



Gisela Lück

**Handbuch
naturwissen-
schaftliche
Bildung**

HERDER

Gisela Lück

Handbuch der naturwissen- schaftlichen Bildung

Theorie und Praxis für die Arbeit
in Kindertageseinrichtungen

Meinem früheren Kinderarzt
Dr. Dietrich C. Zschocke
in tiefer Dankbarkeit gewidmet

10., durchgesehene und aktualisierte Auflage 2022
© Verlag Herder GmbH, Freiburg im Breisgau 2003

Alle Rechte vorbehalten

www.herder.de

Umschlaggestaltung: Verlag Herder
Umschlagmotiv: © Gokcemim / AdobeStock
Fotos im Innenteil: © Gisela Lück
Illustrationen im Innenteil: © Nikolai Renger

E-Book-Konvertierung: Newgen Publishing Europe

ISBN (Print) 978-3-451-39308-2

ISBN (EPUB) 978-3-451-82805-8

ISBN (PDF) 978-3-451-82806-5

Inhalt

Vorwort

Einleitung – ein Blick zurück und nach vorne

Teil I: Die Theorie

- 1 Stolpersteine der frühen Naturwissenschaftsvermittlung: „Bio“ ist nicht alles
- 2 Die Naturwissenschaften im elementarpädagogischen Bildungsauftrag
 - 2.1 Bildungsvereinbarungen bzw. -pläne mit naturwissenschaftlichen Inhalten
 - 2.2 Luft ist nicht nichts – ein Experiment mit vielen Bildungsfacetten
- 3 Was Vorschulkinder verstehen können: Entwicklungs- und kognitionspsychologische Konzepte
 - 3.1 Die kognitionspsychologische Sichtweise Piagets
 - 3.2 Die psychoanalytisch geprägte Entwicklungspsychologie Eriksons
 - 3.3 Die soziokulturellen Aspekte der Entwicklungspsychologie Wygotskis
 - 3.4 Piaget – Erikson – Wygotski: Wann ist ein guter Zeitpunkt für den Beginn mit naturwissenschaftlicher Bildung?
 - 3.5 Bereichsspezifisches Wissen
 - 3.6 Neurophysiologische Aspekte zum naturwissenschaftlichen Lernen
- 4 Was Kinder bereits wissen
 - 4.1 Intuitive Zugänge zu Naturphänomenen
 - 4.2 Wenn intuitives Wissen auf naturwissenschaftliche Erklärungen trifft – die Conceptual-Change-Theorie
- 5 Motivationale Aspekte der Naturwissenschaftsvermittlung

- 5.1 [Interesse im frühen Kindesalter](#)
- 5.2 [Extrinsische und intrinsische Motivation](#)
- 5.3 [Vom Interesse zur Glückserfahrung](#)
- 6 [Ein Kapitel zur Inklusion oder: Naturwissenschaftliche Bildung für Kinder mit Förderbedarf – in Erfahrungsbericht](#)
 - 6.1 [Berichte von Einzelfallstudien](#)
 - 6.2 [Die Zuverlässigkeit der Naturgesetze als innerer Halt – die „kosmische Ordnung“](#)
 - 6.3 [Resilienz Erfahrung und naturwissenschaftliche Bildung](#)
 - 6.4 [Studien mit Patientinnen und Patienten der Kinder- und Jugendpsychiatrie](#)
- 7 [Was bleibt hängen? Zur Nachhaltigkeit frühzeitiger Naturwissenschaftsvermittlung](#)
 - 7.1 [Die Erinnerungsfähigkeit von Vorschulkindern](#)
 - 7.2 [Langzeitwirkungen einer frühen Heranführung an die Naturwissenschaften](#)
- 8 [Die naturwissenschaftliche Deutung des Experiments – nicht einfach, aber wichtig](#)
 - 8.1 [Die unterschiedlichen Abstraktionsebenen bei der Deutung eines Naturphänomens](#)
 - 8.2 [Die Analogie als Instrument der naturwissenschaftlichen Deutung](#)
 - 8.3 [Die animistische Deutung](#)
- 9 [Die Bedeutung der sinnlichen Erfahrung beim naturwissenschaftlichen Experimentieren](#)
 - 9.1 [Warum Sprache oft höher bewertet wird als die Sinne: Ein kleiner Ausflug in die Philosophie](#)
 - 9.2 [Mit Sinn und Verstand: Die Perspektive der Entwicklungspsychologie](#)
 - 9.3 [Sinnliche Erfahrung und kognitive Entwicklung beim Experimentieren](#)
 - 9.4 [Die Rolle der Ästhetik beim naturwissenschaftlichen Experimentieren](#)
- 10 [Sprachförderung durch naturwissenschaftliche Frühförderung](#)
 - 10.1 [Naturwissenschaftliches Experimentieren als Quelle von Sprechanlässen](#)
 - 10.2 [Kinder brauchen Geschichten – auch beim naturwissenschaftlichen Experimentieren](#)
- 11 [Was Medien zur frühen Naturwissenschaftsvermittlung beitragen](#)
 - 11.1 [Naturwissenschaftsvermittlung durch Fernsehsendungen](#)
 - 11.2 [Naturwissenschaften für den Bücherwurm](#)

- 11.3 [Experimentierkästen für Kinder](#)
- 11.4 [Science Center, Mitmachlabors und Kinderuniversitäten](#)
- 11.5 [Kinder und elektronische Medien](#)

Resümee

Teil II: Die Praxis

Experimentieren mit Kindern

Die Experimentiertage

Vorbereitung und Ablauf eines Experimentiertages

Anforderungen zur Durchführung von Experimenten

Experimentierreihe I: Luft und Gas, Feuer und Lösungen

1. Experimentiertag: Luft begreifen

- 1.1 [In einem leeren Glas ist Luft enthalten](#)
- 1.2 [Trockentauchgang für Gummibärchen](#)

2. Experimentiertag: Luft hat Eigenschaften

- 2.1 [Luft ist ein Gegenstand, der umgefüllt werden kann](#)
- 2.2 [Luft dehnt sich beim Erwärmen aus](#)

3. Experimentiertag: Luft und die Kerze

- 3.1 [Die Kerze benötigt zum Brennen Luft](#)
- 3.2 [Das Löschen der Kerze genau betrachtet](#)
- 3.3 [Das Löschen der Kerze – und ein bisschen Mathematik](#)

