

Franziska Vogt & Angelika Meier

Problemorientierte Lernaufgaben mit und ohne Experimentieranleitung

Der Einbezug von Vorwissen im *inquiry based learning* in der Grundschule

Schon in der Grundschule sollen Kinder mit naturwissenschaftlichem Lernen Erfahrungen sammeln und Kompetenzen aufbauen können. Dabei steht handelnd-entdeckendes Lernen im Vordergrund. Bei der Entwicklung von Lernaufgaben stellt sich die Frage, inwieweit eine Handlungsanleitung nötig und hilfreich ist, damit Grundschülerinnen und Grundschüler eine naturwissenschaftlich problemorientierte Lernaufgabe lösen können. Im folgenden Beitrag werden zwei Versionen einer problemorientierten Lernaufgabe zum Thema Klimawandel eingesetzt: eine problemorientierte Lernaufgabe ohne Handlungsanleitung sowie die gleiche problemorientierte Lernaufgabe jedoch mit Handlungsanleitung. Die Handlungsanleitung folgt dem häufig verwendeten Schema mit Leitfragen und schrittweiser Führung für das Experimentieren: Eine Vermutung formulieren, den Versuch aufstellen, Daten erheben und auswerten, Vergleichen der Ergebnisse mit der Vermutung und Übertragen der Ergebnisse auf das Problem. Zwanzig Zweiergruppen von Kindern im Alter von 9 bis 14 Jahren werden bei der Lösung dieser Arbeit videografiert. In der vorliegenden Analyse wird darauf fokussiert, welche Arten von Vorwissen die Schülerinnen und Schüler in den Dialog zur Problemlösung einbringen und ob sich die Aktivierung des Vorwissens in den beiden Bedingungen unterscheidet.

1. Naturwissenschaftliches Erkunden in der Grundschule

Verschiedene Initiativen haben die Förderung des handelnden und entdeckenden Lernens in den Naturwissenschaften unterstützt. Im Schulunterricht ermöglichen Projekte wie die Klassenkisten (z. B. Möller, Baumann, Henry & Nachtigäller, 2007) und mobile Lernarrangements (Reinhoffer, Kauertz, Schnebel & Vogt, in Vorb.) handelnd-entdeckendes Lernen im eigenen Klassenzimmer. Schulnah, jedoch als eigene Lernwerkstatt konzipiert, zeigt sich der Kontext der hier vorgestellten Studie: In den Regionalen Didaktischen Zentren (RDZ, 2013) der Pädagogischen Hochschule St. Gallen werden thematisch fokussierte Lernangebote als Lernwerkstätten eingerichtet und für Klassenbesuche geöffnet. Die Lehrkräfte besuchen das Regionale Didaktische Zentrum mit ihrer Klasse in der Regel für einen halben Tag.

1.1 Inquiry based learning

Für das naturwissenschaftliche Lernen von der Grundschule bis in die Oberstufe wird in den letzten Jahren vermehrt auf inquiry based learning verwiesen (Llewellyn, 2007). Diese Konzeption stellt das Erkunden eines Phänomens ins Zentrum. Naturwissenschaftliche Kompetenz bedeutet nicht in erster Linie, Kenntnisse über bestimmte Sachinhalte zu verfügen, sondern die Fähigkeit, im Verlaufe des naturwissenschaftlichen Forschens Problemlösungsstrategien auf Kontexte anwenden zu können. Die Betonung des naturwissenschaftlichen Problemlösens entspricht auch dem Konzept der scientific literacy (Marquardt-Mau, 2004). Für das inquiry based learning geht es darum, dass Schülerinnen und Schüler aller Altersstufen zu naturwissenschaftlichen Erkundungen Gelegenheit erhalten, damit sie Fragen stellen, Untersuchungen planen und durchführen, Daten erheben und kritisch und logisch über die Beziehungen zwischen Evidenz und Erklärungen nachdenken sowie verschiedene Erklärungsansätze entwickeln und vergleichen und wissenschaftliche Argumentationen kommunizieren (NRC, 1996, S. 105, zit. in Bell, Smetana & Binns, 2005, S. 30). Dieser Ansatz zeigt Vorteile in Bezug auf den Lernerfolg und die Entwicklung eines konzeptionellen Verständnisses in den Naturwissenschaften (Minner, Levy & Century, 2010, S. 493).

