

*Markus Peschel*

## Vom instruierten zum Freien Forschen – Selbstbestimmungskonzepte im GOFEX

### 1 Forschendes Lernen in Kindergarten und Grundschule

Im Sachunterricht der Grundschule wird der Begriff „Forschen“ oder „Forschendes Lernen“ meist im Zusammenhang mit Themen aus den Naturwissenschaften gebraucht, und die Kinder werden zu „kleinen Forschern“ gemacht, die ihre „Forschungsergebnisse“ in ihrem „Forscherheft“ eintragen. Inwieweit diese Forschungsleistungen wirklich erfüllt werden und welche Aspekte des Forschens mit welchen Maßnahmen unterstützt werden können, soll in diesem Artikel unter der Begrifflichkeit der Offenheit (bzw. der Freiheit) beim Forschen thematisiert werden.

Da in den Naturwissenschaften das Experimentieren eine zentrale Erkenntnismethode ist und naturwissenschaftliche Erkenntnisse speziell durch das forschende Experimentieren erworben werden, wird dieses Vorgehen (mehr oder weniger reflektiert) im Schulunterricht übernommen. Die Wirkung, die man sich vom Bezug zum Forschen auf schulischer Ebene erhofft, ist eine Motivierung der Schüler und gleichzeitig eine Hinführung zur Erkenntnismethode in den Naturwissenschaften. Die stärkere Berücksichtigung der Methoden der Erkenntnisgewinnung wurde u.a. von Höttecke (2002), Sodian et al. (2002), Stern (2002), Möller et al. (2002), Leuchter (2012) unter Bezeichnungen wie „Nature of Science“ (NoS) oder „Natur der Naturwissenschaften“ (NdN) thematisiert. Gemein ist diesen Betrachtungen, dass es nicht nur um die Lerninhalte – besonders bezogen auf die Ergebnisse des Experimentierens – geht, sondern vor allem um die Vermittlung der Methoden, die zu den Inhalten führen.

Naturwissenschaftliche Bildung ist für die Grundschule und auch für den Kindergarten in den letzten Jahren wieder populär geworden (vgl. u.a. Franz 2008; Möller 1999), nicht zuletzt durch die Bemühungen von verschiedenen Stiftungen oder bundesweiten Aktivitäten wie „Haus der kleinen Forscher“, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird. Es gibt zudem mittlerweile einige Forschungserkenntnisse, wie Kinder Erkenntnisse zu Naturphänomenen generieren (vgl. Köster 2011; Zimmermann 2012; vgl. auch

Peschel, Köster & Zimmermann 2013). Eine Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Aspekten im Kindergarten oder in Anfangsklassen sowie ein spielerischer Zugang zu Phänomenen erfordert demnach eine spezielle didaktische Expertise seitens der Erzieherinnen und Erzieher bzw. der Grundschullehrkräfte. Sie sollen Kindern ermöglichen, auf ihrem jeweiligen (und heterogenen) kognitiven Niveau Beobachtungen zu machen, eigene Erkenntnisse und Erfahrungen zu sammeln, eigene methodische Zugänge zu den Phänomenen und dem dahinter liegenden Sachverhalt zu suchen, um letztendlich – in einem kommunikativen Austausch – erste Modellierungen im Sinne eines sukzessive aufzubauendem, systematischen Verständnisses anzustreben (vgl. Peschel, Köster & Zimmermann 2012). Allerdings scheint eine Unsicherheit zu bestehen, wie Kindern naturwissenschaftliche Inhalte am besten vermittelt werden, wobei es sowohl Verfechter eines instruktionellen Charakters als auch Vertreter eines weniger gemäßigten Konstruktivismus gibt (vgl. zur Auseinandersetzung zwischen den beiden Polen der Erkenntnisgenerierung im Sachunterricht z.B. Giest, Heran-Dörr & Archer 2012). Insbesondere der Aspekt des eigenständigen Experimentierens wird dabei unterschiedlich gesehen und wird u.a. unter den Aspekten der Instruktion und Konstruktion auch in der Didaktik des Sachunterrichts thematisiert (vgl. u.a. ebd.; Lück 2002; Möller 1999; Einsiedler 2005; Möller 2012; Peschel 2009; Köster 2010).

Für den Kindergarten bzw. die Didaktik im frühkindlichen Bereich scheinen naturwissenschaftliche Ansätze nur bedingt vorhanden (vgl. Zimmermann 2012). Die Besonderheiten des Kindergartens, wie z.B. das Freispiel oder die emotionale Beschäftigung mit Phänomenen (vgl. Mathis & Peschel 2013), werden im naturwissenschaftlichen Bereich des Sachunterrichts kaum genutzt, da spezielle didaktische Ausarbeitungen für den (früh-)kindlichen Bildungsbereich kaum existieren. Dies kann zu Unsicherheiten bei den Kindergärtnerinnen (und Grundschullehrerinnen) und daraus folgend zu Rückgriffen auf traditionelle Inhalte und Methoden führen und bisherige Experimentierverständnisse, die zumeist aus Schulfächern und Fachdidaktiken der Sekundarstufe abgeleitet werden, unreflektiert perpetuieren. Ein Abarbeiten rezeptartiger Experimentieranleitungen und die Behandlung von komplexen physikalischen oder chemischen Phänomenen im Sachunterricht der Primarschule zeigt, dass eine eigenständige Didaktik für die Anfangsklassen und die frühkindliche Bildung (4- bis 8-jährige Kinder, vgl. Lehrplan 21 in der Schweiz) notwendig ist und es nicht genügt, Konzepte aus Bezugsdisziplinen für die Grundschule, Vorschule oder den Kindergarten ‚runterzubereiten‘ (vgl. Schmidt & Melle 2013, Hofstein & Lunetta 2004, Hüpf 2007). Soostmeyer (1978) kritisierte schon den Mangel an Freiraum für das eigene Denken, Umdenken, Überprüfen, Neukonstruieren und das spielerische Herumprobieren. Er bemängelte die ausschließliche Verwendung standardisierter und „perfektionierter“ Versuche bzw. Versuchsanleitungen, die ein Scheitern nicht

