

## Didaktik der Physik Frühjahrstagung – Wuppertal 2015

### **Inquiry Based Science Learning: Design-based Research zur didaktischen Weiterentwicklung klassischer Experimentiermaterialien**

**Hilde Köster, Tobias Mehrrens, Jan Steger, Philipp Galow**

Freie Universität Berlin, Fachbereich Erziehungswissenschaften und Psychologie,  
Arbeitsbereich Grundschulpädagogik, Lernbereich Sachunterricht,  
Habelschwerdter Allee 45, 14195-Berlin

[hilde.koester@fu-berlin.de](mailto:hilde.koester@fu-berlin.de), [tobias.mehrrens@fu-berlin.de](mailto:tobias.mehrrens@fu-berlin.de), [steger@zedat.fu-berlin.de](mailto:steger@zedat.fu-berlin.de), [p.galow@fu-berlin.de](mailto:p.galow@fu-berlin.de)

#### **Kurzfassung**

Experimentierboxen sind oft noch für einen Unterricht konzipiert, in dem alle Schülerinnen und Schüler einer Klasse die vorgesehenen Experimente zur gleichen Zeit durchführen sollen. Um diesem Zweck gerecht zu werden, finden sich i.d.R. jeweils Klassen- bzw. Mehrfachsätze an Experimentiermaterialien in den Experimentierkästen. Ein naturwissenschaftsbezogener Unterricht, in dem alle Kinder zur gleichen Zeit dasselbe lernen, erscheint heute nicht mehr zeitgemäß. Darüber hinaus können die meisten in Kästen angebotenen Lernmaterialien und Experimentiergeräte als „fachlich didaktisiert“ beschrieben werden. Dieser Umstand ist nicht per se kritikwürdig, denn auch heute gilt es, einen wissenschaftsorientierten Sachunterricht zu gestalten. Allerdings genügt die alleinige Ausrichtung an Wissenschaftlichkeit und Fachlichkeit den modernen Anforderungen an einen naturwissenschaftlichen Sach- und Naturwissenschaftsunterricht nicht mehr. Der Beitrag stellt die theoretischen Grundlagen sowie Beispiele zur Weiterentwicklung von naturwissenschaftsbezogenen Experimentierkästen im Sinne des Inquiry Based Science Learning-Ansatzes dar.

#### **1. Problemstellung**

Die CorEx-Experimentierboxen für den Grundschulunterricht waren ursprünglich für einen Unterricht konzipiert, der allen Schülerinnen und Schülern einer Klasse oder Lerngruppe erlaubte, die vorgesehenen Experimente zur gleichen Zeit durchzuführen. Um diesem Zweck gerecht zu werden, finden sich i.d.R. jeweils Klassen- bzw. Mehrfachsätze an Experimentiermaterialien in den Boxen.

Als die zugrunde liegende Vorstellung eines lehrerzentrierten Unterrichts, in dem alle Kinder zur gleichen Zeit dasselbe lernen, nicht mehr zeitgemäß erschien, wurden die Boxen im Sinne des Lernens an Stationen neu geordnet, sodass die Kinder im Unterricht nun an unterschiedlichen Inhalten arbeiten können. Es wird davon ausgegangen, dass alle Kinder die Stationen selbstständig und ohne Hilfe der Lehrkraft bearbeiten können sollen, weshalb die Arbeitsaufträge klar gefasst und möglichst eindeutig beschrieben sind. Sie führen zu eindeutigen Ergebnissen und Lösungen, die dem Material immanent sind.

Beide Zugänge gehen davon aus, dass der Unterricht gemeinsam durchgeführt und von der Lehrkraft moderiert wird. Darüber hinaus sind die Aufgaben in

der Regel so angelegt, dass sie auf ein inhaltliches Ziel hin ausgerichtet sind bzw. es erlauben, eine naturwissenschaftsbezogene Erkenntnis zu erlangen. Insgesamt sind die Boxen so konzipiert, dass es im Schwerpunkt um die durch die Experimente vermittelten inhaltlichen fachlichen Erkenntnisse geht.

