

Schreibendes Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht – Grenzen und Möglichkeiten

Afra Sturm und Anne Beerenwinkel

Abstract

Im naturwissenschaftlichen Unterricht werden die für das fachliche Lernen förderlichen Möglichkeiten von epistemischem Schreiben noch wenig genutzt. In diesem Beitrag geht es nicht nur um die Frage, wie schreibendes Lernen im Fach legitimiert werden kann, sondern auch um die Frage, wie Lehrpersonen Schreiben im naturwissenschaftlichen Unterricht einsetzen und welches erfolgsversprechende Zugangsweisen sind. Der Überblick im Beitrag zeigt, dass es sich dabei in weiten Teilen um ein Forschungsdesiderat handelt, dass genaueres Wissen hierzu aber notwendig wäre, gerade wenn es um die Implementierung empirisch wirksamer Förderansätze ginge. Basierend auf Daten der QUIP-Studie zum Physikunterricht (Fischer et al., 2014, und von Arx, 2014) wird eine erste explorative Analyse zur Art und Weise, wie Lehrpersonen dieser Studie Schreiben einsetzen, vorgenommen und daraus Thesen für die weitere Arbeit abgeleitet.

Schlüsselwörter

fachspezifisches Schreiben, epistemisches Schreiben, konstruktivistischer Unterricht, Naturwissenschaft

⇒ Titre, chapeau et mots-clés en français à la fin de l'article

Autorinnen

Afra Sturm, Pädagogische Hochschule FHNW, Zentrum Lesen, Bahnhofstrasse 6,
CH-5210 Windisch, afra.sturm@fhnw.ch

Anne Beerenwinkel, Pädagogische Hochschule FHNW, Lehr- und Curriculumsentwicklung, Bahnhofstr. 6,
CH-5210 Windisch, anne.beerenwinkel@fhnw.ch

Schreibendes Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht – Grenzen und Möglichkeiten

Afra Sturm und Anne Beerenwinkel

Einleitung

Schreiben spielt im naturwissenschaftlichen Unterricht eine eher untergeordnete Rolle, worauf verschiedene Unterrichtsbeobachtungen hindeuten: Zum einen wird Schreiben auf einfache Aktivitäten wie das Abschreiben von vorgegebenen Merksätzen, das Notieren einzelner Begriffe oder das Bearbeiten von Lückentexten beschränkt (Thürmann et al., 2015), zum anderen wird nur ein Bruchteil des naturwissenschaftlichen Unterrichts zur Vermittlung naturwissenschaftlich relevanter Schreibfähigkeiten eingesetzt (Applebee & Langer, 2011). In diesem Zusammenhang lässt sich des Weiteren beobachten, dass Schreiben gern in Form von Hausaufgaben aus dem Unterricht ausgelagert wird (Thürmann et al., 2015), was damit begründet wird, dass die Vermittlung entsprechender Kompetenzen Aufgabe des Deutschunterrichts sei. Dies lässt sich so auch in Fallstudien feststellen (z. B. bei Nieswandt, 1998).

Im Gegensatz dazu zeigen mittlerweile verschiedenste Studien vor allem für die Fächer «Social studies» (Geschichte, Geografie sowie politische Bildung), Naturwissenschaft, Mathematik sowie Literatur auf, dass der bewusste Einsatz von Schreibaktivitäten zur Unterstützung des fachlichen Lernens empirisch nachweislich positive Effekte auf das fachliche Lernen ausüben kann. Meta-Analysen wie auch qualitative Reviews zeigen gleichzeitig auf, dass genauer analysiert werden muss, unter welchen Bedingungen positive Effekte zu erwarten sind.

Auf diesem Hintergrund stellt sich entsprechend die Frage, wie die Integration von Schreiben als Mittel zum fachlichen Lernen mit Blick auf den naturwissenschaftlichen Unterricht begründet und auch legitimiert werden kann. Dabei gilt es, wie in Kap. 1 dargelegt wird, nicht nur die Schreibfunktion in den Blick zu nehmen, sondern auch das Schreiben als Teil einer naturwissenschaftlichen Praxis zu verstehen. Anschliessend wird in Kap. 2 genauer erläutert, inwiefern Schreiben das fachliche Lernen unterstützen kann, um dann in Kap. 3 der Frage nachzugehen, wie Schreiben im naturwissenschaftlichen Unterricht eingesetzt wird, vor allem auch im deutschsprachigen Raum. Schliesslich geht Kap. 4 auf Basis der trinationalen QUIP-Studie zum Physikunterricht (Fischer et al., 2014) genauer der Frage nach, inwiefern die Art und Weise, wie Schreiben eingesetzt wird, auch damit zusammenhängen könnte, wie Lehrpersonen ihren Fachunterricht gestalten. Kapitel 5 schliesst mit einem Fazit in Form von zwei Thesen.

1 Naturwissenschaftliches Schreiben: wozu?

Bei der Frage, inwiefern Schreiben Teil des naturwissenschaftlichen Unterrichts sein sollte, stechen zwei Argumentationsstränge hervor, die zwei Hauptfunktionen fokussieren und die so auch mit Blick auf eine Beschreibung der naturwissenschaftlichen Berufspraxis – damit aus einer disziplinären Perspektive heraus – angeführt werden:

- a) *Schreiben dient der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung.*
Schreiben ist nicht bloss ein Werkzeug zur Aufbewahrung von Wissen, sondern naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung ist ohne Schreiben – oder auch ohne Lesen – nicht denkbar, wie Norris & Phillips (2003, S. 226) betonen. Zum einen müssen neue Erkenntnisse dokumentiert und für andere zugänglich publiziert werden; zum anderen sind Verschriftlichung (insbesondere auch in mathematischer Symbolsprache) und die Entwicklung naturwissenschaftlicher Theorien eng miteinander verknüpft.
- b) *Schreiben dient der Dokumentation sowie der Kommunikation von Forschungsergebnissen, theoretischen Modellen etc.*
In der Berufspraxis werden sehr unterschiedliche Texte verfasst, sowohl mit Blick auf die kommunikative Funktion als auch auf das zugrundeliegende Genre: Naturwissenschaftler/-innen dokumentieren und publizieren experimentelle Designs und Forschungsergebnisse, sie kommunizieren schriftlich (z. B. per E-Mail, Blog), kommentieren Arbeiten anderer, werben mit schriftlichen Anträgen Drittmittel ein, stellen den Erkenntnisstand ihres Feldes in Aufsätzen und Büchern dar etc. (Mody, 2015).

Anders formuliert: Schreiben ist ein genuiner Bestandteil einer naturwissenschaftlichen Berufspraxis. Betrachtet man zusätzlich zum Schreiben auch das Lesen, kann – so der National Research Council (NRC) (2012, S. 36) – sogar angenommen werden, dass beides mindestens die Hälfte der Arbeitszeit von Naturwissenschaftler/-innen ausmache.

Aus einer schulischen Perspektive heraus lässt sich für den naturwissenschaftlichen Unterricht ein besonders hoher Stellenwert für Schreiben zur Erkenntnisgewinnung bzw. zur Artikulation von konzeptuellem Verstehen konstatieren: sprachliche Kompetenzen, konzeptuelles Verstehen und Unterrichtspraktiken bedingen sich dabei gegenseitig (Huerta & Garza, 2019). In diesem Sinne kann die enge Verknüpfung von Schreiben und Erkenntnisgewinnung auch auf das Lernen von Naturwissenschaft übertragen werden (Norris & Phillips, 2003).

Dennoch lässt sich fachspezifisches Schreiben im schulischen Alltag funktional sehr unterschiedlich einsetzen und geht auch über konzeptuelles Verstehen hinaus. Insgesamt lassen sich vier Funktionen unterscheiden (Lindauer et al., 2013; Thürmann et al., 2017). Dabei können die ersten drei Funktionen als eine (schulische) Ausdifferenzierung von Schreiben zur Erkenntnisgewinnung gelten:

- 1) *konservierend*: Die typische Aktivität des schriftlichen Festhaltens von im Unterricht erarbeiteten Inhalten – in einem Heft oder auf Arbeitsblättern – ist ein Beispiel für den konservierenden Einsatz.
- 2) *epistemisch*: Liegt der funktionale Fokus auf Schreiben als Werkzeug des Denkens, spricht man von epistemischem Schreiben – z. B. wenn in einem Mindmap das Vorwissen der Lernenden zum Begriff «Kraft» aktiviert und erweitert wird.
- 3) *reflexiv*: Wenn das Schreiben evaluative oder metakognitive Züge aufweist – indem die Schüler/-innen bspw. in einem Lernjournal über den eigenen Arbeitsprozess nachdenken –, kann es dem reflexiven Schreiben zugeordnet werden.
- 4) *dokumentierend*: Plakate, das Notieren von Beobachtungen im Rahmen einer Gruppenarbeit u. Ä. sind Beispiele für die dokumentierende Funktion. Ein wichtiges Ziel dabei ist es, die gewonnenen Erkenntnisse oder auch Fragen für andere sichtbar zu machen. Hinzu kommt, dass Lern- und Leistungskontrollen meist eine Verschriftlichung verlangen, die durchaus eine dokumentarische Funktion für die Lehrperson haben.

Schriftliche Lernnachweise als «Spezialfall» des schulischen dokumentierenden Schreibens reichen von geschlossenen über halb-offene bis zu offenen Aufgabenstellungen (Thürmann et al., 2017, S. 83). Typisch für halb-offene Aufgabenformate sind Ergänzungsaufgaben sowie Lückentexte, während offene Aufgabenformate das selbstständige Formulieren von Antworten erfordern und damit besonders geeignet sind, um konzeptuelles Verstehen vertieft erfassen zu können. Letztere können mit unterschiedlichen Schreibenanforderungen einhergehen, so vor allem schriftliche Reaktionen auf Satzebene – bspw. eine Definition oder kurze Begründung eines Lösungswegs – oder kurze Texte wie das Erklären eines Zusammenhangs.

