

Systemisches Denken anhand des hypothetisch-deduktiven Erkenntnisweges im Sachunterricht fördern: Eine qualitative Einschätzung von Praxistauglichkeit und Mehrwert des HEAfAUS-Planungsmodells

Christina A. Colberg und Patric Brugger

1. Ausgangslage

Unterrichtskonzepte in den Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften¹ werden oft von regionalen Faktoren wie Sprache, Politik, Kultur und Traditionen beeinflusst. International gesehen sind die Herangehensweisen sehr unterschiedlich. Es existieren verschiedene Vorstellungen darüber, wie wissenschaftliche Inhalte und Konzepte für die Lernenden aufbereitet, welche Kompetenzen gefördert werden sollten und wie dies umzusetzen ist.

Im deutschsprachigen Raum verstehen sich Naturwissenschaftliche Grundbildung (Science Education), Umweltbildung (Environmental Education) inklusive des Einbezugs von nicht inszenierten Lernorten in der freien Natur (Outdoor Education) und Bildung für nachhaltige Entwicklung (Education for Sustainable Development) jeweils als eigene Bildungsbereiche mit fächerübergreifenden Perspektiven und einer institutionellen Verankerung. Verbindungen und Überschneidungen dieser Teilbereiche sind zwar vorhanden, aber zugleich nicht trennscharf definiert und dementsprechend nicht geklärt (z.B. Tytler 2012, Wals et al. 2014).

Im Sachunterricht spielen diese Teilbereiche neben weiteren Aspekten aufgrund des mehrperspektivischen Zuganges eine wesentliche Rolle (z.B. Feige 2007, GDSU 2013). Im Zentrum dessen steht häufig ein Thema, welches aus unterschiedlichen Perspektiven und somit auch Disziplinen bearbeitet werden sollte. Die Didaktik des Sachunterrichts beschäftigt sich unter anderem damit, wie die einzelnen Perspektiven ganzheitlich zusammengeführt und vernetzt werden können (z.B. Feige a.a.O., Kahlert 2009). Dabei sind die Einzeldisziplinen sehr

¹ In diesem Beitrag werden Physik, Chemie, Biologie und Umweltwissenschaften als Einzeldisziplinen der Naturwissenschaften betrachtet, während Sozialwissenschaften Geographie, Wirtschaft, Politikwissenschaft, Psychologie & Soziologie beinhalten und die Geisteswissenschaften Anthropologie, Ethik, Geschichte, Philosophie & Religionen umfassen.

bedeutsam und müssen sowohl fachlich als auch didaktisch berücksichtigt werden. Demnach sind die fachdidaktischen Kompetenzen der Lehrpersonen zentral (Lange & Hartinger 2014, 28).

Dieser Beitrag verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz, um naturwissenschaftliche Bildung (SE) und Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) auf der Primarstufe zu verbinden. Wir schlagen vor, das Konzept der Naturwissenschaft (Nature of Science, NoS) als Brücke zwischen diesen beiden scheinbar einzelnen Sektoren zu verwenden. Zu diesem Zweck wird die gängige Praxis der angelsächsischen Welt mit den deutschsprachigen Verfahren verglichen. Dabei liegt der Fokus auf Neuseeland und der Schweiz als zwei Beispiele für unterschiedliche Ansätze.

2. Planungsmodell HEAfAUS

Um eine übergeordnete, vernetzungsfördernde Struktur zu erreichen, bietet es sich an, dass Sachunterricht nicht anhand eines Themas, sondern entlang einer übergeordneten und wenn möglich kontroversen Fragestellung unterrichtet wird (Colberg 2017, 120). Kontrovers bedeutet hier, dass die Fragestellung nicht eindeutig beantwortbar ist und man sich zudem in einem Diskurs darüber austauschen (d.h. mitunter sogar darüber streiten) können sollte. Die Formulierung solcher Fragestellungen ist anspruchsvoll und sollte auf verschiedene Aspekte hin überprüft werden (Künzli David, Bertschy, de Haan & Plesse 2008; Schmid, Trevisan, Künzli David & Di Giulio 2013, 49).

Fragestellungen dieser Art stellen den Ausgangspunkt für eine Unterrichtsplanung anhand des sogenannten HEAfAUS (Holistic Educational Approach for Action and Understanding in Science) Modells (Colberg, Anderson & Moed 2015; Colberg a.a.O., 122) dar (vgl. Abbildung 1).

Durch den Einsatz einer kontroversen Frage (Wolke zuoberst in Abbildung 1) entstehen häufig weitere Fragen, wobei die einzelnen Teilaspekte (z.B. Naturphänomene, soziale Herausforderungen) im Sinne des Forschenden Lernens (Gatt & Scheersoi 2014, Reitinger 2013) nach dem hypothetisch-deduktiven Vorgehen (graue Darstellung in Abbildung 1) entlang der Arbeitsschritte „Problemidentifikation – Hypothesenfindung – Planung und Durchführung einer natur- und sozialwissenschaftlichen Untersuchung – Auswertung – Schlussfolgerung – Reflexion – Hypothesenüberprüfung“ umgesetzt werden (Colberg a.a.O., Frischknecht-Tobler & Labudde 2010, Marquardt-Mau 2011). Dies geschieht in

der Annahme, dass die bloße Heuristik des Fragestellens, Vermutens, Experimentierens und Bewertens als Heranführung an naturwissenschaftliches Denken und Handeln wissenschaftstheoretisch als unzureichend taxiert werden muss (Kosler 2016).

