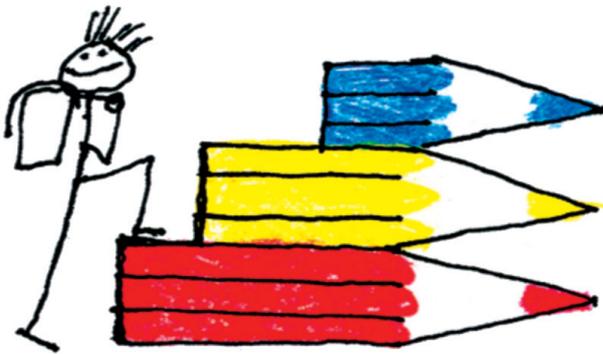


Lernumgebungen zum naturwissenschaftlichen Experimentieren

Andreas Hartinger
Patricia Grygier
Tobias Tretter
Florian Ziegler

SINUS



an Grundschulen

Steigerung der Effizienz des
mathematisch-naturwissenschaftlichen
Unterrichts

NaWi
Naturwissenschaften

Inhaltsverzeichnis

1 Vorbemerkungen	3
2 Die Gestaltung von Lernumgebungen als Maßnahme individueller Förderung	4
3 Experimente als Teil naturwissenschaftlicher Lernumgebungen	4
4 Lernumgebungen zum naturwissenschaftlichen Experimentieren	8
4.1 Phänomenbegegnung	9
4.2 Selbstständiges Arbeiten	11
4.3 Bewährung im sozialen Austausch	13
5 Fazit	14
Literatur	15

Impressum

Andreas Hartinger, Patricia Grygier,
Tobias Tretter, Florian Ziegler:
Lernumgebungen zum naturwissenschaftlichen
Experimentieren

Publikation des Programms *SINUS an Grundschulen*
Programmträger: Leibniz-Institut für die Pädagogik
der Naturwissenschaften
und Mathematik (IPN)
an der Universität Kiel
Olshausenstraße 62
24098 Kiel



www.sinus-an-grundschulen.de
© IPN, Februar 2013

Projektleitung: Prof. Dr. Olaf Köller
Projektkoordination: Dr. Claudia Fischer
Redaktion u. Realisation dieser Publikation:
Dr. Karen Rieck, Tanja Achenbach
Kontaktadresse: info@sinus-grundschule.de

ISBN: 978-3-89088-229-1

Nutzungsbedingungen

Das Kieler Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) gewährt als Träger der SINUS-Programme ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Andreas Hartinger, Patricia Grygier, Tobias Tretter und Florian Ziegler

Lernumgebungen zum naturwissenschaftlichen Experimentieren

1 Vorbemerkungen

Es gibt inzwischen viele unterrichtspraktische Vorschläge für das naturwissenschaftliche Experimentieren im Sachunterricht der Grundschule. Meist sind hier jedoch nur die verschiedenen Experimente (mit Versuchsanleitung und gegebenenfalls Erklärung) enthalten. Die Rahmung und die Einbettung der verschiedenen Experimente bleibt dann eine didaktisch-methodische Aufgabe für die einzelnen Lehrerinnen und Lehrer. Die Hauptaussage dieser Modulbeschreibung ist, dass die in SINUS v. a. in den mathematischen Modulen prominent vertretene Idee der Lernumgebungen helfen kann, für das schulische naturwissenschaftliche Experimentieren einen solchen Rahmen zu bilden – einen Rahmen, der hilft, verschiedenen Kindern mit ihren unterschiedlichen Vorkenntnissen und Vorerfahrungen sowie ihren unterschiedlichen Zugangsweisen in Bezug auf naturwissenschaftliche Fragestellungen gerecht zu werden.

Um diese Aussage darzustellen und dann auch anhand von Beispielen zu verdeutlichen und zu konkretisieren, werden wir zunächst die Idee der Lernumgebungen kurz skizzieren (Kapitel 2). Anschließend werden wir das, was unserer Meinung nach eingebettet werden soll, also das schulische Experimentieren, begrifflich etwas genauer klären (Kapitel 3). Dies halten wir für erforderlich, um darzustellen, welche Art von naturwissenschaftlichen Experimenten welche Lernprozesse unterstützen. Den größten Anteil der Modulbeschreibung bildet dann Kapitel 4, in dem wir aufzeigen und an Beispielen illustrieren, wie eine solche sinnvolle, die individuellen Lernwege der Kinder berücksichtigende Einbettung von Experimenten in den Unterrichtsverlauf geschehen kann.