Bildungsstandards wie auch (Kern-)Lehrpläne formulieren fachspezifische Kompetenzbeschreibungen: Wie im Folgenden kurz dargelegt wird, greifen die Ausführungen dazu beide Hauptfunktionen, wie sie zu Beginn dieses Kapitels erläutert wurden, auf: Die deutschen Bildungsstandards etwa unterscheiden für die verschiedenen Fächer wie Chemie, Physik oder Biologie neben Fachwissen ebenfalls naturwissenschaftliche Praktiken wie Erkenntnisgewinnung, Kommunikation sowie Bewertung und weisen sie als domänenspezifische Kompetenzbereiche aus. Beispielsweise wird für Biologie in einer Übersicht zu den Anforderungsbereichen etwa unter dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung das sachgerechte Protokollieren eines Versuchs angeführt (KMK, 2004).

Schreiben wird jedoch – und das ist entscheidend – nicht explizit als fachspezifische Tätigkeit ausgewiesen. Vielmehr zeigt ein genauerer Blick, dass solche Kompetenzen vornehmlich im Fach Deutsch verortet werden, so vor allem in den Bildungsstandards für die allgemeine Hochschulreife. Unter «erklärend und argumentierend schreiben» werden im Fach Deutsch sowohl Kompetenzfacetten mit Blick auf eine allgemeine Berufspraxis als auch mit Blick auf eine allgemeine Erkenntnisgewinnung formuliert. Konkret heisst es dort u. a.:

Die Schülerinnen und Schüler können

- zu einem gegebenen komplexen Sachverhalt eine Untersuchungsfrage formulieren, die Auswahl der Untersuchungsaspekte begründen und den Untersuchungsgang skizzieren

- [...]
- in Anlehnung an journalistische, populärwissenschaftliche oder medienspezifische Textformen eigene Texte schreiben [...]. (KMK, 2014, S. 17)

Auf Länderebene finden sich aber durchaus in den Kernlehrplänen oder Referenzrahmen weiterführende Empfehlungen zu einem sprachsensiblen Fachunterricht (Thürmann et al., 2017).

Die Schweizer Bildungsstandards für Zyklus 1 (Kindergarten sowie Klasse 1–2), Zyklus 2 (3.–6. Klasse) sowie Zyklus 3 (7.–9. Klasse, ohne Gymnasium) enthalten für die naturwissenschaftlichen Fächer analog zu den deutschen Bildungsstandards lediglich implizite Hinweise auf Schreibaktivitäten, so etwa, wenn es heisst, dass die Schüler*innen in Zyklus 2 Informationen zu Wachstum, Entwicklung und Fortpflanzung von Säugetieren z. B. in Form von Steckbriefen *festhalten* können sollten (D-EDK, 2016, S. 31). Insgesamt werden bspw. *beschreiben* und *darstellen* sehr häufig genannt (jeweils mehr als 40 Mal über alle Zyklen hinweg), *festhalten* lediglich fünf Mal (und nur für die Klassen 3–6) und *protokollieren* bzw. *ein Versuchsprotokoll anfertigen* ebenfalls fünf Mal (davon vier Mal in Zyklus 3). Auffällig ist, dass epistemische oder reflexive Schreibformen so gut wie nicht vorkommen.

Während die deutschen und Schweizer Bildungsstandards Schreiben als Mittel des fachlichen Lernens nicht explizit fachspezifisch ausdifferenzieren, versteht der National Research Council (NRC) (2012, S. 53), der für die USA Bildungsstandards vorlegt, Schreiben als eine fundamentale naturwissenschaftliche Praxis. Entsprechend könne nicht vorausgesetzt werden, dass die Schüler*innen fachspezifisches Wissen mithilfe ihrer Schreibfähigkeiten, die sie in einem anderen Kontext erworben haben, schreibend aufbauen, erweitern oder vertiefen können. Daraus folge, dass es Aufgabe des naturwissenschaftlichen Unterrichts sei, den Schüler*innen zu vermitteln, wie sie Schreiben als Mittel des fachlichen Lernens gewinnbringend einsetzen können (National Research Council (NRC), 2012, S. 77). So sollten die Schüler*innen Ende des 12. Schuljahrs Texte verfassen können, in denen sie wissenschaftliche Ideen ausdrücken und auch andere Ideen diskutieren können, gleichzeitig sollten sie auch fachspezifische Texte verfassen können. Allerdings wird dies bei den eigentlichen Kompetenzbeschreibungen ebenfalls nicht weiter ausdifferenziert.

Da Bildungsstandards keine instruktionalen Hinweise oder Empfehlungen enthalten, brauchen Lehrmittel-Autor*innen wie auch Lehrpersonen ein vertieftes Wissen über zielführende Schreibpraktiken und Förderansätze, die auch das fachliche Lernen positiv beeinflussen.

2 Unterstützt Schreiben die Lernleistung?

Eine wichtige Quelle zur Klärung der Frage, inwiefern Schreiben auch das fachliche Lernen unterstützt, stellen Meta-Analysen dar. Graham et al. (2020) können für das Schreiben zu fachlichem inhaltlichem Material einen kleinen positiven Effekt von $d=.30$ nachweisen, und zwar gleichermassen über verschiedene Fächer (Naturwissenschaft, Geschichte und Mathematik) wie auch Klassenstufen hinweg. In Kap. 2.1 stellen wir Befunde dieser Art etwas genauer dar und beziehen dazu eine etwas ältere Meta-Analyse von Bangert-Drowns et al. (2004) ein. In Kap. 2.2 fokussieren wir Studien zum Schreiben im naturwissenschaftlichen Unterricht.

2.1 Fachübergreifende Befunde

Der (positive) Effekt von Schreibaktivitäten auf das fachliche Lernen, wird zunächst hauptsächlich entlang zweier theoretischer Begründungszusammenhänge postuliert, die sich Graham et al. (2020) zufolge vor allem auf kognitive Theorien sowie soziokulturelle Ansätze zurückführen lassen. Letztere gehen davon aus, dass Lernen und Schreiben als Produkt verschiedener Faktoren wie Community (inkl. deren Mitglieder und Ziele), sozialer Praktiken, gemeinsam geteilter «Werkzeuge» und einer gemeinsamen Geschichte zu betrachten sind. Bisherige empirische Studien lassen hierzu jedoch keine Rückschlüsse zu: Lediglich die instruktionale Umgebung lasse sich als eine für eine bestimmte Gemeinschaft typische soziale Praxis auffassen (Graham et al., 2020, S. 6).

In ihrer Meta-Analyse gehen Bangert-Drowns et al. (2004) – die dem kognitiven Ansatz verpflichtet sind – u. a. der Frage nach, inwiefern epistemisches Schreiben das Lernen beeinflusst. Insgesamt legen sie ihrer Meta-Analyse die Annahme zugrunde, dass bestimmte Schreibaufgaben die Lernenden verstärkt dazu

führen, kognitive Lernstrategien anzuwenden. Dazu zählen sie Wiederholung, Elaboration, Organisation wie auch Überwachen des eigenen Verstehens.

Bezogen auf Elaboration und Organisation lässt sich der positive Effekt basierend auf McCrudden & McNamara (2018, S. 90ff.) bspw. wie folgt nachweisen:

- Das eigenständige Generieren von Erklärungen führt zu signifikant höheren Verstehensleistungen als das blosses Lesen des (Fach-)Textes oder auch das zusätzliche Lesen von vorgegebenen Erklärungen.
- Das Ergänzen eines Schaubilds (graphic organizer) oder einer Abbildung erweist sich gegenüber dem Ausfüllen eines Lückentextes gleichermassen überlegen.
- Das Anfertigen von eigenen Notizen nach dem Schema *Was weiss ich, was müsste ich wissen, was habe ich herausgefunden* erweist sich bei Schüler*innen mit geringem fachlichem Wissen als nicht wirksam. Anders formuliert: Nachdenken über das eigene Wissen kann keine Wirkung zeigen, wenn das Wissen gering ist.

Entsprechend beziehen Bangert-Drowns et al. (2004) Studien ein, die bspw. das Hinterfragen des eigenen Lern- oder Verstehensprozesses oder das Zusammenfassen eines Textes schreibend unterstützten. Gleichzeitig enthält ihre Meta-Analyse auch Studien, die das Schreiben komplexer fachlicher Texte fokussierten, so etwa das Verfassen eines Essays im Fach Geschichte.

Hinsichtlich der Art der eingesetzten Schreibaufträge bzw. -aufgaben unterscheiden Bangert-Drowns et al. (2004, S. 37) fünf Formen:

- *mechanisches Schreiben*: Kurzantworten, Abschreibaufgaben, Ausfüllen von Arbeitsblättern u. Ä.
- *informierendes Schreiben*: Beschreiben von Prozessen, Zusammenfassen von Texten, Anwenden von neuem Wissen beim Generieren von Beispielen etc.
- *persönliches Schreiben*: Führen eines Lernjournals mit eigenen Erfahrungen und Einstellungen (zum schulischen Inhalt, zu ausserschulischen Situationen)
- *imaginatives Schreiben*: kreatives, fiktionales Schreiben
- *metakognitives Schreiben*: Reflexionen zum eigenen Lernprozess

Sie betonen, dass die in ihrer Meta-Analyse aufgenommenen Studien kein mechanisches Schreiben einsetzen, das im Vergleich zu den anderen Formen kaum eigenes Formulieren bzw. Generieren von Ideen oder Überlegungen beinhaltet und damit kognitiv weniger herausfordernd ist und zugleich eine geringere Verarbeitungstiefe nach sich zieht. Erwartungsgemäss wird in allen Studien in erster Linie informierendes Schreiben eingesetzt, gefolgt von metakognitivem und persönlichem Schreiben.