Das angebotene Material folgt dem nach wie vor geltenden Grundsatz, dass der Auswahl von Lehr-Lernmaterialien „didaktisches Denken“ [1] vorausgehen muss. Welcher Art dieses didaktische Denken ist, hängt jedoch davon ab, welches Paradigma diesem zugrunde liegt. In der Zeit, als die Boxen ursprünglich entwickelt wurden (1970er Jahre), herrschten Anschauungen vor, die im Wesentlichen auf propädeutische Ziele im Hinblick auf den späteren naturwissenschaftlichen Fachunterricht ausgerichtet waren. Schulbücher, Arbeitsmaterialien und Unterrichtsvorschläge gründeten damals also auf sachunterrichtlichen Konzeptionen, die sich in erster Linie auf die Vermittlung fachlicher Inhalte und Verfahrensweisen bezogen (vgl. [2]). Insgesamt könnte man das ausgewählte Material daher als ‚fachlich didaktisiert‘ beschreiben. Dieser Umstand ist nicht per se kritikwürdig, denn auch heute gilt es, einen wissenschaftsorientierten Sachunterricht zu gestalten, jedoch genügt die Ausrichtung an Wissen-

schaftlichkeit und Fachlichkeit den modernen Anforderungen an einen naturwissenschaftlichen Sach- und Naturwissenschaftsunterricht nicht mehr.

## 2. Aktuelle Ziele und Anforderungen an Unterrichtsmaterialien

Während sich früher die Forderung nach ‚Anschlussfähigkeit‘ ganz wesentlich auf fachpropädeutische Ziele richtete, hat sich dieser Begriff heute gewandelt: „Anschlussfähigkeit der Bildung im Sachunterricht bedeutet, jene Kernkonzepte und Basiskompetenzen im Unterricht zu thematisieren, die ein erfolgreiches Lernen in den Fächern der Sekundarstufe grundlegen. Dazu gehört aber auch, dass dieses Wissen sinnstiftend, persönlich bedeutsam, d.h. eingebettet in Lebenszusammenhänge erfolgt. Zu verhindern ist eine in der Praxis vorzufindende Orientierung auf das Einlernen mehr oder weniger zusammenhanglosen Faktenwissens.“ ([3], S. 18)

Unterstützt und differenziert wird diese Aussage durch die KMK [4]: Es gehe „im Kern“ um Unterricht, „der

- auf die Entwicklung eines gesicherten Verständnisses der Inhalte abzielt,
- sinnstiftendes Lernen fördert, indem neue Zusammenhänge erschlossen werden und der Gegenstand für die Lernenden von tatsächlicher Bedeutung ist,
- eigene Lernaktivitäten der Schülerinnen und Schüler durch kognitiv herausfordernde Prozesse fördert und fordert,
- die Entwicklung einer positiven Einstellung zu den Lerninhalten unterstützt, indem die Freude der Schülerinnen und Schüler am Lernen und die Entwicklung fachlicher Interessen gezielt gefördert werden,
- Schülerinnen und Schülern durch Lernangebote, die möglichst zutreffend auf den Stand der individuellen kognitiven Voraussetzungen und des bereichsspezifischen Vorwissens abgestimmt sind, die Chance bietet, die in den Standards formulierten Kompetenzerwartungen auch tatsächlich zu erfüllen,
- Lernstrategien und die Fähigkeit zum selbstregulierten Lernen vermittelt, Selbstvertrauen, kombiniert mit einem hohen Maß an Selbstwirksamkeitserleben, fördert und Wertorientierungen vermittelt (personale Kompetenz), soziale Kompetenzen (z. B. Kooperation und prosoziales Verhalten) aufbaut und in besonderer Weise fördert.“ ([4], S. 10)

Unterrichtsmaterialien können und sollen zwar Unterricht nicht abbilden, müssen diesen Anforderungen u.E. zumindest insofern gerecht werden als dass sie eine didaktische und methodische Unterstützung

zur Verwirklichung eines solchen ‚guten‘ Unterrichts darstellen sollten. Die (durch Unterrichtsmaterial unterstützbaren) benannten Anforderungen der KMK [4] werden daher als Rahmenkriterien für die Weiterentwicklung der CorEx-Boxen für die Grundschule herangezogen.

### *Entwicklung eines gesicherten Verständnisses der Inhalte*

Inhaltlich sind die Boxen i.d.R. ausgerichtet an naturwissenschaftliche Phänomene, die jeweils einem begrenzten fachlichen oder lebensweltlichen Themenfeld entstammen. Inwiefern sich bei Schülerinnen und Schülern ein gesichertes Verständnis eines Inhalts aufbaut, ist durch das Material nur schwer beeinflussbar. Mit Wagenschein ([5], S. 227ff.) kann jedoch davon ausgegangen werden, dass es nicht um Vollständigkeit gehen kann, sondern eine Auswahl im Sinne des Exemplarischen getroffen werden sollte, die eine Vertiefung und Konzentration auf wesentlich erkannte Zusammenhänge oder Prinzipien ermöglicht. Gefunden werden können diese Inhalte beispielsweise durch eine klassische didaktische Analyse nach Klafki [6], eine Didaktische Rekonstruktion [7] oder aus eher fachlicher Perspektive durch die Beschränkung auf ein Prinzip, wie es Spreckelsen [8] vorschlägt (Phänomenkreise oder Simultanexperimente). Das „Wichtigste“ im naturwissenschaftlichen Unterricht ist nach Wagenschein ([5], S. 168), „dass das Kind mit der Sache in wirkliche Fühlung kommt. Es muss aber die Dinge sehen, nahe – und sie in die Hand nehmen können.“ Diese Forderung wird durch die Möglichkeit des tätigen Umgangs mit den Phänomenen und Materialien aus den CorEx-Boxen eingelöst.

