ein (vgl. Abb. 1). Zu diesem Zeitpunkt werden somit die erlernten mathematischen Kompetenzen des BaMat Elementes I zu linearen Funktionen von den Kollegiat*innen angewendet (vgl. Kap. 3.2.3, Element I).

Für die Durchführung des Schülerexperiments werden folgende Materialien benötigt (Schumacher et al., 2020): Gemüse (z.B. Kartoffel, Kohlrabi, Zuckerrübe), Messer, Bechergläser, Löffel, Messzylinder, Waagen, Pipetten, Reagenzgläser, Natriumchlorid und destilliertes Wasser. Die geschälten Gemüsestücke von nicht weniger als einem Gramm Gewicht werden mit Papier abgetupft und gewogen. Anschließend werden sie in NaCl-Lösungen der Konzentrationen 0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2,0 % gelegt. Diese Ansätze werden für vier Tage im Kühlschrank aufbewahrt, dann erneut vorsichtig getrocknet (abgetupft) und gewogen. Zur Verringerung der Durchführungsfehler bedient man sich mehrerer Ansätze pro Konzentration und Gemüsesorte. Zwischen der prozentualen Massenänderung und der NaCl-Konzentration lässt sich u.U. kein ganz linearer Zusammenhang finden. Dennoch lässt sich das Phänomen durch eine vereinfachte Ausgleichskurve beschreiben. Beispielsweise lässt sich für ein Experiment an Kohlrabi zwischen einer NaCl-Konzentration des Außenmediums von 0 % bis ca. 1 % feststellen, dass die Masse des Kohlrabis zugenommen hat. Die Lösung ist hypotonisch zur Zellsaftkonzentration des Kohlrabis. Bei 1 % ändert sich die Masse nicht. Die Lösung ist isotonisch zur Zellsaftkonzentration des Kohlrabis. Bei noch höheren NaCl-Konzentrationen nimmt die Masse des Kohlrabis ab. Das Außenmedium ist hypertonisch zur Zellsaftkonzentration des Kohlrabis (Schumacher et al., 2020).

BaMat – Element III (Mathematische Anwendung)

Dieses Element des fächerübergreifenden Konzeptes zielt auf die mathematische Anwendung der in den vorangegangenen Elementen thematisierten Inhalte. Unter Bezugnahme auf die gewonnenen Daten aus den Experimenten im Basiskurs Naturwissenschaften (vgl. Kap. 3.2.3, Element II) sowie fiktive Versuchsdaten sollen die Lernenden die dazugehörigen Graphen sowie Funktionsgleichungen erstellen (vgl. Abb. 1). Auf diese Weise reaktivieren die Kollegiat*innen ihr Vorwissen zu Darstellungsformen und -umwandlungen (Basiskurs Mathematik I) sowie zur Durchführung und Auswertung von Experimenten (Basiskurs Naturwissenschaften II). Die Lernhilfen 1 und 2 können auch in diesem Element Verwendung finden (vgl. Kap. 3.2.3, Element I) (vgl. Abb. 1). Diese Einheit stellt somit den Rückbezug zu den beiden vorangegangenen Elementen des Gesamtkonzeptes dar. Des Weiteren werden im Element III weiterführende innermathematische Kompetenzen thematisiert. Insbesondere die Thematik der Nullstellen als ein Aspekt der Graphen-Analyse wird zu diesem Zeitpunkt fokussiert.

