

Naturwissenschaftlich-biologisches Arbeiten am außerschulischen Lernort Schulgarten

- Projektskizze: Konzeption einer Interventionsstudie -

Torsten Kreher & Carolin Retzlaff-Fürst

torsten.kreher@uni-rostock.de – carolin.retzlaff-fuerst@uni-rostock.de

Universität Rostock,
Institut für Biowissenschaften,
Fachdidaktik Biologie,
Universitätsplatz 4, 18055 Rostock

Zusammenfassung

Schule hat einen Allgemeinbildungsauftrag. Um diesem gerecht zu werden, leistet auch der Biologieunterricht seinen unverzichtbaren Beitrag. Dieser besteht u.a. darin, bei Schülerinnen und Schülern die Ausprägung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung (scientific literacy) zu fördern. Um diesem Anspruch gerecht werden zu können, benötigen die Schülerinnen und Schüler ein Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften (nature of science). Die Vermittlung eines solchen Verständnisses ist daher auch Aufgabe des naturwissenschaftlichen Fachunterrichts. Durch naturwissenschaftliches Arbeiten (scientific inquiry) im Biologieunterricht ist es möglich, ein derartiges Verständnis zu fördern.

Ziel der geplanten Untersuchung ist es zu überprüfen, ob naturwissenschaftlich-biologisches Arbeiten am außerschulischen Lernort Schulgarten das Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I und II verändert und somit einen Beitrag zum Allgemeinbildungsauftrag des naturwissenschaftlichen Fachunterrichts leisten kann. Zudem wird der Einfluss des außerschulischen Lernortes auf langfristiges Behalten untersucht. Nach den einleitenden und theoretischen Ausführungen zur naturwissenschaftlichen Grundbildung, zum Wesen der Naturwissenschaften, zu den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen und zum Lernen am außerschulischen Lernort, folgt die Fragestellung, bevor das angedachte methodische Vorgehen der Untersuchung und Ergebnisse der Pilotierung dargelegt werden. Schwerpunkt der beiden Abschnitte liegt auf

der Vorstellung der geplanten Fragebögen. Die Einschätzung zur Eignung der jeweiligen Forschungsinstrumente erfolgt in einem abschließenden Kapitel.

Abstract

An aim of school education is to impart general knowledge. Biology class contributes indelibly to this as it develops scientific literacy of the schoolchildren by means of scientific inquiry which promotes an understanding of nature of science. The study investigates if scientific inquiry at school garden as an extracurricular place changes the understanding of nature of science of schoolchildren in secondary school. Furthermore, the influence of school garden as an extracurricular place on learning is tested for long-term retention. In this article I will, firstly, describe the theoretical background on scientific literacy, nature of science, scientific inquiry and learning at extracurricular places. Secondly, I will explicate the methodology of research. Thirdly, findings of the pretest will be presented. Focus will be on presenting the planned and tested questionnaires and other documents. Analysis of these will be, fourthly, in the last section.

1 Einleitung

Ein erklärtes Ziel schulischer Bildung ist es, den Schülerinnen und Schülern Allgemeinbildung zu vermitteln, sodass diese als mündige und selbstbestimmte Bürgerinnen und Bürger am gesellschaftlichen Leben teilhaben können. Derartige „Allgemeinbildungsbestrebungen“ lassen sich bereits bei Johann Amos Comenius (17. Jahrhundert) und Wilhelm von Humboldt (18. Jahrhundert) finden, bestimmen aber auch aktuelle bildungspolitische Diskussionen und Dokumente (ECKEBRECHT & SCHNEEWEIß, 2003; TENORTH, 1994; TENORTH, 2004; § 2 SCHULG M-V, 2010). Ziel der gymnasialen Oberstufe ist neben der allgemeinen Studierfähigkeit und der wissenschaftspropädeutischen Bildung, auch die Vermittlung einer vertieften Allgemeinbildung (KMK, 2018), wobei der Fächerkanon des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts seinen spezifischen Beitrag leistet (A CAMPO et al. 2003; EISNER et al. 2017).

In der nationalen und internationalen Literatur zur naturwissenschaftlichen Didaktik besteht ein weitgehender Konsens darüber, dass naturwissenschaftliche Grundbildung (*scientific literacy*) ein elementares Bildungsziel des Fachunterrichts ist. Als zeitgemäßer naturwissenschaftlicher Unterricht wird dabei ein Unterricht gesehen, „der zu einer ‚scientific literacy‘, zu ‚naturwissenschaftlicher Allgemeinbildung‘ [...] führen soll“ (MESSNER, RUMPF & BUCK, 1997, S. 6). Diese gemeinsam getragene Ansicht ist unabhängig davon, ob der naturwissenschaftliche Fachunterricht nach amerikanischem Prinzip in Science oder, wie im deutschen Bildungssystem für die höheren Jahrgangsstufen überwiegend üblich, in den einzelnen Wissenschaftsdisziplinen Biologie,

Chemie, Physik und Mathematik erteilt wird. Auch wenn die Erteilung des naturwissenschaftlichen Unterrichts in Teildisziplinen konträr zum Grundgedanken von *scientific literacy* steht, liegen jedoch Gründe hierfür vor (STROBL 2008).

Den Begriff *scientific literacy* zu definieren birgt dennoch gewisse Schwierigkeiten. So liegen verschiedene Definitionen (RUTHERFORD & AHLGREN, 1990; NRC, 1996; PRENZEL et al., 2001) sowie mit „Lese- und Schreibfähigkeit“, „Bildung“ oder „Grundbildung“ unterschiedliche Übersetzungsmöglichkeiten von „*literacy*“ vor (GEBHARD, 2003; KATTMANN, 2003).

2 Theorie

Die Idee, allen Bürgerinnen und Bürgern ein gewisses Maß an naturwissenschaftlicher Grundbildung zuteilwerden zu lassen, ist keine neuere, sondern wird für die amerikanische Bildungspolitik auf Mitte des 19. Jahrhunderts datiert. Knapp hundert Jahre später fand der Begriff dort erstmals Verwendung. „Seitdem wurden in den letzten Jahrzehnten wechselnde Definitionen angeboten. [D]etaillierte Begriffsbestimmungen [sind] in ‚Science for All Americans‘ und durch die National Science Education Standards [...] gegeben worden“ (GRÄBER & NENTWIG, 2002, S. 11).