### *Sinnstiftendes Lernen fördern*

Soll das Wissen „sinnstiftend und persönlich bedeutsam“ (s.o.) sein, müssen die Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler, die sie zum Themenfeld bereits mitbringen, explizit berücksichtigt werden. Man weiß heute aus zahlreichen Studien, dass ein Anknüpfen an die Erfahrungen der Lernenden zentrale Bedeutung für das Verstehen bzw. Akzeptieren von Sachverhalten hat [9]. Die Berücksichtigung der Erfahrungen und des Wissens sowie der Lebenswirklichkeit der Kinder im Grundschulunterricht ist daher auch eine zentrale curriculare Forderung (vgl. [10], S. 9).

Über die Forderung hinaus, auf die Erfahrungen und das Vorwissen der Kinder eingehen zu müssen, sollte der Unterricht auch dazu beitragen, neue Zusammenhänge kennen zu lernen, Erfahrungen auszubauen, neu zu bewerten, aber auch völlig neue Erfahrungen anzulegen.

Die Unterrichtsmaterialien sollten deshalb sowohl an Bekanntes anschließen als auch Neues eröffnen.

*Eigene Lernaktivitäten der Schülerinnen und Schüler durch kognitiv herausfordernde Prozesse fördern und fordern*

Das Konstrukt ‚kognitiver Aktivierung‘ wurde ursprünglich im Zusammenhang mit internationalen Studien zum Mathematiklernen entwickelt und untersucht (vgl. [11]). Festgestellt wurde in vergleichenden Videostudien dabei zum Beispiel, dass der deutsche Mathematikunterricht fragend-entwickelnd aufgebaut und auf Fertigkeiten und Routinen, während der besser bewertete japanische Unterricht eher auf das Problemlösen und somit auch auf unterschiedliche Lernwege und Ergebnisse ausgerichtet ist. Kognitive Herausforderungen gehen einher mit einer entsprechenden Motivation, sich mit einem Problem auseinander zu setzen und eigene Lösungen anzustreben.

Für die Weiterentwicklung der CorEx-Boxen bedeutet dies, dass das Material nicht mehr nur auf ein Lernziel, eine Lösung oder ein Lernergebnis ausgerichtet sein sollte, sondern (zumindest in einem gewissen Rahmen) unterschiedliche Lösungsansätze und kreative, individuell unterschiedliche Lernwege erlauben sollte.

*Die Entwicklung einer positiven Einstellung zu den Lerninhalten unterstützen*

Im Rahmen der Untersuchungen zum Freien Explorieren und Experimentieren konnte in solchen Lernsituationen ein hohes Maß an Engagiertheit (vgl. [12], S. 14) festgestellt werden [13], die den Kindern sowohl inhaltliche als auch methodische Spielräume eröffnen und eine aktive, handelnden Auseinandersetzung mit Phänomenen ermöglichen. Die Engagiertheit zeigt sich u.a. in Verhaltensweisen wie umfangreiche, freiwillige Eigenaktivität, Konzentration, Ausdauer und Freude bei den Lernenden äußert. Engagiertheit ist nach Vandenbussche und Laevers [12] ein „Zustand, in dem Kinder (und Erwachsene) sich befinden, wenn sie auf eine sehr intensive Art und Weise mit etwas beschäftigt sind, hoch konzentriert und zeitvergessen.“ (ebd., S. 14) Die bei Vandenbussche und Laevers genannten Merkmale für Engagiertheit entsprechen im Wesentlichen denen der intrinsischen Motivation sowie auch denen von Interesse ([14]; vgl. [15]). Außerdem kann das beobachtete und als Engagiertheit bezeichnete Verhalten im Zusammenhang mit der Kreativitätsforschung in weiten Teilen auch als Flow-Erleben beschrieben werden. Csikszentmihalyi [16] geht davon aus, dass Menschen Flow erleben, wenn sie eine Sache ‚um ihrer selbst willen‘ ausführen, Handlung und Bewusstsein verschmelzen und die Konzentration so hoch ist, dass der Handelnde selbst- und auch zeitvergessen in der Tätigkeit aufgeht (ebd., S. 61). Flow-Erleben wird von Krapp als für das Lernen und die Leistung „in höchstem Maße förderlich“ ([14], S. 54; vgl. [15]) eingestuft, weshalb auch davon ausgegangen werden kann, dass

Engagiertheit ebenfalls einen positiven Effekt auf Lernen und Leistung hat.