vorsehen. „Der im Detail vorgeplante Unterricht verhindert, daß die Schüler nach eigenen Vorstellungen Versuche planen und unter der eigenen Wahl von Materialien, die sie für geeignet halten, Versuche aufbauen und selbst durchführen. [...] Dem Schüler wird kein oder ein nur sehr mäßig bemessener geistiger Freiraum für eigene Versuchsplanungen gegeben“ (ebd., zitiert nach Waldenmaier & Köster 2012). Seitdem haben sich wenige substanzielle Änderungen ergeben, wobei Ramseger ergänzt (2009, 15): „Auffallend für all die vielen Experimente, die Lehrer(inne)n in Fachzeitschriften, Schulbüchern und im Internet angeboten werden, ist, dass sie Kindern ständig Antworten auf Fragen geben, die diese nie gestellt haben. Gleichzeitig bietet der Unterricht selten Gelegenheit, die Fragen, die ihnen bei der Beschäftigung mit der Natur kommen, in Ruhe zu klären.“

Ein intensives und forschendes Lernen im Sinne des genetischen Lernens nach Soostmeyer (2002) erfordert neben einem vertieften (und damit subjektiven) Interesse der Schülerinnen und Schüler sowohl räumliche, zeitliche als auch materielle Flexibilität, was an den o.g. restriktiven „Forschungsumgebungen“, die sowohl Material als auch Durchführung vorgeben, zu bemängeln ist.

Inwieweit die Schülerinnen und Schüler im Unterricht tatsächlich forschen, also selbstständige und für sie neue Entdeckungen machen und/oder sich intensiv und ergebnisoffen mit einem Phänomen auseinandersetzen, wird meist nicht thematisiert. In schulischen „Forschungsaufgaben“ – das Wort trägt den Widerspruch in sich – sind vorformulierte Aufgabentexte mit klaren Erwartungen oder Durchführungsanleitungen enthalten, die dem Forschen enge Grenzen setzen. Aber auch über die Aufgabenstellung hinaus, die ein Freies Forschen mehr oder weniger ermöglicht, sind weitere Determinanten der Beschränkung auszumachen: Aspekte wie Materialauswahl, Materialbereitstellung, Materialdarbietung und selbständige Auswahlmöglichkeit des Experimentiermaterials ermöglichen (oder verhindern) ein Lernzuwachs förderndes und eigenständiges Auseinandersetzen der Schülerinnen und Schüler mit eigenen Fragen bzw. Phänomenen (vgl. auch Peschel 2012). Der Entwicklung einer solchen Forschungsumgebung samt der Entwicklung einer passenden Stufendidaktik sowie der Ausarbeitung von erprobten Umsetzungsbeispielen und der Evaluation des Angebots widmet sich das Projekt „Grundschul-labor für Offenes Experimentieren“ (GOFEX), das aktuell von der PH FHNW in Solothurn an die Universität des Saarlandes transferiert wird. Die Entwicklung und aktuelle Evaluationsergebnisse des GOFEX werden nach einer genaueren Betrachtung der Experimentierkompetenz von Kindern vorgestellt.

## 2 Experimentieren von Kindern

Die Experimentierkompetenz von Schülerinnen und Schülern im Sachunterricht ist in einigen Studien erforscht worden (vgl. u.a. Lück 2000; Möller 1999/2002; Heran-Dörr 2006; Köster 2006). Das zu Grunde liegende Experimentierverständnis und die Definition von Experimenten wird allerdings meist aus einem

elaborierten naturwissenschaftlichen Verständnis bzw. Fachverständnis abgeleitet, was eigenständigen Näherungen von „experimentierenden Aktionen“ samt Einordnung in einen didaktischen Kontext in Kindergarten und Grundschule nur bedingt Rechnung trägt. Unterschiedlich bewertet wird, inwieweit in dem Experimentierprozess Instruktionen für eine entsprechende Erkenntnisgewinnung erforderlich sind. Diese Frage wird je nach Ausrichtung in Hinblick auf instruktionelle oder konstruktive Lernverständnisse different beantwortet. Strukturierungen unterstützen nach z.B. Möller (2002) oder Heran-Dörr (2006) die Schülerinnen und Schüler im Aufbau von Wissen, Köster (2006) zeigt hingegen, dass Kinder auch mit wenig Instruktion Wissen und Können erwerben. Die Forschung in den Naturwissenschaften verlagerte sich in den letzten Jahren stark auf empirisch überprüfbare Variablen, wohingegen die Entwicklung von didaktischen Ansätzen zurückging. Diese Ausrichtung erschwert qualitative Einschätzungen über kindorientierte Näherungsprozesse von Kindern an Phänomene. Nur wenige Studien erheben explorativ die Kompetenzen von Kindern im Kindergarten und der Schule bzgl. ihres Experimentierverständnisses (Fischer et al. 2010). Aktuell werden didaktische Entwicklungsforschungen diskutiert (Einsiedler 2012), die eine entsprechende Überprüfung des avisierten Kompetenzzuwachses aufgrund von entwickelten Lernumgebungen erheben. Insgesamt sollten in der Zukunft weitere Anstrengungen bzgl. der Erforschung von Konzeptionen vorgenommen werden, was vor allem für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht notwendig ist, sofern man nicht nur Experimentier-Konzepte höherer Klassenstufen ableiten möchte. Die Chancen, die in einer spielerischen und emotional wie motivational fördernden Form liegen, sollten für die Weiterentwicklung im Kindergarten und in der Grundschule genutzt werden.