4. Experimentiertag: Es gibt noch andere Gase als Luft

- 4.1 [Kerze löschen durch Übergießen mit Kohlenstoffdioxid](#)
- 4.2 [Kerze löschen durch Verdrängen der Luft im Glasschälchen von unten](#)
- 4.3 [Drei Teelichter in einer Glasschüssel erlöschen nacheinander](#)

5. Experimentiertag: Die Löslichkeit von Feststoffen in Wasser

- 5.1 [Die Löslichkeit von Feststoffen in kaltem Wasser](#)

5.2 [Die Löslichkeit von Feststoffen in warmem Wasser](#)

6. Experimentiertag: Wiedergewinnen von Feststoffen aus Lösungen

Experimentierreihe II: Wasser

7. Experimentiertag: Die Wasseroberfläche und die Mischbarkeit von Flüssigkeiten

7.1 [Die Oberflächenspannung von Wasser](#)

8. Experimentiertag: Schwimmen und Sinken

9. Experimentiertag: Unterschiedliche Saugfähigkeit von Materialien und was dahintersteckt

10. Experimentiertag: ... noch mehr Eigenschaften von Wasser

10.1 [Warum Kirschen im Regen platzen – Das Phänomen der Diffusion](#)

10.2 [Eine Gurke wird entwässert](#)

10.3 [Wiederholung vom letzten Tag: Saugfähigkeit einmal anders](#)

11. Experimentiertag: Chromatografie – oder: Die Farbenpracht des schwarzen Filzstifts

12. Experimentiertag: Naturphänomene sind duftend

12.1 [Lavendelparfüm selbst gemacht](#)

12.2 [Herstellung eines Zitronenöls](#)

12.3 [Eigenschaften ätherischer Öle](#)

12.4 [Duftöl verduftet](#)

Experimentierreihe III: Lebensmittel

13. Experimentiertag: Vitamine

13.1 [Mit Vitamin C Nahrungsmittel haltbar machen](#)

13.2 [Nicht alles, was gesund ist, ist wasserlöslich oder: Woher hat die Möhre ihre Farbe?](#)

14. Experimentiertag: Rund ums Ei

14.1 [Kann ein hart gekochtes Ei wieder flüssig werden?](#)

14.2 [Verhalten von Eiweiß bei Zugabe von Säure](#)

14.3 [Die Eierschale – oder: Was die Dolomiten und die Eierschale miteinander verbindet](#)

15. Experimentiertag: ...noch einmal Kohlenstoffdioxid

15.1 [Brausepulver und Brauselimonade – selbst gemacht](#)

15.2 [Entkalken einmal chemisch betrachtet](#)

16. Experimentiertag: Farbindikatoren

16.1 [Rotkohl oder Blaukraut?](#)

16.2 [Schwarzer Tee – mit Zitrone oder mit Backpulver?](#)

17. Experimentiertag: Milch

17.1 [Aus Sahne wird Butter](#)

17.2 [Ein Kleber zum Selbermachen: Casein-Kleber](#)

[Schlussbemerkung](#)

[Glossar der chemischen Begriffe](#)

[Literatur](#)

[Internetadressen](#)

[Über die Autorin](#)

Vorwort

Seit 2003 liegt das ‚Handbuch naturwissenschaftliche Bildung in der Kita‘ nun schon in der dritten völlig überarbeiteten Auflage vor – der anfänglich eher unbeliebte Bildungsinhalt scheint inzwischen nicht nur etabliert zu sein, sondern sogar an Beliebtheit deutlich dazugewonnen zu haben. Das zeigen auch einige Fakten: Seit über 20 Jahren hat naturwissenschaftliche Frühbildung als Teil des Bildungsauftrags im Elementarbereich einen festen Platz. Sie wird inzwischen nicht nur in den meisten Einrichtungen praktiziert, darüber hinaus haben die naturwissenschaftlichen Themen auch zu neuen Vernetzungen der Kita geführt: Mitmachlabors in Universitäten und Industrieunternehmen bieten seit vielen Jahren Experimentiertage für Kinder an. Science Center, vor 20 Jahren noch so gut wie unbekannt, verzeichnen einen großen Besucherandrang gerade von Familien mit kleinen Kindern.

Aber wie steht es um die Beliebtheit naturwissenschaftlicher Themen bei Kindern? Auch bei dieser Frage helfen Fakten weiter: Nicht nur Untersuchungsergebnisse, auf die im Handbuch noch näher eingegangen werden, weisen auf das frühkindliche Interesse am Experimentieren und an Fragen zur Natur hin, auch die vom Buchhandel jährlich veröffentlichten beliebtesten Kindersachbücher werden 2021 mit naturwissenschaftlichen Themen und Experimentierbüchern angeführt. Das war vor 20 Jahren noch völlig anders. Gute Experimentierbücher gab es kaum oder lagen als schwer verständliche Übersetzungen aus dem Englischen vor, wobei viele der Experimente kaum nachvollziehbare Deutungen enthielten.

Ganz entscheidend für die kindgerechte Implementierung der frühen naturwissenschaftlichen Bildung waren aber weder Politik noch Experimentierangebote von außen, sondern vor allem die ErzieherInnen, die tagtäglich mit den Kindern den Kindergartenalltag gestalten. Nicht selten hatten sie die Unterrichtsfächer Chemie und Physik selbst aus dem

eigenen Unterricht in wenig guter Erinnerung und die Hürde, sich nun dennoch mit diesen Themen zu befassen, war verständlicherweise groß.

Es ist daher sehr zu begrüßen, dass auch Ausbildungsinstitutionen für den Elementarbereich – seien es Sozialfachschulen oder Fachhochschulen – auf die Notwendigkeit reagiert haben, zukünftige ErzieherInnen behutsam an Naturphänomene und die Kunst der Vermittlung heranzuführen.

Zahlreiche pädagogische Fachkräfte PädagogInnen, deren Ausbildung nun schon einige Zeit zurückliegt, haben sich selbst auf den Weg gemacht, sich die erforderlichen Grundlagen zu erarbeiten. Ohne sie wäre eine so große Akzeptanz der naturwissenschaftlichen Bildung, wie sie inzwischen selbstverständlich ist, nicht möglich gewesen!

