

Interaktion und Kommunikation beim Experimentieren von Kindern

Eine Untersuchung über interaktions- und kommunikationsförderliche Aufgabenformate

Bundesweite Aktivitäten wie das vom Ministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte »Haus der kleinen Forscher« finanzieren die Anschaffung von Forscherkisten mit (scheinbar) fertigen Versuchsbeschreibungen und Materialien, gedacht für den unmittelbaren Einsatz im Klassenzimmer. Auf dem Schulmarkt erhältliche »Rezeptbücher« mit detaillierten Anleitungen, vorgegebenen Beobachtungen und Lösungswegen sowie anschließenden Erklärungen prägen die unterrichtliche Experimentierlandschaft. Da die fachliche und fachdidaktische Expertise im Bereich Naturwissenschaften von Lehrkräften eher gering ist (vgl. Peschel/Struzyna 2007), greifen die zudem überwiegend fachfremd unterrichtenden Grundschullehrkräfte häufig zu solchen Unterlagen.¹ Auf diese Weise können zahlreiche »Nebenwirkungen«² der vorgefertigten Experimente Einzug in den (frühen) naturwissenschaftlichen Unterricht erhalten und grundlegende Einsichten der Lernenden in die »Nature of Science« verringern (Höttecke 2001).

Welche Einsichten Kinder beim Experimentieren in Gruppenarbeiten entwickeln und wie diese durch die Offenheit oder Geschlossenheit der Aufgabenstellungen beeinflusst werden, lässt sich z.B. über die Analyse der Aushandlungen der Kinder im Experimentierprozess erschließen. Im Zentrum der hier skizzierten Studie stehen daher konkrete Interaktionsprozesse, die sich beim aufgabenbasierten Experimentieren von Kindern zei-

gen. Um zu verstehen, wie Aufgabenstellungen den Aushandlungsprozess beim Experimentieren verändern, soll der Frage nachgegangen werden, wie die experimentierenden Grundschüler bei unterschiedlicher Offenheit der Experimentierangebote (miteinander) interagieren und welche Formen der Strukturierung sie dabei selbst suchen.

Experimentieren

Das Experiment, die zentrale empirische Methode der Erkenntnisgewinnung, gilt in den Fachwissenschaften als anspruchsvolle Arbeitsweise, »welche sich durch die Planmäßigkeit, Wiederholbarkeit und systematische Variation, respektive Konstanthaltung von Variablen auszeichnet« (Barzel et al. 2012, 113). Das systematische Variieren jeweils genau eines Merkmals (Variablenisolation) ist notwendig, um einen (vermuteten) Zusammenhang reliabel nachweisen zu können: »Nur Wiederholungen zeigen, welche Eigenschaften und Phänomene *wesentlich* sind. Ein einmaliges Experiment erlaubt darauf keine Rückschlüsse« (Gottwald 2016, 175). Solch konfirmatorisches Experimentieren dient der Hypothesen- bzw. Theorie*überprüfung* und ist vom explorativen Experimentieren zwecks Theorie*bildung* zu unterscheiden (vgl. Schulz et al. 2012). Vor allem letzteres darf schulisch nicht vernachlässigt werden.

Begrifflichkeiten zu naturwissenschaftlichen Erkenntnisverfahren im Unterricht finden sich in der fachdidaktischen Literatur vielfach und vielfältig. Sie werden nicht einheitlich, teils sogar mehrdeutig gebraucht. Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass Experimentieren im fachdidaktischen Sinne »eine an das wissenschaftliche Experimentieren angelehnte Methode« (Wodzinski 2006, 124) bezeichnet. Jedoch lässt sich das skizzierte Experimentierverständnis selten im Unterricht wiederfinden und experimentelle Aktionen im Kindergarten oder in der Grundschule sind durchaus (sowohl positiv als auch negativ) von einem elaborierten naturwissenschaftlichen Fachverständnis zu unterscheiden (vgl. Peschel 2014).

Experimentieren in reduzierten geschlossenen Settings

Ein Umgang mit Realien oder das Abarbeiten rezeptartiger Anleitungen reichen oftmals aus, um in der Schule von »Experimentieren« zu sprechen (vgl. Barzel et al. 2012). Viele Schülerexperimente sind didaktisch reduziert, standardisiert und oft vollkommen trivial (vgl. Harlen 1999). Der langwierige, teils mühsame Weg der Erkenntnisgewinnung mit explorativen Näherungsformen, Momenten des Scheiterns oder stetigen Phasen des Umplanens aufgrund eigener Beobachtungen bleibt aufgrund dieser Verkürzung auf ein rein »**experimentelles Handeln**« verborgen (vgl. Schulz et al. 2012). Um ein bestimmtes Ergebnis zu erreichen oder einen vorab festgelegten Sachverhalt zu demonstrieren, strukturiert die Lehrperson den Erkenntnisweg, verkürzt

- 1) Die fachliche und fachdidaktische Aufarbeitung wird dem Lehrmittel entnommen und nur selten – auch aufgrund von Zeitmangel und fehlender fachlicher Expertise (Peschel / Struzyna 2007) – kritisch geprüft. Eine Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt findet meistens nur auf der methodischen Ebene statt: Wie setze ich es ein? Funktioniert das so? Kriege ich das hin? Was können die Kinder dabei »raus-kriegen«? Macht es »Spaß«?
- 2) Eine positive Nebenwirkung wäre eine gemeinsame, kritische Auseinandersetzung mit den vorgegebenen Experimenten. Indem Lehrende und Lernende gemeinsam versuchen, den fachlichen Hintergrund zu eruieren, könnte sich eine gemeinsame Erkenntnisgewinnung ergeben, im Sinne von: »Ich verstehe davon leider nichts ... die haben hier Experimente vorgeschlagen. Wofür die gut sein sollen, wollen wir gemeinsam herausfinden. Was die Autoren der Experimente schreiben, könnte auch falsch sein!«

