

Markus Peschel

GOFEX – Ort des Lehrens und Lernens

Ein wichtiger Schwerpunkt der Bildungsbemühungen in Kindergarten und Primarstufe ist – nicht zuletzt durch die Ergebnisse von IGLU und PISA – der Komplex „Scientific Literacy“. Nach PISA (Artelt, Baumert & Klieme 2001, S. 26) wird darunter verstanden, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, was bedeutet, dass naturwissenschaftliche Fragen erkannt und aus Beobachtungen Schlussfolgerungen gezogen werden sollen – was in aktueller didaktischer Literatur auch unter den Begriffen „Nature of Science“ oder „Natur der Naturwissenschaften“ gefordert wird. Dabei wird gleichzeitig auch das Ziel verfolgt, sich mit Chancen und Grenzen des naturwissenschaftlichen Arbeitens auseinanderzusetzen. Dies führt auch in der Sachunterrichtsausbildung zunehmend zu einer Ausrichtung des naturwissenschaftlichen Anteils an „Scientific Literacy“.

Das Grundschullabor für Offenes Experimentieren (GOFEX) bietet in der Aus- und Weiterbildung für Lehrkräfte des Kindergartens und der Primarstufe spezielle Programme an, die zur Entwicklung dieser Scientific Literacy beitragen sollen. Studien wie SUN – Sachunterricht in Nordrhein-Westfalen (u. a. Peschel 2007a/b, 2009) oder die NaTech-Expertise (Metzger, Schär 2009) zeigen, dass nahezu sämtliche Lehrpersonen des Kindergartens und der Primarstufe für einen naturwissenschaftlichen Sachunterricht nicht hinreichend qualifiziert sind, was sich auch in einer Unsicherheit gegenüber naturwissenschaftlichen Themenfeldern zeigt. GOFEX bietet für diese Zielgruppe spezielle Weiterbildungen – insbesondere mit physikalischem Bezug – an, in denen sowohl Fachwissen als auch Experimentierkompetenzen aufgebaut werden sollen.

Die Weiterbildung von Lehrpersonen und die Ausbildung der Studierenden bilden zwei Schwerpunkte im GOFEX. Aufeinander aufbauende Module mit ansteigendem Öffnungsgrad in organisatorischer, didaktischer, methodischer, sozialer und personeller Hinsicht führen zur Öffnung des Experimentierens im Unterricht. Zentral bei der Entwicklung des GOFEX ist die Frage: Wie können (fachfremde) Lehrpersonen unterstützt und ermutigt werden, individuelle und experimentelle Lernlandschaften so zu gestalten, dass Schülerinnen und Schüler (zunehmend) offen experimentieren? Dabei sollen naturwissenschaftliche Handlungskompetenzen entwickelt werden, die über deklaratives Wissen hinausreichen und z. B. den

Aufbau bzw. die Durchführung von Experimenten, das genaue Beobachten, das Einschätzen von Messergebnissen oder die Einschätzung der Relevanz von Ergebnissen umfassen.

Naturwissenschaftliche Bildung im Sachunterricht

Naturwissenschaftlicher Unterricht entfaltet seine Wirksamkeit vor allem dann, wenn viel experimentiert wird (Prenzel et al. 2007, S. 27). Notwendig sind somit Unterrichtsformate, in denen „das Schlussfolgern, das Entwickeln eigener Ideen und das Übertragen von Konzepten auf den Alltag im Vordergrund stehen“. Bislang ist es so, dass „die Schülerinnen und Schüler aber eher selten praktisch experimentieren und vor allem selten eigene Experimente entwickeln“ (ebd., S. 11). Es wird von den Schülerinnen und Schülern also zu wenig und in einer nicht effektiven Weise experimentiert (vgl. Braun & Backhaus 2007). Auch Euler (2005) bemängelt, dass „beim Experimentieren [...] die eigenständige Planung und die anschließende Reflexion keine Rolle [spielt] und [...] nur selten statt[findet]“. Außerdem seien „viele Schülerversuche [...] trivial und oft mit starken didaktischen Reduktionen verbunden“ (ebd., S. 6).