In der Bildungslandschaft gibt es immer wieder neue Strömungen, die z. T. ältere Themen verdrängen oder überlagern. Aufgrund von aktuellen Entwicklungen sind derzeit vor allem Sprachförderung, Inklusion und Digitalisierung in den Vordergrund gerückt. Dies hat aber kaum dazu beigetragen, dass die naturwissenschaftliche Bildung wieder verdrängt wurde, im Gegenteil, oft werden Inhalte zu Naturphänomenen mit anderen Bildungsanforderungen vernetzt, wozu im Handbuch an vielen Stellen auch Einsatzmöglichkeiten aufgezeigt werden. Hier nur so viel: Experimente zu Naturphänomenen werden nicht schweigend durchgeführt. Allein die Benennung der beim Experimentieren notwendigen Materialien hat viel mit Wortschatzerweiterung zu tun.

Aber es gibt auch Schattenseiten bei der frühkindlichen Heranführung an Experimente: Hin und wieder steht das „Pauken“ anstelle der lustvollen Erfahrung des Experimentierens und Hinterfragens im Vordergrund. Dann kann das zarte Pflänzchen der kindlichen Freude an Naturphänomenen schnell verwelken. Manch eine Fortbildungsinstitution setzt sich mitunter zu ehrgeizige Ziele bei der Verbreitung und Implementierung frühkindlicher Naturwissenschaftsbildung und verliert dabei das eigentliche Anliegen aus den Augen, nämlich den natürlichen Forscherdrang des einzelnen Kindes zu unterstützen.

Umso wichtiger ist es daher, mit Behutsamkeit und pädagogischem Weitblick dem naturwissenschaftlichen Bildungsbereich zu begegnen. Wann immer möglich und notwendig soll darauf in der überarbeiteten Neuauflage verwiesen werden. Aufbauend auf ausgewählten Forschungsergebnissen

werden zudem die Möglichkeiten, aber zugleich auch die Grenzen dieses Bildungsbereichs aufgezeigt.

Ich bin weiterhin zuversichtlich, dass naturwissenschaftliche Themen auch in Zukunft auf kindgerechte Weise in unseren Kindergärten Bestand haben werden. In den letzten Jahren habe ich bei vielen Vorträgen das Engagement und die Begeisterungsfähigkeit gerade der Zielgruppe erleben können, auf die es im Kindergarten ankommt – der Pädagoginnen und Pädagogen des Elementarbereichs, die sich mit Herzblut in ihrem Beruf einsetzen. Das hat mir gezeigt, dass der naturwissenschaftliche Bildungsbereich auf dem richtigen Weg ist.

Ich danke allen MitstreiterInnen, die Kindergartenkinder schon früh liebevoll an kindgerechte naturwissenschaftliche Experimente heranzuführen und mit ihnen gemeinsam Antworten auf Fragen zur Natur zu erarbeiten.

Gisela Lück

Einleitung – ein Blick zurück und nach vorne

Naturwissenschaftliche Bildung in der frühen Kindheit ist bei Weitem nichts Neues. Verfolgt man die Entwicklung über einen langen Zeitraum, dann ist zu beobachten, dass es wie bei einer Pendelbewegung ein häufiges Hin und Her gab: Auf eine Naturwissenschaftseuphorie folgte wenig später die große Ernüchterung. Aus diesem Wechselspiel sollten wir lernen, damit die derzeitigen naturwissenschaftlichen Bildungsinhalte diesmal Bestand haben, und deshalb werfen wir gleich zu Beginn einen kurzen Blick in die nicht allzu ferne Vergangenheit.

Küchenlabors im viktorianischen England

Im 18. und 19. Jahrhundert erlebten die Naturwissenschaften eine nie zuvor gekannte Blüte in Europa, vor allem in Deutschland, Frankreich, England und Italien. Es wurden ständig neue Entdeckungen hervorbracht, die das alltägliche Leben erleichterten – etwa die Erfindung des elektrischen Lichts, die Entwicklung wirksamer Medikamente oder die erstmalige Herstellung künstlicher Düngemittel, die die Ernährung der ständig zunehmenden Bevölkerung sicherstellte.

Naturwissenschaftsbegeisterung im 19. Jh.

Vor allem das Bürgertum des viktorianischen Englands wurde in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts von einer Welle der Naturwissenschaftsbegeisterung erfasst, die es zuvor nicht gegeben hatte. Das Interesse an Chemie und Physik war so verbreitet, dass viele Familien ihre eigenen kleinen Labors einrichteten, um die neuen Entdeckungen bei sich zu Hause nachzuvollziehen, sodass sie auf diese Weise Anteil am Zeitgeschehen hatten. Entsprechend groß war auch die Nachfrage an

Büchern mit einfachen chemischen und physikalischen Experimenten, die oft auch am Küchentisch durchgeführt wurden, wenn es für ein eigenes Labor keinen Platz gab. Das Buch „The Science of Home Life“ (sinngemäß übersetzt „Naturwissenschaften in unserem Haushalt“) von Albert James Bernays oder das Buch „Chemical Recreations“ (zu Deutsch „Unterhaltsame Chemie-Experimente“) von John Joseph Griffin erfreuten sich schon in Kürze zweistelliger (!) Auflagen (vgl. Bernays 1862 und Griffin 1854). Nicht selten wurde die in diesen Büchern beschriebene Küchenchemie als gemeinsamer Zeitvertreib in der Familie durchgeführt: Man ließ z. B. ein Stück Kreide in ein Glas mit Essig fallen, beobachtete, wie es sprudelte, und goss das entstandene Gas über eine Kerzenflamme, wodurch diese zur allgemeinen Verblüffung sofort gelöscht wurde. Auch in Teil II dieses Handbuchs wird dieses Experiment beschrieben (vgl. 3. Experimentiertag, S. 172).

Entsprechend groß war auch das öffentliche Interesse an naturwissenschaftlichen Vorlesungen. Wenn Humphry Davy, einer der Begründer der Elektrochemie und Entdecker zahlreicher chemischer Elemente, Vorträge an der Londoner Royal Institution hielt, versammelten sich große Menschenmengen vor den Sälen und blockierten mit ihren Kutschen sogar die Straßen. Es ist überliefert, dass auch Kinder an diesen Ereignissen teilnahmen und noch viele Jahre später nachhaltig beeindruckt waren.