Beobachtungsprozesse und lässt weiterführende Ideen, Umwege oder eigenständige Planungen zumeist nicht zu.³ Schüler experimentieren, forschen und entdecken hier *nicht* selbst, sondern sie experimentieren *nach*, forschen *nach* und entdecken *nach*. An die Stelle fruchtbarer Aushandlungsprozesse zum intensiven Durchdenken eines Phänomens treten Arbeitsblätter, die das »Forschen« der Kinder strukturieren und sie zur Abarbeitung eines immer gleichen Frage-Zeichnung-Antwort-Schemas mit einer einzig richtigen, herauszubekommenden Lösung drängen (vgl. Peschel 2016).

Dass durch die schulische Anleitungspraxis – überspitzt ausgedrückt – Handlungsabläufe von Einzelkämpfern sozialisiert und verinnerlicht werden, steht konträr zu Heisenbergs Diktum »Physik entsteht im Gespräch«; Physiktreiben als Prozess sprachlichen Aushandelns ist letztlich Interaktion (vgl. Leisen 1998). Gerade das Kompetenzerleben, das Empfinden von Autonomie und Entscheidungsverantwortung sowie soziale Eingebundenheit sind Wegbereiter naturwissenschaftlicher Erkenntnis (vgl. Deci/Ryan 1993). Dieser Feststellung zustimmend, halten Vogt und Meier (2013) fest, dass der sorgsam Gestaltung von Aufgaben eine Schlüsselfunktion zukommt.

Experimentieren mit zunehmender Öffnung

Im Lehr-Lern- und Bildungskontext begegnen uns unterschiedliche Varianten des Experimentierens, wobei nach Wedekind (2012) mit dem ungesicherten Explorieren und dem kontrollierten Prüfen zwei divergierende Bedeutungsextreme unterscheidbar sind. In der klassischen Unterrichtspraxis arbeiten die Schüler meist nach Anleitungen, die (stark) gelenkte Schritte vorgeben und in der begrifflichen »Einsargung« eines Phänomens münden (vgl. Leisen 1998). Statt eigenständig zu planen, notieren die Kinder in der fremdstrukturierten Unterrichtspraxis Frage, Vermutung, Beobachtung (häufig als Zeichnung) sowie Erklärung (als Antwort auf die Frage) und zumeist einen vorformulierten Merksatz in ihre Hefte (vgl. Muckenfuß 2013). So gelangen sie auf dem gewünschten Weg zu den gewünschten (und »gesicherten«) Erkenntnissen.

Diesem üblichen, geschlossenen »Versuchedurchführen« stehen offene Ansätze gegenüber, die Formen des Freien Explorierens und Experimentierens (Köster 2006) oder des Offenen Experimentierens (Peschel 2009) anstreben und eine Veränderung des Experimentierens hin zu den eigenen Erkenntnissen der Schüler sowie eine Abwendung von der Zielfokussierung des Lehrers fordern.

3) Wedekind (2012) kritisiert die didaktisch durchgestylten Lernumgebungen, die mit ihren immer gelingenden Versuchen der Herstellung eines gewünschten Effektes dienen – gewissermaßen auf Knopfdruck. Den Kindern signalisiert dies, dass es auf eine Frage genau eine passende Antwort gibt.

Um dies zu erreichen, werden »Selbstkonstruktionsprozesse bei Kindern angeregt, prozessorientierte Kompetenzen sowie die eigene Beobachtung und der kommunikative Austausch in den Mittelpunkt der Auseinandersetzung gerückt« (Peschel 2016, 120). Kindorientierung bedeutet, eigene Lösungswege oder Lernziele der Schüler zuzulassen und auszuhalten, dass Lerninhalte nicht in einer vorab von der Lehrperson determinierten Form bearbeitet werden (vgl. Peschel 2009).

Zahlreiche quantitative Studien belegen die Überlegenheit eines experimentellen, konstruktivistisch-offenen Arbeitens (in Kleingruppen) gegenüber einem fragend-entwickelnden, unidirektionalen Frontalunterricht (vgl. z. B. Walpuski/Sumfleth 2007). Gleichzeitig weisen andere Untersuchungen darauf hin, dass in den Experimentierphasen strukturierende Instruktionen für eine entsprechende Erkenntnisgewinnung zwingend erforderlich sind (vgl. z. B. Seidel et al. 2005). Dass Kinder unterrichtliche Freiräume in Folge weniger Impulse oder Hilfestellungen durch eine sich sehr zurückhaltende Lehrperson jedoch durchaus nutzen, zeigen Soostmeyer (2002) oder Kauerz et al. (2014) an einigen Beispielen zu physikalischen Sachverhalten: Die Lernenden entwickeln eigenständig Ideen für Experimente, die sie planen und durchführen. Dabei sammeln sie Phänomenerfahrungen, tauschen sich untereinander aus, ziehen aus ihren Beobachtungen Schlussfolgerungen und sind in der Lage, Zusammenhänge herzustellen und zu einem wissenschaftsorientierten Denken zu gelangen. Köster (2006) dokumentiert den Erwerb von Wissen und Können bei Kindern, die beim Freien Explorieren und Experimentieren selbstbestimmt »ohne Anleitung, Anregung oder Belehrung« (S. 37) auskommen.