Bangert-Drowns et al. (2004) selbst fragen nicht, wie die Wirkung auf das fachliche Lernen in den von ihnen inkludierten Studien überprüft wird. Um aber die Wirkung besser einordnen zu können, wäre zu fragen, ob Testaufgaben eingesetzt werden, die breites Wissen erfassen, oder solche, die auf vertieftes Wissen abzielen? Zu fragen wäre auch, inwiefern bei den Schüler*innen eine konzeptuelle Veränderung stattgefunden hat? Dagegen werden von Bangert-Drowns et al. (2004) Faktoren wie Schreibzeit oder Häufigkeit der Schreibaufgaben, die die Lernleistung ebenfalls beeinflussen können, bei der Auswertung berücksichtigt.

Insgesamt können Bangert-Drowns et al. (2004) einen kleinen positiven Effekt von Schreibaktivitäten von $d=.26$ auf die Lernleistung in verschiedenen Fächern wie Mathematik, Geschichte, Geografie, Biologie, Chemie oder auch Literaturunterricht nachweisen und damit ihre Grundannahme bestätigen. Bezieht man die Schreibzeit ein, erzielen Interventionen mit kurzer Schreibzeit grössere Effekte: So wirkt sich eine Schreibzeit unter zehn Minuten mit $d=.52$ deutlich positiver auf die Lernleistung aus. Je mehr Zeit das Schreiben einnimmt, desto geringer sind die Effekte: bei ca. 15 Min. verringert sich der positive Effekt auf $d=.17$; bei mehr als 15 Min. zeigt sich sogar ein negativer Effekt von $d=-.10$. Je zeitintensiver die schreibende Verarbeitung ist, desto mehr geht dies zulasten der fachlichen Wissensvermittlung im Unterricht, so eine nahe liegende Interpretation. Gleichzeitig zeigt ein genauerer Blick, dass Schreibimpulse, die eine metakognitive Reflexion herausfordern, mit $d=.44$ ebenfalls einen grösseren Effekt auf die Lernleistung zeigen, als solche ohne ($d=.14$).

Huerta & Garza (2019), die in ihrem Review einen qualitativen Zugang wählen, betonen, dass schreibendes Lernen auch voraussetzt, dass die Schüler*innen über die entsprechenden sprachlichen Fähigkeiten verfügen. Sie stellen fest, dass Studien mit monolingualen Schüler*innen das gesamte Spektrum von schreiben-

dem Lernen nutzen, während gerade in Studien mit multilingualen Schüler*innen der konstruktivistische Aspekt, die Reorganisation von bestehenden Wissensstrukturen zugunsten sprachlicher Aspekte zurückgestellt wird. Letztere tendieren entsprechend dazu, die sprachlichen Aspekte unabhängig vom konzeptuellen Verstehen zu analysieren und zu fördern: schreibendes Lernen gerät damit aber in den Hintergrund (Huerta & Garza, 2019, S. 564f.) – ein Befund, der zur genaueren Analyse von Förderansätzen, wie sie im Rahmen des sprachsensiblen Fachunterrichts entwickelt werden, Wichtiges beitragen könnte.

Zusammengefasst kann dem Schreiben sowohl hinsichtlich kognitiver als auch metakognitiver Lernstrategien ein lernförderliches Potenzial attestiert werden:

- a) Schreiben kann den Gebrauch von kognitiven und metakognitiven Lernstrategien sowohl auslösen als auch unterstützen. Dadurch lassen sich das Verstehen und Speichern von fachlichen Inhalten erhöhen.
- b) Schreiben kann dabei vor allem komplexere Lernstrategien wie Elaboration oder Organisation unterstützen, indem bspw. neue Ideen oder Inhalte mit Bekanntem verknüpft werden.

Schreiben ist also nicht einfach ein blosses Abbild des Denkens, sondern Schreiben und Denken bedingen sich gegenseitig, sind gewissermassen reziproke Prozesse (Mason & Boscolo, 2000, S. 201f.). Nicht zuletzt kann mithilfe des schreibenden Verarbeitens das Verstehen überwacht werden. So lassen sich mögliche Unklarheiten oder Widersprüche besser aufdecken. Damit dies aber auch tatsächlich gewinnbringend genutzt werden kann, muss das Lernarrangement so angelegt sein, dass es seitens der Schüler*innen eine Reorganisation der bestehenden Wissensstrukturen ermöglicht bzw. herausfordert (Mason & Boscolo, 2000, S. 200). Zwar können dies metakognitive Impulse leisten, es bedarf dazu aber in erster Linie einer entsprechenden Lernumgebung:

It is interesting to note here the crucial importance of creating an authentic learning environment in the classroom where students can make sense of science and use science to make sense of the world. The methods and strategies used in such an environment should guide students toward a genuine understanding of science [...]. (Mason & Boscolo, 2000, S. 200)

Das Schreiben muss in solche Lernumgebungen so integriert sein, dass die Schüler/-innen das Schreiben als ein effektives sowie nützliches Werkzeug erleben und nicht als «Schreibinsel», das heisst als eine Aufgabe, die aus Sicht der Schüler*innen nur des Schreibens willen durchgeführt wird. Solches führt letztlich zu einer negativen Einstellung gegenüber dem Schreiben im Fachunterricht, sowohl bei den Lernenden als auch den Lehrpersonen (Thürmann et al., 2017, S. 84).

Eine Lernumgebung, die eine Erweiterung und Reorganisation der bestehenden Wissensstrukturen ermöglicht bzw. herausfordert, ist nicht nur auf eine sekundäre Verarbeitung von Gelerntem oder Gelesenem angelegt, sondern setzt bspw. bereits beim experimentellen Handeln oder Untersuchen im Naturwissenschaftsunterricht an.

2.2 Fachspezifische Befunde

Im deutschsprachigen Raum können Projekte zum Schreiben im Naturwissenschaftsunterricht vor allem zwei Ansätzen zugeordnet werden:

- a) Auslagerung der Schreib- oder Sprachaktivitäten in die Hausaufgaben oder den extracurricularen Unterricht (z. B. Agel et al., 2012; Nieswandt, 1998)
- b) Zeit- sowie organisationsaufwendige Projektarbeiten, die vor allem der Vertiefung oder Anwendung von bereits erworbenem Wissen dienen und in einer Kombination von Deutsch- und Naturwissenschaftsunterricht erfolgen (z. B. Schilcher & Rincke, 2015; Simon et al., 2016)

Umfassende, breiter empirisch untersuchte Ansätze für den regulären naturwissenschaftlichen Unterricht, die das Schreiben als integrativen und konstituierenden Bestandteil der Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften und des Lernens im Naturwissenschaftsunterricht verstehen, finden sich dagegen eher im englischsprachigen Raum. Ein prominentes Beispiel ist die von Keys et al. (1999) entwickelte Science Writing Heuristic (SWH), bei der es sich um ein allgemeines Instruktionsmodell im Form einer «argument-based inquiry» handelt – eine Lernumgebung, welche den Schüler*innen Gelegenheiten bietet, Naturwissenschaften zu betreiben, indem sie naturwissenschaftliche Argumentationsmuster sowie die Bedeutung von

Sprache in Naturwissenschaften verstehen lernen. Experimentelles Handeln und das Ziehen von Schlussfolgerungen werden durch sprachliche Aufträge unterstützt und vorangetrieben.

Hand et al. (2019, S. 99) führen den Lehrpersonen die enge Verflechtung von naturwissenschaftlichem Handeln und Sprache vor, indem sie ihnen folgendes Gedankenexperiment mitgeben:

A challenge we often give to science teachers is teach a science lesson removing all forms of language – text, graphs, picture, diagrams, graphs, equations (chemical and mathematical), and sign language. We are met with silence [...].

Doch nicht nur die enge Verflechtung mit Sprache ist ein wesentliches Merkmal von SWH, sondern SWH wird auch zu den immersiven Ansätzen gezählt, da die Schüler*innen in erster Linie die naturwissenschaftlichen Praktiken erfahren und erlernen sowie ein Verständnis der grossen disziplinären Ideen entwickeln sollen (Hand et al., 2019, S. 101). So umfasst SWH drei Phasen, die dem Rechnung tragen sollen: das Entwickeln eines epistemischen Rahmens, eine Phase des Argumentierens und eine Phase des schriftlichen Bilanz-Ziehens. Dies beinhaltet für Lehrpersonen und Schüler*innen folgende handlungsleitende Elemente (vgl. Hand et al., 2002, S. 20):

Lehrpersonen	Schüler*innen
a) Erhebung von Vorwissen (z. B. Concept Mapping in Einzel- oder Gruppenarbeit) b) Die experimentelle Arbeit vorbereiten: informelles Schreiben, Beobachtungen machen, Brainstorming, Fragen stellen c) Die experimentelle Arbeit durchführen d) Diskussionsphase I: individuelles Schreiben zur experimentellen Arbeit (z. B. Lernjournal) e) Diskussionsphase II: Interpretationen aus Phase I in kleinen Gruppen austauschen und vergleichen (z. B. Erstellung einer Darstellung für die ganze Gruppe) f) Diskussionsphase III: Vergleich der Ergebnisse aus Phase II mit den Angaben in Lehrmitteln oder anderen schriftlichen Ressourcen (z. B. Gruppennotizen zu Fokusfragen schreiben) g) Diskussionsphase IV: Reflexion und Schreiben in Einzelarbeit (z. B. Präsentation vorbereiten mit Poster) h) Erhebung des Wissenszuwachses (z. B. Concept Mapping)	a) Erste Ideen formulieren: Was sind meine Fragen? b) Überprüfen: Was habe ich gemacht? c) Beobachten: Was habe ich gesehen? d) Behaupten: Was kann ich behaupten? e) Evidenz prüfen: Wie weiss ich das? Warum kann ich das behaupten? f) Lesen: Wie lassen sich meine Ideen im Vergleich zu anderen Ideen einordnen? g) Reflektieren: Wie haben sich meine (ersten) Ideen verändert?