Die für diesen Prozess nötigen naturwissenschaftlichen Kompetenzen werden anhand der sogenannten Science Capabilities (Ministry of Education 2012) in einer Art übergeordneten Kategorisierung (weiße Rechtecke in Abbildung 1) beschrieben. Dabei handelt es sich um die folgenden Aspekte:

- Daten erheben und interpretieren
- Wissenschaftliche Evidenz nutzen
- Wissenschaftliche Evidenz kritisch hinterfragen
- Wissenschaftliche Darstellungsweisen interpretieren
- Wissenschaftliches Engagement und Teilhabe

Diese Aspekte stellen einen umfassenden Ansatz naturwissenschaftlicher Kompetenzen über alle Alters- und Schulstufen dar. Sie sind zudem sehr gut an das Konzept Nature of Science (Ministry of Education 2007 sowie Abd-El-Khalick, Bell & Lederman 1998; Lederman 2007) anschlussfähig und werden beispielsweise von Hodson (2009) und Hipkins et al. (2013) näher beschrieben.

Auch im deutschen Sprachraum wird die Begrifflichkeit des Nature of Science (NoS) häufig für das Wesen der Naturwissenschaften verwendet und als das alles umfassende Element der naturwissenschaftlichen Grundbildung aufgeführt (Kunz & Colberg 2016, 114). Kurz gesagt handelt es sich bei NoS um die Anwendung erkenntnistheoretischen Wissens auf die Naturwissenschaften. Die Abhängigkeiten zwischen den Teilbereichen der hier verwendeten NoS-Kategorien (Ministry of Education a.a.O.) und den naturwissenschaftlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten (Science Capabilities, Ministry of Education a.a.O.) wurden im neuseeländischen Kontext explizit aufeinander abgestimmt und sind in Abbildung 1 mit gestrichelten Pfeilen gekennzeichnet.

Sie befinden sich auf einem ähnlichen Bezugsniveau wie einzelne Kompetenzen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) und können deshalb gut in Relation dazu gesetzt werden. Die Wechselwirkungen zwischen den NoS-Kategorien (Ministry of Education a.a.O.) und den BNE-Kompetenzen (éducation21 2013) sind in Abbildung 1 mit durchgezogenen Pfeilen dargestellt.