Das im Weiteren skizzierte Projekt GOFEX bearbeitet viele Teilgebiete des Experimentierens und gibt einerseits Einblicke in die vielfältigen und sukzessiv erfolgenden Öffnungen im Experimentierprozess, andererseits werden Beispiele für eine Neuausrichtung des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses gegeben; dabei wird besonders der Bereich der vorschulischen und frühen Bildung berücksichtigt. Ein m.E. zentrales Merkmal ist, dass Kinder sehr bewusst und kontrolliert eigenen Ideen nachgehen und Schlüsse aus eigenständiger Beobachtung ziehen und kommunikativ ihre Erkenntnisse erweitern.

Sie erhalten die Möglichkeit, Fragen und Interessen zu entwickeln, Erkenntnisse zu reproduzieren, um temporär tragfähige Konzepte aufzustellen. Ziel ist es, qualitative Aussagen („dies ist warm“) über Vergleiche („dies ist wärmer als das“) bis hin zu einer messbaren Größe („dieses hat 21 Grad Celsius“) zu entwickeln. Diese Vorgehensweise führt über qualitative Aussagen zu quantitativen oder halbquantitativen Erkenntnissen. Ferner werden etablierte Verfahren angebahnt, wie z.B. gezielte bzw. einzelne Variablenänderung, um detaillierte Erkenntnisse zu generieren. Über einen kommunikativen Austausch der Beobachtungen in der Gruppe

wird den Kindern so frühzeitig die notwendige Intersubjektivität nahegebracht. Die zunehmend genaueren Beobachtungen, der Austausch sowie die sprachliche und schriftliche Fixierung der Erkenntnisse sind dabei zentrale Aspekte.

## 2.1 Forschendes Lernen

Einigen Forschungsansätzen gemeinsam ist die Entwicklung eines forschenden bzw. entdeckenden Lernens bei naturwissenschaftlichen Phänomenen (vgl. Köster 2013; Peschel 2013; Zimmermann 2013). „Entdeckendes Lernen initiiert Erkenntnisprozesse, die geprägt sind durch intrinsische Motivation und Selbstorganisation der Lernenden. Die Verweise auf konstruktivistische Lerntheorien, Offene Unterrichtsmethoden und die Vermittlung von Kompetenzen im Sinne einer „Nature of Science“ (NoS) sind dabei basale Komponenten“ (Peschel, Köster & Zimmermann 2013, 542).

Die Konstruktion von eigenen, vorläufig belastbaren Erkenntnissen ist in diesen Projekten ein wichtiger Aspekt bei der Erarbeitung naturwissenschaftlicher Expertise – nicht nur bei Kindern. Dabei ist die Frage, wie die verschiedenen Zielgruppen (Kinder im Vor- und Grundschulalter bzw. Lehramtsstudierende an der Universität oder Lehrkräfte und Erzieher und Erzieherinnen in Weiterbildungsangeboten) mittels entsprechender Angebote und besonderer Lernkonzepte zum forschenden Lernen angeregt werden können. Ein Ziel der Projekte ist es, die erarbeiteten Konzepte in der pädagogischen Praxis umsetzen zu können und dauerhafte Lernveränderungen zu initiieren. Dabei scheinen ein wichtiges Merkmal bei der Ausbildung von Studierenden projektorientierte Vorgehensweisen samt reflektierter Präsentation der forschend-entdeckend entwickelten Ergebnisse zu sein (Peschel 2015 i.V.).

Um aktuell unterrichtende Lehrkräfte sowie Erzieher und Erzieherinnen zu befähigen, solche konzeptuellen didaktischen Änderungen einzugehen und beim Experimentieren die Eigenständigkeit der Erkenntnisgewinnung zuzulassen und zu fördern, sind methodische und fachliche Weiterbildungen notwendig. „Das forschende Experimentieren in Kindertagesstätten muss von den „Lernbegleitern“ angemessen betreut und gefördert werden. Im Sinne des selbstgesteuerten Lernens sollen die Kinder alleine oder mit Hilfe der Fachkräfte eigenständige Beobachtungen machen, diese beschreiben, vergleichen, systematisieren, reflektieren und ggf. erste Erklärungen entwickeln“ (Peschel, Köster & Zimmermann 2013, 543). Für diese ersten Beobachtungen, Systematisierungen und Modellierungen ist die Auswahl von bedeutsamen, aber zugleich reduzierten Experimenten oder Phänomenen erforderlich. Nicht alle bisher angebotenen Experimente erlauben forschende Zugänge, die es den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, ihren eigenen Fragestellungen nachzugehen. „Die Auswahl von Phänomenen, die eine solche Näherung der Kinder und Schüler erlauben und die eine ausgiebige – im Sinne der Nachhaltigkeit – Beschäftigung mit Naturwissenschaften erlauben“

(Peschel, Köster & Zimmermann 2013, 542), ist eine neue Herausforderung. Die sorgsame Auswahl von entsprechenden Aufgaben und Experimenten für Kindergarten und Grundschule wird ein zukünftiges Forschungsfeld für die Didaktik sein, denn sie müssen einerseits den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess fördern, andererseits bedeutsam für die Kinder und ihre Fragen sein und drittens von Lehrerseite bearbeitbar und vermittelbar sein (was auch die Zugänglichkeit und die Materialdarbietung beinhaltet).

Welche Kompetenzen notwendig sind, damit Lehrkräfte und ErzieherInnen befähigt werden, Schüler und Schülerinnen im experimentierenden naturwissenschaftlichen Bereich zu fördern, wurde bislang wenig untersucht. Das genetische Lernen nach Soostmeyer (2002) oder das sokratische Gespräch nach Wagenschein (1968) können dabei methodische Elemente sein, Lehrpersonen in Schule und Kindergarten die Notwendigkeit des „unbedarften“ Nachprüfens/Nachfragens nahezubringen. Erste Ergebnisse in Bezug auf die Professionalisierung von Lehrkräften bzw. Erzieher und Erzieherinnen (vgl. Peschel 2014 i.V. bzw. Zimmermann 2012) zeigen, dass der eigene Umgang mit Experimenten und die Vermittlung von Experimentierkompetenz im Sinne des NoS wichtige Aspekte der Aus- bzw. Weiterbildung sind. Die Ergebnisse von Zimmermann (2012) belegen, dass eine spezielle Weiterbildung für Erzieher und Erzieherinnen zielführend ist und bewusst geplante und reflektierte „Coachingmaßnahmen“ (ebd.) einen nachhaltigen Aufbau der Kompetenzen ermöglichen.

## 2.2 „frei“ vs. „instruiert“

In den letzten Jahren wird zunehmend eine didaktische Neuausrichtung bei der Vermittlung von Naturwissenschaften gefordert. Dabei geht es darum, den Fokus zunehmend auf den Bereich der Vermittlung der Natur der Naturwissenschaften, ergo um die Erweiterung eines deklarativen Wissensbestandes hin zu kompetenzorientierten Vermittlungsformen zu legen (vgl. Höttecke 2002). Unter der Abkehr des bisherigen Vermittlungsformates – deklaratives Wissen – formieren sich verschiedene Ansätze, die den Fokus mehr hin zu den Aktivitäten und Handlungen bei der Erarbeitung von naturwissenschaftlichem Wissen bei Schülerinnen und Schülern verschieben (vgl. Tesch & Duit 2002). Einige Beispiele für diese neuen Lernformen lauten „forschend-entdeckendes Lernen“, Freies Forschen, Explorieren und Experimentieren (Köster 2006) oder Offenes Experimentieren (Peschel 2012); im angelsächsischen Raum u.a. unter inquiry based learning (Lunetta 2004) behandelt. Gemein ist diesen Ansätzen, Tätigkeiten und Forschungs-Aktivitäten der Schüler und Schülerinnen zunehmend Aufmerksamkeit und Raum zu geben und gleichzeitig zur methodischen Öffnung eine inhaltliche Öffnung des Unterrichts zu ermöglichen, die es erlaubt, nicht nur den Lehrerweg als einzig richtige Erkenntnismethode zu suggerieren, sondern verschiedene Aneignungsmethoden und -möglichkeiten zulässt. Ferner wird mit der Verschiebung des me-

thodischen Zugangs auch grundsätzlich eine inhaltliche Öffnung – also z.B. die Wahl des Lerngegenstandes – einhergehen (müssen), denn beim freien Forschen gibt es nicht nur einen vorgegebenen Weg, sondern vielfältige Experimentiermöglichkeiten und damit auch unterschiedliche Ziele bei den Schülerinnen und Schülern der Klasse.

Unter dem Konzept der Öffnung reihen sich verschiedene Orientierungen ein (Dimensionen nach F. Peschel 2007), die von einem fachlichen oder fachdidaktischen Ansatz ausgehend eher methodisch ausgerichtet sind (vgl. Fischer & Draxler 2007; Engeln 2009), das Kind und seine umfangreichen Verstehensmuster in den Blick nehmen (vgl. Köster 2006), Vorstellungen von Kindern berücksichtigen und durch entsprechende Rekonstruktionen mittels Conceptual-Change-Ansätzen versuchen, fachwissenschaftliches Wissen und Können zu generieren (Möller 2002; Heran-Dörr 2006) oder die Erkenntnisgewinnung zugunsten der genauen Beobachtung und der Infragestellung (sokratisches Gespräch nach Wagenschein 1968) sowie auf beobachtbare Phänomene beim Experimentieren zurückzustellen (Peschel 2012).

Die Aushandlung der verschiedenen Öffnungselemente und Öffnungsstufen ist dabei je nach Ansatz different und reicht von einer methodenorientierten Öffnung (vgl. z.B. Fischer & Draxler 2007) bis hin zur Vermeidung verfrühter Erkenntnisgewinnung und Berücksichtigung von Randaspekten sowie Stärkung des Beobachtens beim Experimentieren (vgl. z.B. Peschel 2012). Die jeweiligen Umorientierungen in Bezug auf bisherige Vermittlungsformen und die damit verbundenen Transferprozesse in die unterrichtliche Praxis sind bislang allerdings nur bedingt konzeptionell verankert (vgl. Priemer 2012).

Weiterhin sind die Ansätze in den verschiedenen Jahrgangs- und Schulstufen bzw. -formen unterschiedlich ausgerichtet. In den Grundschulen dominieren handlungsorientierte Ansätze, die unter dem Begriff „Freies Forschen und Explorieren“ den Kindern vielfältige Gelegenheiten geben, mit Material und Experimenten zu einem vorläufigen Wissen zu gelangen. In der Mittelstufe wird vornehmlich von einer methodischen Öffnungsform ausgegangen, ein gemeinsames Ziel aber beibehalten (Fischer & Draxler 2007).

### 3 Öffnungsstufen und Dimensionen im GOFEX

Obwohl nach Falko Peschel die organisatorische Öffnung nur eine „Pseudoöffnung“ ist und daher auf der Öffnungsskala (vgl. Peschel 2008) nur auf den unteren Ebenen angesiedelt ist, ist die Interpretation dieser organisatorischen Öffnung aus fachdidaktischer Sicht dennoch immanent wichtig – zeigen doch der Zugang zu den Materialien und die Organisation Gelingens- bzw. Verhinderungsbedingungen für das Offene Experimentieren und somit auch deutliche Auswirkungen auf die Wahlmöglichkeiten im Hinblick auf Inhalte und Methoden.

Bei einer Betrachtung der Öffnungsgrade geht es somit einerseits um die verschiedenen Dimensionen nach F. Peschel (2012), die m.E. aber nicht unabhängig voneinander verstanden werden dürfen und sich wechselseitig bedingen. Andererseits sind in jeder Dimension verschiedene Öffnungen bzw. Öffnungsgrade (bei F. Peschel null bis fünf) vorhanden, die in einem fachdidaktischen Diskurs differenziert betrachtet werden müssen. So werden z.B. Merkmale von Aufgaben bei Falko Peschel unter inhaltlicher und methodischer Öffnung verstanden, die entsprechend der fünfstufigen Öffnungsskala mehr oder weniger geöffnet sein können. Andererseits haben Aufgaben durch den inhaltlichen Charakter und die dafür notwendigen methodischen Näherungen auch fachliche Aspekte, Materialauswahl oder Zugänglichkeitsaspekte (zum Material oder Gegenstand), die bislang – aufgrund der eher allgemein ausgerichteten grundschulpädagogischen Sichtweise – bei Falko Peschel weniger im Fokus liegen. Weiterhin sind durch spezifische fachdidaktische Methoden (vgl. von Reeken 2012; Priemer 2012) und ggf. auch durch Gefährdungsaspekte die Zugänglichkeiten des Lerngegenstands mehr oder weniger stark eingeschränkt und müssen bei einer Betrachtung der Öffnungsmöglichkeiten berücksichtigt werden; denn beim Experimentieren geht es z.B. um die Gefährdung durch bestimmte Handlungsweisen beim Experimentieren, andererseits sind bestimmte Themen mehr oder weniger gefährlich und damit generell weniger öffnungsfähig bzw. selbstregulativ. Hier gibt es ungefährliche und gefährliche Aspekte sowie Zugänglichkeitsunterscheidungen, die bei einer Frage nach Instruktion vs. Konstruktion bzw. Anleitung vs. Freiheit beachtet werden müssen.

Die verschiedenen Dimensionen müssen somit unter fachdidaktischen Aspekten besonders aus einer sachunterrichtsdidaktischen Perspektive angepasst bzw. überprüft werden. Dies beinhaltet auch die grundlegende Diskussion bzgl. z.B. der zur Verfügung stehenden Experimentiermaterialien oder der Experimentiermöglichkeiten aufgrund von Räumlichkeiten oder Fachkompetenz.

### 3.1 Material

Das Materialangebot im Allgemeinen bzw. die Zugänglichkeit zum Material oder dem Lerngegenstand an sich bestimmt eine grundlegende Öffnung – bei F. Peschel als organisatorische Öffnung verstanden. Bei einer fachspezifischen Analyse wird jedoch schnell klar, dass diese Öffnungsdimension deutlich in weitere Dimensionen einwirkt, denn ein Kind, das z.B. Meeresströmungen oder Windströmungen untersuchen möchte, kann dies in einem Klassenraum nur beschränkt experimentell erforschen. Sollte die Beschäftigung über einen qualitativen Aspekt hinausreichen und über den Bau und die grundlegenden Funktionen von Windrädern/Windmühlen z.B. den Wirkungsgrad erfassen wollen, sind spezielle experimentelle Anordnungen und Messgeräte notwendig, die in einem Klassenraum selten vorhanden sind (u.a. Windmesser, Leistung des Windrades usw.). Mögli-

cherweise sind die Kinder bei der Bearbeitung auf Medien und deren Aufarbeitung angewiesen, d.h. sie vollziehen professionelle Experimente oder technische Umsetzungen nach, ohne vorab eigene Erkenntnisse zu generieren.