Tabelle 1: «Science Writing Heuristic (SWH)» aus der Perspektive von Lehrpersonen und Schüler*innen (Hand et al., 2002)

Im Rahmen der SWH führen die Lernenden praktische Arbeiten nicht rezeptartig durch, sondern sie müssen selbst Fragen stellen, Daten sammeln, Behauptungen formulieren, Evidenzen für ihre Behauptungen aufzeigen, überprüfen, was andere dazu sagen sowie über allfällige Änderungen ihrer Vorstellungen reflektieren, wobei das kollaborative Aushandeln von Bedeutungen und Erklärungen ein zentrales Element dieses Ansatzes darstellt (Hand et al., 2016, S. 849).

Die SWH ist ein Unterrichtskonzept, das Schreiben nicht nur als Zusatz in einem handlungsorientierten Unterricht sieht, sondern als notwendigen Bestandteil im Prozess der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung. Schreiben dient hier nicht nur der sekundären Verarbeitung von Erfahrenem oder Gelerntem, sondern es ist ebenso ein Mittel, den Erkenntnisprozess und das Lernen voranzutreiben. Entsprechend gehen Hand et al. (2019, S. 108) davon aus, dass der Lerngewinn nicht nur im Aufbau von naturwissenschaftlichem inhaltlichem Wissen besteht, sondern dass die Schüler*innen auf diesem Weg auch lernen, was Argumente sind, wie Argumentationen aufgebaut sind, dass sie dabei auch die «Sprache des Wissens» erwerben bzw. ausbauen und dass sie schliesslich auch lernen, wie sie in solch einer Lernumgebung partizipieren können. Gerade Letzteres ist aus ihrer Sicht zentral für immersive Ansätze.

Das Modell der SWH wurde umfangreich evaluiert und es zeigte sich u. a., dass sich die Implementierung der SWH positiv auf das fachliche Lernen der Schüler*innen auswirkt, sowohl im Hinblick auf standardisierte Testergebnisse als auch im Hinblick auf die Förderung kognitiv anspruchsvoller Denkprozesse (vgl. z. B. Gunel et al., 2007; Hand et al., 2016; Wallace et al., 2004). Wie stark der Einfluss auf den Lernerfolg ist, scheint dabei auch davon abzuhängen, wie das Modell der SWH im Unterricht umgesetzt wird. So verweisen Hand et al. (2019) auf eine Studie, der zufolge Schüler*innen von Lehrpersonen mit mehr als 18 Monaten SWH-Erfahrung signifikant besser abschnitten, als wenn ihre Lehrperson weniger erfahren mit SWH war. Zusätzlich ist zu bedenken, dass authentische Lernumgebungen je nach Kulturraum, je nach Bildungssystem sehr unterschiedlich gestaltet sein können, gerade im Hinblick auf naturwissenschaftlichen Unterricht.

3 Was wissen wir über das Schreiben im naturwissenschaftlichen Unterricht?

Wie Graham (2019, S. 50) betont, ist wenig darüber bekannt, wie Lehrpersonen und ihre Schüler*innen als Schreib-Community im naturwissenschaftlichen Unterricht agieren oder auch interagieren, welche Standards und Normen dabei leitend sind – gerade auch mit Blick auf das Schreiben – oder welche Tools zur Anwendung kommen. Hinzu kommt, dass naturwissenschaftlicher Unterricht je nach Kulturraum oder Land sehr unterschiedlich praktiziert werden kann (vgl. bspw. Fischer et al., 2014). Solches Wissen ist aber zentral, um besser verstehen zu können, wie Schreiben nachhaltig und effektiv im naturwissenschaftlichen Unterricht verankert werden kann.

3.1 Naturwissenschaftlicher Unterricht international gesehen

Eine Studie mit Beobachtungen aus 260 Klassen 20 verschiedener Schulen, die hinsichtlich ihres Schreibunterrichts in den verschiedenen Fächern einen herausragenden Ruf genossen, legen Applebee & Langer (2011) vor. Zusätzlich zu den Beobachtungen wurden Interviews mit Lehrpersonen, Schulleitungen wie auch Schüler*innen aus diesen Schulen durchgeführt. Des Weiteren wurde eine nationale Befragung von Lehrpersonen durchgeführt. Auf dieser Basis können sie aufzeigen, dass im naturwissenschaftlichen Unterricht auf Sekundarstufe I lediglich 2% der Unterrichtszeit für das Verfassen eines Mini-Textes (bestehend aus einem Absatz) aufgewendet wird, auf Sekundarstufe II mit 5% etwas mehr. Dies ist im Vergleich zu Mathematik etwas mehr, aber deutlich weniger als in den Gesellschaftswissenschaften oder im Sprachunterricht. Zudem konnte lediglich in 32% der besuchten Klassen Schreibförderung beobachtet werden. Bedenkt man, dass es sich bei den 20 Schulen um solche mit einem herausragenden Ruf hinsichtlich ihres Schreibunterrichts handelt, kann davon ausgegangen werden, dass die Werte in vielen Schulen tiefer ausfallen dürften.

Philipp (2017, S. 88), der zusätzlich zu Applebee & Langer (2011) weitere Beobachtungsstudien einbezieht, zieht das Fazit, dass insgesamt wenig geschrieben wird, und wenn, dann verlange es von den Jugendlichen kaum eine «Transformation» von Informationen, die also im Sinne von Mason & Boscolo (2000) auf eine Reorganisation von Wissensstrukturen abzielen würde. Je älter die Jugendlichen werden, desto weniger setzen Lehrpersonen das Schreiben als Werkzeug zum Lernen ein. Mit anderen Worten: Schreiben und Denken als reziproke Prozesse dürften damit kaum zum Tragen kommen, obwohl die Common Core Standards wie auch die Lehrpersonen selbst – wie Applebee & Langer (2011) mehrfach hervorheben – Schreiben als ein wertvolles Lern-Werkzeug ansehen.

Hinsichtlich der im Unterricht eingesetzten Schreibaktivitäten zeigen sich fachspezifische Zugänge (Gillespie et al., 2014; Ray et al., 2016): So geben Naturwissenschaftslehrpersonen signifikant häufiger Schreibaktivitäten wie das Verfassen eines Versuchsprotokolls, von schrittweisen Anleitungen, von Notizen beim Zuhören, von Beschreibungen oder von Aufgaben zum Vergleichen und Kontrastieren an als etwa Sprachlehrpersonen. Inwiefern diese Schreibaktivitäten aber auch so eingesetzt werden, dass sie das inhaltliche Lernen sowie den Auf- und Ausbau einer «Sprache des Wissens» unterstützen, kann auf der Basis von Selbstausskünften der Lehrpersonen nicht eruiert werden.

3.2 Naturwissenschaftlicher Unterricht im deutschsprachigen Raum

Wie bereits erwähnt wurde, weisen erste Studien aus dem deutschsprachigen Raum darauf hin, dass hauptsächlich einfache Schreibaktivitäten eingesetzt werden, die in erster Linie einen konservierenden und dokumentierenden, weniger einen epistemischen oder reflexiven Zweck erfüllen (vgl. u. a. Thürmann et al.,

2015). Im Hinblick auf die Fragestellung, wie Schreibaktivitäten im regulären Naturwissenschaftsunterricht in der Schweiz und in Deutschland eingesetzt werden, gibt es unseres Wissens keine breite empirische Befundlage. Gebhard et al. (2017, S. 118) gehen davon aus, dass «Textarbeit [...] im naturwissenschaftlichen Unterricht bisher überwiegend der Leistungsüberprüfung [dient], aber kaum der Sprachbildung [...]». Entsprechend konstatieren sie einen erheblichen Entwicklungsbedarf. Der Bedarf an empirischen Untersuchungen zum Schreiben im regulären Naturwissenschaftsunterricht – insbesondere auch als Voraussetzung für die Entwicklung anschlussfähiger Implementationsmodelle – wird umso deutlicher, wenn man bedenkt, dass auch die von Gebhard et al. (2017) an der Stelle zitierte Arbeit von Schmölzer-Eibinger & Langer (2010) eher in den Bereich der Entwicklungsarbeiten (Vorstellung eines didaktischen Modells zum Schreiben im Chemieunterricht) einzuordnen ist denn in den Bereich der empirischen Studien zur Erhebung des Status quo des funktionalen Einsatzes von Schreiben im regulären Naturwissenschaftsunterricht. Auch Thürmann (2012) kommt in seinen überblicksartigen und zusammenfassenden Ausführungen zum Thema «Lernen durch Schreiben? Thesen zur Unterstützung sprachlicher Risikogruppen im Sachfachunterricht» zu der Schlussfolgerung, dass in Bezug auf das Schreiben im Fachunterricht selbst grundlegende Fragen offen sind, wie z. B. welche Textsorten im Fachunterricht verwendet und wie sie eingeübt werden.

Beobachtungen zum Unterricht in den Fächern Biologie und Geschichte weisen bezogen auf die Schreibzeit zu den Befunden von Bangert-Drowns et al. (2004) oberflächlich gesehen eine gute Passung auf, zumal pro Lektion rund 4–6 Minuten Schreibzeit eingesetzt werden, wie Thürmann et al. (2015) in ihrer explorativ ausgerichteten Studie feststellen. In dieser Studie wurden archivierte Unterrichtsskripte von 20 Biologiestunden der Klassen 5 bis 10 analysiert sowie Biologielehrpersonen und ihre Schüler*innen des achten Jahrgangs in Nordrhein-Westfalen (Deutschland) befragt. Insgesamt lässt sich daraus mit der gebotenen Vorsicht ableiten, dass auch im deutschsprachigen Raum Schreibaktivitäten mit geringem kognitiven Anspruch überwiegen. Die Ergebnisse zeigen, dass Schreiben kaum in seiner epistemischen, kognitiv involvierenden Funktion eingesetzt wird, sondern hauptsächlich zur Dokumentation und Sicherung (z. B. Abschriften von der Tafel, Diktieren des Textes durch die Lehrperson).