Neben der Quantität des Experimentierens ist demnach auch ein qualitativ hochwertiges Experimentieren wünschenswert. Das bedeutet, dass planerische Elemente, Elemente der Einschätzung, Exploration und ggf. auch nicht zielführendes Vorgehen Teile des Experimentierprozesses sind. Grygier und Hartinger (2009) haben die Bereitstellung und Durchführung von schulischen Aufgaben thematisiert und zwischen „Aufgabe“ vs. „Experiment“ differenziert. Dieses „echte“ Experimentieren wird in der angelsächsischen Literatur als „open ended experiments“ oder „Inquiry based Learning“ (vgl. z. B. Lunetta, Hofstein, Clough 2007) beschrieben. Solche Experimentierformen sind in der Schule bislang praktisch nicht vorhanden, vielmehr ist – insbesondere bei der Nutzung von Werkstätten – ein „angeleitetes Versuchedurchführen“ die Regel.

Das Experiment steht somit im Mittelpunkt der Auseinandersetzung im physikalisch orientierten Sachunterricht und sollte offen angelegt sein, da das „aktive Konstruieren von Wissen stark von der Offenheit der Schülerexperimente abhängt“ (Engeln & Euler 2004, S. 34), während ein schematisches Experimentieren zu einem eingeschränkten Verständnis führt (vgl. Mayer & Ziemek 2006).

Nature of Science (NoS)

Aus didaktischer Sicht bietet das Offene Experimentieren die Möglichkeit – schon in den jüngeren Jahrgangsstufen – Experimente selbstständig zu planen, durchzuführen und auszuwerten. Die dabei zu entwickelnden Kompetenzen führen zu einem tiefgreifenden Verständnis des naturwissenschaftlichen Arbeitens und damit zu einem grundlegenden Einblick in Prozesse und Ergebnisse beim Experimentieren. Die Vermittlung der Prozesshaftigkeit in den Naturwissenschaften sollte dabei als eigenaktiver Konstruktionsprozess angelegt sein (Möller 1999). Höttecke (2001) hat dieses Vorgehen als „Nature of Science“ (NoS) beschrieben und als einen wichtigen Baustein im naturwissenschaftlichen Bildungsprozess benannt.

Gute Aufgaben für einen Experimentierprozess

Reinhold (1996, S. 333) definiert die Struktur des Offenen Experimentierens mit folgenden Elementen: erklärungsbedürftige Situation, Probieren und Spekulieren, Reflexion der gebildeten Systeme, wissenschaftliches Experimentieren, Reflexion der Systembildung, Reflexion der Lerntätigkeit. Allerdings bedarf es nach Wittmann (1996) bei einer Öffnung des Fach- und damit des Sachunterrichts einer fachlichen Qualifikation der Lehrkraft. Denn nur über eine fachliche Expertise können qualitätsvolle Lernprozesse angeregt und begleitet werden. Eine Öffnung auf allgemeiner Unterrichtsebene erscheint unzureichend, wenn darin nicht auf fachliche Lernprozesse eingegangen wird, die sich z. B. in der Öffnung von Lösungswegen wiederfinden. Da jedoch bei dieser methodischen Öffnung Lösungswege nicht vorgegeben sind, ist für eine Einschätzung der Lösungsansätze und -wege eine entsprechende fachliche Qualifikation notwendig (vgl. auch Schönwald 2001, S. 394). Dies zeigt sich besonders bei vermeintlich unsinnigen oder nicht zielführenden Experimentieransätzen der Schülerinnen und Schüler, die häufig erst bei intensiver Begleitung richtig eingeschätzt werden können.