2 Die Gestaltung von Lernumgebungen als Maßnahme individueller Förderung

In verschiedenen SINUS-Publikationen bzw. »SINUS-nahen« Veröffentlichungen wird der Begriff der »substanziellen Lernumgebung« verwendet (vgl. Krauthausen & Scherer 2010; Hirt & Wälti 2008). Allerdings gilt das – z. B. unter Rückgriff auf das Projekt *mathe2000* (vgl. Wittmann 2012) – nahezu ausschließlich für den Mathematikunterricht. Hier gibt es auch inzwischen verschiedene Umsetzungen für die Unterrichtspraxis – am bekanntesten ist dabei sicherlich das Zahlenbuch von Wittmann und Müller (z. B. 2012). Die Kernidee der substanziellen Lernumgebung ist, durch komplexe Aufgaben eine »natürliche Differenzierung« (Krauthausen & Scherer 2010, S. 7) für unterschiedliche Schülerinnen und Schüler zu erreichen. Im Unterschied zu traditionellen Differenzierungsmaßnahmen geschieht dies nicht mithilfe verschiedener Aufgaben, sondern durch ein offeneres Aufgabenformat, wobei eine bestimmte mathematisch-fachliche Idee, wie beispielsweise Grundprinzipien oder Grundrechenarten, zugrunde liegen. Lernumgebungen werden somit auch als »natürliche Erweiterung dessen, was man im Mathematikunterricht traditionell eine »gute bzw. eine substanzielle Aufgabe« nennt« interpretiert (vgl. Hirt & Wälti 2008, S. 14).

Kinder mit unterschiedlichem Vorwissen, unterschiedlichen Vorerfahrungen und Zugangsweisen haben so die Möglichkeit, auf ihrem Niveau und zumindest im Ansatz mit unterschiedlichen Vorgehensweisen, z. B. mathematische Muster zu erkennen oder Fertigkeiten einzuüben. Das eigenständige aktive Arbeiten der Schülerinnen und Schüler sowie die Kommunikation der Kinder über diese Aufgaben sind dabei integraler Bestandteil der Gestaltung solcher Lernumgebungen (vgl. z. B. Krauthausen & Scherer 2010).

3 Experimente als Teil naturwissenschaftlicher Lernumgebungen

In diesem Kapitel möchten wir für eine kurze begriffliche Klärung zum titelgebenden Begriff des »Experimentierens« sorgen, damit dann die Grundidee der Gestaltung »naturwissenschaftlicher Lernumgebungen« durch Forscheraufträge angemessen eingeordnet werden kann.

Es gibt verschiedene skeptische Fragen, ob Kinder überhaupt in der Lage sind, angemessen zu experimentieren oder inwieweit die Vorstellung eines wissenschaftlichen Experiments auf das Lernen in der Grundschule übertragbar ist. Dennoch kann als Konsens gelten, dass es für Kinder sinnvoll und wichtig ist, sich selbstständig, aktiv und experimentierend mit Naturphänomenen zu beschäftigen¹. Allerdings kann man feststellen, dass gerade in der Unterrichtspraxis sehr unterschiedliche Aufgaben und Aktivitäten von Kindern als »Experiment« bezeichnet werden. Dies ist an sich kein Problem, wichtig ist nur, dass Lehrkräfte wissen, worin die Unterschiede verschiedener »Experimente« bestehen und insbesondere, inwieweit diese dann auch unterschiedliche Lehr- und Lernziele unterstützen. Aus diesem Grund ist eine begriffliche Diffe-

1 Vgl. zusammenfassend z.B. Köster 2010; vgl. auch die Handreichung zu *SINUS an Grundschulen* von Mikelskis-Seifert & Wiebel 2011; Rieck 2011; zu empirischen Befunden dazu vgl. z. B. Möller, Kleickmann & Sodian 2011.

renzung zwischen »experimentieren«, »Versuche durchführen«, »explorieren« und »laborieren« sinnvoll, um zentrale Unterschiede deutlich zu machen (vgl. dazu auch Grygier & Hartinger 2009).

Von einem *Experiment* sprechen wir, wenn zu Beginn eine echte Fragestellung und/oder eine Vermutung der Schülerinnen und Schüler steht und sich die Kinder dann bemühen, diese Fragestellung selbstständig zu bearbeiten und zu beantworten. Das bedeutet dann auch, dass sie sich zunächst darüber klar werden müssen, wie sie die Frage beantworten können. In einen Algorithmus gebracht, kann man nach Soostmeyer (2002) folgende Schritte für das Experimentieren festlegen: Frage/Vermutung → Plan zum Bearbeiten der Frage/Vermutung → Ausführen des Plans (gegebenenfalls Veränderung) → Beobachten der Ergebnisse → Beantworten der Frage mit Hilfe der Ergebnisse (vgl. dazu auch Ramseger 2010; Mikelskis-Seifert & Wiebel 2011).

Im Unterschied zur klassischen, wissenschaftlichen Definition eines Experiments ist es unserer Ansicht nach bei Schülerexperimenten nicht erforderlich oder zu erwarten, dass zu Beginn des Experiments eine echte Hypothese (also eine Vermutung, die in sich stimmig aus einer Theorie abgeleitet wird) steht. Was man aber erwarten kann, ist, dass die Schülerinnen und Schüler Vermutungen äußern und sich überlegen, wie sie ihre Vermutung überprüfen können. Dieser Prozess – dass sich Kinder überlegen, wie sie solche Fragen beantworten können, dass sie sich in diesem Zusammenhang auch überlegen, ob ihr Vorgehen dazu geeignet ist, und dass sie v. a. am Ende ihre Ergebnisse wieder auf die Anfangsfrage beziehen – ist unserer Einschätzung nach ein wesentlicher Aspekt eines kognitiv aktivierenden naturwissenschaftlichen Lernens. Die unten dargestellten »Forscheraufträge« sind in enger Beziehung zum Experimentieren zu sehen. Auch hier steht zunächst eine Frage oder ein Auftrag im Vordergrund, zu dessen Beantwortung bzw. Erledigung die Schülerinnen und Schüler sich die entsprechenden Maßnahmen selbst überlegen müssen.