2.1 Scientific Literacy – Naturwissenschaftliche Grundbildung

Nach Definition der American Association for the Advancement of Science (AAAS) in „Science for All Americans“ sind Personen naturwissenschaftlich grundgebildet, wenn sie sich bewusst sind, „dass Naturwissenschaften, Mathematik und Technik interdependente menschliche Konstrukte sind, die Stärken und Grenzen aufweisen, wenn sie Schlüsselbegriffe und Prinzipien der Wissenschaft verstehen, mit der natürlichen Welt vertraut sind, deren Vielfalt und Einheit erkennen und wenn sie sich wissenschaftlicher Erkenntnisse und Denkweisen für individuelle und soziale Zwecke bedienen“ (RUTHERFORD & AHLGREN, 1990, S. ix; eigene Übersetzung). Eine, im Sinne der Definition des National Research Council (NRC) in „National Science Education Standards“, naturwissenschaftlich grundgebildete Person ist in der Lage, „Fragen zu stellen, zu finden oder Antworten auszuschließen, die sich aus alltäglichen Erfahrungen her ableiten lassen. Das bedeutet, dass eine Person die Fähigkeit besitzt, naturwissenschaftliche Phänomene zu beschreiben, zu erklären oder zu prognostizieren“ (NRC, 1996, S. 22; eigene Übersetzung). Weitere Definitionen naturwissenschaftlicher Grundbildung für das deutsche Bildungssystem werden durch die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) im Rahmen der PISA-Untersuchungen präsentiert (PRENZEL et al.,

2001; 2007; SCHIEPE-TISKA et al., 2016). All den Definitionen ist gemeinsam, dass sie auf die Entwicklung von Fähigkeiten und Fertigkeiten bei den Schülerinnen und Schülern zielen, „die die Teilhabe an einer durch Naturwissenschaften und Technik geprägten Gesellschaft ermöglichen“ (NERDEL, 2017, S. 15). Dies umfasst ein Verständnis grundlegender naturwissenschaftlicher Konzepte, die Fähigkeit, diese anzuwenden und eine Vertrautheit mit naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen (NERDEL, 2017).

2.2 Nature of Science – Wesen der Naturwissenschaften

Ein weiteres Bildungsziel des naturwissenschaftlichen Fachunterrichts ist die Vermittlung eines Verständnisses zum „Wesen der Naturwissenschaften“ (SCHWARTZ, LEDERMAN & CRAWFORD, 2004; KIRCHNER & DITTMER, 2004). Der Begriff ist charakterisiert durch eine „geringe Präzision, aber hohe Variabilität [...] [E]in einheitliches Verständnis über den Charakter vom Wesen der Naturwissenschaften zwischen Naturwissenschaftsphilosophen, Naturwissenschaftshistorikern, Naturwissenschaftlern und Naturwissenschaftslehrern existiert nicht“ (LEDERMAN, 2004, S. 303; eigene Übersetzung). Welche Teilelemente charakteristisch für das Wesen der Naturwissenschaften sind und als solche auch Gegenstand des naturwissenschaftlichen Fachunterrichts sein sollten, war Gegenstand verschiedener Studien (LEDERMAN, 2004; MCCOMAS & OLSON, 1998; OSBORNE et al. 2003). Als gemeinsam geteilte Kerndimensionen eines Verständnisses zum Wesen der Naturwissenschaften gelten dabei die folgenden:

Eine effektive Möglichkeit, das Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern zu fördern, stellt das naturwissenschaftliche Arbeiten im Fachunterricht dar (BELL & LEDERMAN, 2003; LEDERMAN, 2004).

Tab. 1: Kerndimensionen des Wissens zum Wesen der Naturwissenschaften eigene Darstellung nach (URHAHNE, KREMER & MEYER, 2008, S. 78 f)

Kerndimension	Beschreibung der Kerndimension
Sicherheit des Wissens	„Das naturwissenschaftliche Wissen ist zwar relativ verlässlich und dauerhaft, aber nie absolut und vollkommen sicher. Bestehende Theorien und Konzepte sind immer nur als vorläufig zu betrachten. Es kann stets neues Wissen selbst zu bereits sehr intensiv beforschten Themen hinzukommen. Auch können verschiedene Theorien, die das gleiche Phänomen erklären, zutreffend sein, solange keine dagegen sprechenden Beweise vorliegen. Ebenso ist es ein Irrtum, dass alle naturwissenschaftlichen Probleme nur eine einzige richtige Lösung aufweisen“.
Entwicklung des Wissens	„Das naturwissenschaftliche Wissen unterliegt einem fortwährenden Entwicklungs- und Veränderungsprozess. Naturwissenschaftliche Theorien und Konzepte können sich auf der Grundlage neuer Beweise ständig ändern und erweitern. Der Wissenswandel wird z.B. durch neue Technologien und verbesserte Forschungsmöglichkeiten unterstützt. Die Veränderungen des naturwissenschaftlichen Wissens gehen jedoch nicht mit einer Annäherung an eine absolute Wahrheit einher. Die Geschichte der Naturwissenschaften verdeutlicht den evolutionären und revolutionären Charakter des Faches“.
Einfachheit des Wissens	„Naturwissenschaftliches Wissen wird mit einer Tendenz zur Einfachheit gebildet, ohne die Komplexität natürlicher Phänomene zu verneinen. In den Naturwissenschaften herrscht ein kontinuierliches Bestreben mit einer möglichst kleinen Anzahl von Konzepten eine möglichst große Anzahl von Beobachtungen zu erklären. Es handelt sich deshalb um eine Fehleinschätzung, wenn Schüler glauben, dass von zwei Theorien, die ein Naturphänomen gleich gut erklären, die komplexere Theorie auch die bessere sei. Naturwissenschaftliche Theorien werden eher allgemein und umfassend als spezifisch und detailliert formuliert“.
Rechtfertigung des Wissens	„Das naturwissenschaftliche Wissen beruht auf Beobachtungen, Experimenten, rationalen Begründungen und Skepsis. Schülerinnen und Schüler sollen lernen, Beobachtungen und Schlussfolgerungen voneinander zu unterscheiden. Experimente stellen einen geeigneten Weg dar, das naturwissenschaftliche Wissen zu rechtfertigen. Experimentelle Daten können die eigenen Vorstellungen unterstützen und zeigen, ob eine Behauptung sich als glaubhaft erweist. Ein einzelnes Experiment kann jedoch noch keine naturwissenschaftliche Theorie beweisen“.
Herkunft des Wissens	„Das naturwissenschaftliche Wissen wird nicht allein von allwissenden Autoritäten an Lernende weitergegeben, sondern kann auch von den Lernenden selbst entdeckt und erarbeitet werden. Lernende sollten vieles, aber nicht unskeptisch alles glauben, was in den Naturwissenschaftsbüchern steht oder was Naturwissenschaftler behaupten. Dieses Wissen hat einen vorläufigen Charakter und kann sich auch noch einmal ändern. Menschen aller Kulturen können mit ihren Ideen etwas zum naturwissenschaftlichen Wissensfundus beitragen“.
Zweck der Naturwissenschaften	„Die Naturwissenschaften sind auch der Versuch, natürliche Phänomene zu beschreiben, zu erklären und vorherzusagen. Durch die Naturwissenschaften soll die Erfahrungen der Menschen mit der belebten und unbelebten Natur in eine Ordnung gebracht werden. Im Vordergrund der Erkenntnisgewinnung stehen die Suche nach Erklärungen, die Vorhersage von Naturphänomenen und die Lösung naturwissenschaftlicher Probleme“.
Kreativität und Vorstellungskraft	„Entgegen allgemeiner Vorstellungen ist die Gewinnung naturwissenschaftlichen Wissens kein vollkommen rationaler und absolut logischer Prozess. Die Entwicklung des naturwissenschaftlichen Wissens erfordert die Kreativität und den Einfallsreichtum des Naturwissenschaftlers. Dies gilt für sämtliche Forschungsprozesse, von der Ideenfindung bis zur Datenanalyse. Einige naturwissenschaftliche Konzepte beruhen auf enormen intellektuellen Leistungen, die ohne die Inspiration und Vorstellungskraft der Wissenschaftler nicht möglich gewesen wären“.