In der Mathematikdidaktik wurde die Entwicklung von guten Aufgaben frühzeitig erforscht und eine Veränderung der Lernkultur durch veränderte Aufgabenformulierung angeregt. Gallin und Ruf (1993) favorisieren Lerntagebücher (beim Experimentieren entspricht dies in etwa den Laborbüchern, MP) mit den darin fixierbaren Selbstreflexionsprozessen bei der Bearbeitung von offenen Aufgaben bzw. beim Problemlösen. Diese Selbst-

reflexions- und Selbstlernprozesse werden – so Blömeke, Risse, Müller u. a. (2006) – durch offene Aufgaben positiv unterstützt. In der Mathematikdidaktik bezeichnet Shimada (1997) die methodische Öffnung mit nicht vorgegebenen Lösungen und nicht einseitigen Zielen als „multiple correct answers“ oder „open ended problems“. Diese Kriterien aus der Mathematik lassen sich auf den experimentierenden Sachunterricht übertragen. Im Mittelpunkt stehen die selbstständigen Überlegungen der Schülerinnen und Schüler (und ggf. der Lehrkräfte in der Weiterbildung) über die Ziele und Wirkungsweise von Versuchen (Luchner 1993, S. 22). Fischer und Draxler (2007, S. 646) unterscheiden vier (zunehmende) Grade der Öffnung von (Experimentier-)Aufgaben:

1. Die Aufgabe schreibt explizit einen Lösungsweg vor.
2. Die Aufgabe macht implizite Vorgaben zum Lösungsweg, z. B. durch Handlungsanweisungen oder Benennung der zu verwendenden Materialien.
3. Die Aufgabe lässt mehrere Lösungsmöglichkeiten zu, thematisiert aber einige Alternativen.
4. Die Aufgabe lässt mehrere Lösungswege zu. Es wird weder direkt noch indirekt ein bestimmter Weg vorgeschrieben.

GOFEX

Öffnung

Das GOFEX¹ ist in gestuften Modulen der Öffnung konzipiert, wie sie Falco Peschel (2002) für die Grundschulpädagogik beschreibt. Die fünfteilige Abstufung im GOFEX konzentriert sich dabei auf die methodische und inhaltliche Öffnung (vgl. Peschel 2009a/b). Die Hinarbeitung zu einem selbstständigen Experimentieren ist im GOFEX so umgesetzt, dass in den verschiedenen Öffnungsstufen unterschiedliche Aufgabenformulierungen und Unterstützungsangebote für Schülerinnen und Schüler sowie für Lehrpersonen angeboten werden. Auf Stufe eins ist es z. B. nicht das Ziel, NoS zu betreiben, denn hier sind die Versuchsanleitungen abgegrenzt von (höherwertigen) Experimentieraufgaben, in denen die Entwicklung von passenden Experimenten und die Hypothesenbildung gefördert werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen in möglichst vielen Bereichen des Experimentierens eigene Entscheidungen treffen können (vgl. Engeln & Euler

¹ Für weiterführende Informationen: www.gofex.ch.

2004). Auf Stufe zwei erweitert sich die Öffnung durch die Freigabe der Lösungswege und Vermeidung eines einseitigen Lernziels. Doch auch auf dieser Ebene ist der *Lerninhalt* vorgegeben, so dass der Fokus auf einem bestimmten Themengebiet liegt. Die *Module drei, vier und fünf* auf den entsprechenden Öffnungsstufen von GOFEX erweitern sukzessive die freien Handlungsmöglichkeiten der Lernenden und geben neben den Methoden den Lerninhalt immer weniger vor. In *Modul drei* steht ein klarer, aber recht offen gehaltener Lerngegenstand (Sand, Feuer, Seifenblasen etc.) im Mittelpunkt (vgl. Köster 2006). *Das Modul vier* wird bestimmt von phänomenorientierten Spielzeugen, die verschiedene physikalische Aspekte aufweisen (vgl. Braun & Backhaus 2007), und in *Modul fünf* ist auch die Verengung der Öffnung durch die Präsentation von Phänomenen ausgelassen, so haben die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, Fragen anhand eigener Interessen samt passenden Lösungswegen zu entwickeln.