Beispiel²

Man stellt den Schülerinnen und Schülern die Frage, ob man sich hinter einer Litfaß-Säule vor Wind verstecken kann. Um das zu testen, können die Kinder die Idee entwickeln, dies im Kleinen (z. B. mit einem Becher, einem Fön und einer Kerze) nachzubauen.

Als *Versuch* verstehen wir in Abgrenzung zum Experiment alle die Schüleraktivitäten, in denen Kinder vorgegebene Schritte durchführen, diese dann gegebenenfalls dokumentieren, zu erklären versuchen und Ähnliches. Im Unterschied zum Experiment steht damit eine Handlungsanweisung und nicht eine Frage am Beginn des Prozesses. Die auch bei Versuchen häufig gestellte Frage: »Was vermutest du, passiert?« wird erst gestellt, nachdem die Kinder wissen, was sie gleich tun sollen.

² Alle hier genannten Beispiele entstammen aus bisherigen Publikationen der Autorin und der Autoren dieses Beitrags (Grygier & Hartinger 2009; Grygier, Tretter, Ziegler & Hartinger 2012; Ziegler, Grygier & Hartinger (Hrsg.) (2011). Alle Abbildungen stammen ebenfalls von ihnen.



Beispiel

Hier soll ein Beispiel zum Thema Lufterwärmung genannt werden: der für Kinder im Normalfall sehr faszinierende Versuch, ein hartgekochtes Ei in eine Milchflasche mit breiter Öffnung »einzusaugen«. Zuvor muss die Flasche – bzw. die Luft in der Flasche – erhitzt (durch heißes Wasser oder durch ein brennendes Streichholz) und danach das Ei »als Deckel« aufgesetzt werden.

Anmerkungen zum Versuch

- Das Ei wird nicht eingesogen, sondern durch den außerhalb der Flasche höheren Luftdruck hereingedrückt. Denn nachdem die Luft in der Flasche erkaltet ist, ist der innere Luftdruck niedriger als der äußere.
- Wenn man das Ei wieder aus der Flasche herausbekommen will, stellt man die Flasche zunächst in den Kühlschrank. Wenn sie abgekühlt ist, wird sie herausgenommen, umgedreht und z. B. mit einem Fön erwärmt.

Bei dieser Art von Versuchen steht nicht das eigenständige Problemlösen im Vordergrund – vielmehr geht es darum, wichtige Teilfähigkeiten zu unterstützen, die für das naturwissenschaftliche Arbeiten von Bedeutung sind, wie z. B. das genaue Beobachten, das Aufstellen von Vermutungen oder das vergleichende Überprüfen. Auch werden auf diese Weise bestimmte Gesetzmäßigkeiten veranschaulicht. Zudem ist es durch Versuche oft möglich, ein interessantes oder verblüffendes Phänomen zu präsentieren, das die Schülerinnen und Schüler zum Fragen oder zum »Weiterforschen« anregt.

Das (freie) *Explorieren* kann dann als recht selbstbestimmte Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Materialien und / oder Themen bezeichnet werden, in der allerdings der freie Umgang mit dem Material und nicht (wie beim Experiment) eine vorab gestellte Frage oder Handlungsanweisung im Vordergrund steht (vgl. dazu Köster 2007). Anvisiert ist hier v. a. die Förderung von Interesse und Kreativität durch die eigenständige, aktive und erfahrungsbezogene Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Gegenständen. Zudem konnte Hilde Köster in einer Studie auch zeigen, dass ein solches freies Explorieren letztlich die Fähigkeit zum zielgerichteten Experimentieren fördern kann (vgl. Köster 2007).

Mit dem Begriff *Laborieren*, der von Klaus Hartmut Wiebel (2000) in die Diskussion eingebracht wurde, kann man ein »vorstrukturiertes Experimentieren« (ebd., S. 45) bezeichnen. Ausgangspunkt ist – wie beim Experimentieren – eine Frage oder Vermutung; doch im Unterschied zum Experimentieren werden die Kinder nicht aufgefordert, selbst Ideen zur Bearbeitung der Frage zu generieren, sondern durch die Lehrperson angeleitet. Dies kann v. a. dann sinnvoll sein, wenn nicht zu erwarten ist, dass Kinder selbstständig eine Lösung erarbeiten können, oder wenn die Lehrkraft den Kindern gezielt den oben dargestellten Weg des Experimentierens aufzeigen möchte. Und gleichzeitig können auch beim Laborieren bestimmte naturwissenschaftliche Arbeitsweisen gezielt geübt werden.

Beispiel

Für Kinder ist die magnetische Wirkung des Stroms ohne Hilfestellung nicht zu erkennen, bzw. es ist schwer für sie, ein Experiment zum Nachweis dieser Wirkung zu erstellen (besonders dann, wenn die magnetische Wirkung bei normalen Batterien nicht stark genug ist, um Gegenstände erkennbar anzuziehen). Hier kann man Kindern nahelegen, die magnetische Wirkung des Stroms mit Hilfe eines Kompasses zu testen, wobei der nicht stromdurchflossene Draht parallel zur Ausrichtung des Kompasses gelegt werden muss.