Interaktion und Kommunikation beim Experimentieren

Hofstein und Lunetta (2004) legen eine interessante Definition unterrichtlichen Experimentierens vor, die explizit den Interaktionsbegriff integriert: »In this review, we define science laboratory activities as learning experiences in which students interact with materials and/or with models to observe and understand the natural world« (S. 31). Während dabei die Beziehung der Lernenden zu den Versuchsmaterialien fokussiert wird, darf auch die Interaktion zwischen den Beteiligten nicht vernachlässigt werden (siehe Abbildung 1). Naturwissenschaft ist insgesamt und auch in der Schule als soziales System organisiert, auf ein Gegenüber angewiesen und entsteht in einem interaktiven Prozess der Aushandlung und Aushandlung (vgl. Leisen 1998): Beim Experimentieren tauschen Kinder sich über Erfahrungen aus, formulieren Regelmäßigkeiten und Abweichungen, hinterfragen (konträre) Einschätzungen im kommunikativen Diskurs und erlernen so frühzeitig die notwendige Intersubjektivität des Forschens (vgl. Peschel 2014).

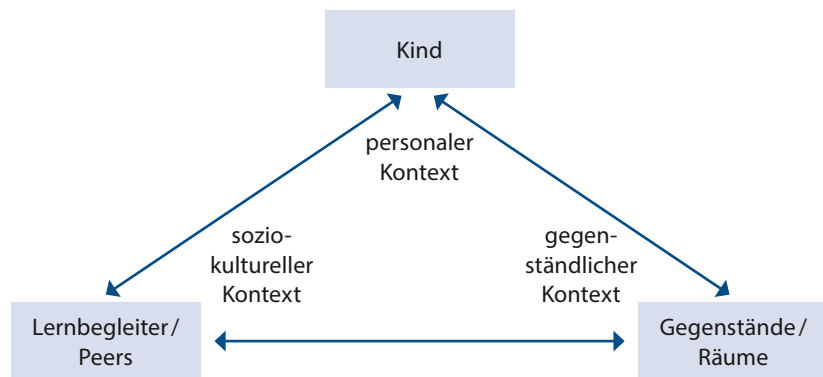


Abb. 1: Interaktionsmodi des Experimentierens (nach Graf/ Kekeritz 2016)

Auffällig bei einem Großteil der vorliegenden Untersuchungen zu Interaktionsprozessen beim Experimentieren ist die Dominanz empirisch-quantitativer Zugänge, die sich auf eine Wirkungsanalyse schulischen Experimentierens in unterschiedlichen Interventionsmaßnahmen bzw. Strukturierungsgraden beschränken. Bisherige Studien fragen vor allem nach dem »Output«; auf das *Wie* des je spezifischen Interagierens gehen sie nicht ein. Allenfalls Roth (1995) verweist beispielsweise darauf, dass die Schüler »eine offene Problemsituation auf kreative Weise strukturierten« (ebd., 158), ohne jedoch konkreter zu werden. Die wenigen qualitativen Forschungsprojekte beschreiben selten, wie die Interaktionen *im Detail* ablaufen oder durch welche (Teil-)Prozesse sie gekennzeichnet werden können.

Methodik

Die methodologische Ausgangssituation dieser Studie wird durch ein Desiderat an (qualitativen) Fallstudien, welche die Interaktion und Aushandlung selbst fokussieren, bestimmt. Im Zentrum stehen deshalb konkrete Interaktionsprozesse, die sich beim zunehmend offeneren, aufgabenbasierten Experimentieren von Kindern im Grundschullabor für Offenes Experimentieren (GOFEX)⁴ zeigen. Da »die wechselseitige Relation von Fremd- und Selbstbestimmung« (Perrez et al. 2006, 420) von besonderem Interesse ist, bestimmen verschiedene Strukturierungsgrade die eingesetzten Aufga-

4) Das Grundschullabor für Offenes Experimentieren (GOFEX) stellt für das Untersuchungssetting ein Raum-, Material- und didaktisches Konzept zur Verfügung. Das GOFEX setzt auf Alltagsmaterialien aus der Umwelt der Kinder, die allgemein bekannt bzw. ungefährlich sind und sich deshalb frei zugänglich in einem Ordnungssystem (GOFEX-Haus) befinden (Peschel/Schumacher 2013, 87 f.).

benstellungen.⁵ Erforscht werden soll insbesondere, inwieweit sich im Aushandlungs- und Interaktionsprozess **Momente der Fremdstrukturierung** (durch das Material, die Aufgabenstellung oder die schulische Sozialisation) zeigen und welche **Möglichkeiten bzw. Formen zur Selbststrukturierung** die Lernenden beim Experimentieren auf den verschiedenen Graden selbst suchen und finden.