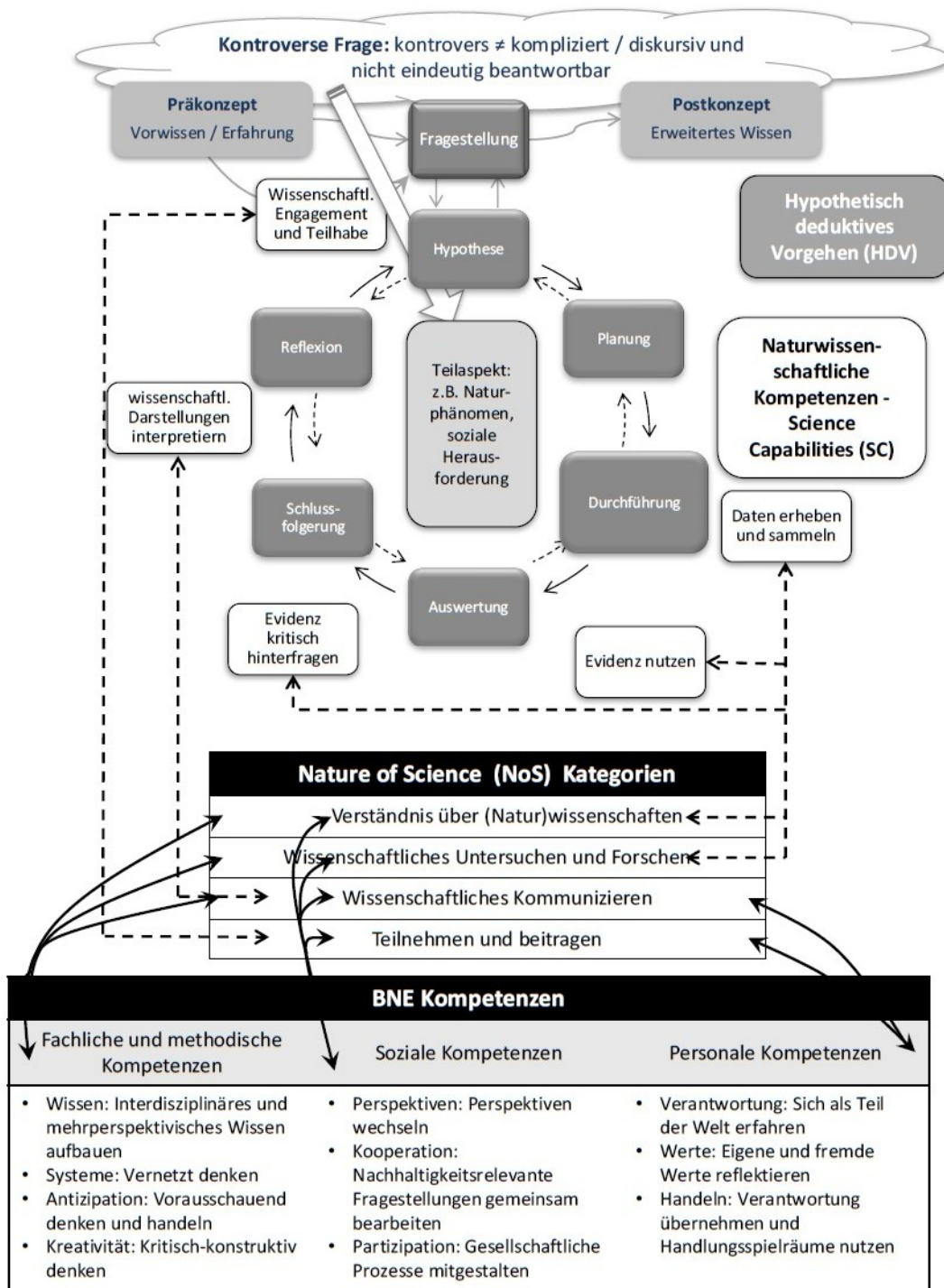


Abb. 1: Integration der Einzelkomponenten beim HEaFAUS-Modell: Einsatz einer kontroversen Frage, Hypothetisch Deduktives Vorgehen – HDV, Naturwissenschaftliche Kompetenzen - Science Capabilities SC, Nature of Science Komponenten – NoS und die BNE-Kompetenzen.

Somit wird deutlich, dass das Konzept von Nature of Science sehr gut zur Verbindung von naturwissenschaftlichen Kompetenzen und BNE verwendet werden kann. Daher werden die beiden scheinbaren Einzelsektoren von naturwissen-

schaftlicher Grundbildung und BNE allgemein miteinander verbunden. Einzelne Teile des HEAfAUS-Frameworks sind gut etabliert und wurden in verschiedenen Kontexten validiert.

3. Anwendbarkeit des Planungsmodells und Fragestellungen

Die Anwendbarkeit des kompletten HEAfAUS-Modells wurde im Rahmen eines Pilotversuches in der Schweiz qualitativ abgeschätzt. Als Ergebnis wurde eine Checkliste für das Verfahren während des Unterrichtsplanungsprozesses entwickelt (Colberg, Anderson & Moeed a.a.O.). Diese dient dazu, in einer Selbsteinschätzung für jedes behandelte Thema des Sachunterrichts zu ermitteln, welche Kriterien einer Kontroversen Fragestellung erfüllt sind (z.B. Ist die Fragestellung komplex und nicht bloß kompliziert?), welche Aspekte des HDV umgesetzt wurden (z.B. Werden Präkonzepte überprüft?), welche Bereiche der Science Capabilities (z.B. Werden Daten gesammelt und interpretiert?), NoS-Kategorien (z.B. Wird wissenschaftlich untersucht und erforscht?) und BNE-Kompetenzen (z.B. Werden unterschiedliche Perspektiven eingenommen?) anhand des Unterrichts bei den Schülerinnen und Schülern gefördert wurden. Das Autorenteam empfiehlt, dass Lehrpersonen die Checkliste bei der Planung jedes Themas verwenden, um das HDV und die SC zu implementieren. Darüber hinaus empfehlen wir eine Bewertung am Ende des Schuljahres, um festzustellen, ob die meisten NoS- und BNE-Aspekte im Verlauf dessen angesprochen wurden. Durch die Umsetzung dieses Planungsmodells im Sachunterricht wird daher neben der Einübung des hypothetisch-deduktiven Erkenntnisweges auch explizit auf das systemische Denken im Zusammenhang mit Anliegen einer BNE fokussiert, um im Kontext des Forschenden Lernens eine umfassende Kompetenzförderung zu ermöglichen (Schäfli & Gigon 2012).

Das HEAfAUS-Planungsmodell ist an den aktuellen Fachdiskurs, die Praxis in der Lehrerinnen- und Lehrerbildung und die Schulpraxis anschlussfähig, da vermehrt interdisziplinäre Arbeitsweisen sowie partizipative Lehr- und Lernformen eingefordert werden (Nagel & Affolter 2004), wobei Lebenswelt- und Fachbezüge miteinander verknüpft werden (Kahlert 1998). Ein Mehrwert wird hinsichtlich der Handlungskompetenz und der Motivation der Lehrpersonen, mehrperspektivisch zu arbeiten, sowie der Lernwirksamkeit des Unterrichts im Sinne einer Verknüpfung von naturwissenschaftlichen Inhalten und Vorgehensweisen mit BNE-Anliegen erwartet.