Stromkreis unterbrochen



Stromkreis geschlossen

Letztlich kann man die vier Begriffe grob und etwas vereinfachend dargestellt in eine Vier-Felder-Tafel einordnen, mit den zwei Dimensionen »Fragestellung zu Beginn vorhanden / nicht vorhanden« und »Vorgehensweise vorgegeben / nicht vorgegeben« (Grygier & Hartinger 2009, S. 15).

	Fragestellung vorhanden	Fragestellung nicht vorhanden
Vorgehensweise vorgegeben	Laborieren	Versuche durchführen
Vorgehensweise nicht vorgegeben	Experimentieren	Explorieren

Die genannte Unterscheidung ist jedoch nur als Orientierung und nicht als festes System gedacht. Im Kontext dieser Handreichung ist sie uns wichtig, um zu verdeutlichen, wie wir im Folgenden die Begriffe »Experiment« bzw. »Versuch« verwenden. Wir wollen damit nicht ausdrücken, dass nur das Experiment wichtig sei und die drei anderen Varianten ohne Bedeutung wären. Sie haben ihre eigenen Zwecke und Ziele – zentral ist nach unserer Einschätzung jedoch, dass die Lehrkräfte wissen, was sie jeweils damit erreichen können und was nicht (vgl. dazu auch Grygier & Hartinger 2009). Mit Kindern würden wir diese begriffliche Unterscheidung nicht durchführen – im Klassenzimmer sprechen wir immer von »Experimenten«. Der Begriff ist nach unserer Erfahrung bei Schülerinnen und Schülern gut eingeführt und im Normalfall positiv besetzt.

4 Lernumgebungen zum naturwissenschaftlichen Experimentieren

Wir haben oben betont, dass unseres Erachtens die Idee der Lernumgebungen helfen kann, für das schulische naturwissenschaftliche Experimentieren einen Rahmen zu bilden, auch (aber nicht nur), um eine individuelle Förderung der Kinder zu erreichen. Im Rahmen des Modellversuchs GribS (Grundschulen zur individuellen Förderung bayrischer Schülerinnen und Schüler; vgl. Ziegler, Grygier & Hartinger 2011; Grygier, Tretter, Ziegler & Hartinger 2012) wurden hierzu Ideen entwickelt und positiv evaluiert, die unseres Erachtens gut mit den Ideen von SINUS verbunden werden können. Ausgangspunkt der Unterrichtsvorschläge ist, dass Schülerinnen und Schüler nicht »kochrezeptartig« Versuche abarbeiten, sondern entweder selbst und *selbstständig Fragen nachgehen* oder – bei vorgegebenen Versuchen – den Auftrag haben, *eigene Erklärungen zu generieren*. Dies ermöglicht und erfordert z. T. unterschiedliche Formen der Bearbeitung und ist – analog zu den mathematischen Lernumgebungen – fest eingebunden in einen inhaltlichen Rahmen.

Die Kinder sollten dabei nicht durch die (zu) schnelle Konfrontation mit »der« richtigen Lösung in ihrem Lern- und Erkenntnisprozess gebremst werden. Daher ist es uns wichtig, dass die verschiedenen Ideen oder Erklärungsversuche im Unterrichtsverlauf immer wieder einem Partner oder einer Partnerin, einer Kleingruppe oder auch im Plenum vorgestellt und diskutiert werden. Diese Diskussionen sind ein zentraler Aspekt des Unterrichts, da hier die Kinder ihre Erklärungen präsentieren und sie somit auf den Prüfstand stellen müssen.

Bezogen auf die Idee der (mathematischen) Lernumgebungen schlagen wir daher als Lernumgebung für das naturwissenschaftliche Experimentieren vor, dass ein Experiment oder auch mehrere Experimente als aufeinander abgestimmter Phänomenkreis (vgl. z. B. Spreckelsen 1997) folgendermaßen eingebettet werden (vgl. dazu auch Ziegler et al. 2011):

- 1 Zunächst kommt es zu einer Phänomenbegegnung, bei der die Kinder erste Erklärungen generieren und/oder ihre Vorerfahrungen explizieren.
- 2 Ausgehend davon beginnen die Kinder, anhand von Experimenten selbstständig diese Vermutungen zu überprüfen oder ihnen mit weiterführenden Fragen nachzugehen.
- 3 Die Erkenntnisse aus dieser Phase werden dann im sozialen Austausch verhandelt, wo sie sich bewähren müssen oder wieder verändert werden.

Für alle drei Phasen gibt es unterschiedliche Möglichkeiten der konkreten Umsetzung, auf die wir im Folgenden anhand von Beispielen eingehen möchten.

4.1 Phänomenbegegnung

Zu Beginn wird durch eine »Phänomenbegegnung« das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler aktiviert, und die Kinder formulieren oder erarbeiten vorläufige, subjektiv stimmige Erklärungen.

Möglichkeit A

Kinder können einem Phänomen zum Beispiel durch einen Lehrerversuch begegnen. Günstig ist, wenn der Versuch Erklärungen einfordert, indem er *kontraintuitiv* ist und die Kinder im Normalfall ein anderes Ergebnis erwarten oder wenn der Versuch den bisherigen Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler widerspricht.