4 Theoretischer Hintergrund

Die Wirklichkeit von Schüler*innen ist komplex und gliedert sich nicht gemäß der schulischen Fächergrenzen, so dass eine Stärkung überfachlicher Kompetenzen einer lebensweltlichen Perspektive der zu behandelnden Inhalte u.U. besser gerecht werden kann als eine komplexitätsreduzierende Schulrealität (Gebhard, Höttecke & Rehm, 2017). Dieser Tatsache trägt der *Basiskurs Naturwissenschaften* bereits Rechnung, indem die Fächer Biologie, Chemie und Physik ohnehin schon fächerintegriert (Labudde, 2014), d.h., in der Studentafel zusammengefasst, als *ein* Fach angeboten werden. In einem weiteren Schritt wird nun innerhalb eines Forschungs- und Entwicklungsprojektes (Oelkers et al., 2012) eine Fächerverbindung mit dem *Basiskurs Mathematik* erprobt, d.h., die Fächergrenzen zwischen dem *Basiskurs Naturwissenschaften* und dem *Basiskurs Mathematik* werden nicht aufgehoben, aber man behandelt parallel koordiniert und verknüpfend einen Themenkomplex (Labudde, 2014). Die Schwierigkeiten, die aus einer noch umfassenderen Integration, wie z.B. bei STEM-Konzepten (Science, Technology, Engineering, Mathematics) bzw. bei den analogen deutschsprachigen MINT-Konzepten (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik als ein Fach), herrühren, wie z.B. Mathematik lediglich als Hilfswissenschaft zur Lösung naturwissenschaftlicher Probleme anzusehen und ihm keine inhärente Bedeutung beizumessen (Walker, 2017),

sind bei dieser Konstruktion nicht zu erwarten. Nach wie vor unterrichten Mathematik-lehrer*innen die Mathematik und Naturwissenschaftslehrer*innen die Naturwissenschaften. Die hier gewählte „Hands-on“-Aktivität passt zu der angestrebten Ausbildung überfachlicher Kompetenzen und soll gleichzeitig zu einem interesselördernden und gendergerechten Unterricht beitragen (Labudde, 2014; Walker, 2017). Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass die Datenlage zu naturwissenschaftlicher Fächerintegration bzw. zu einer Fächerintegration zu STEM, auf die sich viele dieser Erwartungen stützen, noch unzureichend ist (English, 2016; Labudde, 2014; Walker, 2017).

5 Erfahrungen

Das Ziel des Projekts, die Lernenden dabei zu unterstützen, naturwissenschaftliche Phänomene mathematisch zu beschreiben und gleichzeitig im Mathematikunterricht anwendungsbezogene naturwissenschaftliche Beispiele einzubeziehen, soll über den Einsatz des binnendifferenzierenden Unterrichtsmaterials realisiert werden. Demnach sollten die Befragungen zu den gestuften Lernhilfen für die Basiskurse Naturwissenschaften und Mathematik Hinweise auf einen Einfluss der Lernhilfen auf die Verzahnung des Naturwissenschafts- und Mathematikunterrichts aufzeigen. Allerdings bieten die Ergebnisse der Erhebung lediglich separate Befunde für die Basiskurse Naturwissenschaften bzw. Mathematik. Hinweise, inwiefern die Lernhilfen angemessene Hilfestellungen für den fächerübergreifenden Unterricht bieten, konnten nicht herausgestellt werden (Hamers et al., 2020; Bekel-Kastrup et al., 2020). Aus den wenigen Rückmeldungen der Kollegiat*innen im Hinblick auf die Wirksamkeit der Lernhilfen für den fächerübergreifenden Unterricht kann geschlussfolgert werden, dass den Lernenden die Verankerung der Basiskurse Naturwissenschaften und Mathematik nicht bewusst war bzw. nicht hinreichend bewusst gemacht wurde. Dies ist möglicherweise damit zu erklären, dass der Kontext während des Einsatzes der Elemente I im Basiskurs Mathematik I nicht explizit gemacht wurde und die Kollegiat*innen die mathematischen Kompetenzen ohne einen Kontextbezug erarbeiten sollten. Darüber hinaus könnte ein erneuter Einsatz der Lernhilfen 1 und 2 einen eindeutigen Rückbezug auf die Elemente I und II fokussieren und somit den Nutzen der Lernhilfen verdeutlichen. Ein Ziel sollte aus diesem Grund sein, vor Beginn einer solchen Einheit die Intention der Lernhilfen als Unterrichtsmaterial für den Fächerübergreifung vorzustellen. Zudem sollten weitere Interventionsstudien vorgenommen werden, die den Einfluss der Verknüpfung der Basiskurse Naturwissenschaften und Mathematik auf die Motivation und den Lernzuwachs untersuchen.

