

Ansari, Salman

## Schule des Staunens. Lernen und Forschen mit Kindern [Kapitel 1-3]

Heidelberg : Spektrum Akademischer Verlag 2009, 34 S.



Quellenangabe/ Reference:

Ansari, Salman: Schule des Staunens. Lernen und Forschen mit Kindern [Kapitel 1-3]. Heidelberg : Spektrum Akademischer Verlag 2009, 34 S. - URN: urn:nbn:de:0111-opus-7505 - DOI: 10.25656/01:750

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-7505>

<https://doi.org/10.25656/01:750>

in Kooperation mit / in cooperation with:

# Spektrum

AKADEMISCHER VERLAG

<http://www.spektrum-verlag.de>

### Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

### Kontakt / Contact:

peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

Salman Ansari

# Schule des Staunens

Lernen und Forschen mit Kindern

**Spektrum**  
AKADEMISCHER VERLAG

The logo for Spektrum Akademischer Verlag features the word 'Spektrum' in a large, bold, serif font. Below it, the words 'AKADEMISCHER VERLAG' are written in a smaller, all-caps, sans-serif font. A horizontal grey bar is positioned directly beneath the text.

### **Wichtiger Hinweis für den Benutzer**

Der Verlag und der Autor haben alle Sorgfalt walten lassen, um vollständige und akkurate Informationen in diesem Buch zu publizieren. Der Verlag übernimmt weder Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für die Nutzung dieser Informationen, für deren Wirtschaftlichkeit oder fehlerfreie Funktion für einen bestimmten Zweck. Der Verlag übernimmt keine Gewähr dafür, dass die beschriebenen Verfahren, Programme usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Der Verlag hat sich bemüht, sämtliche Rechteinhaber von Abbildungen zu ermitteln. Sollte dem Verlag gegenüber dennoch der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar gezahlt.

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media  
[springer.de](http://springer.de)

© Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg 2009  
Spektrum Akademischer Verlag ist ein Imprint von Springer

09 10 11 12            13            5 4 3 2 1

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Planung und Lektorat: Katharina Neuser-von Oettingen, Anja Groth

Redaktion: Regine Zimmerschied

Satz: klartext, Heidelberg

Umschlaggestaltung: wsp design Werbeagentur GmbH, Heidelberg

Titelbild: Das Titelbild zeigt eine Zeichnung von Mara Wachter, 2. Klasse

Fotos/Zeichnungen: Salman Ansari, Kinder des Kindergartens der Odenwaldschule und Lehrer und Schüler der Grund- und Hauptschule Haueneberstein

ISBN 978-3-8274- 978-3-8274-2061-9

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Forscherstunden zum Entdecken und Lernen mit Kindern. . . . .</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Wie machen Kinder Bekanntschaft mit der Welt? . . .</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Was heißt entdeckendes Lernen? . . . . .</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>Der Übergang vom Konkreten zum Abstrakten und die naiven Vorstellungen . . . . .</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>Die Überwindung von naiven Vorstellungen durch eine Neuorganisation von Wissen: Schattenmessen. . .</b>	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>Vom Lehrer zum Mentor – Idee einer neuen Schule. . .</b>	<b>73</b>
<b>7</b>	<b>Unterrichtsbeispiele aus dem Kindergarten . . . . .</b>	<b>89</b>
<b>8</b>	<b>Unterrichtsbeispiele aus der Grundschule . . . . .</b>	<b>105</b>
<b>9</b>	<b>Forscherstunden im Bereich MeNuK und MNT (Grund- und Hauptschule Haueneberstein). . . . .</b>	<b>127</b>

<b>10</b>	<b>Eine Auswahl von Projekten. . . . .</b>	<b>225</b>
<b>11</b>	<b>Naive Vorstellungen der Kinder zu den Vorführversuchen . . . . .</b>	<b>231</b>
	<b>Literatur . . . . .</b>	<b>245</b>

# 1

## Forscherstunden zum Entdecken und Lernen mit Kindern

### 1.1 Einführung

*Die Schulerfahrung gestaltet sich für die Kinder derzeit vor allem dadurch so unerfreulich, dass sie ständig zu Tätigkeiten gezwungen werden, bei denen sie versagen.*

*Margaret Donaldson, Children's Minds (1978)*

*Es gibt keine großen Entdeckungen und Fortschritte, solange es noch ein unglückliches Kind auf Erden gibt.*

*Albert Einstein*

Wenn wir über die Vorschulerziehung beziehungsweise das Lernen in der Grundschule sprechen, dann stellen wir uns folgende Fragen: Wie eignen sich Kinder Wissen an? Wie bilden sie ihre Vorstellungen und Erklärungen für das, was in ihrer Umgebung geschieht, aus? Was lernen sie ohne unser Zutun? Diese Fragen zielen auf die Frage nach Bildung, nach der Beziehung von Entdecken aus Neugier und Lernen am Vorbild oder Modell. Das kindliche Lernen ist unmittelbar mit der Anwendung des erworbenen Wissens verbunden. Kein Kind würde etwas lernen, wenn es das Gelernte nicht nutzbar machen könnte, um sich selbst und seine Wirklichkeit zu entdecken. Das ursprüngliche, also das vorschulische, Lernen ist auf das sinnliche Verstehen ausgerichtet, das es dem Kind ermöglicht, sich zu orientieren. Ein Lernen auf Vorrat gibt es folgerichtig nicht.

In diesem Kontext ist Bildung die Kompetenz der Anwendbarkeit des verfügbaren Wissens. Ein Wissen, das niemals mit der Wirklichkeit zu tun hat, ist nutzlos. Nutzloses Wissen beeinträchtigt unsere Sinne und unsere geistige Beweglichkeit. Wer könnte leugnen, dass er ein gehöriges Maß an nutzlosem Wissen mit sich herumträgt? Der englische Gelehrte Alfred North Whitehead bezeichnet solch ein ungenutztes Wissen, das nie gebraucht und nie verändert wird, sich also dem Hinzulernen entzieht, als „inert“. Inert ist etwas, was regungslos da ist, untätig, ohne Reaktionsfähigkeit auf irgendeine Stimulanz.

Wie können wir also unsere Kinder gegen ein inertes Wissen wappnen? Jedenfalls nicht dadurch, dass wir die umstrittenen schulischen Kategorien von Bildung in die Vorschule vorverlegen. Die Vermeidung des inertes Wissens könnte jedoch gelingen, wenn es möglich wäre, die Formen des ursprünglichen Lernens in alle Bildungsinstitutionen hinüberzuretten beziehungsweise die Lernprozesse so zu organisieren, dass die Formen des ursprünglichen Lernens unverfälscht fortgesetzt werden können. Diesen Gedanken möchte ich durch ein Beispiel verdeutlichen. Stellen Sie sich vor, Sie sind im Berliner Zoo und stehen gerade vor der Plastik eines Nilpferdes.

Da Nilpferde mächtig gebaute Lebewesen sind, ist das Modell groß geraten. Und nun beobachten Sie, wie ein Kind, vielleicht acht Jahre alt, die Ohren des Tieres ergreift und sich vorsichtig vorn hochzieht, erst bis zum Kopf, und dann langsam hoch über den Nacken bis auf den Rücken des Tieres kriecht. Ein kleines



Kind, vielleicht zweieinhalb Jahre alt, hat das Kletterabenteuer gespannt beobachtet und möchte es ihm gleich tun. Der kleine Junge reckt sich hoch, um die Ohren des Tieres zu erreichen, doch gleich im nächsten Augenblick fasst ihn sein Vater an und will ihn auf den Rücken des Nilpferdes hieven. Doch der Junge schreit und will sofort losgelassen werden. Der Vater sieht die Aussichtslosigkeit seines Vorhabens ein und setzt den Jungen wieder auf dem Boden ab. Die jähe Intervention des Vaters hat den Jungen völlig aus dem Konzept gebracht. Daher weint er nun bitterlich. Die Mutter will wissen, weshalb der Junge weint. Der Vater antwortet: „Er will allet aleene machen.“

Die Mutter beruhigt das Kind, und bald fasst sich der kleine Junge und unternimmt einen zweiten Versuch. Zentimeter um Zentimeter arbeitet er sich hoch, dabei sieht es oft nicht ungefährlich aus. Der Junge denkt nicht daran aufzugeben. Der Vater steht untätig weiter weg vom Kind. Er könnte sich genauso dem Nilpferd nähern und gegebenenfalls das Kind auffangen, falls es abrutschen sollte. Bald hat sich der Junge bis zum Kopf des Tieres hochgearbeitet. Just in diesem Moment schießt der Vater auf ihn zu, ergreift ihn und holt ihn mit einem gewaltigen Schwung herunter. Die Mutter meint, dass der Junge es nun doch fast schon geschafft habe. Der Vater sagt nichts und ist darüber besorgt, dass das bittere Wehklagen des Jungen die anderen Besucher des Zoos stören könnte.

Diese Episode hat für mich eine exemplarische Bedeutung, denn an ihr werden bedeutende Elemente des ursprünglichen Lernens nachvollziehbar, zum Beispiel:

- der Antrieb zur Nachahmung,
- der unaufschiebbare Drang zur Selbstständigkeit,
- die Zurückweisung von unerbetener Hilfe,
- die Bereitschaft zum Üben,
- Körpererfahrung,
- soziale Dimension der Intelligenz.

## **Der Antrieb zur Nachahmung**

Kinder lernen authentisch. Dies will besagen, dass sie Ereignisse in ihrer Umwelt nachzuahmen versuchen. Nachahmen setzt Beobachten und genaues Zuhören voraus und vermittelt Erfahrungen, die für das Kind Bedeutungen erzeugen. Der Spracherwerb beispielsweise wird teilweise über das Nachahmen erreicht. Für das Nachahmen braucht man jedoch Vorbilder, die in einer Umgebung agieren, in der das Kind an den Geschehnissen des Alltags selbstverständlich partizipieren kann. Für das Kind sind die Eltern und die Geschwister das Vorbild. Im Kindergarten sind es die älteren Kinder. Nachahmen ist somit ein lebendiger, konkreter Lernprozess, bei dem das Kind sich bemüht, die beobachteten Bilder nachzuzeichnen, dabei neue Erkenntnisse zu gewinnen und diese praktisch umzusetzen. Da es sich hierbei um die Ursprünglichkeit der Welterfahrung handelt, ist authentisches Lernen ein sozialer Vorgang, der ohne Bezugspersonen oder integrative Gruppen nicht stattfinden kann. Je heterogener die Gruppe ist, umso mannigfaltiger sind naturgemäß die Nachahmungsmöglichkeiten beziehungsweise der Erwerb von Kompetenzen.

## **Der unaufschiebbare Drang zur Selbstständigkeit**

Dass Wissen nicht übertragen werden kann, ist ein unbestreitbares Faktum. Jedes Individuum muss selbst Erfahrungen machen und diese als Grundlage für die Aneignung von Wissen verwenden; das heißt auch, dass jedes Individuum in seinem Gehirn Wissen neu erarbeiten muss. Wissenserwerb ist somit ein eigenständiger Prozess. Kinder wissen dies und handeln danach. Sobald ein Kind beispielsweise einen Löffel anfassen kann, will es nicht mehr gefüttert werden, und wenn es auch noch Messer und Gabel halten kann, will es am Tisch so wie die Erwachsenen behandelt werden. Oft geschieht dies nicht, weil die Tischdecke oder das Hemdchen des Kindes beschmutzt werden könnten.

Ich habe oft erlebt, dass Kinder dann die Nahrungsaufnahme strikt verweigern und sich durch keine Versprechen, wie etwa „Wenn du brav bist, darfst du ein Eis essen“, bestechen lassen. Ähnliche Beispiele gibt es zuhauf.

## **Die Zurückweisung von unerbetener Hilfeleistung**

Auf der Grundlage von existierenden Erfahrungen wollen Kinder weitere Erfahrungen machen und somit ihr Wissen erweitern. Die selbstständige Anwendung von Erfahrung zwingt das Kind, entweder das bereits erworbene Wissen zu modifizieren oder neue Konzepte zu bilden. Belehrungen in diesem Kontext sind wirkungslos. Jede Belehrung, selbst wenn sie in Form von tätiger Hilfe angeboten wird, weist das Kind vehement zurück. Denn es will selbst verstehen, was eine neue Erfahrung zu bedeuten hat, und diese nicht übermittelt bekommen. So erwerben Kinder eine Vielzahl von Kompetenzen ohne Pädagogikum, so zum Beispiel Diskutieren, Erzählen, Schlussfolgern und das Entdecken von Zusammenhängen.

## **Die Bereitschaft zum Üben**

Kinder wissen intuitiv, dass das Lernen ein Prozess ist, der das Üben voraussetzt. Sie wissen auch, dass der Erwerb von Kompetenzen durch ständiges Wiederholen von bestimmten Operationen erreicht wird. So lernen sie sprechen, ergreifen und loslassen, laufen, klettern usw. Kinder können ein und dieselbe Geschichte oder ein Märchen immer wieder hören, bis sie die darin enthaltenen Bilder und Botschaften selbstständig begriffen haben.

## Körpererfahrung

Kinder brauchen körperliche Erfahrung, um sich in der Wirklichkeit zu orientieren, zum Beispiel:

- Durch Rennen erfahren sie die Geschwindigkeit, aber auch, dass der Körper durch eine jähe Unterbrechung der Bewegung nach vorn kippen kann.
- Durch Hüpfen und Springen merken sie, wie die Erde sie nach oben schiebt.
- Durch Rennen im Kreis erfahren sie, dass der Körper nach innen gezogen wird; auf ihn wirkt also die Zentrifugal- beziehungsweise Zentripetalkraft.

## Soziale Dimension der Intelligenz

Zur evolutionären Entwicklung der menschlichen Intelligenz werden zwei Hypothesen formuliert:

1. Die kognitive Evolution ist ein Ergebnis des sozialen Wettbewerbs der Menschen untereinander.
2. Die soziale Kooperation und Interaktion sind die Triebkraft für die kognitive Entwicklung.