Ein Schüler Davys, Michael Faraday, ließ es sich nicht nehmen, alljährlich zur Weihnachtszeit Vorlesungen für Kinder und Jugendliche abzuhalten, die zu einer Art „Straßenfeger“ in London wurden, so etwa seine berühmte Vorlesungsreihe „Naturgeschichte einer Kerze“ (Faraday 1979).

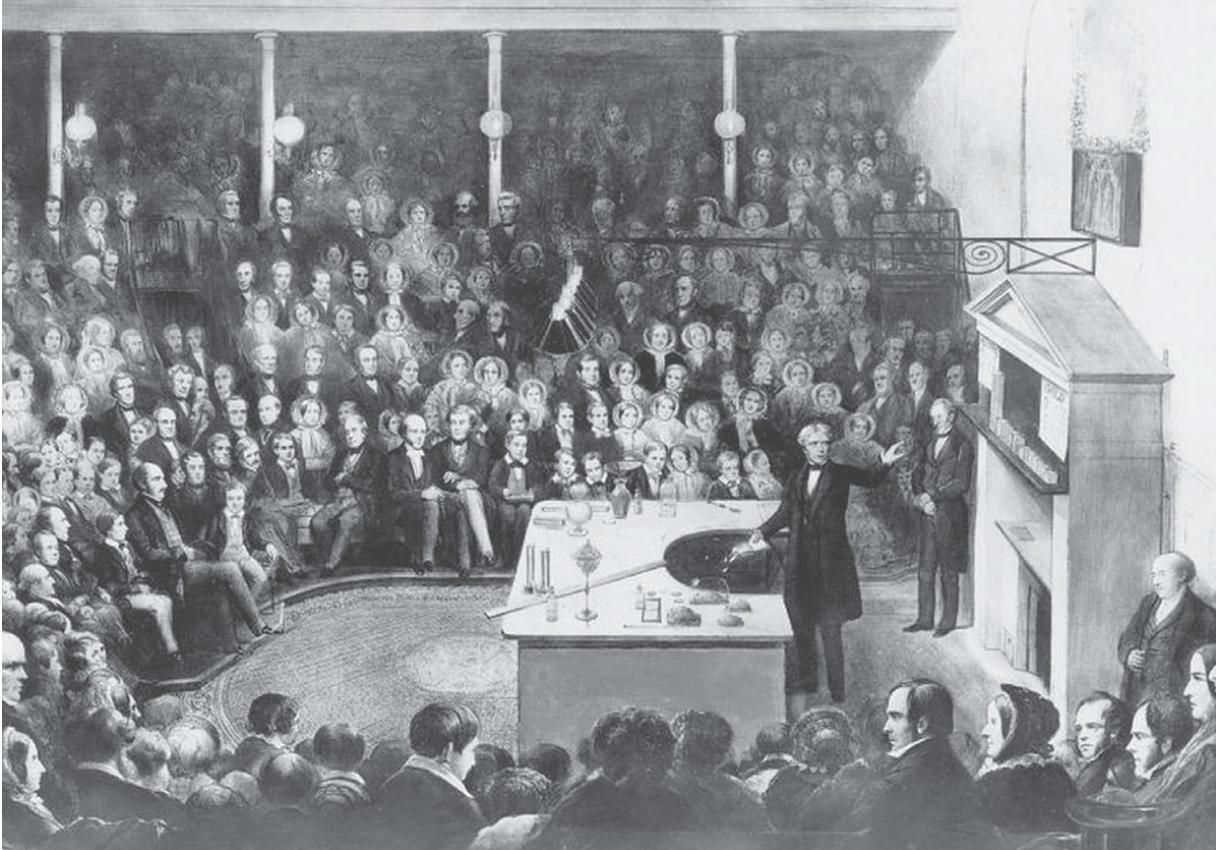


Abb. 1: Michael Faraday bei seiner Weihnachtsvorlesung am 27. Dezember 1855 (Lithographie von Alexander Blaikley).

Der Sputnikschock und seine Folgen

Ressentiments gegen Naturwissenschaften in den 1970er-Jahren

Eine zweite Welle der Naturwissenschaftseuphorie liegt zwar weniger lange zurück, gerät aber allmählich ebenfalls in Vergessenheit. Sie erfasste auch die Menschen hierzulande: Als die Sowjetunion 1957 den ersten künstlichen Erdsatelliten Sputnik 1 erfolgreich startete, nachdem die USA dies vergeblich versucht hatten, führte dies im damaligen Kalten Krieg in den westlichen Industrienationen zu einer drastischen Änderung der Bildungsinhalte. Der sogenannte Sputnikschock hatte zur Folge, dass auch in Deutschland zu Beginn der 1970er-Jahre die Unterrichtslehrpläne neu formuliert und gerade auch jüngeren Kindern das Lernen von Chemie und Physik nahegebracht (oder besser gesagt: „verordnet“) wurde. Anders als bei der ersten Welle strebte man dabei allerdings – wie so oft in diesen Fällen –

ein Extrem an, das an den Interessen und kognitiven Möglichkeiten der Kinder vorbeiging. Durch eine Mathematisierung der Naturphänomene und unnötigen Formeldrill wurde das aufkeimende kindliche Naturinteresse schon bald nachhaltig erstickt. Die Reaktionen blieben nicht aus: Desinteresse, ja sogar Ressentiments machten sich gegenüber den Naturwissenschaften breit. Die Folgen ließen nicht lange auf sich warten: Eine späte Einführung der Naturwissenschaften (meist erst ab Klasse 7) und die resolute Streichung aller naturwissenschaftlichen Inhalte aus den Lehrplänen der Fachschulen für Sozialpädagogik waren die Folgen. Diese naturwissenschaftliche Lücke bestimmten fast 30 Jahre unser Bildungssystem. Noch heute sind daher für manchen Erwachsenen chemische und physikalische Zusammenhänge unbekannt oder unverständlich.

TIMSS und PISA – Stärkung für ein erst zartes Pflänzchen naturwissenschaftlicher Frühbildung

Mitte der 1990er-Jahre wurde seitens der Frühpädagogik wieder wahrgenommen, dass Kinder schon im Vorschulalter mit großem Interesse die Vorgänge ihrer Umgebung verfolgen und ihre Zusammenhänge ergründen wollen. Nicht von ungefähr waren Naturwissenschaftssendungen für Kinder schon seit Jahrzehnten ein Renner (vgl. [Kapitel 11](#)). Als Ende der 1990er-Jahre die ersten Studien zur Naturwissenschaftsvermittlung im Elementarbereich vorlagen (vgl. Lück 2000), bereiteten sich zahlreiche Bundesländer vor, neben biologischen Themen nun auch chemische und physikalische Inhalte in den Bildungsempfehlungen aufzunehmen. Naturwissenschaftliche Bildung wurde zu einem der wichtigsten Themen der pädagogischen Fachtage im Elementarbereich.

„Pisa-Schock“ 2001

Durch diese Entwicklung wurde gerade die Kita zu der Bildungsinstitution, die besonders gut auf die 2001 publizierten PISA-Ergebnisse vorbereitet war. Diese bescheinigten den deutschen 15-Jährigen nämlich, dass ihre Leistungen in Lesen, in der Mathematik und in den Naturwissenschaften im internationalen Vergleich nur unterdurchschnittlich waren (vgl. Deutsches PISA-Konsortium 2001, S. 230

ff.) und das überraschte hierzulande die Bildungspolitik sehr, obwohl auch die TIMSS-Studie von 1996 zu vergleichbaren Ergebnissen kam, die allerdings weniger Presseresonanz fanden (vgl. Baumert, Lehmann et al. 1997, S. 98).

Dieser „PISA-Schock“ gab der naturwissenschaftlichen Bildung im Elementarbereich Auftrieb und die bereits vorliegenden Konzepte wurden erweitert und verbreitet.

Damit schwang das Pendel endlich wieder in Richtung Naturwissenschaftsvermittlung zurück – und zwar mit der Wucht von 30 Jahren aufgestauten Verharrens und zugleich mit der Gefahr einer erneuten Überforderung der Kinder und der pädagogischen Fachkräfte. Der Ruf wurde laut, statt bildungspolitischem Aktionismus und gut gemeinten Reformbemühungen mehr Behutsamkeit an den Tag zu legen, damit das kindliche Interesse nicht unter einem möglichen Naturwissenschaftsdrill verschüttet werde.

Die durchaus berechtigte Sorge, die Fehler der 1970er-Jahre zu wiederholen, war groß, und es wurden daher Fragen diskutiert, die in den früheren Naturwissenschaftswellen bislang keine Rolle gespielt hatten: „Ist die Vorschule aus Sicht der Entwicklungspsychologie überhaupt schon in der Lage, Naturphänomene begreiflich zu machen, ohne das Kind zu überfordern?“ oder „Welche Konsequenzen hat es, ein Kind schon so früh in Kognitionsprozesse einzubinden?“ Ganz zentral wurde die Frage der kindgerechten Heranführung an Naturphänomene, also der didaktische und lernpsychologische Aspekt, in den Mittelpunkt gerückt.

TIMSS belegt inzwischen Erfolge naturwissenschaftlicher Frühbildung

Dass die frühe naturwissenschaftliche Bildung nun nachhaltig Erfolg zeigte, belegen die TIMSS-Studien von 2011, wonach am Ende der 4. Klasse Grundschulkindern gerade in den Naturwissenschaften deutlich aufgeholt haben (vgl. Bos 2011), was in der TIMSS-Studie von 2019 in weiten Teilen bestätigt werden konnte (vgl. Schwippert, Kasper et al. 2019). Hieran hat natürlich auch die Grundschule einen erheblichen Anteil, denn auch die Lehrpläne für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht wurden quantitativ erheblich ausgeweitet und qualitativ angehoben (vgl. Brüggemeyer 2018, S. 9). Einen erneuten Dämpfer brachte der PISA-Vergleichstest, der 2019 erschien (Erhebungszeitraum 2018, Anzahl der

teilnehmenden SchülerInnen aus Deutschland nur 5500), nach dem 15-jährige SchülerInnen weniger Punkte erzielten als noch 2016 – nicht nur beim Leseverständnis und bei mathematischen Aufgaben, sondern auch in den Naturwissenschaften – aber immer noch über dem OECD-Durchschnitt liegen (vgl. Reiss, Weiss et al 2018). Dies zeigt, dass die bisher gemachten naturwissenschaftlichen Fortschritte in der Elementarbildung trotz immer wieder neuer aktueller Herausforderungen niemals aufgegeben werden sollten.

Ein fester Platz für naturwissenschaftliche Bildung

Heute ist naturwissenschaftliche Bildung in allen Bundesländern fest verankert, aber deren Bedeutung im Bewusstsein vieler pädagogischer Fachkräfte Pädagogen droht angesichts vieler neuer Anforderungen überlagert zu werden.

Natürliches Interesse wahren ohne Lernstress

Dieses Buch soll daher dazu beitragen, zum einen die Grundlagen naturwissenschaftlicher Frühbildung in Theorie und Praxis zu vermitteln und zum anderen die Vernetzungsmöglichkeiten mit weiteren anderen Bildungsbereichen aufzuzeigen.

Für diejenigen, die noch wenig Erfahrung mit Naturwissenschaftsvermittlung in der Kita haben, werden Hilfestellungen zum Einstieg ins naturwissenschaftliche Experimentieren mit Kindern gegeben. Gleichzeitig soll es dazu beitragen, dass die frühkindliche Heranführung an Naturphänomene mit Augenmaß betrieben wird, sodass das natürliche Interesse der Kinder im Blick bleibt, ohne einen zu frühen Lernstress in Gang zu setzen.

Deshalb beginnt das vorliegende Handbuch zur naturwissenschaftlichen Bildung im ersten Teil mit theoretischen Aspekten: Nach einer kurzen Einführung in den naturwissenschaftlichen Bildungsbegriff wird in Ausführungen zur Entwicklungspsychologie mit dem alten Vorurteil aufgeräumt, dass Kinder im Vorschulalter noch „zu klein“ für einen Zugang zu Naturphänomenen seien. Diese Überlegungen werden durch Erkenntnisse der Neurobiologie unterstützt. In weiteren Kapiteln folgen Ausführungen zu kindlichen Zugängen zu Naturphänomenen, die bereits

intuitiv angelegt sind, zur Interessensbildung bei Kindern zum Thema Naturphänomene, zu ihrer Erinnerungsfähigkeit in Bezug auf die Deutung durchgeführter Experimente, zur Rolle der Animismen im Vermittlungsprozess sowie zur Bedeutung der sinnlichen Dimension beim naturwissenschaftlichen Experimentieren. Ein ausführliches Kapitel befasst sich schließlich mit der Aufarbeitung naturwissenschaftlicher Themen in den Kindermedien.

Der zweite Teil dieses Buches widmet sich ausschließlich der Praxis. Hier wird für 17 Experimentiertage eine Auswahl von 35 Experimenten vorgestellt, die für den Elementarbereich zusammengestellt und dort über viele Jahre hinweg evaluiert wurden. Neben einer ausführlichen Beschreibung der Experimentdurchführung wird dabei ganz besonders viel Wert auf die Deutung des Phänomens und deren Vermittlung an Kinder gelegt.

... Und um zum Anfang zurückzukehren: So manch ein Küchenchemie-Experiment, das im 19. Jahrhundert das viktorianische Bürgertum begeisterte, hat auch heute noch nichts an Attraktivität verloren und ist daher auch in der vorliegenden Sammlung von Experimenten für den Elementarbereich dabei.

Ich wünsche Ihnen und den Kindern viel Spaß beim Experimentieren, Staunen und Begreifen.

Teil I:
Die Theorie



1 Stolpersteine der frühen Naturwissenschaftsvermittlung: „Bio“ ist nicht alles

In seiner packenden Autobiografie erinnert sich der Mediziner und Neurologe Oliver Sacks (1933–2015), wie er in seiner rund 60 Jahre zurückliegenden Kindheit an Naturphänomene herangeführt wurde: „Ständig bombardierte ich meine Eltern mit Fragen. Woher die Farben kämen. Wie es meiner Mutter gelinge, die Flamme des Gasbrenners zu entzünden. Was mit dem Zucker geschehe, wenn man ihn in den Tee rühre. Wo er bleibe. Warum sich Blasen bildeten, wenn Wasser koche ...“ (Sacks 2003, S. 10). Und etwas später schreibt er einen Satz, der angesichts seiner späteren Naturwissenschaftlerkarriere eigentlich gar nicht verwunderlich ist: „Meistens ging meine Mutter geduldig auf meine Fragen ein ...“ (ebd., S. 10 f.).

So wie es dem fünfjährigen Oliver vor vielen Jahrzehnten erging, so fordern auch heute noch Kinder im Vorschulalter mit „Warum-Fragen“ Antworten auf ihre Neuentdeckungen ein, wie etwa, warum es nachts dunkel wird oder warum die Sonne heiß ist.¹ Kinder im Vorschulalter sind nicht nur an der Tier- und Pflanzenwelt, sondern gerade auch an Phänomenen der unbelebten Natur interessiert.

Häufig wird dann aber nicht – wie im Falle von Oliver Sacks – die Mutter zur Stelle sein können, um kindgerechte Antworten zu geben und zu weiteren Fragen zu inspirieren. Stattdessen wird nicht selten mit Sätzen wie: „Dafür bist du noch zu klein.“ von der eigenen Unwissenheit abgelenkt oder Ungeduld kaschiert. Gerade wir, die wir den Bildungsauftrag erfüllen wollen und im Staffellauf der Generationen das Wissens- und Bildungsgut weitergeben sollen, haben in unserer eigenen Schul- und Berufsausbildung so wenig über Naturphänomene erfahren. In trockener Formelsprache und fernab jeglicher Anschaulichkeit vermittelt, blieben für viele von uns Chemie und Physik alltagsfern und unverständlich. Sicherlich war auch in unseren Kindertagen das Interesse an Naturphänomenen groß, doch durch das häufig vergebliche Warten auf Antworten war irgendwann schlichtweg „die Luft raus“ und die Neugier wich einer Gleichgültigkeit bis hin zum Ressentiment gegenüber den Themenfeldern, die doch so viel Einfluss auf unser Leben haben (vgl. Merzyn 2008, S. 67 ff., und Pollmeier 2014, S. 276).

Rudimente naturwissenschaftlichen Verstehens hielt bestenfalls die belebte Natur bereit: Biologische Phänomene wie das Wachsen einer Tulpe aus einer Zwiebel oder die Entwicklung eines Schmetterlings aus einer Raupe sind nicht nur farbenprächtige Naturereignisse, sondern vermitteln uns durch die Zuverlässigkeit der Wiederholung auch ein Gefühl der Vertrautheit und des Verstehens. Wer als Kind schon früh an biologische Themen herangeführt worden ist, kann auch Kinder gut an Naturbeobachtungen heranzuführen und für die biologische Umwelt begeistern. Auch heute noch nehmen biologische Themen im Elementar- und Primarbereich einen hohen Anteil des Sachunterrichts ein (vgl. [Abb. 2](#)), wenn auch in den letzten Jahren überarbeitete Sachunterrichtslehrpläne

verabschiedet wurden, in denen physikalische und chemische Themen einen höheren Stellenwert erlangt haben (vgl. Brüggemeyer 2018, S. 9).

Aber gelingt es uns wirklich, einem staunenden Kind zu erklären, *warum* sich aus einer Raupe ein Schmetterling entwickelt oder wie aus einer Zwiebel eine Tulpe entstehen kann? Finden wir für diese hochkomplexen Vorgänge kindgerechte Erklärungen? Häufig sieht das Kind in den unterschiedlichen Entwicklungsstadien voneinander völlig unabhängige Lebewesen. Ein aus einer Kaulquappe entwickelter Frosch – das sind eben zwei unterschiedliche Tiere: Da war zunächst eine Kaulquappe, die nun weg ist und ein Frosch ist nun sichtbar (vgl. Carey & Gelman 1991, S. 270). Und wie sieht es mit einem experimentellen Zugang aus, der gerade im Vorschulalter so wichtig ist? Können wir Kindern bei biologischen Phänomenen eine Gelegenheit zum Experimentieren bieten, die die Nähe zum Phänomen, zur Beobachtung und sinnlichen Wahrnehmung fördert? Nach dem Einpflanzen der Zwiebel muss das Kind – bei allem Handlungsdrang – in der Beobachterrolle verharren. Und die einmal entwickelte Tulpe lässt sich nicht mehr in eine Zwiebel zwängen, ihr Wachstumsprozess ist möglicherweise auch nicht mehr wiederholbar, da die Jahreszeit inzwischen weiter fortgeschritten ist.