Der Experimentierprozess wurde videographiert und »von außen« beobachtet sowie analysiert. Im Unterschied zur quantitativen Forschung geht es jedoch nicht um eine Überprüfung von ex ante formulierten Hypothesen, sondern darum, durch eine möglichst genaue Beschreibung und Analyse der experimentellen Interaktion einen ersten Zugang zum Untersuchungsfeld zu finden und anhand einzelner Fälle passende Konzepte zu generieren (vgl. Tiefel 2005). Hinsichtlich Erhebung und Aufbereitung der Daten fiel die Entscheidung auf das von Strauss und Corbin (1996) formulierte Kodierverfahren im Rahmen der Grounded Theory⁶: Um konzeptuelle Kategorien und ihre Eigenschaften in den Daten zu identifizieren, zu generieren und zueinander in Beziehung zu setzen, muss der Forscher ständig Vergleiche anstellen und Ähnlichkeiten bzw. Unterschiede im Material suchen (vgl. Glaser/Strauss 2010).

Ergebnisse

Peschel (2014) kritisiert, dass vorformulierte Aufgabentexte klare Erwartungen transportieren, dem Forschen und der Interaktion unter den Experimentatoren enge Grenzen setzen und das naturwissenschaftliche Lernen letztlich auf formale Arbeitstechniken sowie die Anwendung von Routinen mit einer einzigen Lösung beschränken. Darüber hinaus stellt auch das Material, mit welchem experimentiert wird, einen strukturierenden Faktor und somit einen Eingriff in die Offenheit dar. In der vorliegenden Videostudie konnten beide Formen der Fremdstrukturierung beobachtet werden. Dies wird in verschiedenen beobachteten Sequenzen deutlich.

5) Insgesamt wurden in der Studie zwei Einheiten durchgeführt, wobei jeweils zwei Kinder einer vierten Klasse (zwei Tandems) teilnahmen und dabei videographiert wurden, wie sie gemeinsam experimentieren und Lernaufgaben verschiedener Öffnungsstufen bearbeiten (vgl. Peschel 2014).

6) Die Grounded Theory macht eine prozessorientierte und explorative Erforschung möglich und weist zugleich einen für pädagogische Fragestellungen äußerst fruchtbaren »Doppelbezug auf Prozesse und Handlungsstrukturen« (Tiefel 2005, 73) auf.

Beispiel 1: Geschlossenes Experimentieren (Material)

Geschlossenes Experimentieren gibt mit der Auswahl an Materialien eine Strukturierung vor. Grundsätzlich obliegt es zwar den experimentierenden Kindern, ob sie strikter oder freier mit diesen Vorgaben umgehen, doch werden sie es aufgrund schulischer Sozialisation gewohnt sein, den Anweisungen zu folgen und mit dem vorgegebenen Material zu handeln. Möglicherweise nutzen sie die Anleitungskarte sogar als Kontrollinstrument, wenn es z. B. um benötigte Glasflaschen geht:

V. steht vorm Kühlschrank und sucht nach einer Glasflasche für den »Flaschengeist-Versuch«. S. bleibt am Platz und liest in der Anleitungskarte (Flaschengeist, geschlossenes Experimentieren).
V.: *eiskalte oder einfach nur kalte?* (bringt schließlich eine kalte Glasflasche mit) *Holen wir einfach mal kalte!*
S.: *Warte ... kalte Glasflasche, sonst würde da – glaube ich – eiskalte draufstehen!*
V.: *Da steht aber nirgendwo drauf, wie viel da drin ist!* (begutachtet die Glasflasche, setzt sich mit Material auseinander) *Doch! Fünf Milliliter, wie viel waren es?*
S.: (mit Blick auf die Anleitung) *Null-Komma-Sieben.*

Jenes Festhalten und Kontrollieren an den Vorgaben der Anleitung wurde als »Materialzwang« bzw. »Materialgebundenheit« kodiert. Als »Der Flaschengeist« bei der Jungengruppe nicht funktioniert und sich der vorweggenommene Effekt nicht einstellt, überprüfen N. und M. ebenfalls alle Materialien und suchen nach Volumenetiketten:

M.: (prüft die Flasche auf dem Tisch) *Null-Komma-Sieben.*
N.: (danach ebenfalls prüfend) *Das ist 'ne Null-Komma-Siebener.*
M.: (schaut noch genauer hin, mit prüfendem Blick) *Wo steht das?*
N.: *Keine Ahnung, aber die war doch extra dafür vorbereitet.*

In diesem Dialog zeigt sich eine Problematik der vorbereiteten Lernumgebungen. N. geht davon aus, dass die bereitgestellte Glasflasche den Anweisungen (exakt) entsprechen müsse, da sie *extra dafür vorbereitet* wurde. Die Jungen könnten daraus folgern, dass der Versuch ausschließlich mit Flaschen eines Volumens von 0,7 Litern gelingt. Neben einer Vorauswahl bestimmter Utensilien leitet auch die Formulierung rezeptartiger, kleinschrittig führender Anleitungen die Gedankenwege und Handlungen auf bestimmte vorgegebene Bahnen, deren Pfade die Schüler nicht verlassen.

Beispiel 2: Geschlossenes Experimentieren (Aufgabenformulierung)

N. und M. experimentieren gemeinsam nach Anleitung (Flaschengeist, geschlossenes Experimentieren) und halten sich genau an die Durchführungsbestimmungen. Beide legen ihre Hände direkt um die kalte Glasflasche.
Der erwartete Effekt (klappernde Münze) tritt nicht auf.
N.: (nach 5 Sek., enttäuscht) *Hä? Die klirrt aber nicht! Hä?*
Experiment missglückt!
M. legt derweil die Hände noch mal um die Glasflasche.