Bei der Frage nach der Realisierung von Öffnung muss somit unter fachdidaktischen Aspekten auch die Materialauswahl, -darbietung und die weitere Unterstützung mit z.B. Messinstrumenten beachtet werden, die ein selbstregulatives Entdecken (Freies Forschen) mehr oder weniger unterstützen.

Im GOFEX ist dies so gelöst, dass weitgehend mit Alltagsmaterialien experimentiert wird und diese so ausgewählt sind, dass sie für Kinder und Erwachsene ungefährlich und bekannt sind. Weitere Materialien, die nicht im Alltag vorkommen oder im Alltag nur von Erwachsenen genutzt werden, sind speziell untergebracht und erfordern eine Schulung bzw. Aufsicht (z.B. Stromversorgungsgeräte).

### 3.2 Sammlung

Der Betrieb bzw. die Benutzung einer Experimentiersammlung hängt eng mit der Materialauswahl zusammen. Die Darbietung des Materials für ein freies Experimentieren beinhaltet damit beide Aspekte: Material und Organisation. Sofern die Materialien frei, d.h. weitgehend unbeeinflusst benutzt werden dürfen, erfordern sie ein hohes Maß an Sicherheit. Dies ist bei Alltagsgegenständen weitgehend gegeben und viele Experimente lassen sich (meist qualitativ) mit Alltagsgegenständen recht gut für einen ersten Erkenntnisschritt umsetzen. Bei z.B. chemischen Experimenten wird allerdings schnell deutlich, dass ein zu freier (ggf. sorgloser!) Zugang das o.g. Gefährdungspotential steigert und damit die Freiheit im Experimentieren schnell eingeschränkt werden muss. Die Auswahl der Materialien beeinflusst somit die Organisation der Materialien im Sinne der Zugänglichkeit, und die Zugänglichkeit schränkt die freie Experimentiermöglichkeit der Schüler und Schülerinnen ein.

Es ist daher sinnvoll, dass einerseits eine Sammlung vorhanden ist, die den Schülern und Schülerinnen größtmögliche Freiheit in der Auswahl und Zugänglichkeit ermöglicht und andererseits eine weitere Sammlung vorhanden ist, die aufgrund des besonderen Materials weiterreichende experimentelle Erkenntnisse ermöglicht. Diese Erweiterung muss ggf. gesondert unterstützt werden und entspricht damit nicht mehr den o.g. Prinzipien der Offenheit bzw. Zugänglichkeit.

Im GOFEX wird dies realisiert, indem das GOFEX-Haus mit Alltagsmaterialien bestückt ist, die den Kindern (und natürlich den Lehrkräften) frei zugänglich sind. Die Sammlung ist wie ein Haus organisiert, in dem die Materialien an dem Platz (in der Kiste) zu finden sind, in dem sie auch zu Hause zu finden wären. Alle Materialien sind eindeutig mit einem Etikett versehen, das eine Farbe und eine Kistenummer trägt, so dass das Wegsortieren/Aufräumen sich auf Farbe und Kistenummer beschränkt. Dieses System hat sich deutlich bewährt und ist auch für Kindergartenkinder (durch Piktogramme) verständlich. Es existieren fer-

ner spezifische Erweiterungen, z.B. ein „Elektrik-Schrank“ oder ein „Messgeräte-Schrank“, die nach Absprache und Einführung in die Gefährdungen bzw. Bedienungen (und ggf. unter Aufsicht) genutzt werden können. So ist die Frage nach Zugänglichkeit und Gefährdung im Sinne eines Offenen Experimentierens gelöst.

### 3.3 Aufgabenentwicklung:

#### Methode und Inhalt in Bezug auf das Experimentieren

Beim Experimentieren bestimmt die Methode die Bearbeitung der Inhalte. Insofern kommt der sorgsamem Generierung eines Experimentierverständnisses und der Einschätzung des Vorgehens bei der Erkenntnisgewinnung besondere Bedeutung zu. Der Begriff Experiment beinhaltet ein Verständnis, das an sich ergebnisoffen im Sinne eines forschenden Lernens ist und i.d.R. keine einfachen Antworten bereithält (vgl. Peschel 2012). Hier sei verwiesen auf die Diskussion zwischen Experiment vs. Versuch und der weiteren Ausdifferenzierung zu Laborieren, Explorieren und Laborexperiment bzw. Lehrerversuch/Schülerversuch (vgl. Grygier & Hartinger 2009b). Auch Heran-Dörr (2012) differenziert im Bereich der Naturwissenschaften zwischen Versuch und Experiment und den damit verbundenen methodischen Vorgehen, was in Bezug auf die Kompetenzfortschritte der Lernenden u.a. durch Untersuchungen von Stern (2002), Lück (2002), Köster (2006) u.a. differenziert diskutiert wird.