Die Vermutung, dass das Potenzial des Schreibens für das Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht derzeit nur wenig genutzt wird, wird durch Ergebnisse weiterer Studien gestützt. Eine Fragebogenerhebung bei Hamburger Lehrpersonen (Rücklaufquote: 32%, N=229), die unter Bedingungen sprachlicher Heterogenität unterrichten, zeigte, dass das Schreiben im Vergleich zu anderen sprachlichen Aspekten wie z. B. dem Aufbau eines Fachwortschatzes bei den an der Befragung teilnehmenden Lehrpersonen nur eine untergeordnete Rolle spielt und Schreibübungen nicht regelmässig in den Unterricht integriert werden (Riebling, 2013, S. 143,149). Dass Naturwissenschaftsunterricht beim Aspekt Sprache oft sehr einseitig den Aufbau eines Fachwortschatzes fokussiert, deckt sich mit den Ergebnissen von Applebee & Langer (2011). Es ist jedoch unklar, inwieweit in der Praxis bei den (Schreib-)Aktivitäten zum Aufbau eines Fachwortschatzes Begriffe tatsächlich erarbeitet und in verschiedenen Kontexten angewandt werden, sodass es nicht bei auswendiggelernten Definitionen resp. Worthülsen bleibt, sondern die Begriffe mit bestehendem Wissen vernetzt und vertieft verstanden werden. Wortschatzvermittlung in Bezug auf Sachtexte muss entsprechend – so Hiebert & Cervetti (2011) – an den gleichzeitigen Aufbau von inhaltlichem Wissen gebunden sein, um eine positive Wirkung entfalten zu können.

Hinweise auf den Einsatz von Schreibaktivitäten im regulären Unterricht geben auch Publikationen im Rahmen von Videostudien zum Naturwissenschaftsunterricht in der Sekundarstufe in Deutschland: Die Analyse von Unterrichtsvideos zum Physikunterricht an Gymnasien und Hauptschulen in Nordrhein-Westfalen zeigte, dass nur ein sehr geringer Anteil der Lernaufgaben schriftlich erfolgt und die Anzahl an Aufgaben zur Wissensabfrage hoch ist im Vergleich zu Verstehens- oder Anwendungsaufgaben (Schabram, 2007). Die Analyse von Unterrichtsvideos zum Thema «Blut und Blutkreislauf» an Gymnasien in Nordrhein-Westfalen zeigte, dass in diesen Stunden zwar relativ viel Unterrichtszeit mit der Bearbeitung von schriftlich gestellten Aufgaben verbracht wird, die Aufgaben sich jedoch durch sehr kurze Antworten und ein geringes kognitives Anspruchsniveau auszeichneten. Die für das naturwissenschaftliche Genre charakteristische Textform einer Verknüpfung von Text und Grafik wurde nur äusserst selten als Antwortformat eingesetzt und Strukturierungshilfen wie Mindmaps oder Begriffsnetze zur Erarbeitung von Zusammenhängen fehlten (Jatzwauk et al., 2008; Wadoudh et al., 2009). Die Ergebnisse der Videostudien sind jedoch nur unter Vorbehalt als empirische Stütze der These der geringen Bedeutung bzw. des eingeschränkten funktionalen Einsatzes von Schreiben im naturwissenschaftlichen Unterricht zu sehen, da die Studien nicht das Schreiben

im naturwissenschaftlichen Unterricht untersuchten, sondern den Einsatz von Aufgaben bzw. die Vernetzung von Inhalten im Fokus hatten.

4 Vom Wünschbaren zum Machbaren?

Immersive Ansätze wie «Science Writing Heuristic (SWH)» setzen nicht nur hohes Professionswissen seitens Lehrperson voraus, das – wie in Kap. 2.2 erwähnt wurde – auch mit einer entsprechend langen Lernzeit der Lehrperson einhergeht: Akkus et al. (2007) betonen darüber hinaus, dass SWH auch einen forschend-entdeckenden Unterricht verlangt, der naturwissenschaftliches Arbeiten als kollaborative Tätigkeit versteht. SWH kann nur gelingen, wenn die Lehrperson eine Lernsituation schafft, die einer realen naturwissenschaftlichen Situation vergleichbar sei. «Traditioneller» naturwissenschaftlicher Unterricht dagegen erfolge stark lehrpersonenzentriert, nehme Aufträge an der Wandtafel oder im Lehrmittel zum Ausgangspunkt, die Lehrperson gebe die Fragen oft vor und die Schüler*innen hätten nur dem vorgegebenen Weg zu folgen. Letzteres meint oft auch, dass die Schüler*innen etwas bereits Feststehendes nur noch verifizieren müssen. In einem solchen Unterricht erleben sich die Schüler*innen gerade nicht als aktive Teilnehmende, während die Partizipation ein zentraler Teil von SWH sei.

Vor einer Weiterbildung zu SWH beobachteten Akkus et al. (2007) sieben Lehrpersonen im Unterricht und schätzten auf dieser Basis ein, inwiefern ihr Unterricht eine starke, mittlere oder schwache Ausprägung hinsichtlich eines «traditionellen lehrpersonenzentrierten» Unterrichts aufweist. Danach erhielten die Lehrpersonen eine zweitägige Weiterbildung zu SWH: Unterrichtsbeobachtungen über weitere zwei Zeitpunkte hinweg ergaben dabei, dass Lehrpersonen mit stark ausgeprägtem traditionellem Unterrichtsverständnis grosse Mühe bekundeten, SWH zu implementieren. Lehrpersonen mit einem ausgeprägt konstruktivistischen Lehrverständnis gelang dies weit besser. Darüber hinaus erzielten stärkere wie schwächere Schüler*innen dieser Lehrpersonen in Leistungstests vergleichbare Ergebnisse, während sich bei Lehrpersonen mit stark ausgeprägtem traditionellem Lehrverständnis signifikante Leistungsunterschiede zwischen den beiden Schülergruppen ergaben.

Aus der Innovationsforschung weiss man, dass eine zu hohe Abweichung vom herkömmlichen Unterricht als Status quo und eine fehlende Identifizierung der Lehrpersonen mit den zugrundeliegenden Prinzipien und Praktiken der Intervention, die neu eingeführt werden soll, häufig zu Misserfolgen bei der Implementation führen (vgl. Gräsel & Parchmann, 2004). Darauf deutet auch die erwähnte Studie von Akkus et al. (2007) hin.

Im Folgenden beziehen wir uns auf die trinationale Studie «Quality of Instruction in Physics (QUIP)» (Fischer et al., 2014): In dieser Studie wurde regulärer Physikunterricht während einer Doppellektion zum Thema «Zusammenhang zwischen elektrischer Energie und elektrischer Leistung» in finnischen, deutschen und Schweizer Klassen der 9. und 10. Jahrgangsstufe videografiert, und zwar in insgesamt 103 Klassen. Zusätzlich wurden umfangreiche Pre- und Posttest-Erhebungen durchgeführt. Die Studie untersuchte die Voraussetzungen, Merkmale und Wirkungen eines erfolgreichen Physikunterrichts und fragt dabei nach Gemeinsamkeiten wie auch Unterschieden über die beteiligten Länder hinweg. Bei einer Teilstichprobe von je 20 Klassen wurden die Videos im Hinblick auf die Ausprägung konstruktivistischer Unterrichtsmerkmale beurteilt (von Arx, 2014): Diese Sekundäranalyse dient uns im Folgenden, um der Frage nachzugehen, inwiefern sich Ansatzpunkte zu einer erfolgversprechenden Umsetzung eines immersiven Ansatzes wie SWH auch im deutschsprachigen Raum zeigen.

4.1 Konstruktivistischer Unterricht als Voraussetzung für immersives Schreiben im Naturwissenschaftsunterricht?

Im Rahmen der Sekundäranalyse, wie sie von Arx (2014) durchführte, wurde der videografierte Unterricht im Hinblick auf folgende drei Hauptmerkmale analysiert:

- Wissen wird in einem aktiven Lernprozess konstruiert («guided construction», vgl. von Arx, 2014, S. 180): In konstruktivistischen Lernumgebungen wird das Vorwissen der Schüler*innen aktiviert. Dabei wird der Schwerpunkt darauf gelegt, dass sich ein Zuwachs beim konzeptuellen Verstehen zeigt, dass neue Konzepte oder Reinterpretationen auch schrittweise in bestehende Wissensstrukturen integriert

werden. Nicht zuletzt ist die Lernumgebung auch so gestaltet, dass die Schüler*innen Einblick in die prototypische naturwissenschaftliche Wissensgenerierung erhalten.

- *Wissen wird in sozialer Interaktion konstruiert (ebd., S. 182):*
Die Wissenskonstruktion ist in einen sozialen Kontext eingebettet. Dabei werden Ideen und Inhalte ausgetauscht, geprüft, diskutiert sowie ausgehandelt.
- *Die Lernenden verfolgen ein persönliches oder allgemeines Ziel und übernehmen Verantwortung für ihr Lernen («independent learning/construction», ebd., S. 182):*
Die Lernumgebung ist so gestaltet, dass sie den Schüler*innen ausreichend Zeit und Gelegenheit für unabhängiges Lernen einräumt, sei es in Einzel- oder in Gruppenarbeit. Die Lehrperson unterstützt die Schüler*innen, indem sie Problemlöse-Strategien, metakognitive Fähigkeiten sowie die Reflexion von Lernprozessen fördert.

Die Ergebnisse der Sekundäranalyse sind konsistent mit Befunden aus anderen Studien und fallen damit eher ernüchternd aus:

[...] our findings are consistent with those of Widodo and Duit (2004) for Germany, and Labudde (2000) for Switzerland: in everyday classroom settings, constructivist approaches to teaching and learning are rather seldom established. This is especially true for aspects of social or cooperative learning, problem-based approaches, metacognitive or learning strategies, personal relevance as well as independent and self-regulated learning [...]. (von Arx, 2014, S. 189)

Basierend auf dieser Sekundäranalyse wählten wir aus der Schweizer Teilstichprobe (n=20) drei Unterrichtsvideos aus, die unterschiedliche Ausprägungen hinsichtlich der konstruktivistischen Hauptmerkmale aufweisen.¹ Tabelle 2 gibt einen Überblick, wie die drei Fälle hinsichtlich der konstruktivistischen Merkmale in der Sekundäranalyse gemäss von Arx eingeschätzt wurden. Angemerkt sei, dass bei der Sekundäranalyse insgesamt 19 Kategorien mit einer Likert-Skala von 0–3 zugrunde gelegt wurden, sodass ein Maximalwert von 57 erreichbar wäre.