Obleich N. und M. den Versuch noch einige Male wiederholen, stellt sich der erwartete Effekt nicht ein.⁷

Insgesamt lässt sich beim geschlossenen Experimentieren überwiegend ein ritualisierter Vierschritt – aus Anleitung lesen, befolgen, dabei beobachten (oder eher: auf den Effekt achten, der eintreten muss) und aufschreiben – nachweisen. Lediglich etwa ein Viertel der Zeit verwenden die Schüler darauf, den Versuch tatsächlich durchzuführen und dem eigentlichen Phänomen wahrnehmend zu begegnen, ein weiteres Viertel dient dem Aufbau bzw. Aufräumen. Die schnelle Dokumentation hat bei den Kindern eindeutig Vorrang und sie lassen sich keine Zeit zum Durchdringen des Phänomens! Diese Vorgehensweise deutet darauf hin, dass die Schüler den Modus des »Abarbeitens« gewohnt sind (Carle / Metzen 2008, 100 f., 113). Die Erwartung der Kinder wie der Lehrkräfte ist zumeist, dass trotz fehlleitender Aufgabenstellung, ohne fachlich fundierte Fragestellung und bei gleichzeitig oberflächlicher Wahrnehmung während des Versuchs die Schüler und Schülerinnen einen Versuch auswerten und dokumentieren, um zu einem »Ergebnis« zu gelangen.

Die Aufmerksamkeit wird nahezu ausschließlich darauf fokussiert, den in der Aufgabenstellung vorweggenommenen Effekt nicht zu verpassen. Andere Wahrnehmungsreize (Veränderungen der Kondensation der Glasflasche) oder Lösungsansätze (Zuhilfenahme eines Föhnes oder einer kälteren Flasche) blenden die Kinder aus. Im Gegensatz zu den geöffneten Aufgabenformaten (s. S. 76 f.) zeigen sich auch keine Phasen der Orientierung oder Exploration (vgl. Köster 2006). Die Schüler warten letztlich zielgerichtet darauf, dass die im Vorfeld gegebene oder antizipierte Beobachtung eintritt und setzen sich nicht mit dem physikalischen Sachverhalt auseinander.

7) Die Ursache dafür kann in der pro Durchgang zu kurzen Experimentierdauer gesehen werden: Die Jungen umfassen die Glasflasche jeweils für durchschnittlich fünf Sekunden. Diese Zeit reicht nicht aus, damit die (kalte) Luft im Inneren der Glasflasche sich ausreichend erwärmen kann.

Später entziehen sie sich der Situation zwecks anderer, zum Teil spielerischer Tätigkeiten. Bei N. macht sich die Frustration über den (als misslungen empfundenen) Versuch bemerkbar, bis hin zur im Sinne der »Nature of Science« gefährlichen Einschätzung des Experiments als reine Glückssache! Selbst wenn die Schüler sich – in Reaktion auf das Nichtfunktionieren des Experiments – schrittweise an die Grenzen der Anleitung heranarbeiten und diese austesten, bleiben sie letztlich immer an die Anleitung gebunden und handeln im Rahmen der von ihr gesetzten Strukturen. Schließlich besprechen die beiden Jungen den Abbruch des Versuchs:

N. fragt M.: *Willst du noch weiter probieren bei dem Experiment? Sollen wir noch probieren, es hinzukriegen? Das wird jetzt glaub ich nix mehr!*
M.: *Ja ...* (unverständlich).

Die Mädchen V. und S., bei denen der Versuch zunächst auch nicht funktioniert, zeigen andere Reaktionsformen: Da der erwartete Effekt des Münzklapperns nicht eintritt, beginnt V. mit den Händen an der Glasflasche zu wackeln, woraufhin die Münze sich bewegt und schließlich runterfällt: *Es klappert!* Das Mädchen erzwingt den Ausgang des Experiments und führt ein Klappern herbei, um der Anleitung zu entsprechen. Die Schülerinnen beugen sich damit der Effekthascherei, die das Arbeitsblatt dadurch vorlebt, dass die zentrale Beobachtung vorweggenommen wird.

In Folge der impliziten Engführung durch die Anleitung, die angegebenen Materialien und die vorweggenommene Beobachtung zeigt sich, dass Formen der externen Strukturierung durch instruktionale Hilfen oder Rezepte die Kreativität im Problemlöse- und Experimentierprozess begrenzen (vgl. Walpuski/Sumfleth 2007). Högström et al. (2010) konnten ebenfalls zeigen, dass die Lernenden in geschlossenen Umgebungen selten eigene Fragen zum Lerngegenstand stellen oder das vorgesehene Setting verlassen, um die Experimente selbstständig zu variieren. In der vorliegenden Studie konnte zudem beobachtet werden, wie geschlossene Anleitungen zur Manipulation führen, falsche naturwissenschaftliche Vorstellungen begünstigen und dadurch einen wirklichen Zugang zum physikalischen Phänomen verschließen.

Selbst- und Fremdsteuerungsaspekte (geöffnetes Experimentieren)

Immer wieder finden sich Momente, in denen die Grundschüler trotz vorheriger Information, dass sie alleine experimentieren sollen (und dürfen), Kontakt zur Instrukturin aufnehmen und inhaltliche Hilfe erfragen. So kommt es etwa vor, dass die Anleitungskarte eindeutige Vorgaben macht,

welchen die Kinder im GOFEX aber nicht entsprechen können.⁸ Wenn die Lernenden nicht mehr weiterwissen, wünschen sie sich Hilfe bei der Problemlösung und Fremdstrukturierung für ihr Experimentieren, die sie auch regelrecht aufsuchen und erbitten.