Für die Gestaltung von Lernaufgaben, die inquiry based learning ermöglichen, ist die Klassifikation von Bell et al. (2005, S. 32) hilfreich. Dabei werden Niveaus des inquiry based learning in Bezug auf die vorgegebenen Informationen unterschieden: Von einem nachvollziehenden Prozess, bei dem die Fragestellung, Methode und Lösung vorgegeben werden zu einem völlig offenen Prozess, bei dem die Schülerinnen und Schüler auch die Problemstellung entwickeln (Tabelle 1). Für die Entwicklung von Lernaufgaben im Kontext der Lernwerkstätten sind die beiden mittleren Niveaus von besonderem Interesse, da einerseits entdeckendes und handelndes Lernen im Vordergrund stehen soll, andererseits für einen völlig offenen Prozess während des einmaligen und punktuellen Besuchs zu wenig Zeit und Unterstützung gegeben werden können. Bei der strukturierten Lernaufgabe wird die Methode durch eine Anleitung vorgegeben, bei der geführten Lernaufgabe ist die Methode offen. Die Schülerinnen und Schüler werden mit einer geeigneten Problemstellung dazu aufgefordert, ein geeignetes Experiment oder eine geeignete Erhebung von Daten selbständig entwickeln.

Niveau und Art der Untersuchung:		Gegebene Informationen:		
		Frage	Methode	Lösung
1	Bestätigung	x	x	x
2	Strukturiert (mit Anleitung)	x	x	
3	Geführt (ohne Anleitung)	x		
4	Offen			

Tab. 1: Arten von naturwissenschaftlichen Aufgaben nach Bell, Smetana und Binns (2005, S. 32) [übersetzt und ergänzt von den Autorinnen]

1.2 Konstruktivistische Lernaufgaben und die Bedeutung des Vorwissens

Inquiry based learning ist in einer konstruktivistischen Auffassung des Lernens begründet (Anderson, 2002; Möller, 2006). Die Schülerinnen und Schüler sind aktiv und eigenständig, sie erforschen handelnd mit Material (hands-on), experimentieren und entwickeln Experimente und suchen nach Erklärungen (minds-on). Für die Kinder sind explorative Aufgaben nötig, die auch altersgemäß reflektiert werden können (Sodian, Thoermer & Koerber, 2008).

Problemorientierte Lernaufgaben versuchen diese Ansprüche zu erfüllen (Reusser, 2005). Problemorientiert bedeutet, dass ein Anwendungskontext gesucht wird, für den das zu generierende Wissen relevant ist, und eine Problemstellung als Ausgangspunkt genommen wird, welche zur Problemlösung auffordert.

Für das Lernen ist im konstruktivistischen Verständnis der Bezug zum bestehenden Wissen, welches umgeformt, erweitert und differenziert wird, entscheidend. Die Lernenden bringen ihr Vorwissen in den Lernprozess ein (Möller, 2006). Insbesondere für die Formulierung von Vermutungen beziehungsweise Hypothesen und ihre Überprüfung spielt das individuelle Vorwissen eine zentrale Rolle (Sodian & Koerber, 2011). Darüber hinaus beeinflussen der Umfang und die Qualität des Vorwissens den Lernprozess, insbesondere die Intensität und Qualität der Elaboration (Lind, Friege, Kleinschmidt & Sandmann, 2004). Kinder sollen deshalb beim naturwissenschaftlichen Lernen das Vorwissen in den Lernprozess einbringen können; so können sie ihre Vorstellungen neu strukturieren (Leuchter, Saalbach & Hardy, 2011). Der Einbezug des konzeptuellen Wandels begünstigt den Lernzuwachs (Duit & Treagust, 2003). In der hier vorgestellten Studie wurde untersucht, inwieweit Schülerinnen und Schüler ihr Vorwissen unter verschiedenen Bedingungen (mit bzw. ohne Handlungsanleitung) einbringen und es mit der Problemstellung verknüpfen.

2. Methode

2.1 Forschungsfrage und Forschungsdesign

Die vorliegende Analyse ist Teil eines größeren Forschungsprojekts, in dem untersucht wurde, ob Lernprozesse, die durch problemorientierte Lernaufgaben mit Handlungsanleitung initiiert werden, sich von denjenigen ohne Handlungsanleitung unterscheiden (Meier, in Vorb.; Vogt & Meier, 2013). Die Aktivierung des Vorwissens ist für den Lernprozess zentral. Ausgangspunkt für die hier vorgestellten Analysen ist die folgende Frage: Bringen Schülerinnen und Schüler ihr Vorwissen in den Problemlöseprozess ein, wenn sie a) mit einer strukturierten oder b) mit einer geführten Aufgabenstellung arbeiten? Es ist davon auszugehen, dass in beiden Bedingungen Vorwissen aktiviert wird. Ob sich dieses in der Art und der Anzahl der Äußerungen unterscheidet, kann jedoch nicht vorhergesagt werden. Es ist von Interesse, welche Arten von Vorwissen eingebracht werden: Vorwissen über Materialien sowie zu den physikalischen Zusammenhängen, über den Problemkontext oder über das Durchführen von Experimenten? Für die Untersuchung dieser Forschungsfragen wurde zu derselben Problemstellung eine Aufgabe in zwei Versionen – mit und ohne Anleitung – entwickelt. Im Rahmen der Besuche von acht Klassen im Regionalen Didaktischen Zentrum wurden insgesamt zwanzig Zweiertteams zufällig für die Bear-

beitung der Lernaufgabe ausgewählt. Je zehn Teams wurden den beiden Bedingungen zufällig zugeteilt und bei der Bearbeitung der Aufgabe videografiert. Die Kinder besuchten die 4. – 6. Klasse der Primarschule und waren durchschnittlich 11.2 Jahre alt.

2.2 Lernaufgabe mit und ohne Handlungsanleitung

Im Rahmen der Lernwerkstatt zum Thema Wetter und Klima, die vom Regionalen Didaktischen Zentrum in Sargans entwickelt wurde, wurde eine Aufgabe für die Studie ausgewählt und von einem fachdidaktischen Team in zwei Varianten erarbeitet. Die Problemstellung bezieht sich auf die unterschiedliche Erwärmung von Materialien mit unterschiedlicher Farbe (Albedo-Effekt) und nimmt den Bau von Häusern als konkreten Problemkontext. Es sollte herausgefunden werden, ob sich verschiedene Materialien, die beim Bau eines Hauses eingesetzt werden können, durch das Sonnenlicht unterschiedlich stark erwärmen und in der Folge mehr oder weniger stark zur Klimaerwärmung beitragen. Für die Untersuchung dieser Frage wurden verschiedene Materialien bereitgestellt: Ein weißer und ein schwarzer Stein, Gras, Ziegel, Teer, sowie Thermometer, Lampen, Uhren, Papier und Bleistifte. Zusätzlich zur Problemstellung und dem Material wurde bei der einen Bedingung eine Anleitung zur Durchführung des Experiments beigelegt. Diese wurde mit zahlreichen Fotos gestaltet, um das Verstehen weniger von den Lesekompetenzen der Schülerinnen und Schüler abhängig zu machen. In der Version mit Handlungsanleitung wurden die Lernenden zu Beginn aufgefordert, Vermutungen zu formulieren. Im anschließenden Experiment sollten die Temperaturen der verschiedenen Materialien vor und nach der Erwärmung mit den Lampen gemessen und verglichen werden. Aufgrund der festgestellten Unterschiede in der Erwärmung sollte die eigene Vermutung überprüft und die Frage beantwortet werden, welche Materialien sich weniger stark erwärmen.

2.3 Analyse der Videos

Die Videos wurden transkribiert und mit der Beschreibung problemlöserrelevanter Handlungen ergänzt (ergänzte Transkripte nach Pauli, 1998). Die Gesprächsbeiträge der Schülerinnen und Schüler wurden nach Sprecherwechseln und, wo notwendig, nach Sinneinheiten in einzelne Äußerungen aufgeteilt (Früh, 2007, S. 175). Basierend auf bereits erprobten Beobachtungsinstrumenten (z. B. Hogan, Natassi & Pressley, 1999; Pauli, 1998; Schneeberger, 2009) und den erhobenen Daten wurde ein Kategoriensystem entwickelt, das auf die kognitiven Aspekte im Problemlösedialog fokussiert. Aus den insgesamt über 4000 Äußerungen wurde bei 1200 die Inter-coderreliabilität überprüft. Die Übereinstimmung betrug 85 % (die genaue Beschreibung des Kategoriensystems und des Vorgehens findet sich bei Meier, in Vorb.).

Die Kategorie ‚Vorwissen‘ wurde bei denjenigen Äußerungen vergeben, bei denen spezifisches Wissen, das für die Formulierung von Vermutungen oder für die Planung des Experiments notwendig ist, explizit formuliert wurde (z. B. Wissen über die Eigenschaften bestimmter Materialien). Die Zuordnung zur Kategorie erfolgte im Kommunikationszusammenhang, um die gemeinte Bedeutung zu erschließen (Wray & Kumpulainen, 2010). Für eine vertiefte Analyse der Qualität der Äußerungen wurde diese Kategorie einer qualitativen Inhaltsanalyse unterzogen (Mayring, 2010). Dabei wurden alle 43 Äußerungen, die mit der Kategorie Vorwissen versehen wurden, im Kontext des Lernprozesses situiert und die Inhalte induktiv Subkategorien zugeteilt.

3. Ergebnisse

Im Folgenden wird das eingebrachte Vorwissen nach inhaltlichen Gesichtspunkten analysiert und danach werden die beiden Bedingungen verglichen.

3.1 Vorwissen

Die Äußerungen zum Vorwissen wurden in der qualitativen Inhaltsanalyse induktiv fünf Subkategorien zugeteilt:

- *Zusammenhänge zwischen Farbe und Erwärmung, bzw. Reflexion*
Für die Aufgabe und den intendierten Lerninhalt des Albedo-Effekts ist Vorwissen zum Zusammenhang zwischen der Farbe der Oberfläche und der Reflexion der Licht einstrahlung bzw. der Erwärmung zentral. Hier zwei Beispiele: „Jetzt das mit dem weißen und schwarzen Stein: Schwarz speichert die Wärme und Weiß reflektiert sie.“
Sowie: „Nein, ähm je dunkler die Farbe ist, desto mehr Sonnenlicht zieht es an.“ Diese beiden Beispiele drücken ein Vorwissen über die Zusammenhänge aus, da Schwarz und Weiß als Farben bzw. die Helligkeit der Farben aufgeführt werden und mit den Verben speichern, reflektieren und anziehen ebenfalls Vorstellungen über den Prozess des Albedo-Effekts ausgedrückt werden. In die gleiche Subkategorie wurden auch weniger komplexe Beiträge aufgenommen, wie: „Schwarz zieht die Sonne an.“
- *Bezüge zu anderen Kontexten zum Zusammenhang zwischen Farbe und Erwärmung*
Diese Bezüge werden einerseits auf Grund der vorhandenen Materialien gemacht, wie beispielsweise der Bezug zu Erfahrungen mit dem Teer: „Wir sind mal barfuß an einem Sommertag auf heißem Teer (gelaufen), da verbrennst du dir die Füße.“ Es werden auch Erklärungen auf Grund des Vorwissens gesucht, die für das Phänomen nicht zielführend sind: „Schauen wir, Sand, ah ja Sand zieht ja Wärme an und der ist ja ein Sandstein.“ Denn weder handelt es sich bei einem der Steine um Sandstein, noch ist es das Material ‚Sand‘, das die Unterschiede in der Erwärmung hier erklärt.
- *Baumaterialien und Gras*
Die problemorientierte Aufgabe, die bei beiden Bedingungen als Lernaufgabe vorgegeben wird, nimmt als Anwendungskontext den Bau eines Hauses auf. Entsprechend bringen einige Schülerinnen und Schüler ihr Wissen über Baumaterialien ein. Diese beziehen sich auf die für das Experiment bereitgelegten Materialien, beispielsweise in Aussagen wie: „Die meisten Dächer sind ja mit Ziegel“ oder auch „Ich sage heutzutage wird doch so etwas, das ist doch irgendein Marmor, das wird doch so für eine Küche oder so gebraucht.“ Ausgehend von den Materialien wird Vorwissen zu anderen Aspekten eingebracht, wie beispielsweise: „Es gibt ja nicht so viel Marmor, ist auch viel zu teuer.“ Der Zusammenhang mit der ökologischen Frage des Klimaschutzes, in dem die problemorientierte Lernaufgabe situiert ist, wird in der folgenden Aussage erweiternd eingebracht. „Ja, die Solarzellen werden am meisten warm.“

Unter den zur Verfügung gestellten Materialien befindet sich auch eine Schale mit Gras. Das Gras löst zahlreiche Diskussionen aus, da es als Baumaterial nicht nahe liegt. Während bei der Bedingung mit Handlungsanleitung aus den Fotos und Anleitungen klar wird, dass auch die Temperatur des Grasses gemessen und auf Erwärmung geprüft werden soll, ist dies für die Zweierteams ohne Handlungsanleitung nicht gegeben. Einige der Aussagen zum Vorwissen beziehen sich auf das Gras. Drei Kinder

bringen ein, dass sich Gras nicht für den Hausbau eignet: „Mit Gras kann man kein Haus bauen.“

Bei einer Gruppe wird einer der relevanten und intendierten Zusammenhänge mit Gras für dieses Experiment mit dem Vorwissen verknüpft. Während Colin und Tobias warten, bis die Materialien ausreichend lange von den Lampen erwärmt werden, diskutieren sie über das Gras sowie eine Weiterführung des Experiments.

Colin: Irgendwie habe ich das Gefühl, dass man mit dem Gras auch noch etwas Anderes anfangen könnte.

Tobias: Ja, es ist einfach Grünzeug. Manche Leute machen das ja schon, dass sie ihre Häuser damit bepflanzen. So ...

Tobias: ... Wir könnten nachher die vier Steinchen nehmen, aufstellen und das Gras als Dach nehmen ...: und von allen Seiten bestrahlen. Dann können wir das messen wie -

Mit der Aussage, „Manche Leute machen das ja schon, dass sie ihre Häuser damit bepflanzen“, bringt Tobias relevantes Vorwissen ein. Dieser Ausschnitt ist zudem beispielhaft dafür, wie die Kinder für das Experiment weitere Vermutungen anstellen und sich weitere Experimente und Versuchsanordnungen überlegen, wenn der Versuch nicht durch eine Handlungsanleitung vorgegeben wird.

– *Weitere Merkmale der Materialien*

Während die Lernaufgabe den Zusammenhang zwischen Farbe, Reflexion und Erwärmung im Blick hat, bringen einige Schülerinnen und Schüler als Vorwissen auch andere Aspekte ein, die als Variablen in der Untersuchung relevant sein und zur Erklärung herangezogen werden könnten. Hier wird die Oberflächenbeschaffenheit genannt: „Ja, Teer ist meistens nicht ganz glatt.“ Einige beziehen sich auch auf die Dicke der Materialien: „Um etwas Dünnes zu erwärmen braucht man // viel () also noch nicht so lange, wie wenn man etwas Dickes erwärmt.“ Diese Suche nach Faktoren, die variiert und kontrolliert werden und die zur Erklärung dienen könnten, ist als ein wichtiger Teil einer naturwissenschaftlichen Problemlösekompetenz zu werten.

– *Sonne und Sonnenlauf*

Einige Schülerinnen und Schüler bringen Vorwissen zur Sonne und zum Sonnenlauf ein. Im folgenden Beispiel versuchen die Schülerinnen ein Haus zu bauen und in Bezug auf die Himmelsrichtungen zu entscheiden, welches Material wohin kommt: „Ich glaube schon, also wir müssen Häuser bauen. Ich denke schon, aber du musst das irgendwie ziemlich gescheit zusammen bauen, weil die Sonne kommt ja meistens von oben. Also sie geht ja im Osten, sie geht ja eigentlich so auf, also müssen die, die im Norden und im Süden sind, diese Steine können die Dünnten sein, weil dort kommt ja die Sonne nicht so oft hin.“ Das Beispiel macht deutlich, dass selbstverständlich auch falsche Vorstellungen, wie dass die Sonne im Süden nicht hinkommt, als Vorwissen eingebracht werden. Der Versuch, Häuser zu bauen, weist darauf hin, dass die Schülerinnen und Schüler möglichst nahe am für diese Lernaufgabe konstruierten Kontext ihre Untersuchungen machen möchten und die Übertragung von der Real- auf die Laborsituation eine der Herausforderung des naturwissenschaftlichen Problemlösens darstellt (Kauertz, Trautmann & Heine, 2013).

3.2 Vergleich nach Bedingung

Der Vergleich zwischen den beiden Bedingungen, mit bzw. ohne Handlungsanleitung, zeigt einen signifikanten Unterschied: Auf Zweiertteams, die mit Handlungsanleitung arbeiten, entfallen 10 Statements zum Vorwissen, wo hingegen Zweiertteams ohne Handlungsanleitung 33 Statements zum Vorwissen aufweisen: Die Verteilung unterscheidet sich somit signifikant (Mann-Whitney-U-Test, $p = .023$).

Zum Vergleich zwischen den beiden Bedingungen in Bezug auf die Inhalte des Vorwissens werden die Anzahlen der Beiträge in den Teams für jede der oben dargestellten Subkategorien aufgeführt (Tabelle 2). Mehrere Äußerungen desselben Kindes zum selben Inhalt wurden als ein Inhalt in Bezug auf Vorwissen gezählt, damit bleiben sechs Äußerungen in der Bedingung mit Anleitung und 25 Äußerungen in der Bedingung ohne Anleitung.

Kategorien: Einbringen von Vorwissen	Lernaufgabe mit Handlungsanleitung	Lernaufgabe ohne Handlungsanleitung
Zusammenhänge zwischen Farbe und Erwärmung, bzw. Reflexion	3 Beiträge in 3 Teams	5 Beiträge in 3 Teams
Bezüge zu andern Kontexten zum Zusammenhang zwischen Farbe und Erwärmung	3 Beiträge in 2 Teams	3 Beiträge in 2 Teams
Baumaterialien und Gras		11 Beiträge in 5 Teams
Weitere Merkmale des Materials		3 Beiträge in 1 Team
Sonnenlauf		3 Beiträge in 3 Teams

Tab. 2: Subkategorien des eingebrachten Vorwissens, Vergleich der Beiträge nach Bedingung (mit bzw. ohne Handlungsanleitung)

Die Tabelle zeigt, dass die Lernaufgabe ohne Handlungsanleitung die Kinder eher dazu veranlasst, Vorwissen aus anderen Kontexten, zu anderen physikalischen Konzepten sowie aus dem Alltag einzubringen. Auch insgesamt wird deutlich, dass unter der Bedingung ohne Handlungsanleitung öfter Vorwissen eingebracht wird als mit Handlungsanleitung: Ohne Handlungsanleitung wird in sieben von zehn Teams Vorwissen eingebracht, mit Handlungsanleitung nur in vier von zehn Teams. Es sind demnach nicht nur einzelne Kinder, die in ihrem Lernprozess Vorwissen aus verschiedenen Bereichen einbringen, auch wenn die Varianz zwischen den Teams sehr groß ist. Bei der Bedingung ohne Anleitung wird in der Mehrheit der Teams auf eingebrachtes Vorwissen Bezug genommen.

4. Diskussion

Die Analyse des Lernprozesses auf der Ebene der Aussagen der Schülerinnen und Schüler, wie auch die inhaltliche Analyse dieser Aussagen zeigt, dass die problemorientierte Lernaufgabe, welche keine Handlungsanleitung für die Durchführung des Experiments gibt, zu zahlreicheren und breiteren Bezügen auf das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler führt. Auf der Grundlage eines konstruktivistischen Lernverständnisses wird die Verknüpfung neuen Wissens mit dem jeweils eigenen Vorwissen betont. Die Schülerinnen und Schüler in der Bedingung ohne Handlungsanleitung sehen sich stärker dazu veranlasst, ihr Vorwissen in den gemeinsamen Lernprozess einzubringen.

In der Bedingung mit Handlungsanleitung hat das eingebrachte Vorwissen einen klaren Bezug zur Fragestellung nach dem Zusammenhang zwischen der Farbe und der Erwärmung. Die Schülerinnen und Schüler bleiben mit ihren Äußerungen näher an der Problemstellung. Die größere Offenheit der Lernaufgabe ohne Handlungsanleitung führt demgegenüber dazu, dass Vorwissen eingebracht wird, das zum intendierten Lerninhalt keinen Beitrag leistet, indem nicht nur auf den Zusammenhang von Farbe und Licht, Reflexion und Erwärmung Bezug genommen wird, sondern auch auf den Kontext des Hausbaus, auf Alltagserfahrungen sowie auf für diese Problemstellung irrelevante, naturwissenschaftlich jedoch interessante Variablen wie Sonnenlauf, Dicke und Oberflächenbeschaffenheit des Materials. Im Sinne des Experimentierens als Problemlösen können Unsicherheiten und Irritationen Lernprozesse anregen und eine kritische Auseinandersetzung mit der Fragestellung begünstigen. Wenn es im Sinne von scientific literacy darum gehen soll, dass Hypothesen formuliert, Variablen kontrolliert und Daten interpretiert werden, haben auch diese vordergründig falschen Wege ein Lernpotenzial.

Die hier vorgestellten Ergebnisse sind in Bezug auf die begrenzte Größe der Stichprobe und den kurzen Untersuchungszeitraum eingeschränkt. Auf Grund des hier vorgestellten explorativen Forschungsprojektes kann jedoch angeregt werden, häufiger problemorientierte Lernaufgaben zu entwickeln, die ohne Handlungsanleitung auskommen und damit mehr Raum für eigene Problemlösungen der Schülerinnen und Schüler unter Einbezug ihres Vorwissens geben sowie der Lehrperson ermöglichen, adaptiv und kognitiv aktivierend die Problemlösung zu begleiten (Reinhoffer et al., in Vorb.). Diese scheinen in den auf dem Markt angebotenen Lernmaterialien noch wenig zahlreich zu sein. Für die Fachdidaktik stellt sich im Sinne des inquiry based learning die Herausforderung, vermehrt problemorientierte Lernaufgaben ohne Handlungsanleitungen zu entwickeln.

Dank

Wir danken den Lehrkräften, Schülerinnen und Schülern und den Regionalen Didaktischen Zentren für die Teilnahme an dieser Studie. Rolf Bürki danken wir für die fachliche Beratung zum Thema Klimaschutz. Das Projekt wurde durch den Schweizerischen Nationalfonds im Rahmen des Programms DORE (Projektnummer: 13DPD3_124586/1) und durch das Amt für Volksschule des Kantons St. Gallen finanziell unterstützt.

Literatur

- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.
- Bell, R. L., Smetana, L. & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *Science Teaching*, 72(7), 30-33.
- Duit, R. & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Früh, W. (2007). *Inhaltsanalyse* (6. Aufl.). Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft.
- Hogan, K., Nastasi, B. K. & Pressley, M. (1999). Discourse patterns and collaborative scientific reasoning in peer and teacher-guided discussions. *Cognition and Instruction*, 17(4), 379-432.
- Kauertz, A., Trautmann, A. & Heine, D. (2013) Naturwissenschaftliche Problemlöseprozesse von Grundschulern (Sachunterricht). Vortrag anlässlich der GFD Tagung „Lernaufgaben