Vor diesem Hintergrund leiten sich die Forschungsfragen der vorliegenden Untersuchung ab, welche auf die Praxistauglichkeit und den Mehrwert des Modells aus der Sicht der Lehrpersonen und der Schülerinnen und Schüler fokussieren:

- Inwiefern gelingt Lehrpersonen die Umsetzung von Sachunterricht, der entlang des HEAfAUS-Modells geplant wurde?
- Inwiefern können und wollen Lehrpersonen das HEAfAUS-Modell selbstständig einsetzen?
- Inwiefern kann der Mehrwert des HEAfAUS-Modells im Sinne einer Verknüpfung von BNE und Naturwissenschaften aufgrund von Aussagen sowohl der Schülerinnen und Schüler als auch der Lehrpersonen rekonstruiert werden?

4. Methode

Die vorliegende Untersuchung bedient sich einer qualitativen Herangehensweise, welche auf das interpretative Sinnverstehen fokussiert (Lamnek 2005, 480) und die qualitative Inhaltsanalyse im Sinne von Berg (2007) als strukturgebenden methodischen Rahmen festlegt. Als Grundlage dienen Beobachtungen des Unterrichtsgeschehens in zwei Primarklassen in der Nordostschweiz, problemorientierte und halbstrukturierte Leitfadenterviews (Flick 2007) sowohl mit den zwei Lehrpersonen als auch mit fünf Schülerinnen und drei Schülern aus beiden Klassen sowie die schriftlich bearbeiteten Aufgabenstellungen (Arbeitsblätter) von den insgesamt 41 zehn- bis zwölfjährigen Lernenden. Während die Beobachtungen des Unterrichtsgeschehens sowie die bearbeiteten Arbeitsblätter dazu dienen, die geäußerten Inhalte im Rahmen des Unterrichts und das Gelingen der Umsetzung des Sachunterrichts, der entlang des HEAfAUS-Modells geplant wurde, im Sinne der Lernziele zu verfolgen und zu beurteilen (Forschungsfragen 1 und 2), dienen die leitfadentbasierten Einzelinterviews als Grundlage, sowohl die manifesten als auch die latenten Inhalte (Berg a.a.O., 309) aus den Gesprächen hinsichtlich der Forschungsfragen 1, 2 und 3 zu erfassen bzw. zu rekonstruieren.

Die insgesamt vierstündige Intervention folgt der übergeordneten Fragestellung „Dem Wasser auf der Spur: Wo steckt überall Wasser drin?“ und gliedert sich in drei Teile. Der erste Teil folgt der Frage „Wie viel Wasser steckt in dieser Erdbeere?“ und verlangt ein experimentelles Vorgehen im Sinne der hypothetisch-deduktiven Vorgehensweise. Der zweite Teil folgt der Frage „Wo haben wir es

mit verstecktem Wasser zu tun?“ und stellt ein sokratisches Gespräch (im Sinne eines moderierten Gruppengesprächs – vgl. Birnbacher & Krohn 2002) dar, welches das Konzept des virtuellen Wassers beinhaltet und die Schnittstelle zwischen den vorausgehenden naturwissenschaftlichen und den nachfolgenden sozialwissenschaftlichen Inhalten verkörpert. Dies gelingt über verschiedene Unterfragen wie „Wieviel Wasser steckt in dieser Erdbeere aus Spanien?“, „Wieviel Wasser steckt in Schokolade?“ und „Wieviel Wasser steckt in einem T-Shirt aus Baumwolle?“. Der dritte Teil folgt der Frage „Wieviel Wasser ziehe ich am Morgen an?“ und erörtert anhand der Methode eines „Mystery“ (Fridrich 2015, Schuler 2005), welche sozialen, ökologischen und ökonomischen Herausforderungen sich am Aralsee aufgrund des Baumwollanbaus stellen (Seewer 2013).

5. Resultate

Die hier dargestellten Resultate folgen den obigen Fragestellungen und fokussieren auf die Praxistauglichkeit und den Mehrwert des HEAfAUS-Planungsmodells.

5.1 Inwiefern gelingt Lehrpersonen die Umsetzung von Sachunterricht, der entlang des HEAfAUS-Modells geplant wurde?

Sowohl die Unterrichtsbeobachtungen als auch die Auswertung der ausgefüllten Arbeitsblätter belegen, dass der Unterricht im Sinne der Planung umgesetzt werden kann und die operationalisierten Lernziele erreicht werden: die Lernenden sind in der Lage, Hypothesen zum Wassergehalt (z.B. die Erdbeere besteht zur Hälfte aus Wasser) und eine begründete Versuchsdurchführung vorzuschlagen (z.B. die Erdbeere wird durch ein Sieb gedrückt, um das Wasser von den restlichen Bestandteilen zu trennen), die Vorgehensweise zu diskutieren und zu zweit umzusetzen, zu reflektieren (z.B. möchte man beim nächsten Mal versuchen, den ganzen Saft zu sammeln) und zu präsentieren.

18 Schülerinnen und Schüler vermuten, dass eine Erdbeere einen Wassergehalt von mehr als 50% ausweist, zwölf Kinder denken, dass die Erdbeere zur Hälfte aus Wasser besteht und drei Lernende postulieren einen Wassergehalt von weniger als 50%. Um den Wassergehalt zu ermitteln, wählen 22 Kinder die Vorgehensweise, die Erdbeere zu pressen (z.B. von Hand auszudrücken oder durch ein Sieb zu drücken), acht Schülerinnen und Schüler extrahieren das Wasser mittels

einer Spritze und drei Lernende wählen das Prinzip der Trocknung mit einer Pfanne.

Die Experimente werden von den Lernenden fokussiert und mit hohem Engagement durchgeführt. Inhaltliche und methodische Schwierigkeiten zeigen sich bei der fehlenden Unterscheidung zwischen Saft und Wasser bei den am meisten angewandten Methoden „Pressen“ und „Extraktion des Wassers mit einer Spritze“. Des Weiteren werden Waagen nur nach expliziten Hinweisen eingesetzt. Sowohl die fehlende Unterscheidung zwischen Saft und Wasser als auch der Nichtgebrauch der Waage bietet die Möglichkeit zur Methodenkritik.

Auffällig ist, dass aktuelle und klassenspezifische Unterrichtsinhalte wie „Hohlmaße“ oder „Prozentrechnen“ fernab der Intervention die Methodenwahl (z.B. wird der Saft zwecks Bestimmung des Wassergehalts in einem Messzylinder gesammelt) und die Auswertungsstrategien (z.B. wird der Wassergehalt mit einem Prozentwert ausgewiesen) beeinflusst.

Auch die operationalisierten Lernziele im Zusammenhang mit dem sokratischen Gespräch und dem im Anschluss durchgeführten Mystery können erreicht werden, da die Lernenden neben dem messbaren Wassergehalt in der Erdbeere erkennen, dass für eine Erdbeere auch Wasser bis zur Fruchtreife benötigt wird. Des Weiteren gehen die Erkenntnisse im Sinne einer Transferleistung darüber hinaus, dass lediglich für das Pflanzenwachstum Wasser benötigt wird. Die Kinder können beispielhaft benennen, dass Wasser grundsätzlich für Produktionsprozesse sämtlicher Waren (z.B. Computer) Verwendung findet; auch dann, wenn das Endprodukt letztlich „in trockenem Zustand“ vorliegt. Dieses Phänomen kann in unterschiedlichem Differenzierungsgrad von allen interviewten Kindern geschildert und meist als virtuelles Wasser benannt werden.

Zudem wird aufgrund der Unterrichtsbeobachtungen und der Interviews deutlich, dass während der Gruppenarbeiten unterschiedliche, differenzierte und begründete Antworten auf die Mystery-Leitfrage „Warum kann der Fischer Santyula seine Familie nicht mehr ernähren, wenn Nadine ein T-Shirt aus usbekischer Baumwolle trägt?“ erarbeitet und mit Hilfe eines Posters präsentiert werden können. Sowohl bei den Gruppenarbeitsprodukten als auch in den geführten Gesprächen wird deutlich, dass gegenseitige Abhängigkeiten und Interessen, die bei der Produktion von Gütern bestehen, erkannt werden.

5.2 Inwiefern können und wollen Lehrpersonen das HEAfAUS-Modell selbständig einsetzen?

Beide Lehrpersonen führen im Rahmen der Interviews aus, dass sie sich in der Lage sehen, einen Unterricht vor dem Hintergrund des HEAfAUS-Modells planen zu können. Dies begründen sie dadurch, dass sie die einzelnen Elemente der Unterrichtseinheit (Stellenwert von Fragestellungen, HDV, NoS-Konzept und BNE) erkennen. Unklar bleibt, inwiefern diese zentralen Elemente konzeptionell durchdrungen werden und für einen neuen Inhalt fruchtbar gemacht werden können. Dieser Vorbehalt wird durch die Aussagen einer Lehrperson gestützt, welche erwähnt, dass eine Planung, die einen vernetzten Unterricht anstrebt, aufwändig ist und Hilfestellungen bei der Themenwahl wünschenswert oder entsprechende Weiterbildungen im Zusammenhang mit zusätzlichen konkreten Unterrichtsbausteinen notwendig wären.

Damit ein derart geplanter Unterricht gelingen kann, gilt aus der Sicht einer Lehrperson ein besonderes Augenmerk den Übergängen zwischen den Unterrichtsteilen, damit der Zusammenhang und die Unterschiede zwischen dem physikalisch messbaren Wassergehalt in der Erdbeere und dem virtuellen Wassergehalt eines T-Shirts bis hin zur Problematik am Aralsee verdeutlicht werden können. Zudem empfinden beide Lehrpersonen die Menge an zu lesenden und zu schreibenden Texten zu umfangreich für die Lernenden, was ihre Motivation schmälern könnte und stellenweise zu viel Zeit beansprucht. Dies bestätigen auch zwei der befragten Kinder, indem sie anmerken, dass sie viele Arbeitsblätter ausfüllen mussten.

Die Motivation, einen naturwissenschaftlichen Unterricht mit gesellschaftlichen Fragestellungen zu kombinieren, also Lebenswelt- und Fachbezüge miteinander zu verschränken (Kahlert 1998), zeigt sich bereits in der Zusage, den geschilderten Unterricht im Zusammenhang mit der vorliegenden Untersuchung umzusetzen. Im Rahmen der Interviews äußern beide Lehrpersonen, dass sie gewillt sind, zukünftig vermehrt naturwissenschaftliche und gesellschaftliche Fragestellungen zusammenzuführen und dadurch einen vernetzten, mehrperspektivischen und auf globale Herausforderungen ausgerichteten Unterricht anzustreben.

5.3 Inwiefern kann der Mehrwert des HEAfAUS-Modells im Sinne einer Verknüpfung von BNE und Naturwissenschaften aufgrund von Aussagen sowohl der Schülerinnen und Schüler als auch der Lehrpersonen rekonstruiert werden?

Die Lehrpersonen beurteilen die Unterrichtseinheit als durchdacht und spannend und taxieren die Inhalte so, dass sie den Lebensweltbezug zu den Lernenden herstellen und dadurch das Interesse der Kinder für diese naturwissenschaftlichen und gesellschaftlich relevanten Fragestellungen wecken können. In diesem Zusammenhang schätzen sie die freie Arbeitsweise der Schülerinnen und Schüler, die Handlungsorientierung, welche durch das eigenständige Erkunden Erfahrungen ermöglicht, und den hohen Stellenwert und die Wertschätzung, welche/r den Ideen und dem Denken der Schülerinnen und Schüler beigemessen wird. Insbesondere wird die Möglichkeit zur Vernetzung von Inhalten, also die Verknüpfung von naturwissenschaftlichen Fragestellungen und gesellschaftsrelevanten Herausforderungen, von beiden Lehrpersonen betont und als relevanten Aspekt hinsichtlich eines Realitätsbezugs gewertet. In diesem Sinne erkennen beide Lehrpersonen den Mehrwert für die Schülerinnen und Schüler, indem mehrere Perspektiven berücksichtigt werden und Interesse generiert wird. Insgesamt kommen die genannten Aspekte durch folgende Äußerung einer Lehrperson zum Ausdruck:

„Mit der Frage «Wie viel Wasser enthält eine Erdbeere?» wird das Interesse der Kinder sofort geweckt und sie entwickeln unterschiedliche Lösungen. Der Aspekt der BNE wird eindrucksvoll mit dem Wasserverbrauch der T-Shirt Produktion beschrieben und die Kinder fragen sich automatisch, wie wir mit diesem «Problem» umgehen können.“

Die interviewten Kinder beurteilen die Unterrichtseinheit insgesamt als interessant und finden das eigenständige Experimentieren und Forschen spannend, da sie einer Fragestellung theoretisch und praktisch nachspüren und eine Vermutung überprüfen können. Die von den Lernenden genannten Verbesserungsvorschläge für eine zukünftige Umsetzung sind: (1) es sollte noch mehr experimentiert werden (eine Nennung), (2) es sollten weniger Arbeitsblätter zum Einsatz kommen (zwei Nennungen), (3) es sollten mehr Erdbeeren (zum Essen) mitgebracht werden (zwei Nennungen), (4) die Zeit für die Vorbereitung des Plakats war zu knapp (eine Nennung). Neben dem Interesse für das experimentelle Vorgehen und dem damit verbundenen Inhalt nehmen alle interviewten Schülerin-

nen und Schüler dieses Unterrichtselement als deutlichen methodischen Unterschied zur gewohnten Arbeitsweise im Sachunterricht wahr. Insgesamt kann somit das Experiment, welches entlang der hypothetisch-deduktiven Vorgehensweise umgesetzt wird, als Mehrwert aus der Sicht der Lernenden gewertet werden.

Auch das selbsttätige Nachspüren hinsichtlich der Zusammenhänge im Mystery sowie die im Mystery thematisierten Inhalte werden von den interviewten Schülerinnen und Schülern als interessant beurteilt. Des Weiteren wird von drei Kindern betont, dass sie bis dahin über derartige Zusammenhänge weder innerhalb noch außerhalb der Schule nachgedacht oder diese thematisiert haben. Vier Kinder bestätigen, dass sie im Nachgang an die Unterrichtseinheit zu Hause über die Inhalte des Mysterys gesprochen haben bzw. auch sonst über soziale und gesellschaftliche Herausforderungen außerhalb der Schule diskutieren (z.B. Kinderarbeit in Afrika). Insofern kann festgehalten werden, dass die Lernenden das Mystery (inhaltlich und methodisch) als nicht herkömmlich beurteilen. Des Weiteren wird hinsichtlich der Methode und der Inhalte ein großes Interesse gezeigt. Insgesamt lässt sich daher schlussfolgern, dass aus der Sicht der Lernenden das Mystery rund um die sozialen, ökologischen und ökonomischen Herausforderungen am Aralsee aufgrund des Baumwollanbaus als Mehrwert wahrgenommen wird.

Abschließend kann festgehalten werden, dass die Lernenden sowohl das Experiment als auch das Mystery inhaltlich und methodisch als Mehrwert im Vergleich zum herkömmlichen Unterricht sehen. Inwiefern die Verknüpfung beider Unterrichtselemente selbst von den Kindern als Mehrwert erkannt wird, bleibt unklar, während dem die Lehrpersonen hierbei den deutlichsten Mehrwert erkennen.

6. Zusammenfassung

Die Verknüpfung von BNE-Anliegen und Naturwissenschaften im Sinne des HEAfAUS-Planungsmodells ist im Rahmen dieser Studie gelungen. Die operationalisierten Lernziele konnten komplett erfüllt werden. Die beteiligten Schülerinnen und Schüler nähern sich der Frage „Dem Wasser auf der Spur: Wo steckt überall Wasser drin?“ mehrperspektivisch und sind letztlich in der Lage, den physikalisch messbaren Wassergehalt experimentell zu erkunden, ihn getrennt von einem virtuellen Wassergehalt zu betrachten und die sozial-gesellschaft-

tlichen Folgen von virtuellem Wasser zu erkennen und zu diskutieren. Dies wird dadurch erkennbar, dass in allen Interviews sowohl auf den Wassergehalt der Erdbeere und das Erschließen desselben eingegangen wird, dass das virtuelle Wasser als Konzept wiedergegeben werden kann und einzelne gesellschaftliche Aspekte hinsichtlich eines wasserintensiven Baumwollanbaus aufgrund der Situation am Aralsee genannt werden.

Es kann anhand der Einschätzung der involvierten Lehrpersonen zudem gezeigt werden, dass sie es sich zutrauen und dass sie gewillt sind, zukünftig das HEAfAUS-Planungsmodell eigenständig im Unterricht umzusetzen. Hierbei dürfte es jedoch zielführend sein, weitere Unterrichtseinheiten zu entwickeln, die Lehrpersonen hinsichtlich der theoretischen Fundierung (NoS, BNE und HDV im Rahmen des HEAfAUS-Modells) in Weiterbildungen zu schulen und während der Implementierung solcher Einheiten im Unterricht die Stammlerperson im Sinne eines Mentorats zu begleiten.

In der Wahrnehmung aller Beteiligten wird der Mehrwert einer Verknüpfung von BNE und Naturwissenschaften im Sinne des HEAfAUS-Modells deutlich, da aufgrund der übergeordneten Fragestellung und deren handlungsorientierten Erschließung sowohl während des Unterrichts als auch im Nachgang an die Sequenz das Interesse geweckt und aufrechterhalten wird, mögliche Lösungsansätze entwickelt und alternative Handlungsszenarien diskutiert werden. Es kommt durch den ganzheitlichen Ansatz zu einer Motivationssteigerung sowohl bei den Lehrpersonen als auch bei den Schülerinnen und Schülern und zu einer Verbesserung der Unterrichtsqualität aus Sicht dieser Beteiligten.

Die Querverbindungen zwischen naturwissenschaftlichen und BNE-Kompetenzen werden also bei der Planung, Umsetzung und Reflexion sichtbar. Somit werden gesellschaftliche und naturwissenschaftliche Komponenten zusammengeführt und es kommt zur Förderung einer umfassenden naturwissenschaftlichen Grundbildung im Sinne des gezeigten Modells.

Literatur

- 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.
- Birnbacher, D. & Krohn, D. (Hrsg.) (2002): *Das sokratische Gespräch*. Stuttgart.
- Berg, B.L. (2007): *Qualitative Research Methods for the Social Sciences*. 6. Auflage. Boston.