Als wesentlicher Faktor für das Gelingen bzw. als „Basisdimension der Unterrichtsqualität“ (ebd., S. 488; vgl. [17]) wird eine konstruktiv-unterstützende Lernumgebung angesehen (ebd.; vgl. [18], S. 475ff.), die auch den grundlegenden psychologischen Bedürfnissen nach Kompetenz, Selbstbestimmung und sozialer Eingebundenheit [19] entgegen kommt und einen authentischen Bezug zu ‚echten‘ naturwissenschaftlichen Untersuchungsverfahren aufweist (vgl. [20]).

Die Weiterentwicklung der CorEx-Boxen sollte sich demgemäß methodisch an Unterrichtsformen orientieren, die geeignet sind, Engagiertheit zu fördern und den obengenannten psychologischen Grund- und den Lernbedürfnissen der Kinder möglichst weit entgegenkommen.

*Lernangebote, die möglichst zutreffend auf den Stand der individuellen kognitiven Voraussetzungen und des bereichsspezifischen Vorwissens abgestimmt sind*

Muckenfuß ([21], S. 148ff.) kritisiert standardisiertes Experimentiergerät vor allem deshalb, weil es durch die Physik erst hervorgebrachtes Wissen vermittelt, statt sich im Unterricht auf den „Vorgang des Hervorbringens“ (ebd., S. 152) zu konzentrieren: „Die mit speziellem physikalischem Lehrgerät gewonnenen Erkenntnisse beziehen sich auf eine diffizil bearbeitete, künstlich für diesen Zweck hergestellte ‚Natur‘, auf künstlich produzierte Phänomene, auf die das Prädikat ‚physikalisch‘ in einem genuine Sinn zutrifft. Es sind von der Wissenschaft Physik hervorgebrachte Phänomene, keine ‚Naturphänomene‘, aus denen die Physik zuallererst hervorbringen wäre!“ Insbesondere macht er darauf aufmerksam, dass Experimentiermaterialien häufig in einer Weise ‚reduziert‘ erscheinen, dass nichts von dem zu erkennenden physikalischen Zusammenhang ablenkt, Alltagsbezüge, Wiedererkennbares oder Zweckhaftes ausgeblendet wird, obwohl damit den Schülerinnen und Schülern der wichtige Zugang über die eigenen Erfahrungen verwehrt und „ein kreativer Umgang [...] erschwert“ (ebd., S. 151) wird: „Der tiefere Grund der ästhetischen Verarmung der Lehrgeräte und ihre weitgehende ‚Befreiung‘ von sinnfälligen Alltagsbezügen entspringt dem wissenschaftlichen Reduktionismus. Denn dieser enthält den Abstraktionsvorgang, in dessen Verlauf die allgemeingültige, abstrakte und situationsunabhängige Theorie ihre Gestalt gewinnt. Je weitergehender die Qualitäten eliminiert sind, die aus subjektiven, alltäglichen Umgang mit einem Gegenstand erwachsen, desto näher liegt dieser am Ziel physikalischer Theoriebildung.“ (ebd.)

Um also der Forderung nach Lernangeboten, die möglichst zutreffend auf den Stand der individuellen kognitiven Voraussetzungen und des bereichsspezi-

fischen Vorwissens abgestimmt sind, gerecht zu werden, sollte – und dies wohl insbesondere im Sachunterricht – darauf geachtet werden, dass die Materialien bzw. ‚Lehrgeräte‘ auch alltägliche Zugänge und Anknüpfungsmöglichkeiten an bekannte Kontexte eröffnen. Muckenfuß nennt dafür ein Beispiel: „Von Lehrmittelfirmen werden für die Bewegungslehre ‚Autos‘ (...) angeboten (die die Form eines Quaders haben, H.K.). Die Funktionalität hätte aber in keiner Weise darunter zu leiden, wenn dieses Gerät mit einer ansprechenden bunten Karosserie versehen wäre.“ (ebd., S. 150)