Literatur und Internetquellen

- Bekel-Kastrup, H., Hamers, P., Kleinert, S.I., Haunhorst, D., & Wilde, M. (2020). Schüler*innen werten selbstständig ein Experiment zur Bestimmung der Zellsaftkonzentration (Osmose) aus. Binnendifferenzierung im naturwissenschaftlichen Unterricht durch den Einsatz gestufter Lernhilfen. *DiMawe – Die Materialwerkstatt*, 2 (1), 9–16. <https://doi.org/10.4119/dimawe-3283>
- English, L.D. (2016). STEM Education K-12: Perspectives on Integration. *International Journal of STEM Education*, 3 (3), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Gebhard, U., Höttecke, D., & Rehm, M. (2017). *Pädagogik der Naturwissenschaften*. Wiesbaden: Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-19546-9>
- Hahn, S., Stiller, C., Andreas, S., & Wilde, M. (2013). Experimentierend zur naturwissenschaftlichen Grundbildung – Entwicklung und Evaluation eines kompetenzorientierten Kurses für die Eingangsphase der Oberstufe. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 7–15.
- Hahn, S., Stockey, A., & Wilde, M. (2011). Basiskurs Naturwissenschaften. *MNU (Der mathematisch naturwissenschaftliche Unterricht)*, 64 (1), 47–52.

- Hamers, P., Bekel-Kastrup, H., Kleinert, S.I., Tegtmeier, N., & Wilde, M. (2020). Schüler*innen wiederholen selbstständig lineare Funktionen. Binnendifferenzierung im Mathematikunterricht durch gestufte Lernhilfen. *DiMawe – Die Materialwerkstatt*, 2 (1), 17–22. <https://doi.org/10.4119/dimawe-3284>
- Labudde, P. (2014). Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht – Mythen, Definitionen, Fakten. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 20 (1), 11–19. <https://doi.org/10.1007/s40573-014-0001-9>
- Oelkers, J., Helsper, W., Ilsemann, C. von, Klötzer, R., Lemmermöhle, D., Risse, E., Spichal, D., & Terhart, E., (2012). Bericht und Empfehlungen der Kommission. In S. Hahn & J. Oelkers (Hrsg.), *Forschung und Entwicklung am Oberstufen-Kolleg. Selbst- und Peerbericht über die Entwicklungen der Versuchsschule und Wissenschaftlicher Einrichtung Oberstufen-Kolleg in den Jahren 2005 bis 2010* (S. 275–303). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Papula, L. (2018). *Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Bd. 1. Ein Lehr- und Arbeitsbuch für das Grundstudium*. Wiesbaden: Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-21746-4>
- Purves, W.K., Sadava, D., Orians, G.H., & Heller, H.C. (2006). *Biologie*. München: Spektrum Akademischer Verlag.
- 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 – Praxis-ForschungLehrer*innenBildung*, 2 (2), 97–106. <https://doi.org/10.4119/pflb-3307>
- Walker, W.S. (2017). Integrated STEM or Integrated STEM? *School Science and Mathematics*, 117 (6), 225–227. <https://doi.org/10.1111/ssm.12234>

Beitragsinformationen

Zitationshinweis:

Kleinert, S.I., Hamers, P., Bekel-Kastrup, H., Haunhorst, D., Tegtmeier, N., & Wilde, M. (2020). Fächerübergreifender Unterricht zwischen den Basiskursen Naturwissenschaften und Mathematik. *DiMawe – Die Materialwerkstatt*, 2 (1), 1–8. <https://doi.org/10.4119/dimawe-3282>

Online verfügbar: 11.02.2020

ISSN: 2629–5598



© Die Autor_innen 2020. Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 Deutschland (CC BY-SA 4.0 de).

URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode>