

Arbeitskreis Grundschule e.V.

Entdeckendes Lernen im Lernbereich Biologie: Wie Kinder lernen

Schwartz, Erwin [Hrsg.]: *Entdeckendes Lernen im Lernbereich Biologie. Frankfurt am Main : Arbeitskreis Grundschule 1973, S. 19-39. - (Beiträge zur Reform der Grundschule; 16/17)*



Quellenangabe/ Reference:

Arbeitskreis Grundschule e.V.: Entdeckendes Lernen im Lernbereich Biologie: Wie Kinder lernen - In: Schwartz, Erwin [Hrsg.]: Entdeckendes Lernen im Lernbereich Biologie. Frankfurt am Main : Arbeitskreis Grundschule 1973, S. 19-39 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-173575 - DOI: 10.25656/01:17357

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-173575>

<https://doi.org/10.25656/01:17357>

in Kooperation mit / in cooperation with:



www.grundschulverband.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, veröffentlichen 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
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Beobachten führt zum Entdecken durch den Versuch

Kinder aller Altersstufen stellen Fragen, und obwohl viel von der Tätigkeit in den frühen Jahren durch Beobachten und Erkunden ausgefüllt ist und ausgefüllt sein sollte, so gibt es doch einige Fragen, die nur durch einen Versuch beantwortet werden können. Während die Erfahrung des Kindes anwächst, stellt es immer mehr solcher Fragen und wendet mehr verfeinerte Planungen und Techniken bei seinen Versuchen an.

Jane war zehn Jahre alt. Sie war erstaunt über die Tatsache, daß ein Styroporwürfel sich warm anfühlte, als sie ihn in der Hand hielt. Sie dachte, daß er möglicherweise eine Art "Hitze-generator" enthielte, und argumentierte, daß, wenn sie ihm schnell genug seine Hitze entziehen könne, der Generator "ermüden" würde. Sie nahm den Würfel mit nach Hause und legte ihn über Nacht in ein Tiefkühlfach. Am nächsten Morgen fühlte sich der Würfel immer noch warm an, und sie ließ ihre Hypothese fallen. Ihre nächste Idee war, daß der Schaumstoff Wärme aus der Luft zieht. Sie testete dies, indem sie ein Thermometer in den Würfel steckte, um den Temperaturunterschied zwischen ihm und der Luft festzustellen. Schließlich schrieb sie an den Schaumstofffabrikanten und bat um eine Erklärung.

Das Experimentieren ist ein natürlicher Zug im Verhalten eines Kindes und, wenn der Lehrer die Kinder ermutigt, in dieser Richtung nur ein paar Wochen zu arbeiten, dann werden selbst sehr junge Kinder ab und zu ihre eigenen Versuche planen und durchführen. Ein solches Beispiel von einem Versuch, durchgeführt von jungen Kindern, fanden wir in einer Klasse von Fünfjährigen.

Die Kinder waren im ersten Trimester in der Aufnahmeklasse. Man hatte ihnen ein Rattenpärchen gegeben. Die Lehrerin drängte die Kinder nicht zu experimentieren, weil sie daran interessiert war, die natürliche Reaktion der Kinder auf die Tiere zu sehen.

Nach ein oder zwei Wochen fragte ein Junge einen anderen, ob er schon bemerkt habe, wie die Ratten ihre Füße aufsetzen, wenn sie rennen. "Sie setzen sie auf wie wir. Sie gallopierten nicht wie ein Pferd." "Wenn sie schnell genug rennen, könnten sie vielleicht doch gallopiieren", sagte der andere Junge. Die Kinder schoben mehrere Tische zusammen und versuchten, eine Ratte dazu zu bewegen, schnell zu rennen, um zu sehen, ob sie vielleicht doch gallopiere.

Es gibt sogar ein paar Beispiele von Kindern, die kontrollierbare Experimente planten, obwohl dies manchem Leser unwahrscheinlich er-

scheinen mag. Das Kontroll-Experiment ist zudem ein Verfahren, das die Lehrer nur sehr bedächtig und spät einführen, so daß es schwer festzustellen ist, wie früh Kinder bereits seine Notwendigkeit und seinen Wert einzuschätzen vermögen.

In einer Klasse hatten achtjährige Kinder Würmer ausgegraben. Zwei Kinder beobachteten in einer durchsichtigen Plastikschachtel, in die sie einen Wurm und etwas Erde getan hatten; der Deckel war verschlossen. Ein Mädchen wollte wissen, warum die Scheiben der Schachtel beschlugen; sie vermutete, daß der Wurm den Nebel verursacht hätte. Der Lehrer fragte, ob sie herausfinden könne, ob das wahr sei. Da bemerkte das andere Mädchen, "Ich glaube, wir sollten zwei Schachteln nehmen, in die eine den Wurm und in die andere Erde tun und abwarten, welche von beiden Dampf erzeugt. (Sie war noch nicht zufrieden, als sie sah, daß die Schachtel mit dem Wurm beschlagen war; sie bestand darauf, sich Zeit zu lassen, um herauszufinden, ob das auch mit allen anderen Würmern so wäre.)

Dieses Kind hatte die Notwendigkeit für ein kontrollierbares Experiment erkannt, obwohl das, was sie vorschlug, immer noch unvollständig war. Was wir nicht wissen, ist, ob ihr der Lehrer früher einmal geholfen hatte, ein Experiment dieser Art zu planen. Wenn nicht, so könnte dies der erste Schritt zu fortgeschrittenen wissenschaftlichen Verfahrensweisen sein. Es ist bemerkenswert, daß der Lehrer, gefragt nach dem Können des Mädchens, antwortete, daß sie ungefähr im Durchschnitt liege, aber daß sie sehr einfallreich wäre.

Das Kind als Wissenschaftler

Das fünfjährige Kind, das in die Aufnahmeklasse kommt, verbringt die meiste Zeit mit Beobachten. Um dies zu tun, experimentiert es, in der Art, daß es den Finger in einen Klumpen Ton drückt, oder Farben mischt, um zu sehen, welchen Farbton sie ergeben. Tatsächlich beschäftigt es sich oft mit Dingen in dieser Art, um mehr darüber zu erfahren, wie sie beschaffen sind und was für einen Effekt sie haben. Manchmal wird es sogar ein Experiment planen, obwohl es die meiste Zeit eher erkundet als experimentiert. Diese frühen Erfahrungen sind dennoch von unschätzbarem Wert, weil es durch sie ein anwachsendes Ganzes an Wissen über die Welt aufbaut.

Auf diese Weise, nachdem es den Finger in mehrere Tonklumpen gesteckt hat, erkennt es, daß sie sonderbar verformbar sind, und ähnlich wird das Kind generalisieren bei anderen Eigenschaften von zahlreichen anderen Materialien, die es untersucht. Des Wissenschaftlers Weg ist natürlich nicht so einfach. Er hat aus langer Erfahrung lernen müssen, bei Generalisationen über etwas offenkundig Klares, das

nicht sogleich durchschaubar ist, vorsichtig zu sein. Er weiß zum Beispiel, daß er, wenn er entscheidend Temperatur oder Druck verändert, zugleich damit auch Eigenschaften wie Dichte und Form ändert.

Bevor er also etwas, das allgemein als wahr angesehen wird, als ein universelles Gesetz anerkennt, testet der Wissenschaftler es ausdrücklich unter den Bedingungen, die am meisten dazu geeignet sind, eine Abweichung aufzudecken. Und selbst wenn ein vermutetes Gesetz jeden solchen Test bestanden hat, veröffentlicht er es gewöhnlich sehr vorsichtig, da neue Grenzen erst später ans Licht kommen können.

Jedoch eine solche vollendete wissenschaftliche Haltung kann sich nur Schritt für Schritt entwickeln. Es stimmt, daß, wenn ein Kind beobachtet, experimentiert und einen Gedanken, den es hatte, testet, bevor es ihn für richtig hält, es sich dann auf einem ernsthaften Weg zur Wissenschaft befindet. Wenn das Kind auf diesem Weg weitergeht, werden es Versuch und Irrtum zu den Anfängen der wissenschaftlichen Methode führen. Es wird beginnen, zwischen mehr und weniger beständigen Eigenschaften von Dingen zu unterscheiden.

Selbst Kinder im Alter von vier oder fünf Jahren bemühen sich um ihre Verallgemeinerungen, denn schließlich arbeiten sie ständig an ihnen. Wenn sie von bestimmten Dingen angenommen haben, daß sie eine besondere Eigenschaft haben oder auf vorauszusehende Weise reagieren, und sie nun plötzlich auf eines stoßen, das anders verläuft, dann werden sie fragen "Warum"? Das heißt mit anderen Worten, "Was ist falsch gelaufen?". Das Kind möchte, wenn möglich, die plötzliche Unstimmigkeit mit seinem Gesetz in Einklang bringen, obwohl es am Ende vielleicht das Gesetz ausweiten, modifizieren oder sogar fallen lassen muß. Aber wenn ihm irgendjemand eine Erklärung gibt, die zwar mit dem Gesetz übereinstimmt, aber nicht die Sachlage trifft, dann kann es manchmal selbst den Irrtum mit überzeugender Wirkung aufzeigen.

Natürlich dürfen wir diese Art Haltung nicht zu oft erwarten. Solange die Erfahrung des Kindes in den ersten Lebensjahren noch unzureichend ist, wird es nicht allzu oft auf Situationen treffen, die ihm als ungewöhnlich auffallen könnten, denn zu viele sind neu für es, um überhaupt den Begriff gewöhnlich zu bilden. Letzten Endes passieren ja so viele erstaunliche Dinge - ein Licht erscheint, wenn jemand auf einen Knopf drückt, man kann eine Stimme durch das Telefon oder das Radio hören -, daß es unsinnig wäre, von dem Kind zu erwarten, etwas in Frage zu stellen, das uns erstaunen würde. Wenn das Kind eine Frage stellt, wird das gewöhnlich ein direktes "Wie?" oder "Was macht (bewirkt) das?" sein, und das ist wahrscheinlich alles, was es meint mit der Frage "Warum?".

Eine Klasse fünfjähriger Schulanfänger hatte großen Spaß, Ratten im Klassenzimmer zu halten, aber sie kamen zu keinem Experiment. Sie waren entzückt über das Verhalten der Ratten und redeten darüber, aber sie stellten es nicht in Frage. Eine andere Klasse in derselben Schule, ein Jahr älter, stellte viele Fragen über ihr Kaninchen, und die Schüler planten ihre eigenen Experimente, um die Antworten zu finden. Warum hat es große Ohren? Ein Mädchen verglich es mit ihrem Schäferhund, der seine Ohren drehen würde, wenn er offensichtlich aufhorchte; die Kinder hielten die Hände hinter die Ohren, um zu sehen, ob es den Ton verstärkte. Wieviel frißt das Kaninchen? Sie wogen das Futter, das sie in den Stall gaben, und zogen das, was nach vierundzwanzig Stunden noch übrig war, davon ab.

Mit dem Älterwerden weitet sich die Erfahrung des Kindes, es wird natürlicherweise viel mehr zur Sache gehörige Fragen stellen. Wenn der Lehrer es ermutigt und ihm die Möglichkeiten gibt, wird es auch die Antwort finden.

Als eine Klasse zehnjähriger Stadtkinder einen Wald besuchte, fand einer der Schüler ein Stück schwarzes Plastik im Gras. Er kickte es mit dem Fuß.

"Sieh, das Gras ist gelb," sagte er.

"Ich glaube, das ist so, weil es feucht ist," sagte sein Freund, der nicht einmal gefragt war.

"Ich glaube, das ist so, weil es dunkel war," erwiderte der erste Junge.

Daraufhin erarbeiteten sie einen Versuch, in dem sie unter verschiedenen Bedingungen Gras anpflanzten, um zu sehen, wer von ihnen, wenn überhaupt einer, recht hatte.

Die Untersuchungsmethoden, die die Kinder anwenden, um ihre natürliche Neugierde über ihre Umgebung zu befriedigen, sind im wesentlichen wissenschaftlicher Art. Selbstverständlich ist das Kind zu neugierig auf alles, um an irgendeiner Sache über längere Zeit hinweg Interesse zu haben. Es wechselt schnell von einem Problem zu einem anderen, das offensichtlich in keiner Verbindung zum ersten steht. Dabei sammelt es schnell Fakten (Daten), ohne die es für das Kind unmöglich wäre, ein Verständnis für die zugrundeliegenden, generellen Prinzipien der Wissenschaft zu bilden, die vielleicht erst später begriffen werden. Allgemeine Begriffe wie Energieaustausch, natürliche Ordnung, evolutionäre Veränderung können nur gebildet werden, nachdem ein weiter Überblick gegeben wurde und soviel Anhaltspunkte wie möglich gesammelt und überprüft wurden. Dies ist richtig für alle Altersstufen, nicht nur im Fall des kleinen Kindes. Von einem jungen Kind zu erwarten, wissenschaftliche Gedankengänge gut zu begreifen, bevor es die Möglichkeit hatte, Anhaltspunkte zu sammeln,

wäre genauso dumm, wie von Linné zu erwarten, er solle sein Klassifikationssystem aufstellen, ohne vorher eine Vielzahl von Organismen untersucht zu haben.

Fragen

Es ist möglich, bei jungen Kindern ein Interesse für viele Dinge zu wecken, und oft werden sie die Fragen des Lehrers als ihre eigenen annehmen, aber sie werden niemanden in Zweifel lassen, wenn sie das Interesse oder die Geduld verloren haben.

"Ich frage mich, welchen Nutzen die großen Zähne vorne haben," fragte der Lehrer.

"Da oben ist ein Flugzeug." John setzte die Ratte in des Lehrers Schoß ab, drehte sich auf dem Absatz herum und ging fort.

Diese Art Antwort ist nicht ungewöhnlich für Kinder, wenn sie auf eine Frage stoßen, die sie nicht wirklich interessiert. Sie gehen wahrscheinlich weg, wechseln das Thema, oder fangen möglicherweise eine andere Arbeit an. Wenn jedoch ein Problem bei ihnen wirklich Anklang findet, werden sie viel Mühe auf sich nehmen, wie in dem Fall eines Siebenjährigen, in dessen Klasse ein paar Küken waren. Er fand, daß sie nicht sehr verschieden von den Vögeln im Freien sind. Er fragte sich, wieviele von diesen in der Stunde die Futterstelle besuchen.

"Jeden Tag", erklärte er, "werde ich eine Stunde lang die Vögel zählen, die zum Vogelhäuschen kommen." Er tat dies zwei Wochen lang, saß am Fenster und notierte auf einem Stück Papier die Anzahl der Spatzen, Stare und anderer kleiner Vögel.

Mit dem Älterwerden erreichen die Kinder einen bestimmten Entwicklungsstand, der es ihnen nicht erlaubt, die Fragen des Lehrers so pauschal zu übergehen wie zuvor. Selbst wenn sie nur geringes Interesse haben, gehen sie die üblichen Schritte, die Antwort zu finden. Dann scheinen sie eher bereit, anderer Leute Fragen aufzunehmen - besonders aber die anderer Kinder. Es wäre nützlich, mehr über diese Tendenz zu wissen. Warum zeigen Kinder so geringes Interesse an den Fragen der Erwachsenen - ob mündlicher Art oder in Büchern - und schließen sich doch zur selben Zeit einer Gruppe an und verwenden viel Mühe, um die Frage eines Kindes zu beantworten? Gibt es eine besondere Eigenart in den Fragen von Kindern, die den Erwachsenen abgeht? Was könnte es sein? Wenn es so ist, was gibt Kinderfragen ihre Bedeutung?

Es ist sicherlich richtig, daß Kinder viele Fragen stellen, besonders, wenn sie vom Lehrer dazu ermuntert werden, oder zumindest nicht

entmutigt werden. Sie gehen ihnen aber nicht gleich lebhaft nach, einige lassen sie sogar ganz fallen. Jedoch - es gibt Fälle, wo eine Situation das Kind ganz gefangen nimmt. Es schaut zu, hört zu, und wenn möglich experimentiert es still und gespannt. In vielen Fällen wird dann eine Frage nicht als Frage formuliert, sondern als eine Behauptung hingestellt.

"Ich glaube, er ist leichter, weil er hohl ist", sagte Heather, sieben Jahre alt, die sich wunderte, warum der größere von zwei Plastikbällen zugleich der leichtere war. Sie stach mit einer Stricknadel hinein und wackelte damit hin und her, um das zu beantworten, was in Wirklichkeit eine Frage war.

Aber so wenig wir auch von den Fragen der Kinder wissen, können wir sicher sein, daß ihre eigenen Probleme ihnen wichtiger sind, obwohl sie oft die Probleme, die andere Leute ihnen stellen, akzeptieren. Wenn man ihnen erlaubt, anderer Leute Fragen durch ihre eigenen zu ersetzen, ist es erstaunlich, wieviel mehr enthusiastisch und bereit sie sind, sich auf die Arbeit zu stürzen. Ihre eigenen Fragen scheinen ihnen am bedeutungsvollsten zu sein und führen zumeist zu sorgfältigen Untersuchungen.

Dies kann nicht überraschen, wenn wir berücksichtigen, wie wenig wir wissen über das, was ein Kind versteht.

Der zehnjährige Philip wollte einen großen Styroporball mit ins Schwimmbad nehmen.

Dort wollte er ihn in verschiedene Wassertiefen herunterdrücken und wieder loslassen, und sein Freund sollte messen, wie weit er aus dem Wasser fliegen würde. Geoffrey, auch zehn Jahre alt, hörte sich die Idee an und sagte, "das klappt nicht. Er wird nicht aus dem Wasser fliegen. Er kommt lediglich bis zur Wasseroberfläche und hält dort an." Er hatte das schon in seinem Schwimm-Club mit einem Styropor-Klotz versucht.

Wir erfuhren weiterhin, daß Geoffrey versucht hatte, seinen Schwimmklotz auf verschiedene Arten loszulassen - Kante nach oben und Breitseite nach oben - und durch Zählen hatte er die Zeit gemessen, die er braucht, um zur Oberfläche zu gelangen. Er war in der Lage, seine Ergebnisse zu diskutieren im Sinne von "Wasserwiderstand". Aber wenn Philip nicht über seine Idee gesprochen hätte, und wenn der Lehrer nicht Styroporbälle als Teile der Klassenzimmerausrüstung eingeführt hätte, wäre es sehr unwahrscheinlich gewesen, daß wir jemals etwas über Geoffreys Verständnis von Widerstand erfahren hätten.

Was immer wir an Materialien den Kindern anbieten, wir können nie wissen, wieviel Vorverständnis die Kinder mitbringen. Und wenn der nächst wichtigste Verstehensschritt genau das Teil ist, das sich in das

Muster, das schon im Kopf des Kindes existiert, eingliedert, dann ist es für den Lehrer so gut wie unmöglich vorzusehen, welcher dieser sein wird. Er wird sicherlich für jedes Kind in der Gruppe verschieden sein, und nur das einzelne Kind kann die Frage stellen, die für es selbst am bedeutungsvollsten ist. Das ist der Grund, warum wir mit Überzeugung unsere Meinung darlegen, daß, sobald Kinder angeregt worden sind, sie ermutigt werden sollten, den Wegen der Untersuchung zu folgen, die sich aus ihren eigenen Fragen ergeben.

Das Isolieren des Problems

Im frühen Alter mag dies ziemlich unmittelbar geschehen. Häufig wird das Problem noch nicht einmal ausgesprochen. Der fünfjährige Junge, der Haarfärbemittel in eine Flasche Wasser goß, sagte in Wirklichkeit: "Ich frage mich, was passieren wird, wenn ..."

Sobald jedoch das Kind seine Frage als eine Tatsache ausspricht, ohne sie in Frage zu stellen, hat der Lehrer eine Gelegenheit, den Gedanken mit dem Kind durchzusprechen, bevor er untersucht wird. Auf diese Weise:

"Styropor schwimmt auf dem Wasser, weil es kleine Teile von Luft in sich hat. Dinge schwimmen nur dann, wenn Luft in ihnen ist", behauptete der zehnjährige Philip. "Glaubst du, daß das immer so ist?" fragte der Lehrer, und nachdem eine große Gruppe Kinder dies durchgesprochen hatte, entschloß sich Philip, mit einer Vielzahl von Objekten im Wasser zu experimentieren.

Die eigentliche Schwierigkeit war hier, das Problem, das durch wissenschaftliche Untersuchung gelöst werden könnte, zu isolieren. Das ursprüngliche Problem konnte nicht gelöst werden, denn Philip konnte nicht die Luft aus dem Styropor herausnehmen und sehen, ob es schwimmt, ohne "die kleinen Teile Luft in ihm". Der zweite Teil seiner Behauptung könnte weiterverfolgt werden, und der Lehrer ermutigte Philip, es zu tun.

Manchmal ist die Situation nicht so scharf abgegrenzt und erfordert ziemlich viel Diskussion, bis sich ein Problem wirklich herauskristallisiert.

Simon und Robin, beide zehn Jahre alt, gingen einem Problem nach: Wieviel Wasser braucht ein Kind, um sich zu waschen; diese Frage war ihnen auf einer Anweisungskarte gestellt worden. Sie versuchten, eine Waschsüssel zu füllen und dann das Wasser zu messen, aber ohne viel Erfolg. Simon fragte, ob es einen einfacheren Weg gäbe, es zu messen, und der Lehrer

lenkte seine Aufmerksamkeit auf die Wasseruhr. Von dem Moment an war das ursprüngliche Problem verschwunden, und die beiden Jungen waren in einer unklaren und unsicheren Lage. Sie hatten wirklich kein scharf umrissenes Problem mehr. Als der Lehrer sie fragte, ob sie wüßten, wie die Wasseruhr funktioniert, stellte Simon eine unschlüssige Behauptung auf über "ein Millionstel einer Gallone, ein Tausendstel, ein Hundertstel, ein Zehntel einer Gallone".

"Was bedeuten die Zahlen auf der Zeigerscheibe?" fragte der Lehrer. Simon und Robin waren sich nicht sicher, ob die Skala Zehnerereinheiten oder Zehntel von Gallonen mißt. "Können wir das herausfinden?" fragte der Lehrer. Das Problem war nun scharf abgegrenzt, und die Jungen drehten alle Wasserhähne auf und beobachteten die Zeiger, bis sie sehen konnten, wie sie sich bewegten. Dann lasen sie die Wasseruhr ab ohne jegliche Hilfe von ihrem Lehrer.

Ein Problem abzugrenzen ist schwierig, aber wichtig. Bevor das nicht geleistet ist, kann ein Experiment nicht geplant werden.

Das Planen eines Versuches

Dies ist einer der wichtigsten Aspekte von wissenschaftlicher Forschung, es kann aber auch einer der schwierigsten sein. Ein gut geplantes Experiment muß Ergebnisse hervorbringen, die nur eine Mindestzahl an Interpretationen zulassen, möglicherweise sogar nur eine. Auf einer einfacheren Stufe ist das kein großes Problem.

Alison, neun Jahre alt, fand ein spinnenwebenartiges Gebilde in einem alten Baumstumpf. Sie brach ein Stück Holz ab, machte ein kleines Loch in das Gewebe und schaute hinein. "Ich glaube, da sind Eier drin", sagte sie, und sie entschloß sich, sie in einer Schachtel im Klassenzimmer aufzubewahren. So würde sie erfahren, ob es Eier waren, und wenn, was für welche.

Eine Gruppe Sechsjähriger wollte einen großen Stein auf einen Balken befördern, so daß sie ihn bewegen könnten. Ein Mädchen sagte: "Wir werden ihn mit einem Hebel daraufheben müssen", und sie diskutierten die Bedeutung dieses Wortes mit ihrer Lehrerin. Um es zu veranschaulichen, schob die Lehrerin einen Holzblock unter den Balken, stellte sich auf ein Ende und sagte: "Könnt ihr mich in die Höhe heben?"

Jedes Kind war sicher, daß es das könnte, und einer nach dem anderen stellte sich auf das andere Ende des Bretts, fest daran glaubend, obwohl es gesehen hatte, daß die anderen gescheitert

waren. Die ganze Gruppe saß herum und dachte scharf nach. Christopher sagte: Wenn wir alle auf dem Brett stehen, dann können wir Sie heben." Also probierten sie das und hatten Erfolg, aber immer noch überlegten sie, ob nicht einer allein das schaffen könnte. "Wir könnten darauf springen", sagte einer, und jedes Kind der Reihe nach versuchte es und scheiterte. Endlich sagte Paul: "Wenn ich den Holzblock bewegen kann, dann kann ich Sie heben." Er bewegte den Holzblock in Richtung Lehrerin, stellte voller Zuversicht einen Fuß auf das Ende des Brettes und hob die Lehrerin vom Boden.

Diese Kinder haben entdeckt, wie man mit einem Hebel arbeitet und einen Erwachsenen anhebt, indem sie eine Zahl von Möglichkeiten abgegrenzt und sie der Reihe nach durchprobiert haben, während sie alle anderen Bedingungen stabil hielten.

Komplexere Situationen jedoch erfordern eine sorgfältige Planung und Kontrolle. Die Kontrolle im besonderen scheint den Kindern nicht leicht zu fallen. Daher muß hier der Lehrer eine wichtige Rolle spielen. Das heißt nicht, daß er den Kindern Arbeitsanweisungen geben soll, sondern daß er die Wege und Möglichkeiten, ein Problem anzugehen, mit ihnen diskutiert und sie untereinander diskutieren läßt.

Als einige ältere Drittklässler die Härten von verschiedenen Holzsorten vergleichen wollten, versuchten sie es, indem sie Nägel hineinschlugen und die dazu nötigen Schläge zählten. Nach einer Zeit gaben sie diese Idee von selbst auf, weil sie erkannt hatten, wie unmöglich es war, einen Nagel mit jedesmal derselben Kraft zu treffen.

Sie beschlossen dann, ein Gewicht auf den Nagel fallen zu lassen und abzuwarten, wieviel Stöße erforderlich sind, um den Nagel einzuschlagen. Ihr Lehrer besprach diese Idee mit ihnen, und sie fragten sich: "Wie können wir jedesmal dieselbe Kraft erzielen? Das Gewicht muß immer dieselbe Strecke fallen. Wie können wir das sichern?" Sie befestigten das Holz in einem Schraubstock und banden das Gewicht an ein Seil über eine Rolle. Es konnte nun aus einer gegebenen Entfernung herunterfallen. "Welche Art Nägel sollen wir benutzen?" überlegten sie sich. Sie probierten verschiedene aus und wählten einen als den geeignetsten. "Wie halten wir den Nagel aufrecht?" Sie versuchten verschiedene Arten, die beste war eine Baumwoll-Garnrolle als Vorrichtung, in der der Nagel stand. Schließlich klopfen sie die Nagelspitze einen Achtel Inch in das Holz. Ferner berieten sie: "Macht es einen Unterschied, wie groß das Holzstück ist? Macht es etwas aus, wenn wir am Ende oder entlang der Faser einschlagen? Wir wissen es nicht, aber wir müssen es vereinheitlichen."

Stück für Stück wurde das Problem zergliedert und jeder Faktor der Reihe nach invariabel gemacht. Bei keiner Gelegenheit mußte ihnen der Lehrer Anweisungen geben. Umgekehrt zwang er durch seine Fragen die Kinder, das Problem von allen Seiten zu untersuchen, bis ihr Experiment so valide wie möglich war. Und selbst dann waren sie sich über seine Grenzen bewußt.

Das Problem des Kontroll-experiments wurde bereits abgehandelt.

Die Bedeutung von Versuchsbeobachtungen

Wenn Kinder einen üblichen Versuch wiederholen oder den Anleitungen aus einem Buch folgen, dann haben sie wenig Schwierigkeiten, die Versuchsergebnisse zu interpretieren, obwohl sie diesen jene Bedeutung geben, die sie selbst für richtig halten, auch wenn die Beobachtungen nicht ganz übereinstimmen.

Diese Art Versuchssituation scheint oft wenig Bedeutung für die Kinder zu haben, wie wir in einer dritten Klasse gesehen haben, in der an einer Vielzahl von Versuchsgruppen nach einem Buch gearbeitet wurde. Als die einzelnen unabhängig gefragt wurden, warum sie dies Versuche machten, erwiderten sie übereinstimmend: "Weil es so im Buch steht."

Aber was passiert, wenn ein Versuch "schief läuft"? Wenn er nicht die Antwort bringt, die durch das Buch, die Karte oder den Lehrer vorgegeben war? Sollen wir das ignorieren und sagen: "Geh zurück und versuche es noch einmal"? Bestimmt nicht! Denn dies ist der Punkt, an dem der Versuch richtig interessant wird und einer Untersuchung wert wäre. Warum lief es nicht wie vorhergesehen?

Und was tun wir, wenn wir nicht wissen, wie die Antwort aussehen soll? Wenn man Kindern erlaubt, bei ihren Untersuchungen sehr flexibel zu sein, dann stellen sie oft Fragen, auf die es nach unserem Dafürhalten keine Antwort gibt, zum Beispiel für den Bereich der Pflanzen- und Tierpopulationen: Wie sind die relativen Proportionen verschiedener Insektenarten auf verschiedenen Bäumen? Warum leben einige Insekten auf bestimmten Baumarten und nicht auf anderen? Oder besonders lokale Fragen: Wie steht die Schmutzmenge auf den Blättern in Beziehung zu der Entfernung zur Hauptstraße? Wie sieht das Wachsmuster von drei Lindenbäumen aus, die sehr nahe beieinander stehen?

Wenn Kinder diese Art Probleme untersuchen, wenden sie nicht die üblichen Versuchsmethoden an. Sie brauchen dann andere Techniken und benötigen eine beachtliche Hilfe vom Lehrer. Sie müssen die schwierige Kunst lernen, ihre Beobachtungen kritisch zu überprüfen

und sich für eine Bedeutung zu entscheiden. Wann und wo können wir schon sicher sein? Wo werden wir noch mehr Ergebnisse und Tatsachen brauchen? Wo liegen die Grenzen unserer Versuchsmethoden?

Diese Technik kann am ehesten durch Diskussion entwickelt werden, wobei die Kinder ermutigt werden, ihre Gedanken vorzubringen und sie dann kritisch zu untersuchen.

Drei neunjährige Kinder lasen in einem Buch, daß viele Samen Stärke enthalten. Um diese Aussage zu testen, pulverisierten sie mit einer Feile einige Samen und mischten das Pulver mit Wasser. Als Vergleich mischten sie etwas normale Stärke an, die man kaufen kann. Dann "stärkten" sie zwei Stücke Musselin, eines jeweils in einer Mixtur, und bügelten beide. Sie waren hocherfreut über das Resultat, bis ihr Lehrer sie fragte, ob ihr Ergebnis wirklich Stärke nachweise. Sie diskutierten das untereinander und entschieden, daß möglicherweise in den Samen andere Dinge vorhanden sein könnten, die Musselin weiß und steif macht. Sie brauchten also noch mehr Fakten, bevor sie sicher sein konnten.

Was sie in Wirklichkeit gesagt hatten, war: "Passen die Bedeutungen wirklich, die wir unseren Versuchsergebnissen zuschreiben?"

Dies ist der Weg eines wissenschaftlichen Forschers, der ferner weiß, daß seine Ergebnisse für jeden kompetenten Arbeiter wiederholbar sein müssen, und daß sie für Vorhersagen brauchbar sein sollten.

Der Wert der Diskussion

Ein Kind braucht, um seine Gedanken zu verbessern, die Diskussion mit dem Lehrer und den Klassenkameraden. Es braucht sie genauso wie das Experimentieren oder die Veranschaulichung. Indem es seine Vorstellungen in Worten ausdrückt, ist es in der Lage, seine Gedanken zu ordnen und besser zu verstehen. Das ist das erste, was es versucht, nachdem es eine Entdeckung gemacht hat. Es ist daher wichtig, daß der Lehrer die Kinder ermutigt, über ihre Gedanken zu sprechen und sich in eine Diskussion zu verwickeln. (Notizen als Denkhilfe sind eine hochentwickelte Technik, geeignet für weiterführende Erwachsene, aber sicher nicht für Kinder.)

Indem das Kind ein Problem darlegt, gibt es anderen Leuten die Möglichkeit, ihre eigene vielseitige Erfahrung gegen es vorzubringen. Im besonderen kann der geübte Erwachsene ihm helfen zu erkennen, wo seine Vorschläge nicht ausreichen oder wo sie auf falschen Vermutungen beruhen, und das trifft selbst dann zu, wenn die wissenschaft-

lichen Kenntnisse des Erwachsenen sehr begrenzt sind. Es ist höchst wichtig, daß der Lehrer sich selbst sicher genug fühlt zu sagen:

"Ich weiß die Antwort selbst nicht, aber ich kann euch helfen, euch einen Weg auszudenken, sie zu finden." Dies ist der kritische Punkt im ganzen wissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule.

Oft legt allein schon der Anblick von geeignetem Material eine Antwort nahe.

Colin, neun Jahre alt, und drei seiner Klassenkameraden, hatten die ausgetretene Kante einer Steinstufe in einer alten Kirche untersucht. Sie hatten erkannt, daß die ausgetretene Kante den Graph der Verteilung aller Schritte darstellt, die zur Abnutzung beigetragen hatten. Sie hatten eine Methode ausgearbeitet, ihn exakt auf Papier zu übertragen. Sie erkannten dann aber, daß die Form der Stufenkante nichts aussagt über die Schritte, die den Rest der Stufe ausgetreten haben, und sie suchten nach einer Möglichkeit, diesen Prozeß auch festzuhalten. Sie brachten es nicht fertig, aber nicht entmutigt entschlossen sie sich, in das Klassenzimmer zurückzugehen. Dort hob Colin eine schwere Pappschachtel hoch, die nahe der Tür lag. Er beschwerte sich über das Gewicht.

"Es ist so schwer wie Ton", stöhnte er.

"Es ist Ton", erwiderte der Lehrer.

Colin stellte das Paket auf den Boden. "Ich weiß, wie ich es machen muß", sagte er und erklärte eilig den anderen Kindern, daß sie den Ton auf die Stufe pressen könnten, um damit einen drei-dimensionalen Graph von der abgetretenen Oberfläche zu bekommen. Sie mußten zwar immer noch Schwierigkeiten überwinden, wie die Klebrigkeit des Tons, aber die größte war gelöst, als der Lehrer ihnen das richtige Arbeitsmaterial in den Weg legte.

Wir haben herausgefunden, daß Kinder mit wachsender Erfahrung stetig selbstkritischer und weniger zufrieden mit ihren Versuchsergebnissen werden. Sie tendieren dazu, ihre Versuche zu verfeinern. Sie versuchen, einen genaueren Versuchsaufbau herzustellen, ihre Techniken zu entwickeln und exaktere Methoden des Messens und Festhaltens ihrer Ergebnisse zu finden. All dies hängt sehr ab von häufiger hochqualitativer Diskussion.

Von daher nehmen wir an, daß die Kinder schließlich das Stadium erreichen, in dem ihnen die Geräte, die aus Einzelteilen zusammengesetzt sind, nicht mehr genügen. Das ist der Zeitpunkt, an dem formale wissenschaftliche Geräte eingeführt werden sollten.

Die Geräte

Wir bevorzugen stark den Gebrauch von selbstgemachten Geräten, obwohl einige Lehrer das als eine überflüssige Arbeit ansehen, andere einen Fetisch daraus machen. Unser wichtigstes Argument ist, daß wir den Kindern dadurch die Chance geben, das größtmögliche Verstehen durch Selbstentwurf und Selbstbauen zu erreichen - aber es gibt noch mehr Gründe.

Erstens sollten wir den finanziellen Aspekt berücksichtigen. Wenn die Kinder individuelle praktische Arbeit leisten sollen, wären die Kosten der handelsüblichen Geräte für mehrere Klassen von fünfunddreißig Kindern unerschwinglich. Es würde also den Lehrer zwingen, den Unterricht voranzuplanen und die Kinder solcher Zeitfestlegung auszusetzen, so daß er die Geräte wirtschaftlich gebrauchen kann. Ein noch wichtiger Grund, diese Geräte nicht zu kaufen, wäre die Tatsache, daß die Kinder ermutigt werden sollen, die Wissenschaft nicht als ein Unterrichtsfach, das zu bestimmten Zeiten, in bestimmten Räumen, mit bestimmtem Material abgehalten wird, anzusehen, sondern als eine Weise des Entdeckens, die überall und immer mit jeglichem verfügbarem Material angewandt werden kann. Das bringt die Kinder dazu, diese Lernmethode gewohnheitsmäßig anzuwenden, nicht nur in der Schule, sondern zu Hause und in der Tat überall. Wenn das Kind bereits von einem Angebot an traditioneller wissenschaftlicher Ausrüstung abhängig ist, bevor es noch wissenschaftlich arbeiten kann, werden die Entdeckungen, die das Kind über die Welt machen kann, sehr beschränkt sein.

Ein Hauptschullehrer, der sich entschlossen hatte, seinen normalen Unterrichtsplan aufzugeben und die Kinder die Wege gehen zu lassen, die ihnen ihre eigenen Fragen diktierten, erkannte ziemlich bald, daß der wohlausgerüstete Versuchsraum nicht ihren Anforderungen entsprach. Die Kinder berührten so gut wie gar nicht die teuren Geräte, sondern verlangten die verschiedensten einfachen Materialien, die er nicht bei der Hand hatte. So installierte er eine Werkbank und einen Satz Werkzeuge als ersten Schritt, um das Geräteproblem zu lösen.

Wir geben den Lehrern auch den Rat, jetzt nicht einfach die käuflichen Geräte in jedem Falle durch selbstgemachte zu ersetzen. Das klingt verlockend wegen des geringen Geldaufwandes, und einige Lehrer sind sehr erfinderisch dabei. Wenn aber die Klasse nur selbstgemachte fabrikähnliche Windstärkemesser, Federwaagen und andere Wiegeeinrichtungen etc. benutzt, ist der Bereich der Ausstattung genauso einschränkend wie mit den handelsüblichen Produkten. Darüberhinaus, wie es gewöhnlich in der Praxis geschieht, sind es die Lehrer und nicht die Schüler, die die Geräte herstellen. Und wenn es die Kinder selbst tun, reproduzieren sie meist nur ein Vorbild und erarbeiten nicht das, was sie für sich selbst brauchen. Wir schlagen nicht vor,

die handelsüblichen Artikel entweder voll und ganz zu ersetzen oder sie beizubehalten - sondern die Kinder sollen sie so weit wie möglich herstellen. Man sollte sich nicht von Beginn an auf die "Fertigwaren" konzentrieren auf Kosten der Gegenstände, die sie möglicherweise selbst improvisiert hätten, um den Situationen, die sich aus ihrer Arbeit ergeben, gerecht zu werden.

Nigel und ein Freund, zehn Jahre alt, hatten die Probleme, wie man große Ladungen bewegt, untersucht. Sie entwickelten ein solches Interesse am Wiegen und Ausbalancieren, daß sie das ganze Wochenende hart arbeiteten und eine Holzwaage und kleine Kesselhaken bauten, indem sie die Werkzeuge von Nigels Vater benutzten.

Sie brachten ihr Werk in die Klasse mit und zeigten es nicht nur mit Stolz herum, sondern bewiesen auch, daß sie viel über bestimmte mathematische Zusammenhänge gelernt hatten. Zum Beispiel, wenn vier Stahlringe an einem Haken vier Inch von der Mitte aufgehängt werden, dann konnten sie das mit zwei Scheiben auf der anderen Seite am Acht-Inch-Haken ausbalancieren. Sie waren in der Lage, mit allen möglichen Variationen dieses Themas fertig zu werden. Sie wußten nichts über Lastbalken, Kraftbalken und Drehpunkt, aber trotzdem hatten sie die fundamentalen Hebegesetze entdeckt, ohne sich dessen bewußt zu sein.

Der wichtigste Grund, das Kind dazu anzuhalten, die Ausstattung selbst zu entwerfen und zu bauen, ist, daß es mehr über die damit verbundenen Prinzipien lernt. Indem es ein Modell baut, wie z. B. einen Elektromotor, lernt das Kind über die Arbeit zugleich komplizierte technische Geräte kennen. Ein Beispiel dafür war ein zehnjähriger Junge, der eine elektrische Schalttafel entwarf und baute; als Schalter benutzte er einen Vorsteckstift, der von einem Nagel herunterhing.

"Weißt du", sagte er, "ein Schalter ist nichts anderes als etwas, was in einem Draht einen Zwischenraum herstellt und ihn dann wieder schließt."

Er hatte voll und ganz ein technisches Problem verstanden.

Die Notwendigkeit, Gedanken auch auszudrücken

Sobald ein Kind einen Gedanken aufgenommen oder gefaßt hat, will es ihn aus irgendeinem Grund in eine äußere Form bringen. Das hat normalerweise Unterhaltung bzw. Schreiben, Malen oder vielleicht ein Modell zur Folge. Manchmal mag es Phantasien nachgehen, wie z. B. die Kinder einer Landschule ein Drama über ein fallendes Blatt erdachten.

Die Gründe für dieses Verhalten sind komplex und nicht leicht zu erklären. Es kann sein, daß das Kind von seiner Entdeckung so begeistert ist, daß es darüber erzählen möchte. Das wäre sicherlich eine übliche Reaktion. Es mag außerdem noch der Wunsch vorhanden sein, etwas Kreatives zu schaffen, für das die Beobachtung oder Entdeckung als Reiz oder Ideenquelle fungieren.

Auf der anderen Seite scheint es, als ob die Kinder es zum vollen Verständnis für notwendig halten, ihre neugeformten Ideen in irgendeine äußere Form zu bringen, die sie wiederum durch ihre Sinne aufnehmen können. So finden wir, daß Kinder laut über ihre Ideen sprechen, um sie zu ordnen, oder daß sie ein Tonmodell eines Hamsters herstellen, um seiner Form sicher zu sein.

Wenn Kinder ihre Ideen nach außen hin ausdrücken, geschieht es höchstwahrscheinlich aus einer Kombination aller dieser Gründe. Auf alle Fälle brauchen sie ein großes Angebot an Materialien, die fertig zum Gebrauch sind; dann können sie durch ausgiebiges Erforschen der einzelnen Eigenschaften lernen, jene Materialien bewußt zu wählen, mit denen sie ihre Vorstellungen am besten ausdrücken können.

Während wir von einem Kind nicht erwarten dürfen, ohne Erfahrung ein Urteil zu fällen, so ist doch seine Gewandtheit, dies zu tun, erstaunlich, wenn es Erfahrung hat.

Tessa, neun Jahre alt, konnte ihrem Lehrer den Rat geben, daß es für jüngere Kinder gut sei, Pauspapier für Reibebilder von Blättern zu benutzen, weil sie das Blatt durchsehen konnten, obwohl dieses Papier den Nachteil hat, daß es rutschig ist. In der Schule war sie mit der Pausmethode, die Blätter auf Pappe zu kleben, unzufrieden geworden. Zu Hause hatte sie mit verschiedenen Methoden und Materialien herumprobiert, bis sie eine Kombination fand, die sie sowohl vom wissenschaftlichen als auch vom ästhetischen Standpunkt befriedigte.

Richard, sechs Jahre alt, suchte sich Ton aus, um einen Stallhasen nachzubilden, weil er sich einfach formen ließ und dann hart wurde; Plastilin hielt er seinen Überlegungen nach für schlecht. Die Drahtstückchen, die er benutzte, erinnerten ihn an die Schnurrhaare des Hasen, die leicht stechen, wenn man sie mit dem Handrücken berührt. Drei seiner Klassenkameraden gestalteten den Hasen in einer Aufnäharbeit nach, denn die Weichheit des Nähmaterials erinnerte sie an das Tier. Ein anderes Mädchen malte fieberhaft Bilderserien von ihm. Sie arbeitete lang und angestrengt auf diese wiederholende Weise, und niemand wußte warum gerade so. Aber es

war sicher, daß ihr kein anderes Medium genügt hätte, und als sie fertig war, schloß sie sich glücklich wieder der Routine der Klasse an.

Keiner dieser Entdeckungs- und Ausdrucksversuche wäre möglich gewesen, wenn die Kinder nicht schon zuvor eine Anzahl Materialien gebraucht hätten, so daß sie das ihrem Geschmack nach Passende nun bewußt aussuchen konnten. Und weil Kinder auf solchen Wegen zu einer Erfahrung zurückkehren und sie in derselben Art wiedererschaffen werden - ob nun Erfahrungen wiederzubeleben, Ideen zu festigen oder auszuprobieren -, immer ist es vernünftig, die Materialien greifbar im Klassenraum liegen zu lassen.

Das abstrakte Denken

Bisher wurde große Bedeutung auf die praktische Erfahrung und das Denken in konkreten Bereichen gelegt, aber das ist nicht immer wahr. Alle Kinder wagen sich von Zeit zu Zeit in die Welt des abstrakten Denkens, und wenn sie das tun, brauchen sie Hilfe und Unterstützung von Erwachsenen.

Roger, der zu der Zeit neun Jahre und zehn Monate alt war, kam eines Nachmittages in das Zimmer und verkündete zwei Erwachsenen:

"Mutti kocht gerade Marmelade. Sie tat einen großen Klumpen Zucker hinein, und er löst sich nicht auf. Warum?"

"Warum glaubst du, löst er sich nicht auf?" fragten sie.

"Weil die Marmelade voll Zucker ist."

"Wohin, glaubst du, geht der Zucker, wenn er sich auflöst?"

"Ich glaube, es gibt kleine Zwischenräume im Wasser, und die kleinen Zuckerteile gehen da hinein."

Einer der Erwachsenen, ein Besucher, diskutierte mit Roger, wie er mit einem Versuch untersuchen und herausfinden könnte, ob diese Idee Gültigkeit hat. Der Versuch wurde nicht vor Mittwoch abend durchgeführt. Roger füllte etwas Wasser in ein Marmeladeglas, kennzeichnete die Wasserhöhe und rührte dann zwei Eßlöffel Zucker hinein. Er war überrascht, als der Wasserspiegel höher war, denn nach seiner Theorie hätte der Zucker die freien Zwischenräume einnehmen müssen.

Am nächsten Morgen schrieb er einen Brief an den Besucher, den er so begann:

"Lieber Dr. Hawkins,

Ich habe unseren Versuch mit einem überraschenden Ergebnis durchgeführt ..."

Dann erklärte er, was passiert war und schloß daraus:

"Ich glaube noch immer, daß es Zwischenräume im Wasser gibt, aber die Zuckerstückchen sind so groß, daß sie das Wasser hochdrücken."

Was hier wichtig war, war nicht so sehr die Tatsache, ob die Ideen richtig oder falsch waren, sondern daß irgendeine mitfühlende Person bereit ist, zuzuhören und sie mit dem Kind zu besprechen. Diese Art Situation entwickelt sich oft zu Hause und in der Schule.

Naturwissenschaftlicher Unterricht und Curriculum

Es ist bis hier klar geworden, daß, selbst wenn es wünschenswert wäre, es doch unmöglich ist, den naturwissenschaftlichen Unterricht von dem Rest des Curriculums abzutrennen. Man kann sogar als Argument vorbringen, daß die Naturwissenschaft eine merkwürdige Stellung innehat; sie stellt in der Hauptsache den praktischen Weg dar, die Umwelt zu erforschen, und kann so oft die Grundlage für viele andere Aktivitäten geben. Es wurden schon sehr viele Beispiele aufgeführt - Sprechen, Schreiben, Malen, Zählen, Schätzen und graphische Darstellungen.

Es ist außerdem wahr, daß der naturwissenschaftliche Unterricht aus der Arbeit in anderen Fächern entstehen kann und soll. Es gab das Beispiel, bei dem ein fünfjähriger Junge die Möglichkeiten untersuchte, Kaffee, Orangensaft, Spülmittel und andere Materialien als Farbe zu benutzen. Es gab viele Fälle in der Vergangenheit, wo eine Frage der Ausgangspunkt für eine wissenschaftliche Untersuchung war, und in der Mathematik braucht man gewöhnlich ein Experiment, bevor die Lösung eines Problems gefunden werden kann.

Es gibt natürlich noch mehr darüber zu sagen, als nur vom Überschneiden zweier "Fach" inhalte zu sprechen. Verschiedene Lernmethoden und Denkweisen werden auf dasselbe Problem übertragen. Die verschiedenen Disziplinen beeinflussen sich gegenseitig und sind miteinander so stark verwoben, daß es fast unmöglich wird, sie zu unterscheiden. Und die Wurzel des Ganzen ist die Einstellung der Kinder zum Lernen. Wenn ein Kind etwas wissen möchte, wird es auf dieses Problem alle Disziplinen und Fächer übertragen, die ihm möglicherweise helfen, eine Antwort zu finden.

Vielleicht findet es heraus, daß wissenschaftliche Untersuchung nur dann fortschreiten kann, wenn es bestimmte mathematische Techniken anwendet, oder daß seine Antwort unvollständig bleibt, bis es etwas aus der Geschichte nachgelesen hat. Ähnlich kann es viel besser verstehen, was es hieß, ein Höhlenmaler zu sein, wenn es selbst einmal einen Stein bemalt hat, indem es natürliche Materialien improvisierte, wie es die Höhlenmenschen taten.

Letztlich wird die Naturwissenschaft für viele Kinder als eine genau festgelegte Disziplin auftauchen, aber bis zu diesem Moment ist sie nichts anderes als einer der Wege, durch den die Kinder lernen, und sie muß ihren Platz neben der Mathematik, Englisch (bzw. Deutsch) und Kunsterziehung in dem Bildungsarsenal des Kindes einnehmen, sowohl unterstützend als auch unterstützt von den anderen Disziplinen.

Wenn er also am gewinnbringendsten genutzt werden soll, dann darf naturwissenschaftlicher Unterricht nicht als ein Fach zu einer bestimmten Zeit im Stundenplan gegeben werden. Es muß eher gesehen werden als eine bestimmte Arbeitsweise, die jederzeit angewandt werden kann, wenn sie zu besserem Verständnis führt.

Naturwissenschaft aus erster und aus zweiter Hand

Bisher wurde sehr viel Bedeutung auf das Lernen mit direkten Erfahrungen gelegt, aber es muß klar verstanden werden, daß dies nicht der einzige Weg ist. Wenn es dies wäre, wäre der Lernprozeß lang und arbeitsam und würde damit enden, daß das Kind nur einen begrenzten, allerdings voll verstandenen Bereich kennengelernt hätte. Es gibt aber viele andere Dinge, die es nicht kennenlernen könnte, weil sie nicht direkt durch diese Methode erfahrbar sind. - Kinder müssen also diese Dinge aus zweiter Hand lernen, also aus Büchern, Filmen, Radio, Fernsehen oder anderen Kommunikationsmedien.

Außerdem wollen Kinder über das Resultat aus direkter Untersuchung hinaus mehr wissen; sie müssen sich dann an die Informationen halten, die von anderen übermittelt werden. Es ist wichtig, daß sie lernen, wo und wie die Information, die sie haben wollen, zu finden ist, und wie man eine Abschätzung ihrer Gültigkeit und ihres Wertes vornimmt.

Obwohl das Wissen in diesen Fällen aus zweiter Hand kommt, darf es doch nicht mit passivem Lernen verwechselt werden. Es beinhaltet immer noch eine aktive Suche nach Information und Verstehen. Dieses Suchen ist etwas anderes, als wenn ein Kind genau die Instruktionen von einer Karte oder einem Buch verfolgt, die ihm genau vorschreiben, was zu suchen und was zu tun ist. Obwohl es ein praktisches Experiment durchführt, zeigt sein Lernen doch völlig passive Züge, und die Qualität kann nicht mit dem Lernen verglichen werden, das sich zum Beispiel aus der aktiven Suche nach Information in einem Buch oder einem Filmstreifen ergibt.