	Fall A	Fall B	Fall C
Guided Construction	5	6	10
Social Interaction	0	3	2
Independent Learning/Construction	1	14	11
Total	6	23	23

Tabelle 2: Drei Fallbeschreibungen mit unterschiedlichen Ausprägungen zu konstruktivistischen Merkmalen (Quelle: Matthias von Arx)

Während der Unterricht von Lehrperson A eine äusserst geringe konstruktivistische Ausprägung aufweist, können B und C vor allem in Bezug auf die Hauptkategorie «unabhängiges Lernen/Konstruktion» punkten. B und C weisen im Vergleich zu den anderen videografierten Klassen einen vergleichsweise hohen Wert auf, schöpfen aber das Potenzial bei weitem nicht aus. Wie sich noch zeigen wird, setzen B und C trotz einer ähnlichen Ausprägung Schreiben sehr unterschiedlich ein.

Im Folgenden beleuchten wir alle drei ausgewählten Fälle genauer, und zwar hinsichtlich der Frage, wie Schreiben im Unterricht eingesetzt wird. Zu berücksichtigen ist dabei, dass das Thema «Zusammenhang zwischen elektrischer Energie und elektrischer Leistung» in allen Klassen neu eingeführt wurde, dass sich eine schreibende Verarbeitung also vor allem etwa zur Aktivierung von Vorwissen, zur Generierung von Fragen, zur Vorbereitung eines experimentellen Zugangs sowie zum Festhalten von Beobachtungen eignen würde.

Über alle drei Fälle hinweg zeigt sich zunächst, dass Schreiben in den videografierten Doppellektionen in einem ähnlichen Umfang eingesetzt wird (ca. 11–13 Minuten Schreibzeit). Dieser Wert stimmt in etwa mit

¹ Wir danken Peter Labudde und Matthias von Arx, dass wir für diesen Beitrag, der ein erstes Mal an der GDCP-Tagung in Bochum, 2018, präsentiert wurde, die Schweizer Unterrichtsvideos sichten konnten und auf die Auswertungen von Matthias von Arx zurückgreifen durften.

den Beobachtungen von Thürmann et al. (2015) überein, die pro Lektion 4–6 Minuten Schreibzeit feststellen. Unterschiede lassen sich vielmehr hinsichtlich der Art und Weise, wie Schreiben eingesetzt wird, festmachen.

Die Lehrperson in Fall A lässt die Schüler*innen nach Bekanntgabe des Themas den Tafelanschrieb abschreiben und das Schema – hier nachgebildet – abzeichnen:

Elektrische Energie und Leistung
Wir messen bei verschiedenen Geräten, wie viel Strom durch sie fließt und wie hoch die angelegte Spannung ist.

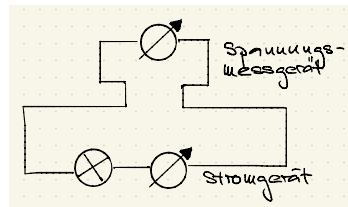


Tabelle 3 zeigt den groben Unterrichtsverlauf mit ungefähren Zeitangaben. Dabei wird deutlich, dass es sich insgesamt um einen sehr lehrpersonenzentrierten Unterricht handelt, der Schreibaufträge – konkret konservierendes und dokumentierendes Schreiben – mit geringer Verarbeitungstiefe beinhaltet.

Zeit	Aktivitäten (Fall A)
5	L gibt Thema bekannt
6–11	S schreiben Auftrag ab
12–14	L erläutert Schema
15–28	L erklärt Versuchsaufbau mit Lampe, führt Versuch vor und bittet S, Werte zu notieren
29–42	L führt zwei weitere Versuche mit Alltagsgeräten vor, lässt S teilweise vermuten, welche Werte Gerät anzeigen wird, lässt S Werte notieren
43–48	L verteilt Rechner, S tragen Ergebnisse auf AB ein und AB in Heft einkleben
54–55	L kündigt Test an und dass Heft bewertet wird (Kriterien: eingefasst, vollständig, sauber)
56–66	L erweitert Rechnung, teilweise an WT, teilweise mit S, L notiert Formel an WT
67	L: «Jetzt müsst ihr etwas zu arbeiten haben.»
68–94	L verteilt Messgeräte, Kabel und Glühlampen; S sollen Leistung der Glühlampen zu zweit berechnen, L leitet S an, geht von Gruppe zu Gruppe

Tabelle 3: Fall A mit Ablauf und Kurzbeschreibung der jeweiligen Aktivitäten

Die Lehrperson in Fall B zeigt im Unterschied zu Fall A eine deutlich stärkere Unterstützung des unabhängigen Lernens und setzt auch stärker auf soziale Interaktion. So bilden die Schüler*innen gleich zu Beginn der Doppelktion Gruppen, und die Lehrperson fordert sie auf, die Lösung zu einem vorgegebenen Problem zu erläutern (sie legt dazu ein Schema am OHP auf). Danach lässt sie die Schüler*innen am OHP den Auftrag zu einem zweiten Problem lesen und in ihr Heft abschreiben. Nach Verteilung des Materials fordert sie die Schüler*innen auf, auf einem separaten Blatt eine Skizze zu zeichnen, damit sie sich in ihrer Gruppe besser einigen können. Während die Schüler*innen Problem 2 bearbeiten, geht die Lehrperson im Klassenzimmer umher, diskutiert teilweise mit den Schüler*innen, fragt nach, was sie gezeichnet haben, fordert auch andere Skizzen ein. Gegen Ende der Lektion unterbricht sie die Gruppenarbeit, führt die Schüler*innen zu einer Gruppe, die erzählen soll, was genau sie gemacht hat, was sie alles ausprobiert hat. Die Lehrperson zeigt schliesslich das korrekte Schema am OHP und fragt nach, ob sich die Schüler*innen das so ebenfalls im Kopf vorgestellt haben.

Analog zu Fall A beansprucht das Abschreiben des Auftrags in B den grössten Teil der eingesetzten Schreibzeit (hier rund 7 Min.). Als neues Element kommt jedoch das Erstellen einer Skizze hinzu, die einen Beitrag zur (kollaborativen) Erkenntnisgewinnung leisten könnte, was – durchaus erwartungsgemäss – sehr unterschiedlich von den Schüler*innen genutzt wird.

Wie der grobe Ablauf zum Unterricht der Lehrperson C in Tabelle 4, S. 13, zeigt, wird nun keine Aufgabe zum Abschreiben des Auftrags eingesetzt: Vielmehr dient das Schreiben hier dem Dokumentieren von Ergebnissen wie auch von Erklärungen bzw. Lösungsvorschlägen. Das Schreiben wird hier in erster Linie in den Phasen *Beobachten*, *Behaupten* und *Evidenz prüfen* eingesetzt und geht damit mit dem Merkmal der Konstruktion von Wissen in einem aktiven Lernprozess einher.

Zeit	Aktivitäten (Fall C)
2–3	L verteilt AB mit Alltagssituationen, Auftrag: Alltagssituationen lesen + zu zweit diskutieren
4–7	Diskussion im Plenum, L hakt nach: Stimmen die Behauptungen in diesen Alltagssituationen? L fordert S auf, diesen Behauptungen auf den Grund zu gehen, dazu Versuche durchzuführen.
8–35	L erläutert den Versuch, führt Versuchsanlage vor, verteilt dazu AB, S beginnen mit Versuchsaufbau, führen Versuch durch, tragen gemessene Werte auf AB ein, rechnen Werte aus
36–42	L legt AB als Folie am OHP auf, möchte Versuch + Messresultate zusammenfassen, denn das sei die Basis für Weiterarbeit. L fragt nach, was S überlegt haben, wie Zusammenhang zwischen Stromspannung und -stärke formuliert werden kann, notiert Formel $P=U \cdot I$ an Wandtafel (Formel sei damit hergeleitet)
48–59	L fragt, was S als Feststellung notieren würden, S notieren 2 Vorschläge von S ; L fragt, in welcher Form Leistung gemessen wird, das sei die Formel zur Ausgangssituation; fragt, wie jetzt erklärbar , dass es ein Blackout gegeben habe, S diskutieren mdl., fertigen teilweise Notizen an , Formel an WT (als Erklärung), S notieren Formel
	[Ausgangssituation 2 nach gleichem Muster, nicht vollständig durchgeführt]

Tabelle 4: Fall C mit Ablauf und Kurzbeschreibung der jeweiligen Aktivitäten

Die Frage, inwiefern sich ein mehr oder weniger konstruktivistisch geprägter (Physik-)Unterricht auf die eingesetzten Schreibaufgaben niederschlägt, kann – so eine erste These – nicht zielführend beantwortet werden, wenn man von der Gesamteinschätzung ausgeht. Das zeigt sich nicht zuletzt daran, dass die Fälle B und C insgesamt eine ähnliche Gesamtwertung hinsichtlich ihrer konstruktivistischen Ausprägung erhalten, dennoch aber Schreibaufgaben sehr unterschiedlich einsetzen.

Betrachtet man in Tabelle 5 die Gegenüberstellung der eingesetzten Schreibaufgaben und bezieht dabei mit ein, in welchem Hauptmerkmal die hier ausgewählten Fälle hervorstechen, dann lässt sich mit der gebotenen Vorsicht die These formulieren, dass die Art und Weise, wie Schreiben im naturwissenschaftlichen Unterricht eingesetzt wird, mit der spezifischen konstruktivistischen Ausprägung zusammenhängt.