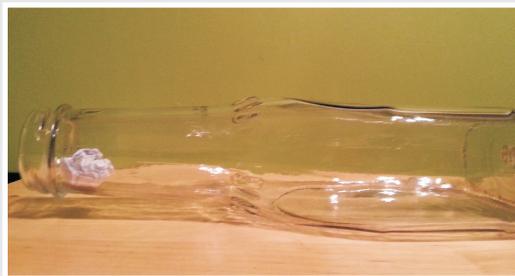


Beispiel

Die Lehrkraft konfrontiert beim Thema »Magnetisieren« bzw. »Elementarmagnete« die Kinder mit einer vorab magnetisierten Schere (oder einem großen Nagel). Diese Magnetisierung kann erreicht werden, indem man mit einem Dauermagneten öfter in gleicher Richtung über die Schere streicht. Die Erfahrung, dass z. B. kleine Nägel an einer »ganz normalen« Schere haften bleiben, widerspricht den Erfahrungen der Kinder sowie – wenn dies vorab schon Thema des Unterrichts war – auch den erworbenen Kenntnissen zu den Eigenschaften von Magneten.

Beispiel

Den Erwartungen widerspricht auch, wenn man Kinder bittet, kräftig auf ein Papierkugeln zu pusten, das in den Hals einer leeren, waagrecht gehaltenen Flasche gelegt ist. Entgegen der Erwartung der meisten Kinder fliegt das Kugeln dem »Puster« ins Gesicht und nicht in die Flasche. Dies geschieht, vereinfacht erklärt, da sich in der leeren Flasche Luft befindet. Pustet man nun zusätzlich noch kräftig in die Flasche, so staut sich im Inneren der Flasche die Luft und es entsteht ein Überdruck. Um den Überdruck abzubauen, muss wieder Luft aus der Flasche entweichen. Für eine genauere Erklärung ist es allerdings noch erforderlich, den geringen statischen Druck an der Engstelle (Flaschenhals) im Zusammenhang mit der Bernoulli-Gleichung (nach der eben dieser geringere statische Druck mit einer höheren Geschwindigkeit einhergeht) zu berücksichtigen.



Möglichkeit B

Natürlich können auch andere *Schülerversuche* am Beginn eines solchen Lernprozesses stehen, wenn die Kinder dann explizit dazu aufgefordert werden, das Phänomen gründlich zu betrachten, sich Erklärungen dazu zu überlegen und diese mit anderen Kindern auszutauschen.

Beispiel

Beim Thema »erwärmte Luft« könnte es ein Einstieg sein, dass die Kinder eine leere (vorab gekühlte) Flasche sowie einen Teller mit Seifenlauge erhalten und damit folgenden Versuch durchführen:



Taucht die Flaschenöffnung in die Seifenblasen-Flüssigkeit.



Wärmt die Flasche mit den Händen. Was könnt ihr beobachten?

Die Kinder sollten dann gleich aufgefordert werden, Vermutungen über die Ursache des zu beobachtenden Phänomens – es bildet sich eine Seifenblase über der Flaschenöffnung – anzustellen. Dazu kann es hilfreich sein, unterschiedliche Flaschen – auch unterschiedlich gekühlt – zu verwenden.

Möglichkeit C

Eine dritte Möglichkeit ist, gleich zu Beginn »*Forscheraufträge*« zu stellen, bei denen Kinder selbstständig versuchen, eine (naturwissenschaftliche) Frage durch geeignete Experimente (oder auch durch Explorieren) zu beantworten. Bei solchen Entwicklungsprozessen werden die Vorerfahrungen zwangsläufig aktiviert.

**Beispiel**

Ein (scheinbar) einfacher Forschungsauftrag kann sein, die Kinder zu Beginn des Themas »Eigenschaften von Magneten« zwei Stäbe untersuchen zu lassen (einen Dauermagneten und einen Eisenstab – am besten mit Alufolie umwickelt, damit sie sich äußerlich nicht unterscheiden). Eine anspruchsvolle Aufgabe dazu ist, ohne

die Verwendung anderer Gegenstände herauszufinden, welcher Stab der Dauermagnet ist. (Dies ist nur möglich, indem man die beiden Stäbe zu einem »T« formt. Besteht dann eine magnetische Wirkung, so ist der Stab, der in der Mitte berührt wird, der Eisenstab; besteht keine spürbare Wirkung, so handelt es sich um den Dauermagneten.)

Bei diesen Untersuchungen können die Kinder durchgängig ihr Vorwissen explizieren, bis hin zum Wissen über die Polung (falls schon vorhanden). Ansonsten bleibt das geschilderte Phänomen, dass sich die beiden Stäbe im »T« einmal anziehen und einmal nicht, eine offene Frage zum Weiterforschen.