2.3 Scientific Inquiry – Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen

Die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen „gehören zu den Naturwissenschaften als Teil ihres Selbstverständnisses“ (STÄUDEL, 2014, S. 79), denn sie „zeigen exemplarisch auf, wie Erkenntnisse in den Naturwissenschaften gewonnen werden“ (NERDEL, 2017, S. 115). Als solches leisten sie einen wichtigen Beitrag zum Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts, denn Schülerinnen und Schüler sollen auch Wissen darüber besitzen, wie naturwissenschaftliche Kenntnisse gewonnen werden (U.A. BLK, 1997; DUIT, 2003; LIND, KROß & MAYER, 1998; STÄUDEL, 2014). Unter naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen werden dabei „Denk- und Arbeitsweisen“ (PFEIFER, 2003, S. 8) bzw. „geistige [...] Werkzeuge und Herangehensweisen“ (DUIT, 2007, Editorial) verstanden, die sich von Fach zu Fach (etwas) unterscheiden können (STÄUDEL, 2014).

Die als Regelstandard formulierten Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss sind in die vier Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung gegliedert. Die naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen sind dem Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung zuzuordnen. Hierzu zählen Beobachten, Vergleichen, Experimentieren, Nutzen von Modellen und Anwenden von Arbeitstechniken (KMK, 2004^a). Für die gymnasiale Oberstufe gilt, vergleichbar zu den Bildungsstandards für die Sekundarstufe I, die einheitlichen Prüfungsanforderungen. „Sie sind als nationale Bildungsstandards anzusehen, die auf ein mittleres Niveau zielen und die von den Schülerinnen und Schüler erwarteten Kompetenzen [...] beschreiben“ (GILBERT & RICHTER, 2004, S. 173). Die formulierten Kompetenzbereiche sind an die Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss angelehnt, werden aber in den einheitlichen Prüfungsanforderungen als Fachkenntnisse, Methoden, Kommunikation und Reflexion bezeichnet. Die naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen findet sich im Kompetenzbereich der Methoden wieder. Dort heißt es, die „Prüflinge verfügen über Methoden, mit deren Hilfe sie biologische Systeme analysieren und deren Eigenschaften erklären können“ (KMK, 2004^b, S. 6).

Ein Fachunterricht, der die Auseinandersetzung der Schülerinnen und Schüler mit naturwissenschaftlich(-biologischen) Denk- und Arbeitsweisen fördert, kann sich positiv auf das Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern auswirken (ABD-EL-KHALICK, BELL & LEDERMAN, 2003; NERDEL 2017; RUTHERFORD & AHLGREN, 1990; SCHWARTZ, LEDERMAN, & CRAWFORD, 2004).

2.4 Lernen am außerschulischen Lernort

„Außerschulische Lernorte sind authentische Erfahrungsräume außerhalb des Schulgeländes, die Lernprozesse anregen, erweitern und ergänzen können“ (HELLBERG-RODE, 2015, S. 145). Sie ermöglichen eine „unmittelbare Auseinandersetzung mit realen Gegenständen, konkreten Situationen und Problemen oder authentischen Phänomenen in der Lebenswirklichkeit“ (HELLBERG-RODE, 2015, S. 145). Sofern an diesen Orten „Kenntnisse erworben, Fertigkeiten erlernt sowie Fähigkeiten und Einstellungen entwickelt werden“ (KILLERMANN, HIERING & STAROSTA, 2013, S. 93), kann jeder Ort ein potenzieller Lernort sein.

Der Schulgarten ist daher nur ein Beispiel für eine Vielzahl an potenziellen Lernorten, der Naturbegegnungen, Naturerfahrungen und Naturgestaltung ermöglicht (GIEST, 2015), um ein ganzheitliches Lernen mit „Kopf, Herz und Hand“ auf kognitiver, affektiver und psychomotorisch-instrumenteller Persönlichkeitsdimension zu ermöglichen (RETZLAFF-FÜRST, 2013).

Die positive Wirkung des praktischen Tätigseins am außerschulischen Lernort Schulgarten wird in verschiedenen Studien angeführt (BLAIR, 2009; WILLIAMS & DIXON, 2013). Die nachhaltige Wirkung der Schulgartenarbeit auf „traditionelle“ biologische Themen, wie botanisches Fakten- und Handlungswissen, ist ebenso wie die Wirkung auf das psychische Wohlbefinden belegt (PÜTZ, 2012; RETZLAFF-FÜRST, 2016).