*Lernstrategien und die Fähigkeit zum selbstregulierten Lernen vermitteln, Selbstvertrauen, kombiniert mit einem hohen Maß an Selbstwirksamkeitserleben fördern*

Lernstrategien sind Verfahren, die Lernende einsetzen, um komplexe, problemhaltige Situationen zu bewältigen. Strategisches Vorgehen gilt als planvolles Handeln. Eine Strategie kann also erlernt werden, wenn ein Verfahren, das bereits durch andere erfolgreich erprobt wurde, transparent gemacht und durch Anwendung eingeübt wird. Strategien werden aber vielfach auch eher unbewusst erworben. So erfinden Kinder Strategien, um im Mathematikunterricht zurecht zu kommen, auch ohne dass sie das eingeführte Verfahren verstanden haben. Manche Kinder addieren dann unter dem Tisch mit Hilfe der Hände oder sie entwickeln komplizierte Verfahren, die sie zum Ziel, d. h. zur korrekten Lösung der Aufgabe führen, obgleich sie völlig anders vorgehen als von der Lehrerin oder dem Lehrer intendiert (vgl. [22]). Wird das Experimentieren als eine Lernstrategie verstanden, so kann also auch diese auf zweifachem Weg erworben werden: durch angeleitetes Erlernen und Einüben eines bewährten und anerkanntermaßen zentralen (natur-)wissenschaftlichen Verfahrens (vgl. [23]) als auch als selbst entwickeltes, erfolgreiches Vorgehen zur Problemlösung oder zur Beantwortung einer „Frage an die Natur“ [24]. Beide Wege sind möglich und haben jeweils ihre eigene Daseinsberechtigung (vgl. [25]).

Versuche, wie sie bisher in den CorEx-Boxen angeboten werden, folgen i.d.R. dem erstgenannten Weg. Sie können zum Staunen anregen oder Zusammenhänge verdeutlichen, sie nehmen aber oft nicht das Phänomen selbst oder die eigenen Fragestellungen der Kinder zum Ausgangspunkt der Aktivitäten der Kinder. Wenn man jedoch möchte, dass die Schülerinnen und Schüler durch das Experimentieren Strategien entwickeln, mit denen sie Fragen an die Welt beantworten können, dann sollten die Kinder dabei unterstützt werden, auch eigenen Fragestellungen und Ideen nachgehen zu können.

*Kompetenzorientierung und Konstruktivismus*

Über die dargestellten Anforderungen der Kultusministerkonferenz [4] hinaus müssen Unterrichtsvorschläge heute den Anforderungen an einen kompetenzorientierten Unterricht gerecht werden. Kompetenz, mit Weinert verstanden als „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ ([26], S. 27f.) erfordert eine Umorientierung von der Inputorientierung zur Outputorientierung und damit im Wesentlichen ein Umdenken hinsichtlich von Unterrichtsformen und -methoden von der Lehrerzentriertheit zur Schülerorientiertheit. In engem Zusammenhang damit steht die verstärkte Berücksichtigung individueller Voraussetzungen und Lerndispositionen bei den Schülerinnen und Schülern, die sowohl in der konstruktivistischen Auffassung vom Lernen zum Tragen kommt, nach der die Lernenden selbst (und auf der Basis bereits gesammelter Erfahrungen) aktiv werden müssen, um wirklich zu verstehen und nachhaltig lernen zu können als auch in der Inklusionsdebatte eingefordert werden.

Fachbezogen werden für den Unterricht auf den Sekundarstufen im Wesentlichen die vier Basiskompetenzen Fachwissen (mit naturwissenschaftlichen Erkenntnissen umgehen), Erkenntnisgewinnung (mit naturwissenschaftlichen Methoden Erkenntnisse gewinnen), Kommunikation (Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen) und Bewertung (Naturwissenschaftliche Erkenntnisse in Kontexten erkennen und bewerten) benannt und eingefordert. Zwar richtet sich der Sachunterricht nicht an diesen Basiskompetenzen aus, es sollen jedoch bei der Unterrichtsplanung bereits Anbahnungen auf dem Wege der Entwicklung dieser Kompetenzen geleistet werden.