Möglichkeit D

Eine weitere gute Möglichkeit, die Vorerfahrung der Kinder »hervorzulocken« und explizierbar zu machen, ist, ihnen *Aufgaben zum Ordnen bzw. Klassifizieren* zu geben. Ziel ist es dann nicht, eine »richtige« Ordnung zu finden. Vielmehr geht es darum, mögliche Kriterien öffentlich zu machen – eine aus Sicht naturwissenschaftlicher Konzepte im Unterricht intendierte Ordnung bzw. Klassifizierungsidee kann sich daraus dann natürlich (als eine mögliche) entwickeln, bzw. sie kann anderen Klassifizierungsideen an die Seite gestellt werden.

Beispiel

So kann man Kinder z. B. verschiedene Bilder, wie die eines Fallschirms, eines Federballs, eines Segelbootes oder einer Windmühle ordnen lassen. Neben der evtl. intendierten Ordnung von bremsenden und antreibenden Wirkungen von Luft wäre es auch möglich, dass Kinder hier Kategorien wie »groß / klein«, »kann sich drehen« oder aber auch »Dinge, die man zum Spielen brauchen kann« verwenden. Diese Kategorien lassen sich dann gut für Gespräche verwenden.

4.2 Selbstständiges Erarbeiten

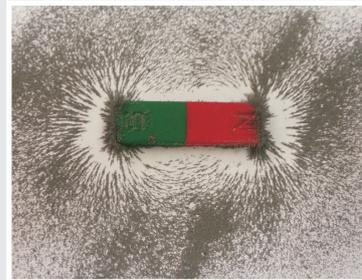
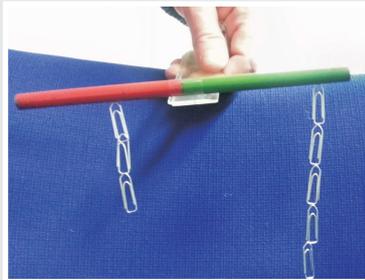
Wenn Kinder die Möglichkeit hatten, ihre Vorerfahrungen, ihr Vorwissen oder auch ihre Erwartungen deutlich zu machen, dann sollten sie im Anschluss daran selbstständig weiterführende Versuche oder Forschungsaufträge durchführen. Diese sind dabei auf die anfänglichen Überlegungen, Diskussionen oder Erklärungen zu beziehen. Im günstigen Fall erweitern, festigen oder verändern sich die bisherigen subjektiv stimmigen Erklärungen.

Möglichkeit A

Auch hier sind »*Forscheraufträge*« gut geeignet, um Schülerinnen und Schülern zu ermöglichen, auf der Grundlage ihrer Vorstellungen nun Fragen nachzugehen bzw. Aufgaben zu lösen. Wichtig ist, dass – wie oben bei der Darstellung des Experimentierens ausgeführt – Kinder nicht mit Versuchsanleitungen konfrontiert werden, sondern sich selbst Wege überlegen, wie sie ihre Fragestellung bearbeiten können. Selbstverständlich kann es aber sinnvoll sein, Kindern, die auch nach längerem Überlegen nicht zu einer Lösung kommen, Ideen oder Hilfen zu geben – z. B. durch die Bereitstellung von Materialien.

Beispiel

Wenn Kinder sich über ihr Vorwissen zur Wirkung von Magneten klar geworden sind, können sie den Auftrag bekommen, zu untersuchen, ob (oder mit unterschiedlichen Verfahren nachzuweisen, dass) die Wirkung von Magneten an den Polen am stärksten ist und inwiefern hier Stabmagnete und Hufeisenmagnete identisch sind.



Eine Möglichkeit dazu ist, Büroklammerketten an den verschiedenen Stellen eines Stabmagneten anzubringen. Spannend sind in diesem Zusammenhang auch mit Eisenspänen erzeugte Magnetbilder.

Möglichkeit B

Eine weitere gute Möglichkeit dazu ist unserer Ansicht nach, bei solchen Erarbeitungsprozessen auf die (oben bereits kurz erwähnte) Idee Kay Spreckelsens zurückzugreifen und sogenannte »Phänomenkreise« zu bilden (Spreckelsen 1997). Hier haben die Kinder die Möglichkeit, sich anhand verschiedener, in der äußeren Erscheinung unterschiedlicher Phänomene oder Versuche die »dahinter liegende« gleiche Erklärung bzw. Gesetzmäßigkeit zu erarbeiten.



Beispiel

Um selbstständig zu erarbeiten, dass Luft (als Materie) Platz benötigt, und um die möglichen Erklärungen nach dem »Papierkügelchenversuch« (vgl. 4.1.A) weiter zu testen, könnte man einen Phänomenkreis gestalten, in dem die vorhandene (eingesperrte) Luft bestimmte Effekte bewirkt. Dies stärkt die Erkenntnis, dass Luft nicht Nichts ist.



Folgende Aufgaben sind dazu möglich:

1. Puste einen Luftballon in einer Flasche auf.
2. Fülle Wasser über einen luftdicht schließenden Trichter in eine leere Flasche ein.
3. Tauche ein umgedrehtes Glas mit einem Taschentuch in Wasser ein.

(Im Anschluss kann es sinnvoll und spannend sein, die Gefäße so zu manipulieren, dass die Luft einen Auslass hat.)