Köster hat gezeigt, dass bei einem explorierendem Vorgehen von Kindern ähnliche Überlegungen und Vorgehensweisen genutzt werden wie bei klassischen Experimenten von Forschern. Dies deutet darauf hin, dass das Experiment aus Kindersicht in etwa ähnliche Vorgehensweisen beinhaltet wie das Experiment aus Erwachsenensicht. Also: Ist der von Erwachsenen definierte „Versuch“ für die Kinder nicht ein spannendes „Experiment“ für sie (vgl. z.B. Tesch & Duit 2002)? In dem Moment, in dem von einem klassischen „Versuche durchführen“ (Grygier & Hartinger) der Fokus zu einem Offenen Experimentieren verlagert wird, ändert sich nicht nur die Sichtweise auf die Methode des Experimentierens, sondern auch die Ergebnisse werden (zumindest teilweise) geöffnet im Sinne einer Öffnung der Inhalte. Inwiefern eine inhaltliche Öffnung stattfindet, resultiert aus der Korrespondenz zwischen Methode und Aufgaben bzw. Aufgabenstellung, da hierbei definiert wird, wie deutlich der Inhalt variiert bzw. von den Experimentierenden abgewandelt werden kann/darf. Eine (deutliche) Öffnung der Methode des Experimentierens geht also einher mit einer Öffnung der Inhalte und erfordert eine breitere Fachlichkeit als sie bei klassischen Aufgaben erforderlich ist. Mit der Stärke der Öffnung geht also eine höhere fachliche Qualifikationsnotwendigkeit einher, denn mit den mehrfachen Ergebnismöglichkeiten steigt die erforderliche Fachlichkeit, um die Ergebnisse und die Experimentierwege der Kinder zu begleiten (vgl. auch bzgl. ähnlicher Anforderungen in der Mathematik Becker & Shimada 1997).

## 4 Fazit

Obwohl in den letzten Jahren eine deutliche Fokusverlagerung bei der Vermittlung von naturwissenschaftlicher Kompetenz zu verzeichnen ist und die Frage der Generierung von Erkenntnissen – im Sinne eines Nature of Science – stärkere Berücksichtigung erfahren hat, steht die Umorientierung in den Schulen und Kindergärten noch am Anfang. Erste Forschungsprojekte zeigen, dass die Ansätze in der Weiterbildung und Ausbildung durchaus vielversprechend sind. Durch die Stärkung der MINT-Aktivitäten über verschiedene Aktivitäten steigt sowohl das Angebot von als auch die Nachfrage nach naturwissenschaftlichen Lernumgebungen. Es sind aber vielfältige Aspekte, die bei der Weiterentwicklung von NoS zu beachten sind und mit einer Verlagerung fachdidaktischer Experimentiervorstellungen hin zu der Entwicklung einer Experimentierkompetenz aufbauend auf den Erkenntniswegen der Kinder einhergehen. Das forschend-entdeckende Lernen erfordert ebenso kompetente Lehrkräfte, die den Kindern das Verfolgen eigener Ideen und Vorstellungen (im Sinne von nicht elaborierten Hypothesen) erlauben. Gleichzeitig muss das Lernumfeld angepasst werden, damit die Freiheit in der Erkenntnisgewinnung durch die Materialauswahl oder den Zugang zu Experimentiermaterialien nicht mehr als nötig eingeschränkt wird. Didaktische Lernwerkstätten wie das Grundschullabor für Offenes Experimentieren zeigen, dass mit einem entsprechenden Angebot die Freiheit deutlich gesteigert werden kann und durch die Auseinandersetzung sowohl Veränderungen im Selbstkonzept bei den angehenden Lehrkräften erreicht werden können als auch, dass die Schülerinnen und Schüler auf mannigfache Weise profitieren: Zunächst als Teilnehmende in einer didaktisch ausgerichteten Lernwerkstatt bzw. einem Schülerlabor (vgl. Haupt et al. 2013) und weiterhin durch in diesen Lernwerkstätten ausgebildeten Lehrkräften, die den Wegen der Kinder auch im Unterricht mehr Raum und Zeit einräumen und damit eine vertiefte naturwissenschaftliche Expertise ermöglichen. Entscheidend aus fachdidaktischer Perspektive ist die Frage nach der Zugänglichkeit und der freien Auswahl des Materials und den damit verbundenen Experimentiermöglichkeiten. Dies betrifft grundlegende Überlegungen bzgl. der Raum- und Materialorganisation, die ein Freies Forschen unterstützt oder verhindert. Aber auch die Qualifikation der Lehrperson ist entscheidend, um das Experimentieren der Kinder in dieser Lernumgebung durch Abwägung der fachlichen, fachdidaktischen und pädagogischen Bezüge und der Kompetenzentwicklung der Kinder sinnvoll zu unterstützen. Diese grundlegenden Fragen nach einer entsprechenden Lernumgebung stehen vor einer weitergehenden Betrachtung der Entwicklung und Darbietung von Aufgaben bzw. Aufgabenformaten, die ebenfalls mehr oder weniger geschlossen/offen sein können. Ohne eine unterstützende Sammlungs- und Materialorganisation auf organisatorischer Ebene sind weitere Öffnungen auf inhaltlicher oder methodischer Ebene ineffektiv, da hier die basale

Öffnung durch die Organisationsform schon deutlich einschränkend wirkt. Es gibt beim Experimentieren vielfältige Beschränkungen aufgrund des Themas, der Zugänglichkeit, des Gefährdungspotentials u.v.a.m. Daher müssen die Möglichkeiten beim Experimentieren in einer entsprechenden Lernumgebung soweit wie möglich geöffnet werden, um eine eigenständige Kompetenz der Kinder beim Experimentieren im Sinne des NoS aufzubauen.