Fall A → geringe konstruktivistische Ausprägung	Fall B → starke Ausprägung «unabhängiges Lernen/Konstruktion»	Fall C → starke Ausprägung «guided construction»
Abschreiben des Auftrags, ca. 7 Min. Werte berechnen, auf AB eintragen, ca. 4–6 Min. AB mit eingetragenen Werten einkleben, 1 Min.	Abschreiben der Problemstellung, ca. 8 Min. Skizze mit Versuchsaufbau, ca. 1–3 Min. (Vermutung: zu späterem Zeitpunkt Lösung in Heft abschreiben)	Lesen von 2 Alltagssituationen, 2–3 Min. gemessene Werte eintragen, ca. 4–6 Min. Feststellung zu Situation 1 auf AB notieren, ca. 2 Min. S notieren sich teilweise ihre Erklärungen zu Situation 1, ca. 3–5 Min. S notieren Formel

Tabelle 5: Überblick Schreibaktivitäten in allen drei Fallbeschreibungen

Das heisst, aufgrund der Gegenüberstellung in Tabelle 5 könnte man folgende Vermutung aufstellen: Wenn eine Lehrperson vor allem den Wissensaufbau in einem aktiven Lernprozess unterstützt, wie dies bei Lehr-

person C der Fall ist, dann unterstützen die Schreibaufgaben bestimmte Phasen dieses Lernprozesses. Wenn sie dagegen wie in Fall B in erster Linie das unabhängige Lernen fördert, dann fokussieren die Schreibaufgaben auch diesen Aspekt. Das Erstellen der Skizze könnte zwar auch in erster Linie die Erkenntnisgewinnung unterstützen, wird aber von der Lehrperson B den Schüler*innen gegenüber damit begründet, dass die Skizze hilft, um sich in der Gruppe einigen zu können. Dies geht auch damit einher, dass Lehrperson B gegenüber A und C eine stärkere Neigung zeigt, die Wissenskonstruktion im Rahmen sozialer Interaktion zu fördern. Eine solche Gegenüberstellung verdeutlicht auch, dass mechanisches Schreiben, zu dem Bangert-Drowns et al. (2004) wie in Kap. 2.1 ausgeführt nicht nur das Abschreiben, sondern auch das Ausfüllen von Arbeitsblättern u. Ä. zählen, eher kennzeichnend für «traditionellen» Naturwissenschaftsunterricht sein könnte. Insofern ist es auch nicht überraschend, dass die in der Meta-Analyse enthaltenen Studien mechanisches Schreiben nicht ins Zentrum stellen.

Betont sei an dieser Stelle, dass es sich bei der Analyse der Schreibaktivitäten um eine explorative Analyse singulärer Fälle handelt, so dass die Ergebnisse und Thesen mit der gebotenen Zurückhaltung und Vorsicht zu interpretieren sind.

5 Fazit und Ausblick

Schreiben ist in bestimmte Situationen eingebettet und wird auch durch die Schreibsituation geformt: Dabei kann eine Schreibgemeinschaft nicht nur eigene Textmuster oder Normen herausbilden, sondern auch eigene Schreibfunktionen oder Schreibhandlungen (Graham, 2018). Eine Implementierung von immersivem Schreiben im naturwissenschaftlichen Unterricht – insbesondere in Form von «Scienc Writing Heuristic» –, das nicht das Schreiben an sich zum Ziel hat, sondern eben die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung, setzt voraus, dass die genuin naturwissenschaftlichen Schreibpraktiken in den Blick genommen werden. Dies fassen wir in folgender These zusammen:

These 1: Nicht nur der (zeitliche) Umfang der Schreibaufgaben oder die Schreibfunktion sind entscheidend, sondern auch die Einbettung des Schreibens in den fachlichen Lernprozess.

Unterrichtshilfen und -vorschläge zum sprachsensiblen Fachunterricht – vgl. dazu exemplarisch Franken & Pertzel (2019) – fokussieren bisher vor allem sprachliche Mittel in Verbindung mit kognitiv-sprachlichen Grundfunktionen: So werden bspw. für das Fach Biologie bezogen auf die Grundfunktion *Beschreiben/Darstellen* sprachliche Mittel der Ausführung wie *Ein ... erkennt man an .../... wird charakterisiert durch ...* aufgeführt. Die Unterrichtsvorschläge selbst zeigen, wie sprachliche Mittel im Rahmen schriftlicher Aufgaben zum Verstehen von Diagrammen, Schaubildern oder Fachtexten vermittelt werden können. Wie dies jedoch in den fachlichen Lernprozess einzubetten ist – mit den verbundenen Praktiken der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung –, ist noch eine weitgehend ungeklärte Frage. Hier wäre im Sinne von Huerta & Garza (2019) zu prüfen, wie ein sprachsensibler Fachunterricht angelegt sein müsste, dass den noch das gesamte Spektrum des schreibenden Lernens genutzt werden kann.

Eine Implementierung von immersivem Schreiben kann gleichzeitig nur gelingen, wenn die zugrundeliegenden Prinzipien oder Praktiken des regulären Fachunterrichts keine zu hohe Abweichung zu einem konstruktivistisch geprägten Naturwissenschaftsunterricht aufweisen. Darauf verweist auch die bereits erwähnte Studie von Akkus et al. (2007). Bezieht man die Befunde aus der QUIP-Studie ein, muss davon ausgegangen werden, dass der reguläre Fachunterricht noch sehr lehrpersonenzentriert erfolgt. Eine Implementierung von immersivem Schreiben im naturwissenschaftlichen Unterricht kann deshalb vorderhand nur ein Fernziel sein.

Wie eine erste explorative Analyse von videografiertem Physikunterricht nahelegt, könnte eine fundiertere und breiter angelegte Analyse dazu beitragen, genauer zu verstehen, was erfolgsversprechende Zugangsweisen sein könnten, zumal bisherige Befunde zur Wirkung des epistemischen Schreibens auf das fachliche Lernen noch wenig Hinweise darauf liefern. Wie Lehrpersonen im naturwissenschaftlichen Unterricht Schreiben einsetzen, wie dies auch mit ihrer Wahrnehmung der kognitiven und motivationalen Fähigkeiten der Schüler*innen und mit ihrer eigenen Expertise zusammenhängt, stellt – wie auch Graham (2019) betont – noch weitgehend ein Forschungsdesiderat dar.

Parallel zu einer solchen Analyse wäre zu prüfen, inwiefern mit gezielt eingesetzten Schreibaufgaben, die erste Schritte zu einem immersivem Schreiben im naturwissenschaftlichen Unterricht darstellen,

umgekehrt der Fachunterricht beeinflusst werden könnte. Die Annahme wäre also, dass bspw. Lehrperson A, wenn sie mechanisches Schreiben durch «kleine» epistemisch angelegte Schreibaufträge ersetzen würde, auch ihren Unterricht in eine etwas stärker konstruktivistisch geprägte Richtung verändern würde.

These 2: Eine Intervention zu epistemischem Schreiben mit kleinen integrierten Aufträgen kann den Fachunterricht in eine konstruktivistisch geprägte Richtung beeinflussen.

Ein solcher Zugang könnte dazu beitragen, dass das Fernziel eines immersiven Ansatzes in mehreren kleinen Schritten erreichbar ist und das fachliche Lernen der Schüler*innen dabei nicht aus dem Blick gerät.

Literatur

- Agel, C., Beese, M., & Krämer, S. (2012). Naturwissenschaftliche Sprachförderung—Ergebnisse einer empirischen Studie. *MNU*, 65(1), 36–44.
- Akkus, R., Gunel, M., & Hand, B. (2007). Comparing an inquiry-based approach known as the science writing heuristic to traditional science teaching practices: Are there differences? *International Journal of Science Education*, 29(14), 1745–1765.
- Applebee, A. N., & Langer, J. A. (2011). A Snapshot of Writing Instruction in Middle Schools and High Schools. *English Journal*, 100(6), 14–27.
- Bangert-Drowns, R. L., Hurley, M. M., & Wilkinson, B. (2004). The Effects of School-Based Writing-to-Learn Interventions on Academic Achievement: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 74(1), 29–58.
- D-EDK (Hrsg.). (2016). *Lehrplan 21 – Natur, Mensch, Gesellschaft. Von der D-EDK Plenarversammlung am 31.10.2014 freigegebene Vorlage, bereinigte Fassung vom 29.2.2016*. D-EDK. www.lehrplan.ch
- Fischer, H. E., Labudde, P., Neumann, K., & Virii, J. (Hrsg.). (2014). *Quality of Instruction in Physics—Comparing Finland, Germany and Switzerland*. Waxmann.
- Franken, A. U., & Pertzel, E. (2019). *Schreiben in Biologie, Geschichte und Mathematik (Klasse 7–10). Schriftlichkeit im sprachsensiblen Fachunterricht*. Waxmann.
- Gebhard, U., Höttecke, D., & Rehm, M. (2017). *Pädagogik der Naturwissenschaften—Ein Studienbuch*. Springer VS.
- Gillespie, A., Graham, S., Kihara, S., & Hebert, M. (2014). High school teachers use of writing to support students' learning: A national survey. *Reading and Writing*, 27(6), 1043–1072. <https://doi.org/10.1007/s11145-013-9494-8>
- Graham, S. (2018). A Revised Writer(s)-Within-Community Model of Writing. *Educational Psychologist*, 53(4), 258–279. <https://doi.org/10.1080/00461520.2018.1481406>
- Graham, S. (2019). Writers in community model: 15 recommendations for future research in using writing to promote science learning. In V. Prain & B. Hand (Hrsg.), *Theorizing the Future of Science Education Research* (Bd. 49, S. 43–60). Springer.
- Graham, S., Kihara, S. A., & MacKay, M. (2020). The Effects of Writing on Learning in Science, Social Studies, and Mathematics: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 003465432091474. <https://doi.org/10.3102/0034654320914744>
- Gräsel, C., & Parchmann, I. (2004). Implementationsforschung—Oder: Der steinige Weg, Unterricht zu verändern. *Unterrichtswissenschaft*, 32(3), 196–214.
- Gunel, M., Hand, B., & Prain, V. (2007). Writing for learning in science: A secondary analysis of six studies. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 615–637.
- Hand, B., Cavaghetto, A., & Norton-Meier, L. (2019). Immersive approaches to science argumentation and literacy: What does it mean to «live» the languages of science? In V. Prain & B. Hand (Hrsg.), *Theorizing the Future of Science Education Research* (Bd. 49, S. 99–113). Springer.
- Hand, B., Norton-Meier, L. A., Gunel, M., & Akkus, R. (2016). Aligning Teaching to Learning: A 3-Year Study Examining the Embedding of Language and Argumentation into Elementary Science Classrooms. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 847–863.
- Hand, B., Prain, V., & Wallace, C. S. (2002). Influences of Writing Tasks on Students' Answers to Recall and Higher-Level Test Questions. *Research in Science Education*, 32, 19–34.
- Hiebert, E. H., & Cervetti, G. N. (2011). *What Differences in Narrative and Informational Texts Mean for the Learning and Instruction of Vocabulary* (Research Report 11.01; Reading Research Report). TextProject, Inc.
- Huerta, M., & Garza, T. (2019). Writing in Science: Why, How, and for Whom? A Systematic Literature Review of 20 Years of Intervention Research (1996–2016). *Educational Psychology Review*, 31(3), 533–570. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09477-1>