- entwickeln, bearbeiten und überprüfen – Ergebnisse und Perspektiven der fachdidaktischen Forschung“ 08.10.2013, Dortmund: TU Dortmund.
- Leuchter, M., Saalbach, H. & Hardy, I. (2011). Förderung des konzeptuellen Verständnisses für Schwimmen und Sinken durch strukturierte Lernumgebungen. In F. Vogt, M. Leuchter, A. Tettenborn, U. Hottinger, M. Jäger & E. Wannack (Hrsg.), *Entwicklung und Lernen junger Kinder* (S. 37-52). Münster: Waxmann.
- Lind, G., Friege, G., Kleinschmidt, L. & Sandmann, A. (2004). Beispiellernen und Problemlösen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 29-49.
- Llewellyn, D. (2007). *Inquire within. Implementing inquiry-based science standards in grades 3-8*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Marquardt-Mau, B. (2004). „Scientific Literacy“ – Impulse für den Sachunterricht. In M. Looss, K. Höner, R. Müller & W. E. Theuerkauf (Hrsg.), *Naturwissenschaftlich-technischer Unterricht auf dem Weg in die Zukunft* (S. 37-45). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken* (11. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Meier, A. (in Vorb.) *Motivation, Emotion und kognitive Prozesse beim Lernen in der Lernwerkstatt*.
- Minner, D. D., Levy, A. J. & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction – What is it and does it matter? *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Möller, K. (2006). Handlungsorientierung im naturwissenschaftlichen Sachunterricht mit dem Ziel, den Aufbau von Wissen zu unterstützen. In A. Fritz, R. Klupsch-Sahlmann & G. Ricken (Hrsg.), *Handbuch Kindheit und Schule. Neue Schule, neues Lernen – anderer Unterricht* (S. 273-282). Weinheim: Beltz-Verlag.
- Möller, K., Baumann, S., Henry, W. & Nachtigäller, I. (2007). *Klasse(n)kisten für den Sachunterricht: Luft und Luftdruck. Unterrichtsordner zu den KiNT-Boxen*. Essen: Spectra.
- Pauli, C. (1998). Computerunterstützte Schülerzusammenarbeit im Mathematikunterricht. Zürich: Zentralstelle der Studentenschaft (unveröffentlichte Dissertation).
- RDZ (2013) Regionale Didaktische Zentren im Kanton St. Gallen. www.phsg.ch/rdz, Zugriff 06.12.2013.
- Reinhoffer, B., Kauertz, A., Schnebel, S. & Vogt, F. (in Vorb.). Innovation der naturwissenschaftlich-technischen Bildung, Schlussbericht des IBH-Forschungsprojekts. Weingarten: Pädagogische Hochschule Weingarten.
- Reusser, K. (2005). Problemorientiertes Lernen – Tiefenstruktur, Gestaltungsformen, Wirkung. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 23(2), 159-182.
- Schneeberger, M. (2009). *Verstehen und Lösen von mathematischen Textaufgaben im Dialog*. Münster: Waxmann.
- Sodian, B., Thoermer, C. & Koerber, S. (2008). Das Kind als Wissenschaftler – schon im Vor- und Grundschulalter? In L. Fried (Hrsg.), *Das wissbegierige Kind. Neue Perspektiven in der Früh- und Elementarpädagogik* (S. 29-36). Weinheim: Juventa.
- Sodian, B. & Koerber, S. (2011). Hypothesenprüfung und Evidenzevaluation im Grundschulalter. *Unterrichtswissenschaft*, 39(1), 21-34.
- Vogt, F. & Meier, A. (2013) Lernen in Lernwerkstätten – Selbsttätiges Lernen im Team. Unterschiedliche Aufgabenstellungen im Bereich der Naturwissenschaften. In E. Wannack, S. Bosshart, A. Eichenberger, M. Fuchs, E. Hardegger & S. Marti (Hrsg.), *4- bis 12-Jährige. Ihre schulischen und außerschulischen Lern- und Lebenswelten*. (S. 269-278). Münster: Waxmann.
- Wray, D. & Kumpulainen, K. (2010). Researching classroom interaction and talk. In D. Hartas (Ed.), *Educational research and inquiry* (pp. 170-185). London: Continuum.