Wissenschaftliche Studien zeigen, dass Menschen, verglichen mit Primaten, die weitaus kooperativere Spezies sind. Die menschliche Kultur ist letztlich ein Ergebnis des sozialen differenzierten Agierens mit dem Ziel, Institutionen und Gruppen zu bilden, damit sie komplexe kulturelle und technische Systeme errichten und bewältigen können.\*

Das ursprüngliche Lernen beruht ebenfalls auf Kooperation und Kommunikation, und nicht auf Wettbewerb. Die Erkenntnisse der kognitiven Wissenschaften lehren uns unter anderem Folgendes:

---

\* Meltzoff, A. N. (2007). „Like me“: A Foundation for Social Cognition. *Developmental Science* 10, 1, 126–134.

- Wissen wird nicht passiv erworben.
- Wissen ist ein Prozess aus Erfinden und Gestalten.
- Kinder haben ein Repertoire an Strategien, um eigene Vorstellungen zu konstruieren und somit Bedeutungen zu erzeugen, um sich die Welt anzueignen.

Diese Aussagen erinnern uns stark an die Merkmale des ursprünglichen Lernens. Wahrscheinlich werden Kinder stark verunsichert, wenn sie in die Schule kommen. Denn hier herrschen ganz andere Gesetze des Lernens. Der deutsche Pädagoge Martin Wagenschein fasst diesen Widerspruch wie folgt zusammen:

*Hier stand ich nicht mehr vor Klassen von Schülern: ich sah mich von Kindern umgeben. Kinder sind ja etwas anderes als Schüler. Wenn sie Kinder bleiben dürfen, dann wollen sie lernen.\**

Martin Wagenschein unterscheidet zwischen Schülern\*\* und Kindern, die auch als Schüler Kinder bleiben dürfen und daher lernen wollen. Erstaunlicherweise steht diese Feststellung von Martin Wagenschein in Übereinstimmung mit den Befunden der kognitiven Wissenschaften.

Während wir die genannten Merkmale des ursprünglichen Lernens im Kopf behalten, sehen wir uns an, wie das schulische Lernen gestaltet ist und welche Qualifikationen die Schule als erstrebenswert erachtet.

Es fällt auf, dass das Lehren prinzipiell instruktionsorientiert ist. Von Bedeutung sind dabei primär die Abspeicherung und Verarbeitung des angebotenen Wissens beziehungsweise das, was Kinder nicht wissen und was sie wissen sollten.

---

\* Zitiert aus der Dankesrede anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde durch die Technische Hochschule Darmstadt (1978).

\*\* Wir verwenden in diesem Buch den Plural „Schüler“ aus Gründen sprachlicher Einfachheit für „Schülerinnen und Schüler“. Oft werden der Singular und Namensnennungen sprachlich eingesetzt, um die Präsenz von Mädchen und Jungen gleichwohl deutlich darzustellen.

*Und nicht:* Welche Kompetenzen und welches Wissen die Kinder bereits besitzen und wie dieses Wissen stimulierend wirken könnte, um neue Erfahrungen zu machen und neue Zusammenhänge zu entdecken.

Traditionell folgt die Praxis im Schulunterricht, aber auch das allgemeine Verständnis des institutionalisierten pädagogischen Handelns immer noch dem folgenden Schema:

**Lehrer:**

Aktiver Sender  
von Konzepten



**Schüler:**

Passiver Empfänger  
von Konzepten

Vorausdenker

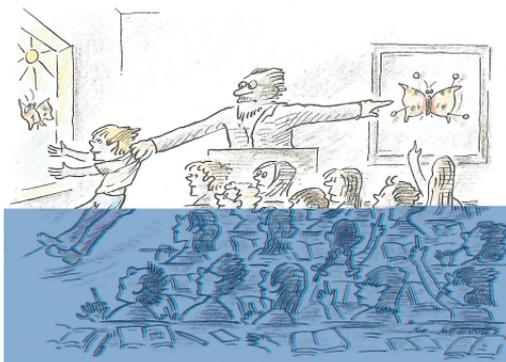
Besitzt kein Vorwissen

Die Lehrenden bestimmen, was das Kind zu lernen und zu denken hat.

Hinzu kommt, dass „die unterrichtlich vermittelten Interpretationen der Natur als die einzig richtigen gelten“ (M. Wagenschein).

Die Zeichnung unten von Marie Marcks kann nicht oft genug zitiert werden.

Ich möchte in diesem Buch Eltern und Lehrern einen Einstieg in eine andere Schulpraxis vermitteln, die vor dem Hintergrund der Vielseitigkeit von Wahrnehmung und Reflexion ein gemeinsames entdeckendes Lernen und Üben integriert. Da das Lernen mit dem Handeln verwoben ist, lässt sich diese Sicht auf



die schulische Bildung mit den Worten von Alfred North Whitehead treffend umschreiben:

*Es ist strittig, ob die Hand des Menschen sein Gehirn schuf oder sein Gehirn die Hand. Auf jeden Fall ist die Beziehung eine enge und wechselseitige.\**

In der Tat ist das schulische Lernen vornehmlich kognitiv ausgerichtet. Diese Beschränkung betrachtet letzten Endes Kinder als körperlos. Gewiss, Sportunterricht gehört zum Curriculum, doch werden im Allgemeinen die Elemente des Tanzes, des Balletts und andere Möglichkeiten der Entdeckung der Schönheit der körperlichen Bewegung nicht als Lernziele angestrebt. Auch die handwerkliche Komponente des Erwerbs von Wissen spielt meist eine untergeordnete Rolle.

Es ist daher nicht verwunderlich, dass viele Kinder diesen dramatischen Wechsel von Lernarten – also von Formen des kindlichen Lernens zu den Formen des schulischen Lernens – nicht verkraften und sich entmutigt fühlen,

- sich aktiv mit Konzepten auseinanderzusetzen, ohne in eine wettbewerbsartige Situation zu geraten,
- ihre eigenen Vorstellungen zu konstruieren,
- ihre eigenen Fragen zu beantworten, statt Antworten auf Fragen zu erhalten, die sie nie gestellt haben.

Die räumliche Begrenztheit, der Mangel an materieller Ausstattung und fachlichen Ressourcen in vielen Schulen erschweren die Realisierung von Aktivitäten, die von Elementen des Balletts oder Tanzes oder der handwerklichen Ausbildung geprägt sind. Dennoch kann man den Entdeckungsgeist und den Erfahrungsalltag der Kinder ins Zentrum des Lernens stellen. Dies zeigen wir anhand der ausführlichen Berichte aus den Unterrichtssituationen in der Grundschule und im Kindergarten. Wir haben uns bei der Berichterstattung bemüht, möglichst umfangreich

---

\* Zitiert aus *Technical Education and Its Relation to Science and Literature. The Aims of Education*. London: Williams & Norgate, 1932.

und authentisch die Wege des Lehrens und Lernens nachzuzeichnen, damit sie für Eltern, aber auch für interessierte Menschen, die nicht in pädagogischen Einrichtungen arbeiten, nachvollziehbar werden. Wir hoffen, dass dieses Buch Impulse und Ansätze für die Pädagogik in Grundschule und Kindergarten liefern wird. Darüber hinaus ist es ein Anliegen dieses Buches, für ein kooperatives Lernen mit den Kindern in Elternhaus und Schule zu werben.