- Colberg, C.A.; Anderson D. & Moeed, A. (2015): Adding value: using complex questions, NOS and ESD holistically in primary science or the HEAfAUS-framework. Poster presentation at ESERA. Helsinki.
- Colberg, C.A. (2017): Wem gehört das Wasser? Lernprozesse anhand des hypothetisch deduktiven Vorgehens entlang einer kontroversen Fragestellung begleiten. In: Favre, P. & Mathis, C. (Hrsg.): Naturphänomene verstehen. Zugänge aus unterschiedlichen Perspektiven in der VS und PS. Baltmannsweiler, 115-125.
- éducation21 (2013): BNE-Kompetenzen. Bern. URL: <http://www.education21.ch/de/bne-kompetenzen> [30.11.2018].
- Feige, B. (2007): Vielperspektivischer Sachunterricht. In: Kahlert, J.; Fölling-Albers, M.; Götz, M.; Hartinger, A.; von Reeken, D. & Wittkowske, S. (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn, 266ff.
- Flick, U. (2007): Qualitative Sozialforschung: Eine Einführung. Vollständig überarbeitete und erweiterte Neuauflage. Reinbek.
- Fridrich, C. (2015): Kompetenzorientiertes Lernen mit Mysterys – didaktisches Potential und methodische Umsetzung eines ergebnisoffenen Lernarrangements. In: GW-Unterricht, 140, 4, 50-62.
- Frischknecht-Tobler, U. & Labudde, P. (2010): Beobachten und Experimentieren. In: Labudde, P. (Hrsg.): Fachdidaktik Naturwissenschaften. 1.-9. Schuljahr. Bern.
- Gatt, S. & Scheersoi, A. (2014): Editorial Note. In: Inquiry in Primary Science Education, 1, 2-4.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (Hrsg.) (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. (Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe). Bad Heilbrunn.
- Hartinger, A. & Lange, K. (2014): Zur Geschichte und Konzeptionierung des Faches. In: Lange, K. & Hartinger, A. (Hrsg.): Sachunterricht – Didaktik für die Grundschule. Berlin.
- Hipkins, R.; Bolstad, R.; Boyd, S. & McDowall, S. (2014): Key competencies for the future. Wellington.
- Hodson, D. (2009): Teaching and learning about science: Language, theories, methods, history, traditions and values. Rotterdam.
- Kahlert, J. (1998): Didaktische Netze knüpfen. Idee für die thematische Strukturierung fächerübergreifenden Unterrichts. In: Duncker, L. & Popp, W. (Hrsg.): Über Fachgrenzen hinaus. Band 2. Heinsberg.
- Kahlert, J. (2009): Der Sachunterricht und seine Didaktik. Stuttgart.
- Kosler, T. (2016): Naturwissenschaftliche Bildung im Elementar- und Primarbereich. Bad Heilbrunn.
- Künzli David, C.; Bertschy, F.; de Haan, G. & Plesse, M. (2008): Zukunft gestalten lernen durch Bildung für nachhaltige Entwicklung. Didaktischer Leitfaden zur Veränderung des Unterrichts in der Primarschule. Programm Transfer-21. Berlin.
- Kunz, P. & Colberg, C.A. (2016): Naturwissenschaftlich-technische Grundbildung. In: Metzger, S.; Colberg, C. & Kunz, P. (Hrsg.): SWiSE Band 1 Naturwissenschaftsdidaktische Perspektiven. Bern, 102-116.

- Lamnek, S. (2005): *Qualitative Sozialforschung*. 4. vollständig überarbeitete Auflage. Weinheim, Basel.
- Lange, K. & Hartinger, A. (2014): *Lehrerkompetenzen im Sachunterricht*. In: Lange, K. & Hartinger, A. (Hrsg.): *Sachunterricht – Didaktik für die Grundschule*. Berlin, 25-34.
- Lederman, N.G. (2007): *Nature of science: Past, present, and future*. In: Abell, S.K. & Lederman, N.G. (Eds.): *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ, 831-880.
- Marquardt-Mau, B. (2011): *Der Forschungskreislauf: Was bedeutet forschen im Sachunterricht?* In: Deutsche Telekom Stiftung und Deutsche Kinder- und Jugendstiftung (Hrsg.): *Wie gute naturwissenschaftliche Bildung an Grundschulen gelingt. Ergebnisse und Erfahrungen aus Primarforschung*. Berlin.
- Ministry of Education (2007): *The New Zealand curriculum*. Wellington.
- Ministry of Education (2012): *Introducing five science capabilities*. Wellington, Neuseeland.
URL: <http://scienceonline.tki.org.nz/Introducing-five-science-capabilities> [30.11.2018].
- Nagel, U. & Affolter, C. (2004): *Umweltbildung und Bildung für eine nachhaltige Entwicklung – Von der Wissensvermittlung zur Kompetenzförderung*. In: *Beiträge zur Lehrerbildung*, 22, 1, 95-105.
- Reitinger, J. (2013): *Forschendes Lernen. Theorie, Evaluierung und Praxis*. In: Reihe „Theorie und Praxis der Schulpädagogik“ (12). Immenhausen bei Kassel.
- Schäfli, B. & Gigon, P. (2012): *Umweltbildung für die Schule – Lernen für Gegenwart und Zukunft*. Bern.
- Schmid, K.; Trevisan, P.; Künzli David, C. & Di Giulio, A. (2013): *Die übergeordnete Fragestellung als zentrales Element im Sachunterricht*. In: Peschel, M.; Favre, P. & Mathis, C. (Hrsg.): *SaCHen unterriCHten*. Baltmannsweiler, 41-53.
- Seewer, M. (2013): *Mystery – Virtuelles Wasser am Beispiel usbekischer Baumwolle*. Bern.
- Schuler, S. (2005): *Mystery als Lernmethode für globales Denken*. In: *Praxis Geographie*, 4, 22-27.
- Tytler, R. (2012): *Socio-Scientific Issues, Sustainability and Science Education*. In: *Research in Science Education*, 42, 155-163.
- Wals, A.E.J.; Brody, M.; Dillon, J. & Stevenson, R.B. (2014): *Convergence between Science and Environmental Education*. *Science*, 344, 6184, 583-584.