3 Fragestellungen

Verschiedene, bereits im Theorieteil angeführte Studien belegen einen positiven Zusammenhang zwischen theoretischem und praktischem naturwissenschaftlich-(biologischen) Denk- und Arbeitsweisen und dem Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften. Das Potenzial, das das Lernen am außerschulischen Lernort für die Kompetenzentwicklung bei Schülerinnen und Schülern hat, wird ebenfalls durch internationale und nationale Forschung belegt. Jedoch liegen gegenwärtig noch keine Studien vor, die einen Zusammenhang zwischen naturwissenschaftlich-biologischem Arbeiten am außerschulischen Lernort Schulgarten und der Förderung des Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften untersuchen. Diese Lücke soll diese konzipierte Untersuchung füllen. Es soll überprüft werden, ob naturwissenschaftlich-biologisches Arbeiten am außerschulischen Lernort Schulgarten während des Biologieunterrichts das Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I und II verändert und somit einen Beitrag zum Allgemeinbildungsauftrag des naturwissenschaftlichen Unterrichts leisten kann? Zusätzlich wird der Einfluss des außerschulischen Lernortes auf langfristiges Behalten untersucht.

4 Methodik

Die Untersuchung folgt dem Mixed-Methods-Ansatz, da qualitative und quantitative Aspekte kombiniert werden (KELLE, 2014). Sie ist als quasi-experimentelle Feldstudie konzipiert (EIFEL, 2014). Im Rahmen des regulären Biologieunterrichts arbeiten die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I und II regelmäßig und selbstständig am außerschulischen Lernort Schulgarten (Experimentalgruppe) oder im Biologiefachraum (Kontrollgruppe). Als Mittel der Erkenntnisgewinnung dienen sowohl in der Vergleichs- als auch in der Kontrollgruppe die naturwissenschaftlich-biologischen Arbeitsweisen.

4.1 Forschungsinstrumente

Um die Vorstellungen zum Wesen der Naturwissenschaften zu erheben, wird der offene Fragebogen „Views of Nature of Science Questionnaire“ (LEDERMAN, ABD-EL-KHALICK, BELL & SCHWARTZ, 2002) in der Version „D+“ (LEDERMAN & LEDERMAN, 2010) eingesetzt. Der Fragebogen besteht aus vierzehn Fragen, die sich auf die Kerndimensionen des Wissens zum Wesen der Naturwissenschaften (Tabelle 1) beziehen. Er schließt fakultativ halbstrukturierte follow-up-Interviews mit ein. Zur Auswertung des offenen Fragebogens wurde ein Codiermanual erstellt. Die Antworten werden als „naiv“, „transformiert“ oder „informiert“ charakterisiert (HAMMANN & JÖRDENS, 2014; LEDERMAN & LEDERMAN, 2010). Zusätzlich findet der standardisierte paper-and-pencil-Test „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“ (URHAHNE, KREMER & MAYER, 2008) Anwendung. Dieser Fragebogen besteht aus 44 Items. Die Items decken ebenfalls die dargelegten Kerndimensionen des Wissens zum Wesen der Naturwissenschaften (Tabelle 1) ab. Auf den Fragebögen müssen die Schülerinnen und Schüler ihre persönliche ID erstellen. So kann gewährleistet werden, dass die Datenerhebung pseudonym erfolgt, die einzelnen Fragebögen der unterschiedlichen Erhebungszeitpunkte dennoch einander zugeordnet werden können (PÖGE, 2005; 2008; 2011).

Der offene Fragebogen „Views of Nature of Science Questionnaire-Version D+“ lag noch nicht in deutscher Sprache vor. Ein Teilziel der Untersuchung war es, eine deutschsprachige Fassung des etablierten Forschungsinstruments anzufertigen. Die Übersetzung des Fragebogens vom Englischen ins Deutsche erfolgte nach dem TRAPD-Verfahren (BEHR, BRAUN & DORER, 2015; EES, 2014; HARKNESS et al., 2010, HARKNESS, VILLAR & EDWARDS, 2010). Dieses wurde mit dem Verfahren der „Vor- und Rückübersetzung“ (HAAS, 2009) kombiniert, um die Schwächen beider Verfahren zu minimieren. Die Übersetzung erfolgte mit Hilfe bereits vorhandener Teilübersetzungen früherer Versionen des Fragebogens (Version-C) (HOFHEINZ, 2008) sowie mit zwei weiteren Personen, die einen naturwissenschaftlichen, englischsprachigen und schulbezogenen Hintergrund haben. Im gemeinsamen Reviewprozess

verständigte man sich auf Basis der angefertigten drei Übersetzungen auf eine „Zwischenversion“. Diese wurde drei weiteren Personen zur „Rückübersetzung“ vorgelegt. Alle drei Personen studieren Biologie und Anglistik oder haben bereits derartige Studienabschlüsse erworben und längere Aufenthalte im englischsprachigen Ausland absolviert. Beim Vergleich der drei Rückübersetzungen zeigte sich eine starke Nähe zur „Zwischenversion“ des Ursprungsfragebogens, sodass diese zur Beglaubigung einer öffentlich bestellten und beeidigten Übersetzerin vorgelegt wurde, die die korrekte und vollständige Übersetzung des Fragebogens „Views of Nature of Science Questionnaire-Version D+“ bestätigte.

Wie die verschiedenen Kerndimensionen des Wissens zum Wesen der Naturwissenschaften in den beiden Fragebögen dargestellt und abgefragt werden, ist am Beispiel der Kerndimension „Kreativität und Vorstellungskraft“ dargestellt:

Kerndimension „Kreativität und Vorstellungskraft“

„Views of Nature of Science Questionnaire-Version D+“

Frage 7 Kreativität

Wissenschaftler*innen versuchen, durch Untersuchungen/Experimente, Antworten auf ihre Fragen zu erhalten. Denkst du, dass Wissenschaftler*innen für ihre Untersuchungen/Experimente ihre Vorstellungskraft und Kreativität benutzen?

- a. Falls nicht, begründe warum.
- b. Falls ja, bei welchem Teil ihrer Untersuchungen (Planung, Experimentieren, Beobachten, Datenanalyse, Interpretation, Ergebnisdarstellung, etc.) denkst du, nutzen sie ihre Vorstellungskraft und Kreativität. Gib ein Beispiel an, wenn du kannst.