Weiterhin fällt auf, dass die Kinder beim geöffneten Experimentieren das enggeführte Versuchs durchführen nachahmen und auf diese Weise ihr Experimentieren strukturieren. Sie führen den Versuch *einmal* durch und formulieren daraus eine verallgemeinernde Erkenntnis. Sie legen den Schwerpunkt darauf, einmal Beobachtetes schnellstmöglich zu Papier zu bringen, anstatt ihre Wahrnehmungen und Ideen zu verifizieren und zu diskutieren. Jedoch ist das Maß an Kreativität, Lösungswegen und (eigenen) Ideen, welches die Lernenden beim Experimentieren auf höherer Öffnungsstufe zeigen, deutlich ausgeprägter als bei geschlossenen Formen des »Versuchsdurchführens«. Diese Versuche (s. Flaschengeist, S. 74f.) haben meist nach einem Durchgang an Spannung verloren. Mit der Aufgabe »Was kannst Du herausfinden über Seifenblasen?« beschäftigen sich beide Tandems hingegen länger als dreißig Minuten. Natürlich gelingt den Kindern auch hier keineswegs alles, und einige Ideen, mit denen sie z. B. Seifenblasen produzieren wollen, misslingen. Doch die Schüler ziehen sich nicht zurück oder verleihen ihrer Enttäuschung durch Vermeidungshandlungen Ausdruck, sondern werden sichtlich angespornt, den Ursachen auf den Grund zu gehen und ihre Projekte weiterzuentwickeln.

N. berücksichtigt z. B. das leichte Zerplatzen der Seifenblasen und integriert diese Eigenschaft in seine Überlegungen: »Ich glaube, wir bräuchten so ein Gummi, weil der eckige Gummirand macht's nicht so!« Entsprechend nutzt er Taschentücher, um die scharfen Kanten des zerschnittenen Plastikbechers abzustumpfen: »Ich habe das so abgedichtet, denkst du, es funktioniert?« Stellenweise testen die Schüler aus, ob sie Seifenblasen ganz ohne Hilfsmittel produzieren können, indem sie ihre Hände zu einer Raute formen, in die Lauge tauchen und dann durch die Seifenblasenhaut, die sich innerhalb der »Handraute« bildet, pusten. Dabei beraten sie sich gegenseitig, unterstützen sich und bewundern gemeinsam ihre Ergebnisse.

Ideen werden ausgetauscht, miteinander geteilt und ausgeweitet, sodass es zur gegenseitigen Inspiration und (Weiter-)Entwicklung einer gemeinsamen Idee kommen kann. Die Kinder fordern diese Interaktion sogar selbst ein und strukturieren dadurch ihr Handeln. Sie begeben sich gemeinsam

8) Die Schüler wenden sich fragend an die Instrukturin, nachdem sie nach einiger Suchzeit im GOFEX-Ordnungssystem keine Fünf-Cent-Münze oder keine 0,7-Liter-Flasche finden konnten. Auch nachdem ein Versuch trotz mehrfacher Wiederholungen und einzelner Variationen immer wieder scheitert, nehmen die Lernenden Blickkontakt zur anwesenden Instrukturin auf.

auf Problemsuche, wollen den Ursachen des Mislingens auf den Grund gehen und Variablen verändern. Der Unterschied zum »Flaschengeist« fällt wieder ins Auge: Die Schüler gehen konstruktiv und positiv mit Misserfolgen um und werden nicht durch etwaige künstlich-didaktische Grenzen in ihrem Handeln und in ihrer Kreativität aufgehalten.

Nach Fthenakis (2009) tragen gerade diese Momente der experimentellen Ko-Konstruktion zur Erfahrung und zum naturwissenschaftlichen Verständnis bei.

Fazit und Ausblick

Högström et al. (2010) weisen – beinahe beiläufig – das Erfragen bei der Lehrperson, ob eine Vorgehensweise richtig ist oder das passende Material aus dem Schrank genommen wurde, als typisches Muster der Schüler-Lehrer-Interaktion aus. Schulisch sozialisiert sind es die Kinder häufig gewohnt, nur noch auf einen Impuls hin zu agieren und die Eigeninitiative schrittweise zurückzufahren. Für das unterrichtliche Handeln der Lehrperson empfiehlt sich daher, dass Hilfen »eben erstens angefragt werden sollten (das Kind also sein Bedürfnis nach Unterstützung artikuliert) und zweitens die Hilfe soweit reduziert sein muss, dass die Kinder den Erkenntnisweg weitgehend alleine gehen können« (Peschel 2016, 123).

Mit der vorliegenden Studie wurde ein erster Schritt getan, um zu erforschen, wie experimentierende Grundschülerinnen und Grundschüler ihr Handeln strukturieren, sich gemeinsam auf den Weg zur Erkenntnis begeben und welche Rolle dabei Formen der Fremd- bzw. Selbststrukturierung spielen. Neben der expliziten Suche nach Unterstützung durch eine Lehrperson und der Nachahmung schulisch sozialisierten Verhaltens in offeneren Situationen konnte durchaus gezeigt werden, dass die Kinder gemeinschaftlich in Aushandlungsprozessen Grundideen und Projekte zum Experimentieren entwickeln können, denen sie konzentriert und ausdauernd nachgehen. Erkenntnisse werden auf diese Weise – von Wahrnehmungen und Erfahrungen ausgehend – ko-konstruiert und im Dialog weitergeführt. Tauchen dabei Schwierigkeiten auf, kooperieren die Lernenden und gehen problemlösend mit der Situation um, indem sie Ursachen und Erklärungen für ein Mislingen suchen.