# 2

## Wie machen Kinder Bekannntschaft mit der Welt?

### 2.1 Ein Blick auf kindliche Konzepte und Intuitionen

*Während nämlich der Geist des Kindes noch ganz arm an Anschauungen ist, prägt man ihm Begriffe und Urteile ein ... Statt Dessen also sollte in der Kindheit, der naturgemäße Gang der Erkenntnißbildung beibehalten werden, kein Begriff müsste anders, als mittelst der Anschauung eingeführt, wenigstens nicht ohne sie beglaubigt werden. Das Kind würde dann wenige, aber gründliche und richtige Begriffe erhalten. Es würde lernen, die Dinge mit seinem eigenen Maßstabe zu messen, statt mit einem fremden.*

*Arthur Schopenhauer (1788–1860)*

Wie können wir die Formen des vorschulischen Lernens im Kindergarten und in allen anderen Schulformen fortsetzen?

Wir möchten, dass Kinder mithilfe von vertrauten Bildern und Phänomenen Bekannntschaft mit komplexeren Zusammenhängen machen und dabei ihre Fähigkeit, Verknüpfungen herzustellen, entfalten können. Mit dem Prädikat „Verknüpfung“ meinen wir die Fähigkeit der Vernetzung von vorhandenem Wissen und Erfahrung, um neue Erkenntnisse zu gewinnen. Wir wollen diese archaische Fähigkeit der Menschen, Verknüpfungen von erlebten Ereignissen herzustellen, als ein Ergebnis der Erweiterung und Vertiefung von Erfahrung und Lernen bezeichnen. Denn das menschliche Denken selbst ist ein Ergebnis der Lernprozesse solcher Verknüpfungen, deren Aussagen von Genera-

tion zu Generation weitergegeben und weiterentwickelt werden und zu verschiedenen Begriffen geführt haben. Die Begriffe gewinnen nur dann eine Bedeutung, wenn wir die Möglichkeit erhalten, Wege kennen zu lernen, die zu ihrer Bildung geführt haben. Bei dem Vorgang des Erwerbs von Wissen wollen wir als Lehrende das Bildhaft-Anschauliche, das Sinnlich-Emotionale ins Zentrum unseres Handelns stellen. Wir wollen für Kinder Anlässe schaffen, die sie ermuntern, Neugier zu entfalten, Freude am Erfinden und Entdecken zu erfahren und am eigenen Handeln zu erkennen, dass zum Gelingen das Fehlermachen und Durchhaltevermögen unverzichtbar sind. Deshalb ist es notwendig, umzudenken und von der Vorstellung wegzukommen, dass Kinder sich nach dem Unterricht richten müssen. Genau umgekehrt muss die Wirklichkeit eines guten Unterrichts sein.

Wie leicht dies gelingen kann und wie Kinder selbstständig Begriffe deuten und bilden können, zeigt folgendes Beispiel aus der Grund- und Hauptschule Haueneberstein, die ihren Unterricht so umgestaltet hat, dass die Lehrer nicht mehr als Überträger von Informationen agieren:

Die Kinder rätseln, womit man Tiere vergleichen könnte: mit Menschen, bestimmte Tiere mit anderen? Schließlich kommt von einem Drittklässler: mit Pflanzen, weil das doch auch Lebewesen sind. An der Stellwand entsteht die endgültige Überschrift:

### **Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen Tieren und Pflanzen**

In den Gruppen wird überlegt. Es dauert eine Weile, bevor die Ersten sich trauen, etwas auf die Zettel zu schreiben. Die Ergebnisse werden von den Gruppen vorgetragen, diskutiert, bei Doppelnennung wird die beste Formulierung ausgewählt und an die Stellwand gepinnt\*:

---

\* Die zitierten Aussagen der Kinder wurden in diesem Buch mit korrigierter Rechtschreibung und Grammatik wiedergegeben.



- Tiere können sich bewegen, Pflanzen nur ganz wenig und ganz langsam.
- Tiere können laufen, fliegen oder kriechen oder schwimmen.
- Tiere können riechen und hören.
- Tiere können fühlen.
- Pflanzen und Tiere brauchen Wasser und Luft.
- Pflanzen und Tiere brauchen Sauerstoff.
- Pflanzen und Tiere brauchen Nahrung, aber nicht beide die gleiche.
- Pflanzen und Tiere vermehren sich.
- Pflanzen und Tiere brauchen Wasser, Sonne, Erde.
- Pflanzen und Tiere wachsen.
- Pflanzen und Tiere leben.
- Pflanzen haben Blätter.
- Pflanzen haben Wurzeln, durch die sie ihre Nahrung aufnehmen.

Insbesondere zwei Fünftklässler haben sich weitere Gedanken gemacht. Daraus entsteht erneutes Nachdenken. Einige neue Aspekte kommen hinzu:

- Tiere fressen Tiere und Pflanzen. Pflanzen brauchen nur Wasser, Sonne, Luft, Erde und Dünger.
- Viele Pflanzen werden älter als Tiere. (Damit sind die Bäume gemeint.)
- Tiere und Pflanzen brauchen sich gegenseitig.
- Aber die Pflanzen brauchen nicht unbedingt die Tiere, weil die Tiere die Pflanzen fressen, aber nicht die Pflanzen die Tiere. (Ausnahme: die fleischfressenden Pflanzen.)
- Aber die Pflanzen machen für die Tiere die Luft sauber, und die Pflanzen brauchen die Atemluft der Tiere.
- Pflanzen und Tiere leben beide und beide sterben.

An diesem Beispiel wird deutlich, dass Kinder intuitiv ihr Vorwissen nutzen, um zu „klassifizieren“, zu „analysieren“, zu „kategorisieren“ und zu „reflektieren“. Dies sind Kompetenzen, die für ein wissenschaftliches Arbeiten unverzichtbar sind.

## 2.2 Zusammenfassung

- Der Erwerb von Wissen ist kein spontaner Vorgang, sondern entfaltet sich stufenweise, ist also in einen Entwicklungsprozess integriert.
- Wissensbildung basiert auf einem Zusammenspiel zwischen dem, was man bereits weiß, und dem, was man neu lernen will.
- Was man bereits weiß, wird erst dadurch sichtbar, dass man die Gelegenheit bekommt, seine Vorstellungen über Naturphänomene zu artikulieren und mit anderen auszutauschen. Hierbei erkennt man, was man wirklich versteht, welche Zusammenhänge einem rätselhaft erscheinen und was man noch lernen muss.
- Denkstrukturen (Grundbegriffe und Verfahrensweisen) einer Wissenschaft können an einzelnen exemplarischen Punkten der Wirklichkeit vertieft werden.

- Das Verstehen einzelner Aspekte der Wirklichkeit kann nur durch eine wissenschaftliche Durchdringung einer Fragestellung erreicht werden.
- Bereits in frühem Alter sind die Fähigkeiten der Hypothesenbildung, der Deduktion, vorhanden.
- Die Begegnung mit naturwissenschaftlichen Konzepten und Methoden setzt Fähigkeiten frei, die einem helfen, Hypothesen zu bilden und sie zu überprüfen, über Probleme zu reflektieren, gezielt nach den Möglichkeiten ihrer Überwindung zu suchen. Darüber hinaus wird die Notwendigkeit der Formulierung von Modellen nachvollziehbar, damit mikroskopische Vorgänge, die sich der sinnlichen Erfahrung entziehen, gedeutet werden können.



# 3

## Was heißt entdeckendes Lernen?

*Wir müssen verstehen lehren. Das heißt nicht: es den Kindern nachweisen, sodass sie es zugeben müssen, ob sie es nun glauben oder nicht. Es heißt: sie einsehen lassen, wie die Menschheit auf den Gedanken kommen konnte (und kann), so etwas nachzuweisen, weil die Natur es ihr anbot (und weiter anbietet). Und wie es dann gelang und je neu gelingt.*

*Martin Wagenschein*

Das Wort „entdecken“ könnte folgende Bedeutungen enthalten: herausfinden, aufspüren, ermitteln, herausbekommen usw. Wir können allerdings nur dann etwas herausfinden, aufspüren usw., wenn es uns gelingt, auf der Grundlage unseres vorhandenen Wissens und unserer Erfahrung eine Sache gezielt zu erforschen. Eine Sache gezielt aufzuspüren, werden wir nur dann bereit sein, wenn sie uns bedrängt oder wenn uns ein Ereignis, das in einem von uns nachvollziehbaren Kontext steht, rätselhaft erscheint und zu Fragen anregt. Jedenfalls werden wir nicht als Forscher der agieren können, wenn uns die Fragestellung künstlich aufgedrängt oder uns in einer Art und Weise präsentiert wird, die sich unseren Erfahrungsmöglichkeiten, unseren Interpretationsmöglichkeiten entzieht.

## 3.1 Wozu Experimente?

In der Schule werden häufig Experimente gezeigt, die mit bestimmten Themen einhergehen. Zum Beispiel lernen die Kinder bereits in der Grundschule etwas über die Zusammensetzung der Luft. Sie lernen, dass die Luft aus verschiedenen Gasen besteht und davon der Sauerstoffgehalt einen bestimmten Prozentsatz ausmacht. Sie schauen einigen aufregenden Experimenten zu und schreiben die Merksätze auf. Doch die zentrale Frage ist, ob sie als Lernende in einer alltäglichen Situation jemals auf die Frage gestoßen wären, ob die Luft ein Gemisch von verschiedenen Gasen sein könnte. Es sind Hunderte von Jahren vergangen, bis sich die Wissenschaftler diese Frage gestellt haben. Daher ist es nicht wahrscheinlich, dass Kinder in der Grundschule und in weiterführenden Schulen aufgrund eines Erlebnisses oder Phänomens wirklich einmal auf die Idee kommen könnten, die Frage nach der Zusammensetzung der Luft zu stellen. Sie lernen dies sozusagen völlig übermittelt. Aber selbst dann können sie damit kaum eine weitere Erfahrung selbstständig machen. Dieses Wissen erstarrt dann zum inerten Wissen und kann selbst bei Bedarf nicht aktiviert werden, um Geschehnisse in unserer Wirklichkeit zu deuten. Solch ein Wissen können sie folgerichtig auch nicht benutzen, um Verknüpfungen herzustellen.

Während meiner Tätigkeit als Lehrer habe ich unzähligen Schülern der achten Jahrgangsstufe, die Versuche über die Zusammensetzung der Luft hinter sich gebracht hatten, folgenden Zeitungsbericht vorgelesen:

### *Tödlicher Grillabend*

*ap Frankfurt. Auf tragische Weise ist eine 39-jährige Frau, Mutter von drei Kindern, nach einem Grillabend am Wochenende in Hattersheim ums Leben gekommen. Nach den Ermittlungen der Polizei hatte die Frau mit ihrem 37 Jahre alten Ehemann nach dem Grillen auf dem Balkon den Grillofen mit Restglut in das Wohnzimmer gestellt, möglicherweise, um die Glut zum Aufwärmen des Raumes zu nutzen, denn die Fenster waren geschlossen.*

Ganz selten konnte sich ein Schüler anhand dieser Geschichte an das Experiment mit der ausgehenden Kerze erinnern beziehungsweise den Ablauf der Geschehnisse im Kontext von Sauerstoffgehalt interpretieren. Liest man die gleiche Zeitungsmeldung Kindern der vierten oder fünften Klasse vor, dann stellen sie in kurzer Zeit Theorien und Hypothesen auf. Sie formulieren Begriffe wie zum Beispiel schlechte Luft, verbrauchte Luft und Sauerstoffmangel. Und wenn wir weiter fragen, was eigentlich „verbrauchte Luft“ ist, dann kann man aus ihren Antworten deutlich erkennen, dass sie mit diesem Begriff keineswegs die Abwesenheit von Luft meinen. Die Beschäftigung mit dem Zeitungsbericht hilft den Kindern offensichtlich erheblich besser als all die anderen Nachweisexperimente zu vermuten, dass in der Luft etwas anderes als nur der Sauerstoff enthalten ist.

Seit der jüngsten PISA-Studie ist jedoch ein blühender Markt mit ungewöhnlichen Angeboten für zusätzliche Aktivitäten für Schulen und Kindergärten entstanden, dessen positive Wirkung auf die kognitive und emotionale Entwicklung der Kinder angezweifelt werden muss. Da gibt es mobile Labors, die zu den Schulen fahren und den Kindern die Möglichkeit anbieten, spektakuläre Experimente durchzuführen. Danach fahren sie wieder weg, und die Kinder müssen in die Normalität ihrer Schule zurückkehren; jedenfalls können die Schulen mit dem Hokusfokus von derartigen Labors unmöglich konkurrieren. Von Stiftungen werden Forscherferien finanziert und diverse Unterrichtsmaterialien angeboten, quasi nach der Devise: Wenn schon die Schulen nichts taugen, dann kann man wenigstens außerschulische Nachhilfen geben und sich nebenbei als Wohltäter hervortun. Zur Schule gibt es allerdings keine Alternative; sie bleibt die wichtigste und maßgebliche Lernumgebung für die Kinder, und das ist auch gut so.

In den pädagogischen Zeitschriften werden zu verschiedenen Themen Experimente angeboten. Bereits die Kindergartenkinder sollen zum Beispiel die Eigenschaften von Luft untersuchen oder den pH-Wert von diversen Flüssigkeiten bestimmen. Die Ausgestaltung all dieser Vorschläge berücksichtigt zu wenig die

Wahrnehmungsmöglichkeiten der Kinder. Gewiss, Versuchsaneinanderungen sind wichtig, doch davon gibt es seit Langem unzählige, und dennoch sind sie typisch dafür, dass es dabei nicht primär darum geht, wie Kinder denken. Im Folgenden einige Beispiele:

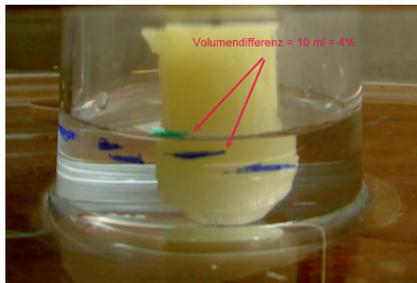
- In der Zeitschrift *Weltwissen*, Westermann Verlag, Heft 1/2006, wird ein bekanntes Experiment für Kindergartenkinder beschrieben. Eine Flasche, versehen mit einem Luftballon, wird erhitzt, der Luftballon bläht sich auf. Erklärung: Warme Luft steigt nach oben beziehungsweise dehnt sich aus. Wenn man nun die Kinder das Experiment interpretieren lässt, dann sagen sie fast immer, dass die warme Luft sich nun im Luftballon befindet, das heißt, die Luft, die in der Flasche war, ist nun in den Luftballon („warme Luft geht nach oben“) übergegangen. Dies ist natürlich nicht richtig. Bekommen die Kinder jedoch keine Möglichkeit, eigene Ideen zu artikulieren, übernehmen sie die Merksätze der Lehrenden, ohne die Phänomene wirklich zu verstehen. Hinzu kommt, dass diese Vorstellungen manifester sind, wenn Kinder keine Möglichkeit erhalten, sie selbstständig zu korrigieren.
- Man will den Kindern zeigen, dass der Sauerstoff für die Verbrennung verantwortlich ist. Hierzu lässt man eine Kerze unter einem Glaszylinder brennen, bis sie ausgeht. Noch nie ist mir ein Kind begegnet, das diesen Zusammenhang verstanden hätte. Alle Kinder finden es faszinierend, dass die Kerze ausgeht. Man macht nun dasselbe Experiment etwas systematischer und lässt gleich große Kerzen unter Zylindern mit unterschiedlicher Größe brennen, bis sie ausgehen. Wenn man nun als Vergleich die Dauer der Verbrennung und das Luftvolumen im Zylinder miteinander korreliert, erhält man nie wiederholbare Ergebnisse. Selbst wenn man zuverlässige Ergebnisse erhielte, würden die Kinder die Aussage des Experiments nicht verstehen können, weil diese Fragestellung nicht in irgendeinem Kontext zu ihren Erfahrungsmöglichkeiten steht.

- In der Grundschule sollen die Kinder den prozentualen Gehalt des Sauerstoffs auch mit der Hilfe des folgenden Experiments kennen lernen. Das Experiment wird wie im Bild dargestellt aufgebaut.

## Experiment mit Kerze und Zylinder

In eine Wasserwanne wird eine Kerze gestellt und angezündet, ein Zylinder mit Luft wird darübergestülpt. Unter dem Zylinder befinden sich nun die brennende Kerze und ein bestimmtes Volumen von Wasser.

Den Schülern wird erklärt, dass beim Verbrennen der Kerze der Sauerstoff verbraucht wird, wodurch der Druck über dem Wasser abnimmt und infolgedessen der Wasserspiegel so weit aufsteigt, bis das Sauerstoffvolumen verbraucht ist. Abgesehen davon, dass die Kinder diesen komplizierten Zusammenhang zwischen atmosphärischem Druck und Wasserspiegel im Zylinder gar nicht nachvollziehen können, beobachtet man bei diesem Versuch eine ganze Reihe von Phänomenen, die unterschlagen werden. Denn die Lehrenden haben bereits eine Botschaft in ihrem Kopf vorformuliert, und es geht gar nicht darum, die Aufmerksamkeit der Kinder auf andere Phänomene, die während dieses Experiments sichtbar sind, zu lenken: Während nämlich die Kerze brennt, steigt der Wasserspiegel *nicht* kontinuierlich. Dies wäre ja die Konsequenz des kontinuierlichen Sauerstoffverbrauchs. Nachdem die Kerze eine Zeit lang unter



dem Zylinder gebrannt hat, kann man deutlich beobachten, wie aus dem Wasser laufend Gasbläschen entweichen und hinaus in die Luft verschwinden. Denn durch die Kerzenflamme wird die Luft im Zylinder erhitzt, dehnt sich infolgedessen aus. Der Wasserspiegel steigt auf einmal, aber dann bleibt er nicht auf einem Niveau stehen, sondern sinkt wieder als Folge des entstandenen Kohlendioxids und Wasserdampfs, die den Schwund von Sauerstoff teilweise ausgleichen. Eigentlich steckt der Versuch voller Rätsel, auf die die Kinder absichtlich nicht hingewiesen werden, obwohl sie all diese „Nebensächlichkeiten“ miterleben und, wie ich wiederholt erfahren habe, auch diese faszinierend finden und eine Reihe von Hypothesen, Vermutungen und Theorien aufstellen können, um die Beobachtungen zu deuten. Naturgemäß können die Kinder nur dann in einen Denkprozess einbezogen werden, wenn der Lehrer sie dazu ermuntert und das Gefühl vermittelt, dass er ihnen zutraut, Antworten selbstständig zu finden.

Wiederholt man den Versuch, dann bekommt man bezüglich der prozentualen Zusammensetzung des Sauerstoffgehalts der Luft stets uneinheitliche Ergebnisse.

Solche Experimente findet man häufig in Schulbüchern, und sie sind auch ein integraler Bestandteil der Lehrpläne. Es ist inzwischen üblich, dass Lehrpläne und Lehrbücher zu jeder Thematik diverse Experimente vorschlagen. Man hat jedoch den Eindruck, dass es hierbei um eine Art experimentelles „Abdecken“ von naturwissenschaftlichen Sachverhalten geht und weniger um die Initiierung von forschendem „Entdecken“ von Zusammenhängen.

Kein Experiment ist eindimensional und für die Schüler eindeutig. Meine Erfahrung hat mich gelehrt, dass Kinder bei einem Experiment niemals daran denken, dass dieses mit realen Geschehnissen des Alltags zusammenhängen könnte, wenn sie es nicht selbst ausgedacht und entworfen haben. Allein der vorgegebene Aufbau könnte Kindern rätselhaft erscheinen. Wenn wir dennoch nicht auf Experimente verzichten wollen, und dafür sprechen viele gute Gründe, dann sollten wir uns zumin-

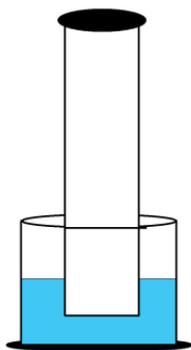
dest darum bemühen, unser Vorhaben aus der Perspektive der Kinder zu betrachten. Ansonsten „lernen“ die Kinder etwas, was sie gar nicht verstanden haben.

## Aufgabenstellung zum Experiment

Da das Verstehen ein selbstständiger Prozess ist, könnten wir Experimente auch gewinnbringend in den Unterricht integrieren, wenn es uns gelänge, selbst Klarheit darüber zu gewinnen, welche Phänomene bei dem jeweiligen Experiment wirksam sind. Wenn wir nun bei dem Beispiel von der brennenden Kerze bleiben wollen, dann wäre es notwendig, darüber nachzudenken, welche Vorstellungen die Kinder zum Beispiel über folgende Zusammenhänge, die ja bei diesem Experiment synchron ablaufen, bereits besitzen:

- Luftdruck,
- Verhalten des Wasserspiegels in einer Wanne bei unterschiedlichem Luftdruck (Barometer),
- Verhalten von Gasen beim Erhitzen.

Die Kinder wären dann angehalten, sich zum Beispiel vorab mit folgenden Fragestellungen zu beschäftigen:



1. Das Bild zeigt ein leeres Glas in einer Wasserwanne. Das Glas ist dabei so bemessen, dass es bequem in die Wanne eintauchen beziehungsweise hineingelegt werden kann. Kannst du mithilfe einer Zeichnung einen Vorschlag machen, wie das Glas dennoch mit Wasser gefüllt werden könnte? Die Wasserwanne darf jedoch nicht von ihrem Platz bewegt werden.