Möglichkeit C

Der letzte Vorschlag führt zu einer dritten Variante des selbstständigen Erarbeitens, bei der die Schülerinnen und Schüler aktiv ermutigt werden, (vorgegebene) *Versuche selbst zu verändern*. Abgesehen davon, dass so die Idee der Variation genau eines Parameters als zentrales Element des naturwissenschaftlichen Experimentierens deutlich werden kann, regt dies die Kinder an, sich Fragen wie »Was geschieht, wenn ...?« zu stellen und zu beantworten.

Beispiel

So kann man beim Thema Strom die Schülerinnen und Schüler ermutigen, einen einfachen Stromkreislauf zu verändern und zu testen, ob dies Auswirkung auf das Leuchten des Lämpchens hat. Möglichkeiten, auf die Kinder selbst kommen können, die man ihnen zur Not aber auch vorschlagen kann, wären z. B. Veränderungen durch

- die Länge des Drahtes
- den Einbau eines zweiten Lämpchens hinter das erste Lämpchen
- den Einbau eines zweiten Lämpchens mit zwei weiteren Drähten
- den Einbau einer zweiten Batterie.

4.3 Bewährung im sozialen Austausch

Zur Überprüfung, Validierung und/oder Festigung des erworbenen Wissens ist es sinnvoll, die in der Erarbeitungsphase gewonnenen oder betätigten Erklärungen im sozialen Austausch zu verhandeln – gegebenenfalls sind sie dann zu verändern, wenn sie sich nicht bewähren. Günstig ist dabei der Weg von der eigenen Überlegung über das Gespräch mit einem anderen Kind (oder in einer Kleingruppe) hin zur Diskussion in der großen Runde im Klassengespräch (vgl. dazu auch die Idee des Dialogischen Lernens bei Gallin 2012, Gallin & Ruf 2005).

Hier ist es zentral, dass Lehrkräfte nicht versuchen, schnell zur »richtigen« Erklärung zu kommen, indem sie diese nennen oder passende Antworten von Kindern entsprechend hervorheben. Dies ist deshalb problematisch, weil alternative Erklärungsvorschläge dann von den Kindern meist nicht mehr genannt werden. Diese alternativen Erklärungen (auch wenn sie im naturwissenschaftlichen Sinne »falsch« sind) bieten häufig viel Lernpotenzial, beispielsweise wenn Widersprüche zu anderen Erklärungen aufgedeckt, begründet und diskutiert werden müssen. Längerfristig ist zudem zu befürchten, dass Schülerinnen und Schüler keinen echten Grund mehr sehen, eigene Erklärungen zu entwickeln und sie zu äußern, wenn sie wissen, dass sie die »richtige« Lösung ohnehin von der Lehrkraft erhalten. Dazu gehört auch, dass Schüleräußerungen nicht frühzeitig in richtig oder falsch eingeteilt, sondern als Vermutungen (Hypothesen) begriffen werden, die sich in der Wirklichkeit und an den Meinungen der anderen bewähren müssen.

Um eine solche adäquate Gesprächskultur zu entwickeln, müssen Lehrkräfte moderieren statt instruieren. Maßnahmen einer solchen Gesprächsführung, in der das Nachdenken der Kinder angeregt wird, sind z. B. (vgl. auch Beinbrech 2010):

- Begründungen einfordern
- Widersprüche herausstellen

- Übertragungen auf andere Phänomene oder auf andere Erklärungen anregen
- Überprüfung von Aussagen durch weitere Versuche anregen
- das Erkennen von Zusammenhängen und Regeln anregen
- Ideen hervorheben
- dafür sorgen, dass sich das Gespräch nicht vom Thema weg entwickelt.

Formulierungen, die helfen können, dass Kinder ihre – manchmal ungenau präsentierten – Vorstellungen aufeinander beziehen können, sind:

- Was ist gleich, was ist anders?
- Gilt das hier auch?
- Wer bringt es auf den Punkt?

Und sicherlich erleichtert es sowohl das Erinnern als auch das Verdeutlichen von Überlegungen, wenn Versuchsmaterialien bzw. die Versuchsaufbauten bei diesen Gesprächen sichtbar sind.

5 Fazit

Wir haben uns in dieser Handreichung bemüht, zentrale Elemente der in SINUS v. a. für den Bereich der Mathematik hilfreichen Idee der »Lernumgebungen« auf das naturwissenschaftliche Lernen im Sachunterricht zu übertragen. Dabei haben wir uns – gemäß unserem Auftrag – damit beschäftigt, wie Experimente und Versuche so in den Unterricht eingebettet werden können, dass sie geeignet für Kinder mit unterschiedlichen Vorkenntnissen sind. Sicherlich ist es auch möglich, die Idee der Lernumgebungen noch breiter zu interpretieren, indem z. B. Rechercheaufträge (in Büchern oder im Internet) hier verbunden werden oder indem perspektivenvernetzende Bezüge stärker gedanklich einbezogen werden. Dies kann und sollte – evtl. auf der Grundlage unserer Gedanken hier – noch weiter durchdacht werden.