(deutschsprachige Übersetzung nach Lederman & Lederman, 2010)

„Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“

		stimmt gar nicht	stimmt kaum	stimmt teils-teils	stimmt ziemlich	stimmt völlig
7. Kreativität						
7.1 Naturwissenschaftliche Theorien und Gesetze haben mit Kreativität nichts zu tun.	<input type="checkbox"/>					
7.2 Naturwissenschaftliches Wissen ist auch ein Ergebnis menschlicher Kreativität.	<input type="checkbox"/>					
7.3 Kreatives Denken verträgt sich nicht mit dem auf Logik beruhenden Denken der Naturwissenschaften.	<input type="checkbox"/>					
7.4 Das naturwissenschaftliche Wissen zeigt die Kreativität der Naturwissenschaftler*innen.	<input type="checkbox"/>					
7.5 Das kreative Denken von Naturwissenschaftler*innen ist zu wenig vertrauenswürdig, um dadurch naturwissenschaftlichen Fortschritt zu erzielen.	<input type="checkbox"/>					

4.2 Geplantes methodisches Vorgehen

Die angefertigte deutschsprachige Übersetzung des Fragebogens „Views of Nature of Science-Version D+“ (LEDERMAN & LEDERMAN, 2010) beantworten die Schülerinnen und Schüler aus der Experimental- und Kontrollgruppe zum Beginn und am Ende der Unterrichtseinheit „Ökologie“. Die Unterrichtseinheit wird für die Kontrollgruppe im Biologiefachraum stattfinden, die

Experimentalgruppe wird im Schulgarten unterrichtet werden. In beiden Gruppen wird Wert auf naturwissenschaftlich-biologische Arbeitsweisen gelegt werden. Bereits vorhandene Studien zu Faktoren, die das Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern fördern, werden bei der Gestaltung des Lernarrangements berücksichtigt werden. Weitere Einflussfaktoren der Unterrichtsplanung, wie beispielsweise Aufgabenstellungen, Medien- und Sozialform sowie Gestaltung der Gelenkstellen im Unterricht werden vorgegeben und werden daher in beiden Gruppen sich entsprechen und können somit als standardisiert gelten. Während die Intervention durchgeführt wird, werden die Fragebögen des Pre-Tests mittels vorgegebenem Codiermanual ausgewertet werden. Hierbei können sich bereits Schülerinnen und Schüler als potenzielle Interviewkandidaten herausstellen. Die Fragebögen, die die Schülerinnen und Schüler nach Ende der Unterrichtseinheit bearbeiten (Post-Test), werden ebenfalls zeitnah ausgewertet. Die Interviews werden nach vorgegebenem Leitfaden geführt. Nach Abschluss der Unterrichtseinheit „Ökologie“ beantworten die Schülerinnen und Schüler über einen längeren Zeitraum (geplant sind fünf Monate) den Fragebogen „Sieben Skalen zur Natur der Naturwissenschaften“. Darüber soll das langfristige Behalten der Schülerinnen und Schüler geprüft werden.

5 Ergebnisse

5.1 Deskription der Stichprobe der Pilotierung

Die eigentliche Hauptuntersuchung ist für das zweite Schulhalbjahr im Schuljahr 2018/19 mit Schülerinnen und Schülern der 9. und 11. Klasse geplant. Daher können momentan nur die Daten aus der Pilotierung präsentiert werden. Angedacht ist, die Hauptuntersuchung mit 80 bis 100 Schülerinnen und Schülern des gymnasialen Bildungsganges einer Rostocker Stadtschule durchzuführen.

Die unterschiedlichen Dokumente (Informationsschreiben mit Bitte um Bestätigung/ Ablehnung der Teilnahme und Stammdatenblatt, welches personenbezogenen und soziobiografischen Daten erfragt), die im Rahmen der Hauptuntersuchung Verwendung finden sollen, wurden im zweiten Schulhalbjahr 2017/18 in einer 10. Klasse eines Rostocker Gymnasiums erprobt. An der Pilotierung nahmen 11 Schülerinnen (6) und Schüler (5) teil. Dies entspricht 11,00 bis 13,75 Prozent der in der Hauptuntersuchung geplanten Stichprobe. Die Schülerinnen und Schüler waren zwischen 15 und 17 Jahre alt, das Durchschnittsalter der an der Pilotierung Teilnehmenden lag bei rund 16 Jahren ($M=15.82$, $SD=0.60$).

5.2 Ergebnisse der Pilotierung – Eignung der Dokumente

Nach Sichtung der Unterlagen kann festgestellt werden, dass die Erziehungsberechtigten und die Schülerinnen und Schüler mit Informationsschreiben und Stammdatenblatt keine Schwierigkeiten hatten. Zur Bearbeitung des Stammdatenblatts (Angaben wie Geschlecht, Alter, Biologie oder ein anderes naturwissenschaftliches Unterrichtsfach als Lieblingsunterrichtsfach) waren die angedachten 10 Minuten ausreichend.

Die deutschsprachige Fassung des Fragebogens „Views of Nature of Science Questionnaire-Version D+“ wurde ebenfalls beantwortet. Auch hier ist nach Sichtung der Unterlagen zu erkennen, dass das Niveau und die Formulierung der Fragen für die Altersgruppe zumutbar und angemessen sind, obwohl es zu einigen wenigen Verständnisschwierigkeiten bei einzelnen Teilfragen kam. Im Durchschnitt benötigten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer 33 Minuten, um den Fragebogen zu beantworten.

Den Fragebogen „Siebens Skalen zum Wesen der Naturwissenschaften“ bearbeiteten die Schülerinnen und Schüler innerhalb der angedachten 10 Minuten vollständig ohne größere Schwierigkeiten. Antworttendenzen sind nicht erkennbar (BLANZ, 2015; BUSKER, 2014). Die Reliabilität des Fragebogens wurde berechnet. Vergleicht man die berechneten und die bereits publizierten Werte (URHAHNE, KREMER & MEYER, 2008) für den Reliabilitätskoeffizienten Cronbachs Alpha, stellt man fest, dass die Werte für den pilotierten Fragebogen bei sechs der sieben Skalen nah an den bereits veröffentlichten Werten liegen. Auffällig ist der berechnete Reliabilitätskoeffizient für die Skala „Rechtfertigung“, da dieser deutlich von den zu erwartenden Werten nach Urhahne, Kremer & Meyer, 2008 abweicht. Der Fragebogen wurde daher zu einem späteren Zeitpunkt erneut durch die Schülerinnen und Schüler beantwortet. Die erneute Berechnung für alle sieben Skalen, insbesondere aber die für die Skala „Rechtfertigung“ zeigte einen zufriedenstellenden Wert, der mit den bereits veröffentlichten Werten harmonisiert. Unter dieser Annahme können die Skalen als reliabel charakterisiert werden (BLANZ, 2015).

Um aktuellen Ansprüchen an rechtlichen und forschungsethischen Bestimmungen gerecht zu werden, werden all Daten pseudonym erhoben. Hierzu erstellen sich die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler eine persönliche ID nach einem fest vorgegebenem Schema. Die Auswertung der einzelnen Dokumente zeigt, dass die fünf Merkmalseigenschaften, die zur Erstellung der sechsstelligen persönlichen ID benötigt werden (z.B. zweiter Buchstabe des eigenen Vornamens) so stabil sind, dass gewährleistet werden kann, dass die Schülerinnen und Schüler über einen längeren Zeitraum ihre persönliche ID beibehalten. Eine fehlerfreie Zuordnung der einzelnen Dokumente über den gesamten Zeitraum der Datenerhebung für die Hauptuntersuchung sollte deshalb gegeben sein (PÖGE, 2005; 2008; 2011).

6 Fazit und Ausblick

Ziel schulischer Bildung ist es, den Schülerinnen und Schülern Allgemeinbildung zu vermitteln, sodass diese als mündige und selbstbestimmte Personen am gesellschaftlichen Leben teilhaben können. Um diesem Bildungsauftrag gerecht werden zu können, leistet jedes Unterrichtsfach seinen spezifischen Beitrag, so auch der Biologieunterricht im Rahmen des naturwissenschaftlichen Fachunterrichts, indem er zur Ausprägung eines Verständnisses vom Wesen der Naturwissenschaften beiträgt. Wie ein adäquates Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften durch zeitgemäßen Fachunterricht vermittelt werden kann, ist daher auch eine Aufgabe der biologiedidaktischen Forschung.

Ziel der folgenden Hauptuntersuchung ist es, zu überprüfen, ob Biologieunterricht, der am außerschulischen Lernort Schulgarten stattfindet und durch naturwissenschaftlich-biologisches Arbeitsweisen gekennzeichnet ist, das Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I und II verändern kann.

Im Rahmen der Pilotierung sollten die Dokumente auf ihre Einsetzbarkeit für die spätere Hauptuntersuchung hinsichtlich Verständlichkeit, Handhabbarkeit und Validität geprüft werden. Nach Stand der Auswertung der Dokumente kann das Ergebnis als zufriedenstellend bezeichnet werden. Auch die persönliche ID hat sich als zuverlässig herausgestellt. So sind die bis jetzt zu den unterschiedlichen Zeitpunkten zum Einsatz gekommenen vier Dokumente (Informationsschreiben, Stammdatenblatt, Fragebogen „Views of Nature of Science Questionnaire-Version D+“ und Fragebogen „Sieben Skalen zum Wesen der Naturwissenschaften“) einer persönlichen ID fehlerfrei zuordenbar.

In den kommenden Wochen und Monaten erfolgt eine weitere und tiefergehende Auswertung der beiden Fragebögen. Das zur Auswertung des offenen Fragebogens angefertigte Codiermanual wird während seiner Anwendung durch die Auswertenden auf seine Tauglichkeit getestet. Es werden sich im noch laufenden zweiten Schulhalbjahr 2017/18 die halboffenen Interviews mit den Schülerinnen und Schülern anschließen. Hierbei soll u.a. auch überprüft werden, inwieweit sich der erstellte Interviewleitfaden für diese Aufgabe bewährt. Die Anregungen der Schülerinnen und Schüler sowie die der Interviewenden werden bei der Überarbeit der Dokumente beachtet. Ebenso soll der Kontakt zu der Schule aufgebaut und das Lernangebot für die Unterrichtseinheit „Ökologie“ für die 9. und 11. Klasse erstellt werden.

Die angedachte Intervention erfolgt im zweiten Schulhalbjahr des Schuljahres 2018/19. Sie beginnt nach aktuellem Planungsstand im März 2019 und endet im Juni 2019. Ziel ist es, auf der Internationale Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDCCP) und der Fachsektion Didaktik der

Biologie (FDdB im VBio) im September des kommenden Jahres in Wien bereits Ergebnisse des Pretests und ggf. schon ausgewählte Ergebnisse des Posttests zu präsentieren und über die Auswertung der Daten in die Diskussion zu treten.

Zitierte Literatur

- A CAMPO, A., LANGLET, J., KREMER, M. & PHILIPP, W. (2003): *Lernen und Können im naturwissenschaftlichen Unterricht. Denkanstöße und Empfehlungen zur Entwicklung von Bildungsstandards in den naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik (Sekundarbereich I)*: Abgerufen am 18.04.2018, unter: https://www.mnu.de/images/PDF/fachbereiche/chemie/lernen_koennen.pdf.
- ABD-EL-KHALICK, F., BELL, R. L. & LEDERMAN, N. G. (1998): The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural. *Science Education*, 82(4), 417-436.
- BEHR, D., BRAUN, M. & DORER, B. (2015): *Messinstrumente in internationalen Studien*. GESIS – Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften (GESIS Survey Guidelines): Abgerufen am: 19.04.2018, unter: https://www.gesis.org/fileadmin/upload/SDMwiki/Archiv/Messinstrumente_internationale_Studien_BehrBraunDorer_012015_1.0.pdf.
- BELL, R. & LEDERMAN, N. G. (2003): Understandings of the Nature of Science and Decision Making on Science and technology Based Issues. *Science Education*, 87(3), 352-377.
- BLAIR, D. (2009): The Child in the Garden: An Evaluative Review of the Benefits of School Gardening. *The Journal of Environmental Education*, 40(2), 15-38.
- BLANZ, M. (2015): *Forschungsmethoden und Statistik für die Soziale Arbeit. Grundlagen und Anwendungen*. Kohlhammer, Stuttgart.
- BLK (Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung) (1997) (Hrsg.): *Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“*. BLK, Geschäftsstelle, Bonn.
- BUSKER, M. (2014): Entwicklung eines Fragebogens zur Untersuchung des Fachinteresses. In D. KRÜGER, I. PARCHMANN & H. SCHECKER (Hrsg.) *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 269-281.
- DUIT, R. (2003): Naturwissenschaftliches Arbeiten. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 84(8), 4-8.
- DUIT, R., GROPEGIEBER, H. & STÄUDEL, L. (Hrsg.) (2007): *Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht und Material 5-10*. Erhard Friedrich Verlag, Seelze-Velber.
- ECKEBRECHT, D. & SCHNEEWEIB, H. (2003): *Naturwissenschaftliche Bildung. Gedanken und Beispiele zur Umsetzung von Scientific Literacy*. Ernst Klett Verlag, Stuttgart.
- EIFLER, S. (2014): Experiment. In N. BAUR & J. BLASIUS (Hrsg.) *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Springer VS, Wiesbaden, 153-166.
- EISNER, B., KATTMANN, U., KREMER, M., LANGLET, J., PLAPPERT, D. & RALLE, B. (2017): *Gemeinsamer Referenzrahmen für Naturwissenschaften (GeRRN) Wie Bildung bezogen auf Naturwissenschaften aussehen sollte. Ein Vorschlag*. Abgerufen am:18.04.2018, unter: http://www.mnu.de/images/publikationen/GeRRN/GeRRN_2_Auflage_2017-09-23.pdf.
- ESS (EUROPEAN SOCIAL SURVEY) (2014): *ESS Round 7 Translation Guidelines*. ESS ERIC Headquartes, London.
- GEBHARD, U. (2003): Die Sinndimension im schulischen Lernen: Die Lesbarkeit der Welt – Grundsätzliche Überlegungen zum Lernen und Lehrer im Anschluss an PISA. In B. MOSCHNER, H. KIPER & U. KATTMANN (Hrsg.) *PISA 2000 als Herausforderung. Perspektiven für Lehren und Lernen*. Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler, 205-224.
- GIEST, H. (2015): Schulgarten. In A. KAISER & D. PECH (Hrsg.) *Basiswissen Sachunterricht Unterrichtsplanung und Methoden*. Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler, 156-164.
- GILBERT, P. & RICHTER, R. (2004): Einheitliche Prüfungsanforderung (EPA) für das Fach Biologie. *Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 57 (3), 173-176.
- GRÄBER, W. & NENTWIG, P. (2002): Scientific Literacy – Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion. In: W. GRÄBER, P. NENTWIG, T. KOBALLA & R. EVANS (Hrsg.) *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Leske + Budrich, Opladen, 7-20.
- HAAS, H (2009): Übersetzungsprobleme in der interkulturellen Befragung. *Interculture Journal*, 8 (10), 61-76.

- HAMMANN, M. & JÖRDNS, J. (2014): Offene Aufgaben codieren. In D. KRÜGER, I. PARCHMANN & H. SCHECKER (Hrsg.) *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 169-178.
- HARKNESS, J. A., EDWARDS, B., HANSEN, S. E., MILLAR, D. R. & VILLAR, A. (2010^a): Designing Questionnaires for Multipopulation Research. In J. A. HARKNESS et al. (Hrsg.) *Survey Methods in Multinational, Multiregional, and Multicultural Context*. John Wiley & Sons, Hoboken, 33-57.
- HARKNESS, J. A., VILLAR, A. & EDWARDS, B. (2010^b): Translation, Adaption, and Design. In J. A. HARKNESS et al. (Hrsg.) *Survey Methods in Multinational, Multiregional, and Multicultural Context*. John Wiley & Sons, Hoboken, 117-139.
- HELLBERG-RODE, G. (2015): Außerschulische Lernorte. In A. KAISER & D. PECH (Hrsg.) *Basiswissen Sachunterricht Unterrichtsplanung und Methoden*. Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler, 145-149.
- HOFHEINZ, V. (2008): *Erwerb von Wissen über „Nature of Science“. Eine Fallstudie zum Potenzial impliziter Aneignungsprozesse in geöffneten Lehr-Lern-Arrangements am Beispiel von Chemieunterricht* (Dissertation): Fachbereich 8, Universität Siegen.
- KATTMANN, U. (2003): „Vom Blatt zum Planet“ – Scientific Literacy und kumulatives Lernen im Biologieunterricht und darüber hinaus. In B. MOSCHNER, H. KIPER & U. KATTMANN (Hrsg.) *PISA 2000 als Herausforderung. Perspektiven für Lehren und Lernen*. Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler, 115-137.
- KELLE, U. (2014): Mixed Methods. In N. BAUER & J. BLASIUS (Hrsg.) *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Springer VS, Wiesbaden, 153-166.
- KILLERMANN, W., HIERING, P. & STAROSTA, B. (2013): *Biologieunterricht heute. Eine moderne Fachdidaktik*. Auer Verlag, Donauwörth.
- KIRCHNER, E. & DITTMER, A. (2004): Lehren und lernen über die Natur der Naturwissenschaften – ein Überblick – In C. HÖBLE, D. HÖTTECKE & E. KIRCHNER (Hrsg.) *Lehren und lernen über die Natur der Naturwissenschaften*. Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler, 2-22.
- KMK (KULTUSMINISTERKONFERENZ) (2004^a): *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Beschluss vom 16.12.2004*. Abgerufen am: 18.04.2018, unter: http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Biologie.pdf.
- KMK (KULTUSMINISTERKONFERENZ) (2004^b): *Einheitliche Prüfungsanforderung in der Abiturprüfung Biologie (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 01.12.1989 i.d.F. vom 05.02.2004)*. Abgerufen am: 18.04.2018, unter: http://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Biologie.pdf.
- KMK (KULTUSMINISTERKONFERENZ) (2018): *Vereinbarung zur Gestaltung der gymnasialen Oberstufe in der Sekundarstufe II (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.07.1972 i. d. F. vom 15.02.2018)*. Abgerufen am: 18.04.2018, unter: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1972/1972_07_07-VB-gymnasiale-Oerstufe-Abiturpruefung.pdf.
- LEDERMAN, N. G. (2004): Syntax of Nature of Science within Inquiry and science instruction. In L. B. FLICK & N. G. LEDERMANN (Hrsg.) *Scientific Inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 301-317.
- LEDERMAN, N. G., ABD-EL-KHALICK, F., BELL, R. & SCHWARTZ, R. (2002): Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- LEDERMAN, N. G. & LEDERMAN, J. (2010): Views of Nature of Science Questionnaire-Version D+. Abgerufen am: 18.04.2018, unter: <https://www.physport.org/assessments/guides/open.cfm?G=81&D=232>.
- LIND, G., KROß, A. & MAYER, J. (1998): *BLK-Programmförderung „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. Erläuterungen zu Modul 2 Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen im Unterricht*. Abgerufen am: 19.04.2018, unter: <http://www.sinus-transfer.de/fileadmin/MaterialienBT/modul2.zip>.
- MCCOMAS, W. F., & OLSON, J. (1998): The Nature of Science in international Science Education Standard Documents. In W. F. MCCOMAS (Hrsg.) *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 41-52.
- MESSNER, R., RUMPF, H. & BUCK, P. (1997): Natur und Bildung. Über Aufgaben des naturwissenschaftlichen Unterrichts und Formen des Naturwissens. *Chemica didactica. Zeitschrift für Didaktik der Chemie*. 23, 5-31.
- NERDEL, C. (2017): *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik. Kompetenzorientiert und aufgabenbasiert für Schule und Hochschule*. Springer-Verlag GmbH, Berlin.

- NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL) (1996): *National Science Education Standards*. National Academy Press, Washington DC.
- OSBORNE, J., COLLINS, S., RATCLIFFE, M., MILLAR, R. & DUSCHL., R. (2003): What „ideas-about-science“ should be taught in school science? A Delphic study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- PFEIFER, P. (2003): Was heißt naturwissenschaftliches Arbeiten“? *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 76/77, 7-14.
- PÖGE, A. (2005): Persönliche Codes bei Längsschnittstudien: ein Erfahrungsbericht. *ZA-Informationen/Zentralarchiv für Empirische Sozialforschung*, 56, 50-69.
- PÖGE, A. (2008): Persönliche Codes „reloaded“. *Methoden – Daten – Analysen. Zeitschrift für Empirische Sozialforschung*, 2(1), 59-70.
- PÖGE, A. (2011): Persönliche Codes bei Längsschnittuntersuchungen III. *Methoden – Daten – Analysen. Zeitschrift für Empirische Sozialforschung*, 5(1), 109-134.
- PRENZEL, M., ROST, J., SENKBEIL, M. HÄUßLER, P. & KLOPP, A. (2001): Naturwissenschaftliche Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. In J. BAUMERT, E. KLIEME, M. NEUBRAND, M. PRENZEL, U. SCHIEFELE, W. SCHNEIDER et al. (Hrsg.) *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Leske + Budrich, Opladen, 191-248.
- PRENZEL, M., SCHÖPS, K., RÖNNEBECK, S., SENKBEIL, M. WALTER, O., CARSTENSEN, C. et al. (2007): Naturwissenschaftliche Kompetenz im internationalen Vergleich. In M. PRENZEL, C. ARTELT, J. BAUMERT, W. BLUM, M. HAMMANN, E. KLIEME et al. (Hrsg.) *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie*. Waxmann, Münster, 63-105.
- PÜTZ, N. (2012): Botanik in der Sekundarstufe I – Kann ein ungeliebter Themenbereich durch Schulgartenarbeit aufgewertet werden? In N. PÜTZ & S. WITTKOWSKA (Hrsg.) *Schulgarten- und Freilandarbeit. Lernen, studieren und forschen*. Klinkhardt, Bad Heilbrunn, 53-63.
- RETZLAFF-FÜRST, C. (2013): Schulgelände und Schulgarten. In H. GROPPENGIEßER, U. HARMS & U. KATTMANN (Hrsg.) *Fachdidaktik Biologie*. Aulis Verlag, Hallbergmoos, 421-428.
- RETZLAFF-FÜRST, C. (2016): Biology Education & Health Education: A School Garden as a Location of Learning & Well-being. *Universal Journal of Educational Research*, 4(8), 1848-1857.
- RUTHERFORD, F. J. & AHLGREN, A. (1990): *Science for All Americans*. Oxford University Press, New York.
- SCHIEPE-TISKA, A., SCHÖPS, K., NEUMANN, K., SCHMIDTNER, S., PARCHMANN, I. & PRENZEL, M. (2016): Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2015 – Ergebnisse des internationalen Vergleichs mit einem modifizierten Testansatz. In K. REISS, C. SÄLZER, A. SCHIEPE-TISKA, E. KLIEME, O. KÖLLER (Hrsg.) *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation*. Waxmann, Münster, 45-98.
- SCHWARTZ, R., LEDERMANN, N. G. & CRAWFORD, B. A. (2004): Developing Views of Nature of Science in an Authentic Context: An Explicit Approach to Bridging the Gap Between Nature of Science and Scientific Inquiry. *Science Teacher Education*, 88 (4), 610-645.
- STÄUDEL, L. (2014): *Lernen fördern: Naturwissenschaften. Unterricht in der Sekundarstufe I*. Klett/Kallmeyer, Seelze.
- STROBL, G. (2008): Naturwissenschaftliche Bildung – fachorientiert oder Fächer übergreifend? In K. P. OHLY & G. STROBL (Hrsg.) *Naturwissenschaftliche Bildung. Konzepte und Praxisbeispiele für die Oberstufe*. Beltz Verlag, Weinheim und Basel, 31-45.
- TENORTH, H. (1994): *Alle Alles zu lehren. Möglichkeiten und Perspektiven Allgemeiner Bildung*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
- TENORTH, H. (2004): Stichwort: „Grundbildung“ und „Basiskompetenzen“. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 7 (2), 169-182.
- URHAHNE, D., KREMER, K. & MAYER, J. (2008): Welches Verständnis haben Jugendliche von Natur der Naturwissenschaften? Entwicklung und erste Schritte zur Validierung eines Fragebogens. *Unterrichtswissenschaft*, 36 (1), 71-93.
- WILLIAMS, D. & DIXON, P. S. (2013): Impact of Garden-Based Learning on Academic Outcomes in Schools: Synthesis of Research Between 1990 and 2010. *Review of Educational Research*, 83 (2), 211-235.