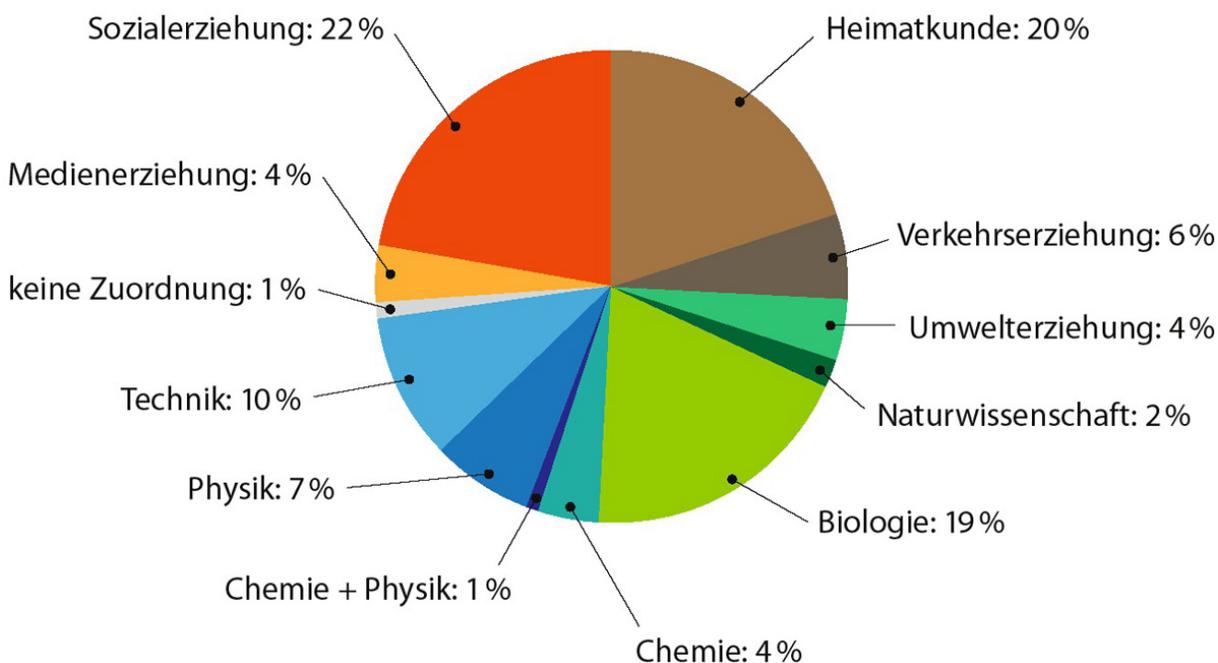


Abb. 2: Fächeranteile in den Sachunterrichts-Lehrplänen in Deutschland (Stand 2016; Brüggemeyer 2018, S. 9).

Einseitiges Naturwissenschaftsverständnis?

Damit soll keinesfalls die Biologie verunglimpft werden, und es ist natürlich in jedem Fall sinnvoll und richtig, Kinder an biologische Phänomene heranzuführen. Allerdings bieten sich diese kaum für eine Deutung an. Problematisch wird es überdies, wenn die Naturerfahrung ausschließlich auf Phänomene der belebten Natur begrenzt bleibt und Phänomene der unbelebten Natur zu kurz kommen, weil wir sie selbst nicht vermitteln können. Das kann zu einem einseitigen Naturwissenschaftsverständnis führen, demzufolge alles Belebte, Biologische gut und alles Chemische oder Physikalische schlecht ist. Aber das stimmt nicht: Wer von uns kennt beispielsweise nicht die Gefahren, die von einem giftigen Pilz ausgehen können, auch wenn er noch so sehr dem Reich der Biologie entstammt, und wer hat nicht schon die wohltuende, durstlöschende Wirkung der „Chemikalie H₂O“ beim Wassertrinken erfahren?

Es gibt auch noch ein ästhetisches Argument, das der Pflanzen- und Tierwelt den Vorzug gibt: Diese hält so faszinierende Naturschauspiele bereit, mit denen die unbelebte Natur scheinbar nicht konkurrieren kann. Aber auch in der unbelebten Natur können viele ästhetische Phänomene entdeckt werden, wenn wir sie denn überhaupt einmal in den Blick nehmen. Haben Sie schon einmal genau hingeschaut, wie sich ein Zuckerwürfel in einem Glas mit Wasser auflöst und die Ästhetik des allmählichen Auflösens, beginnend an den Ecken, dann an den Zuckerwürfelkanten bis hin zu den Flächen, bewundert? Dieses Experiment wird in Teil II am 5. Experimentiertag beschrieben.

Phänomene der unbelebten Natur im Elementarbereich

Es gibt viele gute Gründe dafür, dass neben biologischen Phänomenen auch die Phänomene der unbelebten Natur im Elementarbereich (wieder) Einzug halten. Voraussetzung dafür ist jedoch die fachliche Unterstützung der fröhpädagogischen Fachkräfte bei der Auswahl und Deutung der Naturphänomene, nicht zuletzt deshalb, weil dieses Themenfeld vielen noch nicht so ganz vertraut ist (vgl. hierzu auch Zimmermann 2011, S. 4 ff.).