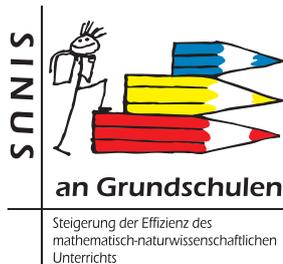
Literatur

- Beinbrech, C. (2010). Argumentieren im Gespräch lehren und lernen. In: Labudde, P. (Hrsg.). *Fachdidaktik Naturwissenschaft*. 1.-9. Schuljahr. Bern et al.: Haupt Verlag. S. 227-242.
- Gallin, P. & Ruf, U. (2005). *Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik*. Seelze-Velber: Kallmeyer.
- Gallin, P. (2012). *Die Praxis des Dialogischen Mathematikunterrichts in der Grundschule*. Handreichung im Rahmen des Programms SINUS an Grundschulen. Kiel: IPN. Download unter:
http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SGS/Handreichung_Gallin_final.pdf [Aufruf am 21.12.2012]
- Grygier, P., Tretter, T., Ziegler, F. & Hartinger, A. (2012). *Individuelles Lernen im Sachunterricht – Luft und ihre Eigenschaften*. Berlin: Cornelsen.
- Hirt, U. & Wälti, B. (2008). *Lernumgebungen im Mathematikunterricht. Natürliche Differenzierung für Rechenschwache bis Hochbegabte*. Seelze-Velber: Kallmeyer.
- Köster, H. (2007). *Freies Explorieren und Experimentieren – eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht*. Berlin: Logos.
- Köster, H. (2010). Zur Rolle des Experimentierens im Sachunterricht. In: Köster, H., Hellmich, F. & Normeier, V. (Hrsg.): *Handbuch Experimentieren*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren. S. 49-68.
- Krauthausen, G. & Scherer, P. (2010). *Umgang mit Heterogenität. Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht der Grundschule*. Handreichung im Rahmen des Programms SINUS an Grundschulen. Kiel: IPN. Download unter:
http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SGS/Handreichung_Krauthausen-Scherer.pdf [Aufruf am 20.11.2012]
- Mikelskis-Seifert, S. & Wiebel, K. (2011). *Anschlussfähige naturwissenschaftliche Kompetenzen erwerben durch Experimentieren*. Handreichung im Rahmen des Programms SINUS an Grundschulen. Kiel: IPN. Download unter:
http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SGS/Handreichung_Mikelskis_Wiebel.pdf [Aufruf am 19.11.2012]
- Möller, K., Kleickmann, T. & Sodian, B. (2011). *Naturwissenschaftlich-technischer Lernbereich*. In: Einsiedler, W., Götz, M., Hartinger, A., Heinzl, F., Kahlert, J. & Sandfuchs, U. (Hrsg.). *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. S. 509-517.
- Ramseger, J. (2010). *Experimente, Experimente! Was lernen Kinder im naturwissenschaftlichen Unterricht?* In: Köster, H., Hellmich, F. & Normeier, V. (Hrsg.). *Handbuch Experimentieren*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren. S. 83-90.
- Rieck, K. (2011). *Kennzeichen guter Aufgaben*. In: Demuth, R., Walther, G. & Prenzel, M. (Hrsg.). *Unterricht entwickeln mit SINUS*. Seelze: Klett Kallmeyer. S. 24-32.
- Soostmeyer, M. (2002). *Genetischer Sachunterricht: Unterrichtsbeispiele und Unterrichtsanalysen zum naturwissenschaftlichen Denken bei Kindern in konstruktivistischer Sicht*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Spreckelsen, K. (1997). *Phänomenkreise als Verstehenshilfen*. In: Köhnlein, W., Marquardt-Mau, B. & Schreier, H. (Hrsg.). *Kinder auf dem Weg zum Verstehen der*

- Welt. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. S. 111-127.
- Wiebel, K. H. (2000). »Laborieren« als Weg zum Experimentieren im Sachunterricht. *Grundschulzeitschrift*, 139, S. 44-47.
- Wittmann, E. Ch. (2012). Das Projekt »mathe 2000«: Wissenschaft für die Praxis – eine Bilanz aus 25 Jahren didaktischer Entwicklungsforschung. In: Müller, G. N., Selter, C. & Wittmann, E. Ch. (Hrsg.). *Zahlen, Muster und Strukturen: Spielräume für aktives Lernen und Üben*. Stuttgart: Klett. S. 265-279.
- Wittmann, E. Ch. & Müller, G. N. (2012). *Das Zahlenbuch, Bände 1-2*. Stuttgart: Klett.
- Ziegler, F., Grygier, P. & Hartinger, A. (Hrsg.) (2011). *Individuelles Lernen im Sachunterricht – Strom und Magnetismus*. Berlin: Cornelsen.



Programmträger: IPN, Kiel
Projektleitung: Prof. Dr. Olaf Köller
www.ipn.uni-kiel.de



SINUS an Grundschulen
Projektkoordination am IPN: Dr. Claudia Fischer
Tel. +49(0)431/880-3136
cfischer@ipn.uni-kiel.de
www.sinus-an-grundschulen.de

Ministerium für Bildung
und Wissenschaft
des Landes Schleswig-Holstein



Programmkoordination für die Länder durch das
Ministerium für Bildung und Kultur
des Landes Schleswig-Holstein (MBW):
Dr. Kai Niemann
www.schleswig-holstein.de/MBW/DE/MBW_node.html



Serverbetreuung: Deutsches Institut für Internationale
Pädagogische Forschung (DIPF)
www.dipf.de

ISBN für diese Handreichung
978-3-89088-229-1