Dasselbe gilt auch für die Basiskonzepte, die zwar bereits vorbereitet, jedoch noch nicht explizit ausgeführt werden sollen: „Für Schülerinnen und Schüler sind Leitideen am Anfang des Lernprozesses noch nicht hilfreich. Eine top-down-Strategie – zuerst die Leitideen einführen und dann an Beispielen veranschaulichen – widerspräche den Erkenntnissen über den Verlauf von Lernprozessen. Schülerinnen und Schüler benötigen zunächst vielfältige Erfahrungen und Einsichten in den jeweiligen Sachgebieten. Dabei kommt es vorrangig auf den Zusammenhang innerhalb eines Sachgebietes an. Erst auf einer breiten Erfahrungsbasis lassen sich Vernetzungen mithilfe von Leitideen erreichen und stärken. Nur aus Sicht des fertig ausgebildeten Physikexperten scheinen sie geeignet zu sein, als Vorab-Orientierung das Lernen zu unterstützen. Für Schülerinnen und Schüler sind es im Prozess des Physiklernens zunächst

noch inhaltsleere abstrakte Konzepte, deren Evidenz den Lernenden nicht durchgängig aufgezeigt werden kann.“ ([27], S. 11) Was Schecker und Wiesner als Kritik an den Basiskonzepten für die Sekundarstufe I formulieren, gilt umso stärker für Basiskonzepte als Leitideen für den Sachunterricht.“ ([28], S. 7)

#### *Curriculare Anforderungen im Sachunterricht*

„Ausgangspunkt sachunterrichtlicher Lernprozesse sind die Erfahrungen und die Lebenswelt der Kinder.“ ([10], S. 10) Unterrichtsplanung muss also das Lernen mit den Alltagserfahrungen und dem Vorwissen der Kinder verknüpfen, auch, da sie als Basis für Begriffsbildungen und Wissenserwerb dienen (vgl. [29], S. 43). Im Sinne eines fachübergreifenden, die Perspektiven integrierenden Sachunterrichts soll „das Naturerleben, die Naturerfahrung, die Naturforschung der Kinder, noch nicht die Naturwissenschaft als solche“ ([30], S. 12) im Mittelpunkt stehen. Diese Forderung stellt besondere Ansprüche an die Inhalte der CorEx-Boxen, da der Einbezug individueller Erfahrungen durch die Materialien und Aufgaben ebenso schwer zu realisieren scheint wie das Naturerleben, die „Naturerfahrung und die Naturforschung“ (s.o.).

Anregungen dazu, eigene Erfahrungen einzubringen und über die Arbeit mit den Materialien aus den CorEx-Boxen hinaus, auch Naturerleben zu ermöglichen, lassen sich leicht integrieren, gehen aber über das bisherige Konzept, bei dem es weitestgehend vermieden wurde, über den Rahmen der Materialien hinaus auf Weiteres zuzugreifen, hinaus. Da es aber bei allen Themeneinführungen allgemein üblich ist, Erfahrungen der Kinder anzusprechen und sie auch in die Sammlung weiterer Materialien zum Thema einzubeziehen, kann hier u.E. ein grundschultypisches Unterrichtselement unproblematisch auch für die Lehrkräfte dem Boxenkonzept zugefügt werden, um den curricularen Ansprüchen zu genügen. Darüber hinaus soll insgesamt eine verstärkte Anbindung an Erfahrungen aus der Lebenswelt realisiert werden, indem auch nicht didaktisierte Materialien in die Boxen integriert werden.

#### *Inquiry-based Science Learning als Basis für die Weiterentwicklung*

Konzeptionell eröffnet die Methode des forschenden Lernens oder des „Inquiry-based Science Learning (IBSL)“ die Möglichkeit, sowohl curricularen als auch modernen didaktischen und methodischen Anforderungen gerecht werden zu können. Der Perspektivrahmen Sachunterricht fasst hierzu die wichtigsten Punkte wie folgt zusammen:

Aus pädagogischer und aus didaktischer Perspektive hat der Sachunterricht die anspruchsvolle Aufgabe, Schülerinnen und Schüler dabei zu unterstützen,

- Phänomene und Zusammenhänge der Lebenswelt wahrzunehmen und zu verstehen

- selbstständig, methodisch und reflektiert neue Erkenntnisse aufzubauen
- Interesse an der Umwelt neu zu entwickeln und zu bewahren
- in der Auseinandersetzung mit den Sachen ihre Persönlichkeit weiterzuentwickeln
- angemessen und verantwortungsvoll in der Umwelt zu handeln und sie mitzugestalten ([10], S. 9).