Aufgaben

Innerhalb der Öffnungsstufen des GOFEX sind Aufgabenformate entwickelt worden, die einerseits ein zunehmend selbstständiges Experimentieren ermöglichen sollen, sich aber gleichzeitig gegenüber üblichen Werkstattangeboten unterscheiden. Die Entwicklung von guten Aufgaben bzw. guten Werkstätten zum Experimentieren im Sachunterricht ist nicht trivial. Aufgaben beinhalten meist ein (implizites) Verständnis darüber, was mit ihnen gelernt werden soll; allerdings sind in vielen Aufgaben fachliche und übergeordnete, heimliche, soziale u. a. Lernziele vermischt. Zudem ist die Abwägung zwischen einer sinnvollen fachlichen Reduktion und der Vermittlung falscher Inhalte nur mit vertieftem Fachwissen zu lösen. Diese Anforderung kann von Primarstufenlehrpersonen meist weder fachlich noch zeitlich gelöst werden, sie sind somit auf (gute) Aufgaben von Fachdidaktiken respektive von der Publikation solcher Aufgaben in Fachverlagen angewiesen. Eine Herausforderung der Konzeption liegt dabei auf einer fachlich angemessenen Reduktion des Themas sowie in der stufengerechten undöffnungsspezifischen Anpassung (vgl. Peschel 2012).

Offenheit bedeutet auch, dass die Aufgabe **verständlich** für die Schülerinnen und Schüler sein muss, damit sie überhaupt bearbeitet werden kann und wenig Unterstützung seitens der Lehrperson nötig ist. Dafür muss bei der Konstruktion – je nach Alters- und Wissensstand der Schülerinnen und Schüler – Text, Gestaltung, Visualisierung und Wortschatzarbeit differenziert werden. Die Verständlichkeit betrifft insgesamt die **Gestaltung** einer Aufgabe; wichtige Informationen müssen von unwichtigen unter-

schieden werden und von Erläuterungen bzw. Erklärungen getrennt sein, so dass bei Schwierigkeiten Unterstützungsangebote schnell entnommen werden können. Der **Text** muss bezüglich der Quantität und der Qualität, aber auch was Schriftgröße und Schriftart sowie den Wortschatz betrifft, angepasst sein.²

Bei der Nutzung von Bildern und Zeichnungen sind die Stimmigkeit und Differenz zu den Texten zu prüfen. Wenn der Versuchsaufbau z. B. als Zeichnung umgesetzt ist und die Materialien im Text beschrieben sind, entlastet man das Aufgabenblatt ggf. von einer komplizierten Versuchsanleitung. Weiterhin sollten – im Sinne eines Scaffolding – Hilfen vorhanden sein, auf die zurückgegriffen werden kann (vgl. Stäudel, Wodzinski 2009).

Die Aufgaben müssen **fachlich richtig** sein und dürfen die Beobachtung oder das Ergebnis nicht durch einen entsprechenden **Titel** vorwegnehmen.³ Konsequenz wäre daher ein Verzicht auf einen ansprechenden Titel zugunsten einer Nummerierung, die im Anschluss durch die Lerngruppe mit einem passenden Titel versehen wird. Dies hat den Vorteil, dass sich die Schülerinnen und Schüler in einer Diskussion über einen Titel mit den Inhalten und den Beobachtungen austauschen müssen.

Unter Öffnung wird häufig verstanden, dass in der Aufgabe explizit keine **Frage** gestellt wird. Jedoch sind zumeist ein klares Vorgehen in einem Versuch und häufig auch eine Lösung „vorgeplant“ oder favorisiert. Ehrlicher wäre es, wenn eine bestimmte Antwort erwartet wird, auch eine Frage klar zu formulieren. Wenn allerdings die Entwicklung von Fragen und Hypothesen Ziel sein soll, dann muss die gesamte Werkstatt diesem Ziel folgen und unter dem Konzept von NoS gestaltet sein. Dies erlaubt die Entwicklung von Fragen in einem „echten“ Experimentierprozess und eine Hypothesengenerierung aufgrund von unklaren oder gegensätzlichen Beobachtungen.

2 Dies ist umso wichtiger, da ein Unterricht, der mit Experimenten arbeitet, ein Fachvokabular benötigt, das zu einem Alltagsverständnis differenziert erlernt werden muss (Beispiel Gewicht und Masse).

3 Bei einer Aufgabe, die „Die wippende Münze“ heißt, ist zu erwarten, dass wohl eine Münze zum Wippen gebracht werden soll. Dabei bereitet das Wort „wippen“ ggf. mehr Schwierigkeiten als die Versuchsdurchführung.

Fazit

Für einen didaktisch aktuell ausgerichteten Sachunterricht werden im Bereich des naturwissenschaftlichen Lernens gute Aufgaben im Sinne einer Vermittlung der Natur der Naturwissenschaften (Nature of Science) benötigt. Die Vermittlung sowohl von fachlichem Wissen als auch von naturwissenschaftlichen Handlungskompetenzen ist in einem herkömmlichen Unterricht schwierig, da geschlossene Aufgabenformate die Beschäftigung mit Methoden und der Variation von Variablen nicht erlauben. Diese Aufgaben müssen in einen Unterricht eingebettet sein, der an konstruktivistischen Zielen orientiert ist und die Schülerinnen und Schüler Lerninhalte und Lernwege mitgestalten lässt. Das GOFEX schafft ein solches didaktisches Szenario. Es will Kindergarten- und Primarlehrkräften eigenes Experimentieren im Sinn des NoS ermöglichen und sie dadurch ermutigen, einen entsprechenden Zugang zu fachlichen und didaktischen Inhalten zu finden.

Literatur

- Artelt, C.; Baumert, J.; Klieme, E. et al. (Hrsg.) (2001). *PISA 2000. Zusammenfassung zentraler Befunde*. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung. Berlin. Online verfügbar: <http://www.mpib-berlin.mpg.de/en/PISA/newweb/ergebnisse.pdf>.
- Blömeke, S.; Risse, J.; Müller, C.; Eichler, D.; Schulz, W. (2006). Analyse der Qualität von Aufgaben aus didaktischer und fachlicher Sicht. Ein allgemeines Modell und seine exemplarische Umsetzung im Unterrichtsfach Mathematik. *Unterrichtswissenschaft*, 34 (4), 330-357.
- Braun, T.; Backhaus, U. (2007). *Offenes Experimentieren in der Lehramtsausbildung*, Beitrag zur DPG-Frühjahrstagung Regensburg. Berlin: Lehmanns Media.
- Engeln, K. (2004). *Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften zu wecken*. Berlin: Logos.
- Engeln, K. & Euler, M. (2004). Forschen statt Pauken. Aktives Lernen im Schülerlabor. *Physik Journal*, 3 (11), 45-47. Online verfügbar: http://www.dlr.de/schoollab/portaldata/24/Resourcen/dokumente/Forschen_statt_pauken.pdf.
- Fischer, H. E.; Draxler, D. (2007). Konstruktion und Bewertung von Physikaufgaben. In E. Kircher, R. Girwitz, P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik. Theorie und Praxis* (S. 639-655). Berlin: Springer.
- Gallin, P.; Ruf, U. (1993). *Sprache und Mathematik in der Schule. Auf eigenen Wegen zur Fachkompetenz*. 3. Auflage, Zürich: Verlag Lehrerinnen und Lehrer Schweiz.