Konträr dazu scheint die schulische Suggestion, dass die Antwort auf eine experimentell zu lösende Frage unmittelbar aus einer zentralen (zumeist durch die Lehrperson oder das Material vorgegebenen) Beobachtung gefolgt werden kann.

Es besteht also akuter Handlungsbedarf darin, zu erforschen, wie sich im Unterricht Handlungsspielräume eröffnen bzw. verschließen, in denen

Schüler selbstbestimmtes Lernen erleben und ihr Forschen oder Experimentieren selbst strukturieren können. Diese Studie stellt einen Schritt in diese Richtung dar und legt theoretische und methodologische Grundlagen.

Literatur

- Barzel, B./Reinhoffer, B./Schrenk, M. (2012): Das Experimentieren im Unterricht. In: Rieß, W. u. a. (Hrsg.): Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten. Münster u. a.: Waxmann, 103–129.
- Carle, U./Metzen, H. (2008): Projektentwicklungsbeurteilung zur Unterrichtsqualität der FLEX-Schulen auf der Basis exemplarischer Unterrichtsanalysen. In: Liebers, K./Prenzel, A./Bieber, G. (Hrsg.): Die flexible Schuleingangsphase. Evaluationen zur Neugestaltung des Anfangsunterrichts. Weinheim: Beltz, 97–137.
- Deci, E. L./Ryan, R. M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. In: Zeitschrift für Pädagogik, 39, 223–238.
- Fthenakis, W. E. (2009): Ko-Konstruktion: Lernen durch Zusammenarbeit In: Kinderzeit, 3, 8–13.
- Glaser, B. G./Strauss, A. L. (2010): Grounded Theory. Strategien qualitativer Forschung. Bern: Verlag Hans Huber.
- Gottwald, A. (2016): Sprachförderndes Experimentieren im Sachunterricht. Wie naturwissenschaftliches Arbeiten die Sprache von Grundschulkindern fördern kann. Wiesbaden: Springer VS.
- Graf, U./Kekeritz, M. (2016): Über eine akzeptierende und reflexive Dialogkultur im Lernwerkstattkontext. Wie ein Kind sich in der Perspektive der Lernbegleiter*innen verändert. In: Schmude, C./Wedekind, H. (Hrsg.): Lernwerkstätten an Hochschulen. Orte einer inklusiven Pädagogik. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 147–171.
- Harlen, W. (1999): Effective teaching of science. Edinburgh: The Scottish Council for Research in Education (SCRE).
- Hofstein, A./Lunetta, V. N. (2004): The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. In: Science Education, 88. Jg., H. 1, 28–54.
- Högström, P./Ottander, C./Benckert, S. (2010): Lab Work and Learning in Secondary School Chemistry: The Importance of Teacher and Student Interaction. In: Research in Science Education, 40. Jg., H. 4, 505–523.
- Höttecke, D. (2001): Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der »Natur der Naturwissenschaften«. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 7. Jg., 7–23.
- Kauertz, A./Trautmann, A./Heine, D. (2014): Anspruchsvolle Problemaufgaben zum Thema »Das Fliegen«. Wie strukturiert arbeiten Grundschul Kinder beim Experimentieren? In: Grundschulunterricht/Sachunterricht, 4, 13–16.
- Köster, H. (2006): Freies Explorieren und Experimentieren – eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht. Logos: Berlin.
- Leisen, J. (1998): Fachlernen und Sprachlernen im Physikunterricht. In: Praxis der Naturwissenschaften. Physik in der Schule. 47. Jg., H. 2, 5–8.
- Muckenfuß, H. (2013): Experimentieren und Versuche machen. In: Köster, H. u. a. (Hrsg.): Handbuch Experimentieren. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 19–45.