IBSL ermöglicht den Lernenden sich Phänomene von (auch selbst gestellten) naturwissenschaftsbezogenen Fragen und Problemen ausgehend zu erschließen. Zunächst sammeln die Lernenden dabei eigene Erfahrungen, es wird exploriert, Ideen zu eigenen Untersuchungen werden entwickelt und Versuche geplant. Es werden Beobachtungen und Experimente durchgeführt und daraus gewonnene Ergebnisse dargestellt, analysiert und diskutiert. Im fortgeschrittenen Prozess löst der Lernende durch selbst generierte Evidenz und aufgrund bereits erworbenen Wissens Probleme, reflektiert seine Vorgehensweisen und kann exemplarisch auch begründete Vorhersagen treffen. In diesem Prozess generiert und präzisiert der Lernende neue Fragen und Probleme können zu weiteren forschenden Prozessen führen.

Zusammengefasst kann IBSL als ein schülerzentrierter Ansatz gesehen werden, bei dem die Schülerinnen und Schülern das gewünschte Wissen selbst „entdecken“ und sich auch weitgehend selbst aneignen können.

Das in diesem Sinne forschende Lernen kann auch durch von außen herangetragene Problemstellungen herausgefordert und die Lernenden darüber zu einem aktiven Entdecken, Experimentieren und Lernen angeregt werden, Inhalte, Gegenstände oder Phänomene (auch über einen längeren Zeitraum) zu untersuchen und sich eigenaktiv und zielgerichtet mit Fragen oder Phänomenen zu befassen.

Die didaktische Weiterentwicklung der Grundschul-Experimentierboxen verknüpft daher die inhaltlichen Bezüge, die sich durch das Material und die möglichen Experimente ergeben mit dem Schwerpunkt, wissenschaftsorientiertes, methodisches Vorgehen und eigenaktives und kreatives Arbeiten zu fördern.

#### **2.1 Begleitforschung**

Die didaktische Überarbeitung der CorEx-Boxen hat zum Ziel, zehn Grundschulexperimentier-Boxen (Lernen an Stationen) und die zur Verfügung stehenden Materialien hinsichtlich der Potentiale für ein, der aktuellen didaktischen Auffassung entsprechendes, forschendes und problemorientiertes Lernen bzw. dem IBSL zu untersuchen und Vorschläge für die Erweiterung bzw. Änderung der Boxen und deren schriftlichem Begleitmaterial zu entwickeln. Darüber hinaus werden die entstandenen Lernumgebungen und unter wissenschaftlicher Begleitfor-

sung in der Praxis getestet. Die Ergebnisse der Begleitforschung fließen in Form einer formativen Evaluation iterativ in den Weiterentwicklungsprozess mit ein. Als Forschungsansatz eignete sich daher das Design-Based Research, da das primäre Ziel dieses Ansatzes, die „Lösung von Problemen in der Bildungspraxis“ ([31], S. 62) eng verknüpft ist mit dem Anspruch, Theorie und Empirie in die Entwicklung von Lernumgebungen einfließen zu lassen bzw. diese im Forschungsprozess weiterzuentwickeln. Dabei geht es im Projekt ‚CorExplor‘ neben der „Überprüfung und Perfektionierung eines ‚Produkts‘“ (ebd., S. 63) auch um die Gewinnung von Erkenntnissen darüber, inwiefern IBSL in Experimentiermaterialien ‚verankert‘ werden kann und inwieweit über die Bereitstellung entsprechender Materialien das forschende, ergebnisoffene oder -variable Lernen im Unterricht initiiert werden kann.