Mit diesem Versuch könnten die Kinder Folgendes erfahren:

- Luft im Zylinder steht unter gleichem Druck wie die äußere Luft und verhindert, dass das Wasser aus der Wanne in den Zylinder gelangen kann.
  - Man muss den Zylinder langsam schräg ins Wasser eintauchen, damit die Luft hinausblubbern kann, wobei gleichzeitig das Wasser in den Zylinder hineinläuft.
2. Wie erklärst du dir die folgenden Bilder?

Bild a

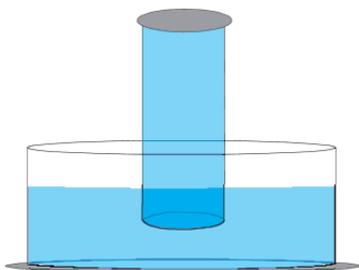


Bild b

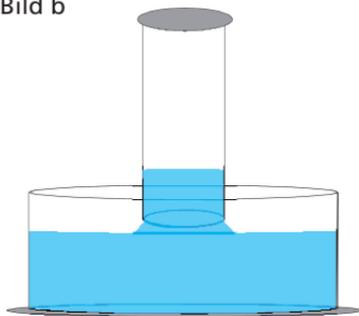
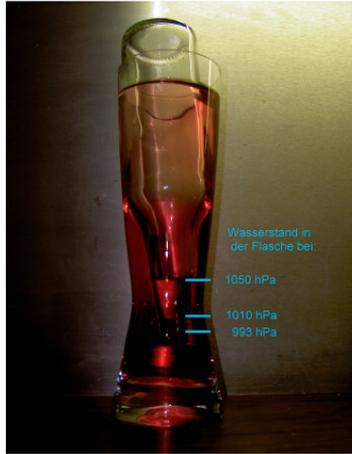


Bild a: Solange der Zylinder unterhalb des Wassers bleibt, kann das Wasser nicht rauslaufen.

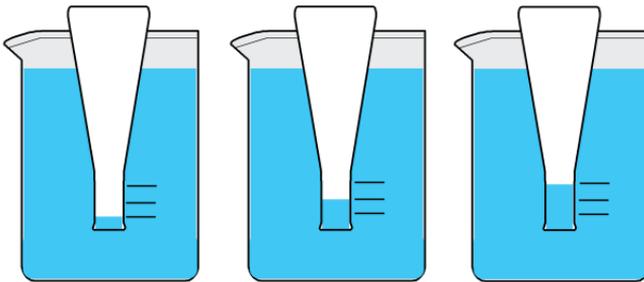
Bild b: Dies ändert sich, sobald Luft in den Zylinder kommt. Sie drückt das Wasser heraus.

Möglicherweise werden die Kinder sich die Frage stellen, was denn die Wassersäule daran hindert, nicht aus dem Zylinder herauszulaufen? Man kann die Wassersäule mithilfe eines größeren Zylinders erhöhen und die Wassermenge im Becken verringern. Auch in diesem Fall würde die Wassersäule gehalten werden, solange der Zylinder unterhalb der Wasseroberfläche bleibt.

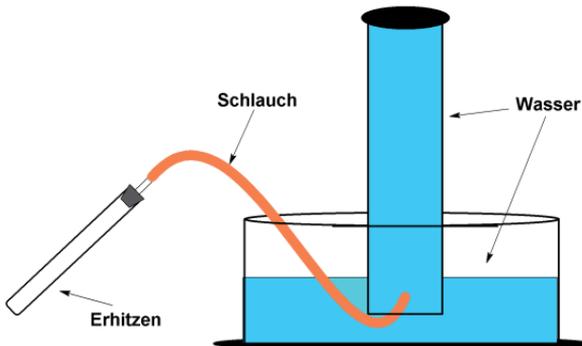
3. Folgender Versuch (Luftbarometer) könnte den Kindern ersichtlich machen, dass der Luftdruck gegen die Wassersäule im Zylinder drückt. Da der Luftdruck sich täglich ändert, ändert sich auch die Höhe der Wassersäule. Vielleicht könnten die Kinder die Höhe der Wassersäule im Zylinder mit der Größe des Luftdruckes in Verbindung bringen.



Messungen an drei aufeinanderfolgenden Tagen.

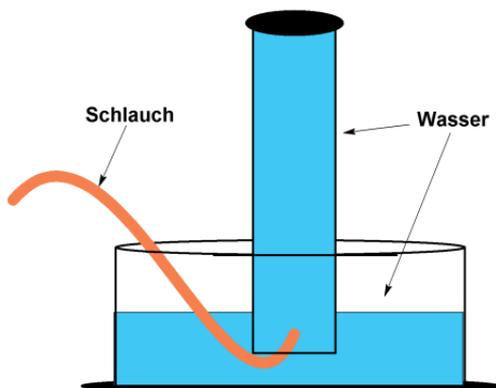


4. Zeichne, was beim Erhitzen des leeren Zylinders geschieht.



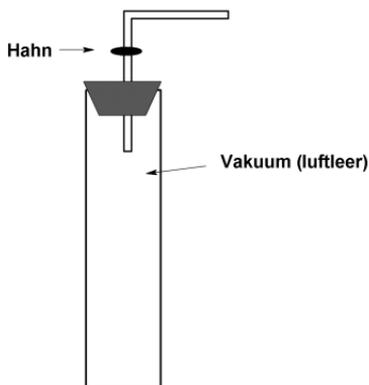
Hier können die Kinder beobachten, wie sich durch das Erhitzen die Luft ausdehnt und in den Zylinder gelangt, was zur Folge hat, dass die Luft das Wasser aus dem Zylinder in das Becken drückt.

5. Was geschieht, wenn du durch den Schlauch in den Zylinder pustest?

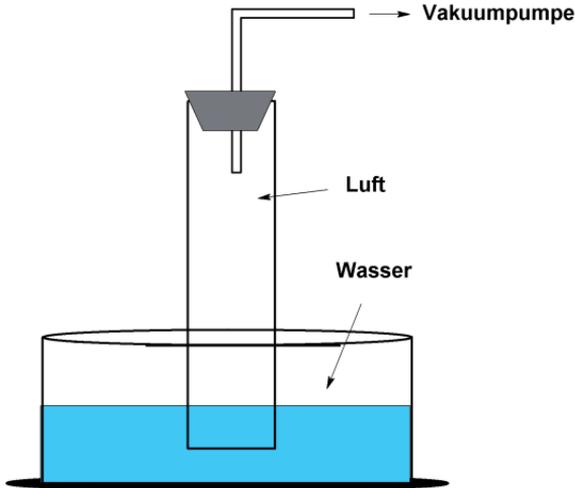


Erklärung wie oben. In diesem Fall kommt durch Pusten die Luft in den Zylinder. Aufgrund der gemachten Erfahrungen werden die Kinder in die Lage versetzt, die nachfolgenden Versuche selbstständig zu interpretieren.