- Perrez, M. / Huber, G. L. / Geißler, K. A. (2006): Psychologie der pädagogischen Interaktion. In: Krapp, A. / Weidenmann, B. (Hrsg.): Pädagogische Psychologie Weinheim: Beltz PVU, 357–421.
- Peschel, M. (2009): Grundschullabor für Offenes Experimentieren – Grundlegende Konzeption. In: Lauterbach, R. u. a. (Hrsg.): Lernen und kindliche Entwicklung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 229–236.
- Peschel, M. (2014): Vom instruierten zum Freien Forschen – Selbstbestimmungskonzepte im GOFEX. In: Hildebrandt, E. u. a. (Hrsg.): Lernen zwischen freiem und instruiertem Tätigsein. Klinkhardt: Bad Heilbrunn, 67–79.
- Peschel, M. (2016): Offenes Experimentieren – Individuelles Lernen. Aufgaben in Lernwerkstätten. In: Hahn, H. u. a. (Hrsg.): Paradigmen und Paradigmenwechsel in der Grundschulpädagogik. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 120–129.
- Peschel, M. / Schumacher, A. (2013): Grundschullabor für Offenes Experimentieren – Lehr- und Lernort für Schülerinnen und Schüler, Studierende und Lehrpersonen. In: Coelen, H. / Müller-Naendrup, B. (Hrsg.): Studieren in Lernwerkstätten. Potentiale und Herausforderungen für die Lehrerbildung. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 85–91.
- Peschel, M. / Struzyna, S. (2007): Wer unterrichtet unsere Kinder? SUN – Sachunterricht in Nordrhein-Westfalen. In: Möller, K. u. a. (Hrsg.): Qualität von Grundschulunterricht entwickeln, erfassen und bewerten. Bonn: Verlag für Sozialwissenschaften, 171–174.
- Roth, W.-M. (1995): Ethnographische Studien zum offenen Experimentieren im Physikunterricht. In: Unterrichtswissenschaft, 23. Jg., H. 2, 146–161.
- Schulz, A. / Wirtz, M. / Starauschek, E. (2012): Das Experiment in den Naturwissenschaften. In: Rieß, W. u. a. (Hrsg.): Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten. Münster u. a.: Waxmann, 15–39.
- Seidel, T. / Rimmel, R. / Prenzel, M. (2005): Clarity and coherence of lesson goals as a scaffold for student learning. In: Learning and Instruction, 15. Jg., H. 6, 539–556.
- Soostmeyer, M. (2002): Genetischer Sachunterricht. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Strauss, A. / Corbin, J. (1996): Grounded Theory: Grundlagen Qualitativer Sozialforschung. Weinheim: Beltz Verlag.
- Tiefel, S. (2005): Kodierung nach der Grounded Theory lern- und bildungstheoretisch modifiziert: Kodierungsleitlinien für die Analyse biographischen Lernens. In: Zeitschrift für qualitative Bildungs-, Beratungs- und Sozialforschung, 6. Jg., H. 1, 65–84.
- Vogt, F. / Meier, A. (2013): Lernen in Lernwerkstätten – Selbsttätiges Lernen im Team. Unterschiedliche Aufgabenstellungen im Bereich der Naturwissenschaften. In: Wannack, E. u. a. (Hrsg.): 4- bis 12-Jährige. Ihre schulischen und außerschulischen Lern- und Lebenswelten. Münster: Waxmann Verlag, 269–278.
- Walpuski, M. / Sumfleth, E. (2007): Strukturierungshilfen und Feedback zur Unterstützung experimenteller Kleingruppenarbeit im Chemieunterricht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 13. Jg., 181–198.
- Wedekind, H. (2012): Einführung: Naturwissenschaftlich-technische Bildung im Elementarbereich – der Versuch eines Überblicks. In: Fröhlich-Gildhoff, K. u. a. (Hrsg.): Forschung in der Frühpädagogik V. Schwerpunkt: Naturwissenschaftliche Bildung – Begegnungen mit Dingen und Phänomenen. Freiburg: Verlag FEL, 13–32.
- Wodzinski, R. (2006): Experimentieren im Sachunterricht. In: Kaiser, A. / Pech, D. (Hrsg.): Basiswissen Sachunterricht. Band 5: Unterrichtsplanung und Methoden. Hohengehren: Schneider-Verlag, 124–129.

René Schroeder

Brücken – und was sie stabil macht

Technisches Lernen im Sachunterricht

Kinder leben heute in einer hochgradig technisierten Welt, in der Technik praktisch alle Lebensbereiche der Menschen durchzieht und prägt (Blümer 2015, 8, GDSU 2013, 63). Technisches Lernen kann sehr direkt an den lebensweltlichen Erfahrungen der Kinder anknüpfen und deren Interesse aufgreifen, »hinter die Dinge zu schauen, ihre Funktions- und Wirkungsweisen zu verstehen und technische Produkte zu schaffen« (GDSU 2013, 63). Eine wesentliche Zielsetzung technischer Bildung ist somit auch die Schaffung eines möglichst dauerhaften technischen Interesses der Kinder (Mammes/Tuncsoy 2013, 10), um Selbstvertrauen und Kompetenz im Umgang mit Technik auszubilden (Mammes/Zolg 2015, 149). Zentrales Moment einer technischen Perspektive im Sachunterricht ist daher das Erkennen von Mittel-Zweck-Verbindungen (Köhnlein 2012, 465), da jede technische Konstruktion zunächst den Versuch der Problemlösung darstellt, bei dem unter Einsatz bestimmter technischer Mittel ein gesetztes Ziel erreicht werden soll. Dies kann in einem charakteristischen »**Entwicklerkreis zur technischen Problemlösung**« (Mammes/Zolg 2015, 146) genauer beschrieben werden. Ausgehend von der Wahrnehmung eines technischen Problems (1) und dessen genauer Formulierung (2) erfolgt die Suche nach technischen Lösungsideen (3), deren Umsetzung und Erprobung (4) und eine abschließende Reflektion der gefundenen technischen Lösung (5).

Forschungslage

Trotz der unstrittigen Bedeutsamkeit technischer Bildung auch für Kinder im Grundschulalter (Köhnlein 2012, Mammes/Tuncsoy 2013, Mammes/Zolg 2015) stellt sich die Forschungslage zu diesem Bereich eher dürftig dar. So finden sich Hinweise auf eine unzureichende Qualifizierung von Lehrkräften sowie eine mangelhafte Ausstattung der Schulen für technische Inhalte (Möller/Tenberge/Ziemann 1996) sowie eine damit einhergehende Unterrepräsentanz im Unterricht (auch Schroeder 2015). Technische Inhalte finden ebenso kaum Berücksichtigung in Lehrwerken zum Sachunterricht (Blaseio 2004, 164). Demgegenüber konnten verschiedene Studien belegen, dass Kinder im dritten und vierten Schuljahr sehr wohl in der Lage sind, komplexere technische Probleme lösungsorientiert zu bearbeiten (Beinbrech 2005, Möller 1991, Tenberge 2005). Auch ist gerade in den letzten Jahren der