### 3. Literatur

- [1] Kahlert, J. (2003): Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht – einführende Gedanken zur Wiederbelebung des didaktischen Denkens. In: Cech, D. & Schwier, H.-J. (Hg.): Lernwege und Aneignungsformen im Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 19-25.
- [2] Thomas, B. (2014): Der Sachunterricht und seine Konzeption. 2. Auflage, Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- [3] Giest, H.; Pech, D. (2010): Anschlussfähige Bildung im Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Band 20. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- [4] KMK (2010): Konzeption der Kultusministerkonferenz zur Nutzung der Bildungsstandards für die Unterrichtsentwicklung, URL: [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2010/2010\\_00\\_00-Konzeption-Bildungsstandards.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2010/2010_00_00-Konzeption-Bildungsstandards.pdf)
- [5] Wagenschein, M. (1976): Die pädagogische Dimension der Physik. Braunschweig: Westermann.
- [6] Klafki, W. (1958): Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung. In: Die Deutsche Schule, 450-471.
- [7] Kattmann, U.; Duit, R.; Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997): Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 3 (3), 3-18.
- [8] Spreckelsen, K. (1999): Phänomenkreise als Verstehenshilfe. In: Köhnlein, W., Marquardt-Mau, B., Schreier, H. (Hg.) (1999): Vielperspektivisches Denken im Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 111-127.
- [9] Aufschnaiter, C. von; Aufschnaiter, S. von (2001): Eine neue Aufgabenkultur für den Physikunterricht. In: Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU), 54 (7), 409-416.
- [10] Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (2013): Perspektivrahmen Sachunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- [11] Stigler, J. W.; Hiebert, J. (1998): The TIMSS videotape study. In: American Educator, 22 (4), 7, 43-45.
- [12] Vandenbussche, E.; Laevers, F. (2009) (Hg.): Beobachtung und Begleitung von Kindern. Berufskolleg Erkelenz.
- [13] Köster, H.; Waldenmaier, C.; Schiemann, N. (2011): Zur Engagiertheit von Kindern im naturwissenschaftsbezogenen Grundschulunterricht. Didaktik der Physik. Frühjahrstagung Münster (2011).
- [14] Krapp, A. (2006): Interesse. In: Rost, D. H. (Hg.): Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. Weinheim, Basel: Beltz, 280-290.
- [15] Schiefele, U.; Köller, O. (2010): Intrinsische und extrinsische Motivation. In: Rost, D. H. (Hg.): Handwörterbuch Pädagogische Psychologie. Weinheim: Beltz, 336-344.
- [16] Csikszentmihalyi, M. (1999): Das Flow-Erlebnis. Stuttgart: Klett.
- [17] Kunter, M.; Dubberke, T.; Baumert, J.; Blum, W.; Brunner, M.; Jordan, A.; Klusmann, U., Krauss, S.; Löwen, K.; Neubrand, M.; Tsai, Y.-M. (2006): Mathematikunterricht in den PISA-Klassen 2004: Rahmenbedingungen, Formen und Lehr-Lernprozesse. In: Prenzel, M.; Baumert, J.; Blum, W.; Lehmann, R.; Leutner, D.; Neubrandt, M.; Pekrum, R.; Rost, J. & Schiefele, U. (Hg.): PISA 2003. Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahrs. Münster: Lit Verlag, 161-194.
- [18] Sachser, N. (2004): Neugier, Spiel und Lernen: Verhaltensbiologische Anmerkungen zur Kindheit. Zeitschrift für Pädagogik 50, H. 4, 475-486.
- [19] Deci, E. L.; Ryan, R. M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. Zeitschrift für Pädagogik, 39, 223-238.
- [20] Höttecke, D. (2013): Forschend-entdeckenden Unterricht authentisch gestalten. Ein Problem-aufriß. In: Bernholt, S. (Hg.): Inquiry-based Learning – Forschendes Lernen. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDChP). Kiel 2012, 32-42.
- [21] Muckenfuß, H. (2006): Lernen im sinnstiftenden Kontext. Berlin: Cornelsen.
- [22] Spiegel, H.; Selter, C. (2003): Kinder und Mathematik. Was Erwachsene wissen sollten. Seelze: Kallmeyer.
- [23] Hartinger, A. (2003): Experimente und Versuche. In: von Reeken, D. (Hg.): Handbuch Methoden im Sachunterrichts. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 68-75.

- [24] Wodzinski, R. (2004). Fragen an die Natur. Grundschulmagazin, 5, 9-11.
- [25] Köster, H.; Hartinger, A. (2006): Kann eine Colaflasche schwitzen? Experimentieren als zentrale Lernstrategie naturwissenschaftlichen Lernens. In: Grundschule, 8, H. 7, 60–63.
- [26] Weinert, F. (Hg.) (2001): Leistungsmessung in Schulen. Weinheim und Basel: Beltz.
- [27] Schecker, H.; Wiesner, H. (2007): Die Bildungsstandards Physik. Orientierungen – Erwartungen Grenzen – Defizite. In: Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, 56, 5-13.
- [28] Wodzinski, R. (2011): Naturwissenschaftliche Fachkonzepte anbahnen, Anschlussfähigkeit verbessern, URL: [http://sinus-an-grundschu-  
len.de/fileadmin/uploads/Material\\_aus\\_SGS/Handreichung\\_Wodzinski.pdf](http://sinus-an-grundschu-<br/>len.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SGS/Handreichung_Wodzinski.pdf)
- [29] Köster, H. (2006): Freies Explorieren und Experimentieren – eine Untersuchung zur selbstbestimmten Gewinnung von Erfahrungen mit physikalischen Phänomenen im Sachunterricht. Berlin: Logos.
- [30] Bosse, U. (2013): Lernen an Phänomenen. In: Biermann, C; Bosse, U. (Hrsg.) (2013): Natur erleben, erfahren und erforschen. Mit Kindern im Grundschulalter. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- [31] Reimann, G. (2005): Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. In: Unterrichtswissenschaft, H. 1, 52-69.