- Jatzwauk, P., Rumann, S., & Sandmann, A. (2008). Der Einfluss des Aufgabeneinsatzes im Biologieunterricht auf die Lernleistung der Schüler – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 14, 263–283.
- Keys, C. W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999). Using the Science Writing Heuristic as a Tool for Learning from Laboratory Investigations in Secondary Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), 1065–1084. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199912\)36:10<1065::AID-TEA2>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199912)36:10<1065::AID-TEA2>3.0.CO;2-I)
- KMK. (2004). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss (Jahrgangsstufe 10)*. Beschluss vom 16.12.2004. Institut zur Qualitätsentwicklung im Bildungsbereich.
- KMK (Hrsg.). (2014). *Bildungsstandards im Fach Deutsch für die Allgemeine Hochschulreife*. Wolters Kluwer.
- Lindauer, T., Schmellentin, C., Beerenwinkel, A., Hefti, C., & Furger, J. (2013). *Sprachbewusst unterrichten—Eine Unterrichtshilfe für den Fachunterricht*. Bildungsraum Nordwestschweiz.
- Mason, L., & Boscolo, P. (2000). Writing and conceptual change. What changes? *Instructional Science*, 28, 199–226.
- McCrudden, M. T., & McNamara, D. S. (2018). *Cognition in education*. Routledge.
- Mody, C. C. M. (2015). Scientific Practice and Science Education. *Science Education*, 99(6), 1026–1032.
- National Research Council (NRC) (Hrsg.). (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. National Academies Press.
- Nieswandt, M. (1998). Lernen im Chemieunterricht durch eigenes Schreiben. Fallanalysen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 4(2), 21–40.
- Norris, S., & Phillips, L. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224–240.
- Philipp, M. (2017). *Materialgestütztes Schreiben. Anforderungen, Grundlagen, Vermittlung*. Beltz Juventa.
- Ray, A. B., Graham, S., Houston, J. D., & Harris, K. R. (2016). Teachers use of writing to support students' learning in middle school: A national survey in the United States. *Reading and Writing*, 29(5), 1039–1068. <https://doi.org/10.1007/s11145-015-9602-z>
- Riebling, L. (2013). *Sprachbildung im naturwissenschaftlichen Unterricht Eine Studie im Kontext migrationsbedingter sprachlicher Heterogenität*. Waxmann.
- Schabram, K. (2007). *Lernaufgaben im Unterricht: Instruktionspsychologische Analysen am Beispiel der Physik*. Universität Duisburg-Essen.
- Schilcher, A., & Rincke, K. (2015). Schreiben als Motor für die Auseinandersetzung mit Fach und Sprache. Erklärung und Argumentieren. In S. Schmölzer-Eibinger & E. Thürmann (Hrsg.), *Schreiben als Medium des Lernens. Kompetenzentwicklung durch Schreiben im Fachunterricht* (Bd. 8, S. 99–114). Waxmann.
- Schmölzer-Eibinger, & Langer, E. (2010). Sprachförderung im naturwissenschaftlichen Unterricht in mehrsprachigen Klassen. Ein didaktisches Modell für das Fach Chemie. In B. Ahrenholz (Hrsg.), *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache* (S. 203–217). Narr.
- Simon, U. K., Steindl, H., Larcher, N., Kulac, H., & Hotter, A. (2016). Young science journalism: Writing popular scientific articles may contribute to an increase of high-school students' interest in the natural sciences. *International Journal of Science Education*, 38(5), 814–841.
- Thürmann, E. (2012). Lernen durch Schreiben? - Thesen zur Unterstützung sprachlicher Risikogruppen im Sachfachunterricht. *dieS-online*, 1.
- Thürmann, E., Krabbe, H., Platz, U., & Schuhmacher, M. (2017). *Sprachbildung als Aufgabe aller Fächer und Lernbereiche*. Waxmann.
- Thürmann, E., Pertzel, E., & Schütte, A. U. (2015). Der schlafende Riese: Versuch eines Weckrufs zum Schreiben im Fachunterricht. In S. Schmölzer-Eibinger & E. Thürmann (Hrsg.), *Schreiben als Medium des Lernens. Kompetenzentwicklung durch Schreiben im Fachunterricht* (Bd. 8, S. 17–45). Waxmann.
- von Arx, M. (2014). Constructivist Approaches to Teaching. In H. E. Fischer, P. Labudde, K. Neumann, & J. Virii (Hrsg.), *Quality of Instruction in Physics—Comparing Finland, Germany and Switzerland* (S. 177–192). Waxmann.
- Wadoux, J., Sandmann, A., & Neuhaus, B. (2009). Vernetzung im Biologieunterricht – deskriptive Befunde einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 69–87.
- Wallace, C. S., Hand, B., & Prain, V. (2004). *Writing and Learning in the Science Classroom*. Kluwer Academic Publishers.

Autorinnen

Afra Sturm, Prof. Dr. phil., Leiterin Zentrum Lesen, Medien, Schrift an der Pädagogischen Hochschule FHNW. Arbeitsschwerpunkte: Erwerb und Förderung von basalen Schreibfähigkeiten, Schreibstrategien und Schreibmotivation im Schulalter und bei Erwachsenen; kooperatives Schreiben; Grammatik und Orthografie; Expertise von Lehrpersonen in den Domänen Lesen und Schreiben.

Anne Beerenwinkel, Dr., Wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Lehr- und Curriculumsentwicklung an der Pädagogischen Hochschule FHNW; zuvor Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Zentrum Naturwissenschafts- und Technikdidaktik an der Pädagogischen Hochschule FHNW mit Arbeitsschwerpunkt u. a. im Bereich Sprache im Naturwissenschaftsunterricht.

Dieser Beitrag wurde in der Nummer 2/2020 von leseforum.ch veröffentlicht.

Apprentissage par l'écriture dans l'enseignement des sciences naturelles : limites et possibilités

Afra Sturm et Anne Beerenwinkel

Chapeau

Dans l'enseignement des sciences naturelles, les possibilités de l'écriture épistémique propices à l'apprentissage spécialisé ne sont encore que peu exploitées. Le présent article ne se borne pas à examiner la manière dont l'apprentissage par l'écriture peut être légitimé dans cette branche, mais se penche aussi sur la question de savoir comment les enseignants utilisent l'écriture dans l'enseignement des sciences naturelles et quelles sont les approches prometteuses. La vue d'ensemble montre qu'il s'agit dans une large mesure d'un desiderata scientifique et que des connaissances plus approfondies seraient ici nécessaires, notamment concernant l'application d'approches de soutien empiriquement éprouvées. Se fondant sur l'étude QuIP relative à l'enseignement de la physique (Fischer et al., 2014, et von Arx, 2014), une première analyse exploratoire examine la manière dont les enseignants participant à l'étude intègrent l'écriture. Des hypothèses sont ensuite formulées en vue de prochains travaux sur cette thématique.

Mots-clés

écriture scientifique, écriture épistémique, enseignement constructiviste, sciences naturelles

Cet article a été publié dans le numéro 2/2020 de forumlecture.ch

Imparare scrivendo nell'insegnamento delle scienze naturali – limiti e possibilità

Afra Sturm e Anne Beerenwinkel

Riassunto

Nell'insegnamento delle scienze naturali, le possibilità offerte dalla scrittura epistemica, che favoriscono l'apprendimento della materia, sono ancora poco sfruttate. Questo contributo non si occupa unicamente della questione di come si può legittimare l'apprendimento attraverso la scrittura all'interno della materia, ma anche di come gli insegnanti utilizzano la scrittura nelle lezioni di scienze naturali e di quali sono gli approcci promettenti. La panoramica offerta dall'articolo mostra che si tratta in gran parte di un auspicio di ricerca, ma anche che sarebbero necessarie conoscenze più circostanziate, soprattutto se si volessero attuare approcci di promozione empiricamente efficaci. Sulla base dei dati forniti dallo studio Quip sull'insegnamento della fisica (Fischer et al., 2014, e von Arx, 2014), viene effettuata una prima analisi esplorativa del modo in cui gli insegnanti coinvolti in questo studio utilizzano la scrittura e ne derivano tesi per l'ulteriore lavoro.

Parole chiave

scrittura disciplinare, scrittura epistemica, insegnamento costruttivista, scienze naturali

Questo articolo è stato pubblicato nel numero 2/2020 di forumlettura.ch