- GDSU (Gesellschaft für die Didaktik des Sachunterrichts) (Hrsg.) (2002). *Perspektivrahmen. Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Höttecke, D. (2001). *Die Natur der Naturwissenschaften historisch verstehen. Fachdidaktische und wissenschaftshistorische Untersuchungen*, Berlin: Logos.
- Köster, H. (2006). *Freies Explorieren und Experimentieren - eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht*. Berlin: Logos.
- Luchner, K. (1993). Physikalische Aufgaben – nicht nur Rechnereien! *PhuD*, 1, 13-23.
- Lunetta, V. N.; Hofstein, A.; Clough, M. P. (2007). Learning and Teaching in the School Science Laboratory: An Analysis of Research, Theory, and Practice. In S. K. Abell, N. G. Ledermann (Hrsg.), *Handbook of Research on Science Education* (S. 393-442). London: Lawrence Erlbaum.
- Mayer, J.; Ziemek, H.-P. (2006). Offenes Experimentieren. *Forschendes Lernen im Biologieunterricht. Unterricht Biologie*, 30, 4-12.
- Metzger, S.; Schär, P. (2009). Bestandesaufnahme an allgemeinbildenden Schulen im Kanton Zürich: Vom Kindergarten bis zur Sekundarstufe I. In E. Stern, S. Metzger, A. Zeyer (Hrsg.), *Expertise zu Naturwissenschaft und Technik in der Allgemeinbildung im Kanton Zürich* (S. 61-79). Online verfügbar: http://www.zhsf.ch/webautor-data/264/ZHSF_Expertise_NATECH09_mit_AN_HANG.pdf.
- Möller, K. (1999). Konstruktivistisch orientierte Lehr-Lernprozessforschung im naturwissenschaftlich-technischen Bereich des Sachunterrichts. In W. Köhnlein (Hrsg.), *Vielperspektives Denken im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Peschel, F. (2002). *Offener Unterricht – Idee, Realität, Perspektive*. Teil I: Allgmeindidaktische Überlegungen. Teil II: Fachdidaktische Überlegungen. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Peschel, M. (2007a). Konzeption einer Studie zu den Lehrvoraussetzungen und dem Professionswissen von Lehrenden im Sachunterricht der Grundschule in NRW. Das Projekt SUN. In R. Lauterbach, A. Hartinger, B. Feige, D. Cech (Hrsg.), *Kompetenzerwerb im Sachunterricht fördern und erfassen*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Peschel, M. (2007b). Wer unterrichtet unsere Kinder? SUN – Sachunterricht in Nordrhein-Westfalen. In K. Möller, P. Hanke, C. Beinbrech, A.K. Hein, T. Kleickmann, R. Schages (Hrsg.), *Qualität von Grundschulunterricht entwickeln, erfassen und bewerten*. Bonn: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Peschel, M. (2009). GOFEX – Grundschullabor für Offenes Experimentieren. Grundlegende Konzeption. In R. Lauterbach, H. Giest, B. Marquardt-Mau (Hrsg.), *Lernen und kindliche Entwicklung* (S. 229-236). Bad Heilbrunn: Klinkhardt (= Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts 19).
- Prenzel, M.; Artelt, C.; Baumert, J. et al. (Hrsg.) (2006). *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie – Zusammenfassung*. PISA-Konsortium Deutschland. Online verfügbar: http://www.pisa.ipn.uni-kiel.de/zusammenfassung_PISA2006.pdf
- Reichen, J. (1991). *Sachunterricht und Sachbegegnung. Grundlagen zur Lehrmittelleihe „Reihe Mensch und Umwelt“*. Sabe, Zürich. Nachdruck: Heinevetter, Hamburg 2008.

- Reinhold, P. (1996). *Offenes Experimentieren und Physiklernen*. Kiel: IPN.
- Rousseau, J. J. (1999). *Emil oder Über die Erziehung*. 13. unv. Aufl., UTB / Schöningh.
- Shimada, S. (1997). The Significance of an Open-Ended Approach. In J. P. Becker, S. Shimada, (Hrsg.), *The Open-Ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics* (S. 1-9). Reston, VA: National Council Of Teachers Of Mathematics.
- Stäudel, L.; Wodzinski, R. (2009). *Aufgaben mit gestuften Hilfen*. Seelze: Friedrich-Verlag
- Wittmann, E. C. (1996). Offener Mathematikunterricht in der Grundschule – vom FACH aus. *Grundschulunterricht* 43, 3-7.