## 5 Literatur

- Adamina, Marco (2010): Mit Lernaufgaben grundlegende Kompetenzen fördern. In: Labudde P. (Hrsg.): Fachdidaktik Naturwissenschaft 1.–9. Schuljahr. UTB 3248. Bern, Haupt, 117–132.
- Becker, Jerry P. & Shimada, Shigeru (1997): *The Open-Ended Approach: A New Proposal for Teaching Mathematics*. – National Council of Teachers of Mathematics, Reston, Virginia, USA.
- Fischer, Hans E. & Draxler, D. (2007): Konstruktion und Bewertung von Physikaufgaben. In: Kircher; Girwidz & P. Häußler (Hrsg.): *Physikdidaktik*. Heidelberg, Springer, 639-655.
- Fischer, Hans-Joachim; Antal, Sandor; Barabási, Tünde et. al (2010): Natur und Technik in frühen Bildungsprozessen. *NATUR-BILD. Die Naturphänomene Luft und Wasser. Handbuch Teil 1: Pädagogische Förderung*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Grygier, Patricia & Hartinger, Andreas (2009a): Gute Aufgaben Sachunterricht. Cornelsen Scriptor.
- Grygier, Patricia & Hartinger, Andreas (2009b): Grundschulkind als Forscher. Auf dem Weg zum naturwissenschaftlichen Experiment. Teil 2: Versuche durchführen. *Grundschulmagazin*, 77, H5, 51-54.
- Haupt, Olaf; Domjahn, Jürgen; Martin, Ulrike; Skiebe-Corrette, Petra; Vorst, Silke; Zehren, Walter & Hempelmann, Rolf (2013): Schülerlabor – Begriffsschärfung und Kategorisierung. *MNU* 66/6, 324–330.
- Hofstein, Avi & Lunetta, Vincent N. (2004): The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88, 28-54.
- Hüpf, M. (2007): Problemorientierte Schülerexperimente. In: Niedderer; Fischler & Sumfleth (Hrsg.): *Studien zum Physik- und Chemielernen*. Bd. 68. Berlin: Logos Verlag.
- Köster, Hilde (2006): *Freies Explorieren und Experimentieren - eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht*. Logos: Berlin.
- Lück, Gisela (2000): Naturwissenschaften im frühen Kindesalter. Untersuchungen zur Primärbegegnung von Vorschulkindern mit Phänomenen der unbelebten Natur. In: *Naturwissenschaften und Technik – Didaktik im Gespräch*. Bd. 33. Münster: LIT.
- Lunetta, Vincent N. (1998): The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching. In: Fraser & Tobin (Hrsg.): *International Handbook of Science Education*. Dordrecht (NL): Kluwer Academic Publishers, 249-262.
- Möller, Kornelia (1999): Verstehendes Lernen im Sachunterricht - Wie kommt es, dass ein Flugzeug fliegt?. In: Brechel, R. (Hrsg.): *Zur Didaktik der Physik und Chemie. Probleme und Perspektiven*. Alsbach/ Bergstraße: Leuchtturm, 164-166.
- Möller, Kornelia (2002): Technisches Lernen in der Grundschule - Wege zum konstruktiven Denken im Sachunterricht. *Grundschule*, 34(2), 51-54.
- Peschel, Falko (2010): *Offener Unterricht. Band 1: Idee, Realität, Perspektive und ein praxiserprobtes Konzept zur Diskussion. Teil I: Allgemeindidaktische Überlegungen*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Peschel, Markus (2015 i.V.): Offenes Experimentieren aus Sicht der Experimentierenden. In: Fischer, Giest & Michalik: *Bildung im und durch Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

- Peschel, Markus (2012): Gute Aufgaben im Sachunterricht. Offene Werkstätten = Gute Aufgaben? In: Kosinar & Carle: Aufgabenqualität in Kindergarten und Grundschule. Grundlagen und Praxisbeispiele. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 161-172.
- Peschel, Markus & Hermann, Christopf (2010): Materialnutzung im Sachunterricht – Einflüsse des Materials auf die physikalischen Anteile des Sachunterrichts. In: Höttecke, D. (Hrsg.): Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung. Berlin: LIT.
- Peschel, Markus (2009): „Der Begriff der Offenheit beim Offenen Experimentieren“. In: Höttecke, Dietmar (Hrsg.): Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung. Berlin: LIT, 268-270.
- Priemer, Burkhard (2011): Was ist das Offene am offenen Experimentieren? Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 17, 315-337.
- Ramseger, Jörg (2009): Experimente, Experimente. Die Grundschulzeitschrift 225/226, 14-20.
- Soostmeyer, Michael (2002): Genetischer Sachunterricht. Schneider-Verlag: Hohengehren.
- Tesch, Maike & Duit, Reinders (2002): Zur Rolle des Experiments im Physikunterricht. CD der Jahrestagung des Fachverbandes Didaktik der Physik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Leipzig. Münster: Universität Münster, Institut für Didaktik der Physik.
- Wagenschein, Martin (1965/1999): Zum Problem des Genetischen Lehrens. In: Wagenschein (Hrsg.): Verstehen lehren. Weinheim: Beltz, 55-103.
- Wagenschein, Martin (1968): Verstehen Lehren. Genetisch-sokratisch-exemplarisch. Weinheim, Basel: Beltz.
- Wittmann, Erich (1996): Offener Mathematikunterricht in der Grundschule – vom FACH aus. Grundschulunterricht 43, 3-7.