Wenn in der Familie oder im Kindergarten die Antworten auf Warum-Fragen ausbleiben, bieten sich den interessierten Kindern meist nur zwei Möglichkeiten an, ihren Wissensdurst zu stillen: Zum einen die Medien –

allen voran das Fernsehen mit Kindersendungen wie „Die Sendung mit der Maus“ oder „Löwenzahn“, die mit immer noch hohen Einschaltquoten Zeugen des Wissensdurstes der Kleinen sind (vgl. [Kapitel 11](#)), die allerdings kaum Experimentiermöglichkeiten für Kinder anbieten können. Die andere Möglichkeit liegt im Warten. Warten, bis das Bildungssystem die naturwissenschaftliche Neugierde befriedigt. Dazu ist dann allerdings viel Geduld erforderlich, denn in der Grundschule kommen naturwissenschaftliche Themenfelder – wie oben beschrieben – nur im Sachunterricht vor – immer noch mit viel zu wenig Stunden (vgl. GDSU Perspektivrahmen Sachunterricht 2013). Es muss also weiter gewartet werden, bis in den weiterführenden Schulen nun endlich Chemie und Physik eingeführt werden – mit etwas Glück bereits in der Orientierungsstufe oder je nach Bundesland oftmals erst in der 7. oder 8. Klasse. Es kann als gesichert gelten, dass bei den dann inzwischen Dreizehn- oder Vierzehnjährigen die frühere Neugier an naturwissenschaftlichen Themen verflogen sein wird, zumal sich das Interesse mit Beginn der Adoleszenz eher hin zu soziologischen Themenfeldern verlagert, die den Jugendlichen Antworten auf das Erwachsenwerden geben. Unter entwicklungspsychologischen Aspekten wird also für die Naturwissenschaftsvermittlung nicht gerade der günstigste Zeitpunkt gewählt. Um eine kontinuierliche Vermittlung insbesondere chemischer Inhalte ist die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) bemüht, die sich für einen durchgängigen Unterricht mit chemischen Inhalten von Klasse 1 bis Klasse 9 einsetzt und dazu ein Positionspapier herausgebracht hat (vgl. GDCh 2017), das in Zusammenarbeit mit den Kultusministerien entstand – es tut sich also etwas!

Hinführung zu Naturphänomenen von Anfang an

Dank der frühen naturwissenschaftlichen Bildung und der didaktisch verbesserten Aufbereitung des Naturwissenschaftsunterrichts, der sich verstärkt an SchülerInneninteressen orientiert, haben die TIMSS-Ergebnisse von 2015 und 2019 einen deutlichen Anstieg der Naturwissenschaftskenntnisse der Viertklässler verzeichnet (vgl. Brüggemeyer 2018, S. 22; Wendt 2016, S. 160–183). Damit dieser Weg fortgesetzt werden kann, sind Kindergärten und Kindertageseinrichtungen bei der Hinführung zu Naturphänomenen weiterhin ganz besonders

gefordert. Neben den anderen Erziehungs- und Bildungsaufgaben zählen auch die Naturwissenschaften zum Bildungskanon des Elementarbereichs.

- 1 Eine Tatsache, die heute allerdings auch von einigen wenigen bestritten wird, so etwa von Salman Ansari in seinem Buch „Rettet die Neugier! Gegen die Akademisierung der Kindheit“ (2013).



2 Die Naturwissenschaften im elementarpädagogischen Bildungsauftrag

Im allgemeinen Bewusstsein gilt es als unbestritten, dass geisteswissenschaftliche Kenntnisse über Philosophie, Poesie oder Geschichte eindeutig zur Bildung gehören. Einen Menschen, der bei diesen Themen „mitreden“ kann, würden wir ohne zu zögern als gebildet bezeichnen. Wenn jedoch jemand die Elemente des Periodensystems aufzuzählen vermag, mit der Nachweisreaktion von Zucker oder Eiweiß vertraut ist oder erklären kann, warum sich im Herbst die Blätter verfärben, so würden wir diesen Menschen dagegen nicht unbedingt als gebildet wahrnehmen. Bei naturwissenschaftlicher Kompetenz wird eher von Wissen gesprochen.

Dies überrascht angesichts der Tatsache, dass in Deutschland seit dem Beginn der modernen Naturwissenschaften vor rund 250 Jahren zahlreiche

naturwissenschaftliche Entdeckungen gemacht wurden, im deutschen Nationalmythos aber nur vom Volk der „Dichter und Denker“ gesprochen wird. Die Forscher und Tüftler, die den Weg für volkswirtschaftlichen Wohlstand und zivilisatorischen Komfort geebnet haben, unter Bildungsaspekten hingegen außen vorgelassen werden.

Naturwissenschaften als Bildungsgut

Ob Chemie, Physik oder Astronomie – sämtliche Naturwissenschaftsdisziplinen haben es schwer in der Anerkennung ihrer Inhalte als Bildungsgüter. Das hat sicherlich auch etwas mit der Selbstdarstellung dieser Disziplinen zu tun. Einzelfakten scheinen im Vordergrund zu stehen. In der Forschung ist eine extreme Spezialisierung wahrzunehmen, die oft weder soziale noch ökologische Faktoren berücksichtigt, sodass die Kenntnisse kaum zu einer Werteorientierung oder ganzheitlichen Sichtweise der Mitwelt beitragen.

Bildung als Beziehungsgeflecht von Erkenntnissen

Tatsächlich können aber gerade die Naturwissenschaften viele differenzierte Einsichten in die Prozesse unserer Umwelt vermitteln, die uns helfen, selbstverantwortlich und eigeninitiativ an der Gestaltung unserer zukünftigen Lebensbedingungen mitzuwirken und die uns erfahren lassen, wie wir unsere Umwelt nutzen können und wann wir sie schützen müssen. Zu diesen Einsichten zählt u. a. die Tatsache, dass Stoffe nicht einfach spurlos verschwinden können (Gesetz von der Erhaltung der Masse), auch wenn wir dies umgangssprachlich mit Formulierungen wie „Mein Schlüsselbund ist weg“ vorgeben. So wie der Schlüsselbund ganz sicherlich nicht weg, sondern nur an einem anderen Ort ist, ist auch ein Stoff niemals ganz verschwunden, er hat sich lediglich chemisch umgewandelt, wie etwa im Falle von Wachs, aus dem beim Abbrennen einer Kerze Kohlenstoffdioxid und Wasser entstanden ist (vgl. Teil II, 3. Experimentiertag). Ein anderes Beispiel: Ein Stoff ist für unser Auge unsichtbar geworden, beispielsweise wenn sich ein Zuckerwürfel in Wasser oder Tee auflöst. Weg ist der Zucker bestimmt nicht, sonst könnten wir ihn nicht schmecken (vgl. Teil II, 5. Experimentiertag). Aus einem derartigen Beziehungsgeflecht von Erkenntnissen, zu deren Grundlage sicherlich auch Faktenwissen gehört, erwächst eben nicht allein naturwissenschaftliches *Wissen*, sondern