6. Zeichne, was geschieht, wenn der Hahn der luftleeren Flasche langsam geöffnet wird.



7. Zeichne, was beim Anlegen der Vakuumpumpe geschieht.



Wenn wir davon ausgehen, dass die obigen Versuche den Kindern dabei helfen könnten, wesentliche Teilaspekte des Versuchs mit der brennenden Kerze zu veranschaulichen, dann sollten wir vielleicht zusammen mit den Kindern über Verbesserungsmöglichkeiten nachdenken, um zuverlässige Ergebnisse zu bekommen. In diesem Fall könnten wir dann auch von einem forschenden Unterricht sprechen.

Dass Kinder gerne experimentieren, besagt zunächst nur, dass sie in diesem Alter bereit sind, alles begeistert mitzumachen. Auch jeden Unsinn. Gerne etwas zu tun oder begeistert von etwas zu sein, ist jedoch im Kontext des Erwerbs von übertragbaren Kompetenzen ein untaugliches Kriterium.

Daher sollten wir die Reduktion und die Manipulationen der Wirklichkeit, die einem Laborexperiment inhärent sind, nicht in den Mittelpunkt stellen. Auf Experimente greifen wir als Hilfsmittel zurück, wenn wir sie zur Sichtbarmachung eines Aspekts einer Forschungsaufgabe als wichtig erachten. Dann sollten aber auch die Rahmenbedingungen des Experiments mit den Erfahrungsmöglichkeiten der Kinder vereinbar sein. In diesem Zusammenhang müssen wir, also die Lehrenden, uns

immer wieder vergegenwärtigen, dass unsere Sicht auf die Phänomene der Natur im historischen Kontext immer wieder korrigiert und neu interpretiert worden ist. Wie unsere Interpretationen der Wirklichkeit sich verändern, zeigt folgendes Beispiel:

Das Postulat von Aristoteles (384 v. Chr.), dass die Nahrung der Pflanze die Erde sei, blieb bis zum 17. Jahrhundert eine akzeptierte Tatsache. Aristoteles und seinen Zeitgenossen waren die Erscheinungen wichtiger als ihr Verhalten. Es entsprach auch dem damaligen Selbstverständnis, dass es keine Wechselwirkung zwischen Ursache und Wirkung gab, sondern vielmehr Geschichte, die geschehen war. Daher wurde auch die Erklärung akzeptiert, dass aus dem Urnebel Gesteine kondensiert worden seien. Auch dies hätte man mit einem einfachen Experiment überprüfen können.

Die These von Aristoteles wurde durch ein Experiment von Johan Baptista van Helmont (1580–1644) erschüttert. Er pflanzte einen winzigen Zweig von einer Weide in eine genau gewogene Menge Erde, begoss die Pflanze regelmäßig, und nach Ablauf von fünf Jahren trennte er die Pflanze säuberlich von der Erde, trocknete die Erde, wog sie und die darin eingepflanzte Weide und kam zu der Schlussfolgerung, dass das Gewicht der Pflanze nur von dem Wasser herrühre. Allerdings hatte er während dieser fünf Jahre die benutzte Wassermenge nicht gewogen. Hätte er dies getan, wäre er vermutlich nicht zu dem Schluss gekommen, dass das Wasser die Nahrung der Bäume sei.

Van Helmont ging von einer Fragestellung aus und wollte diese durch ein Experiment überprüfen, dessen Deutung naturgemäß davon abhing, was van Helmont bereits wusste. Da ihm die Zusammensetzung der Luft nicht bekannt war, konnte er sich nicht vorstellen, dass die Hauptnahrung der Pflanzen tatsächlich aus der Luft kommt (Fotosynthese). Für die richtige Interpretation eines Experiments ist es erforderlich, dass wir bereit sind, unser bereits erworbenes Wissen zu korrigieren beziehungsweise bestimmte Zusammenhänge in einem neuen Licht zu sehen.

Joseph Priestley (1733–1804) beispielsweise stellte durch Erhitzen von HgO (Quecksilberoxid) Sauerstoff her, konnte jedoch seine eigene Entdeckung nicht deuten, weil er der Phlogiston-Theorie verhaftet war. Diese Theorie, formuliert gegen Ende des 17. Jahrhunderts, besagt, dass alle brennbaren Körper einen materiellen Bestandteil, genannt Phlogiston, enthalten, der bei der Verbrennung frei wird. Joseph Priestley blieb bis an sein Lebensende von dieser Theorie überzeugt.

Erst im 19. Jahrhundert konnten die Vorgänge bei Verbrennung beziehungsweise Oxidation hinreichend zuverlässig interpretiert werden. In der Schule sind für das Verstehen der Oxidationsvorgänge lediglich zwei Unterrichtsstunden vorgesehen.

## 3.2 Zusammenfassung

- Bereits im frühen Alter sind die Fähigkeiten der Hypothesenbildung, der Deduktion, vorhanden.
- Die Begegnung mit naturwissenschaftlichen Konzepten und Methoden setzt Fähigkeiten frei, die einem helfen, Hypothesen zu bilden und sie zu überprüfen, über Probleme zu reflektieren, gezielt nach den Möglichkeiten ihrer Überwindung zu suchen. Darüber hinaus wird die Notwendigkeit der Formulierung von Modellen nachvollziehbar, damit mikroskopische Vorgänge, die sich der sinnlichen Erfahrung entziehen, gedeutet werden können.
- Vertraute Erklärungsmuster lassen sich auf der Grundlage von neuen Erfahrungen und Entdeckungen revidieren, um zu neuen Kontexten und Begriffen zu gelangen.
- Entdeckendes Lernen ist *nicht* ein Abdecken von Themen mithilfe von vorgegebenen Experimenten und deren Interpretation durch die Lehrenden.
- Entdeckendes Lernen ist *nicht* eine spielerische Beschäftigung mit Experimenten beziehungsweise Bestätigungsversuchen.
- Entdeckendes Lernen ist *nicht* experimentelle Beantwortung von Fragen, die die Lernenden *nicht* gestellt haben.

- Entdeckendes Lernen *beginnt damit*, dass sich den Lernenden ein Ereignis, eine Fragestellung als ein Problem anbietet; etwas, das Fragen stimuliert und für die Lernenden in einem ihnen bisher nicht bekannten Kontext steht beziehungsweise ihnen in Bezug auf ihr bisheriges Wissen und ihre Erfahrung als rätselhaft erscheint.
- Entdeckendes Lernen ist ein Prozess, der angetrieben wird durch eigene Interessen, Neugier, Beobachtungen und Problemlösungsstrategien.
- Beim Prozess des entdeckenden Lernens entstehen neue Fragestellungen und Betrachtungsweisen der Phänomene, die die Bewusstwerdung der Zusammenhänge vorantreiben und somit ein neues Potenzial für Problemlösungsstrategien freisetzen.
- Entdeckendes Lernen fördert das Denken auf einer höheren kognitiven Ebene und die Fähigkeit zur Abstraktion.
- Im Prozess des entdeckenden Lernens erwirbt man sich Kompetenzen der Kommunikation mit anderen, der Interpretation von Beobachtungen und die Fähigkeit, Feststellungen und Betrachtungen anderer zu verstehen.
- Entdeckendes Lernen hilft dabei, neue Konzepte zu entwickeln und diese zur Lösung von neuen Aufgaben anzuwenden.