Das Lernen kann aus erster oder zweiter Hand sein, aber das aktive Suchen nach Verstehen gibt den Ausschlag über seinen Wert.

Der langsame Lerner

Eine der Schwierigkeiten, langsame Kinder zu unterrichten, ist, daß ihre Probleme nicht nur intellektuelle sind. Zusätzlich bringen sie noch Probleme emotioneller Art mit.

Das ist nicht sehr erstaunlich, denn die intellektuellen Grenzen bringen sie unausweichlich in einen Konflikt mit einer Umwelt, die ihnen erschaffen von "normalen" Leuten nur geeignet für "normale" Leute erscheinen muß. Sehr viel Zeit verbringen sie damit, mit der Welt um sie herum einig zu werden; mit dem Älterwerden muß sich der Graben zwischen ihnen und ihren Gefährten noch vertiefen. Welche Rolle kann der naturwissenschaftliche Unterricht bei der Erziehung eines solchen Kindes durch den Lehrer spielen?

Zum ersten ist es eine praktische Untersuchung der Umwelt, und als solche wird sie ihm um einiges helfen, die unmittelbaren Bedürfnisse zu befriedigen. Jedes Mittel, das ihm hilft, die Welt um es herum zu verstehen und in ihr zufriedenstellend zu leben, ist von großem Wert. Aber seine Haltung scheint sehr von seinen beschränkten Fähigkeiten beeinflußt zu sein. Für das langsame Kind ist eine Glastür kein bewegliches Objekt mit interessanten und sich immer ändernden Lichtreflektionen; es ist viel eher ein Hindernis, das ohne einen schmerzlichen Zusammenstoß überwunden werden muß. In einem Fall, der uns bekannt ist, brachten selbst einige vierzehnjährige Mädchen, die auf einem Spaziergang Sachen aufsammelten, gefundene Metallstücke mit persönlichem Schmuck in Verbindung.

Dieses beschränkte Bild von der Umwelt zeigt sich in einer Bereitschaft, Untersuchungen von praktischem Wert zu machen, und in einem weit geringeren Interesse, Fragen um ihrer selbst willen zu stellen. In der Tat scheinen langsam lernende Kinder nicht bereitwillig Fragen zu stellen; für ihre Fragen gibt es zumeist schnelle und leichte Antworten. Sie wagen sich nicht oft in den Bereich des abstrakten Denkens und suchen eher die Antworten in einer oberflächlichen Art.

Diese Lernhaltung zeigt sich in "Teacher's Guide 2", in den Beispielen, die mit "Sea coal" und "Candles" überschrieben sind. Hier hatte der Lehrer die Unterrichtssituation arrangiert, und die meisten Fragen stellte er - bestimmt die am Anfang. Die Wissenschaft aber, die auf Fragen folgt, ist fast ausschließlich erforschender Art, und nur selten beinhaltet sie geplante Experimente. Solche Kinder brauchen noch mehr praktische Erfahrungen als andere zum Verstehen; und viele von ihnen können nicht ohne weiteres den Transfer auf eine neue Situation vollbringen, die um ihrer selbst willen vom ersten Prinzip an behandelt wird.

Rosemary, sechzehn Jahre alt, füllte einen geschlagenen Nachmittagslang Wasser in drei Dosen verschiedener Dimensionen, bevor sie die Tatsache akzeptierte, daß sie die gleiche Menge Wasser aufnahmen. Am Ende dieser Übungen konnte sie nicht einsehen, daß drei Flaschen verschiedener Gestalt dasselbe Volumen haben, und sie mußte noch einmal dieselben konkreten Erfahrungen mit ihnen sammeln.

Auf der anderen Seite, wenn wir sagen, daß ein Kind "nicht verstehen" kann, meinen wir häufig, daß es noch nicht genügend Erfahrung von der richtigen Art hat, um verstehen zu können.

Carol war in genau demselben Alter wie Rosemary und hatte denselben I. Q. Wert. Sie verstand nicht nur, daß die drei Dosen dasselbe Volumen hatten, sondern konnte auch den Grund erklären. Monatelang hatte sie in einem Hotel über die Wochenenden eine Anstellung als Geschirrwäscherin gehabt und war sehr viel mit Gläsern, Bechern, Kannen etc., die ähnliches Volumen, aber verschiedene Form hatten, umgegangen. Diese umfangreiche Erfahrung mag ihr beim Verstehen geholfen haben.

Unsere beschränkte Erfahrung läßt vermuten, daß der Wert der wissenschaftlichen Methode für langsam lernende Kinder drei Seiten hat. Als erstes hilft sie ihnen, etwas über ihre Umwelt in einer Art zu lernen, die für sie natürlich und akzeptabel ist, das heißt, durch praktische Erforschung, die hauptsächlich im sinnlichen Erfahrungsreich liegt. Zudem können sie Antworten nur akzeptieren, wenn eine Frage einleuchtend beantwortet wird und für sie selbst Bedeutung hat. Es kann sein, daß sie die Frage selbst stellen oder daß sie eine Frage des Lehrers als ihre eigene annehmen. In beiden Fällen geht es dann in Wirklichkeit um ihr eigenes Problem.

Zweitens ist es für sie sehr zufriedenstellend und wichtig, sich persönlich zu engagieren und in einer Welt, die sie so oft zurückweist, und in der sie so oft scheitern, Erfolg zu haben. Damit das geschieht muß das behandelte Problem ihr eigenes und ihrem Niveau angemessen sein. Sie brauchen viel Hilfe von dem Lehrer; er gibt sie ihnen, indem er Diskussionen mit den Einzelnen oder in Kleingruppen arrangiert, indem er zusieht, daß Materialien und Ausrüstung als Leitfäden dienen können, und daß Sprungbretter zur Lösung bereitstehen. Jedes Mittel, das dem langsamen Kind mehr das Gefühl gibt, engagiert und erfolgreich zu sein, ist dem Lehrer eine Hilfe, die persönlichen Beziehungen herzustellen, die so wichtig sind bei der Durchbrechung der emotionalen Schranken.

Endlich helfen Engagement und Entdeckung, so begrenzt ihr Wirkungsbereich auch sein mag, dem Kind zu kommunizieren. Alle Lehrer, die

mit uns zusammenarbeiten, stimmen überein, daß dies der Haupteffekt ist. Oft hat das langsame Kind sehr wenig, was es sagen möchte und zu sagen vermag; folglich bleibt es leicht eine zurückgezogene und wenig mitteilende Persönlichkeit. Wir haben herausgefunden, daß, wenn ein Kind persönlich und praktisch eine Entdeckung gemacht hat, dies ihm gewöhnlich etwas gibt, was es sagen möchte, und es veranlaßt, nach einer Möglichkeit des Ausdrucks zu suchen. Es ist bereit, öfter und länger zu sprechen. Manchmal möchte es schreiben (und lesen), oder malen, zeichnen, oder das, was es zu sagen hat, in einer anderen Art ausdrücken.

Aber das geschieht alles sehr langsam und nach seinen eigenen Bedingungen; das, was untersucht wird, muß zu der Zeit Bedeutung für es haben. Das gilt, ob das Kind nun in einer Sonderschule oder Spezialklasse ist oder ein Schüler in einer großen Klasse "normaler" Kinder. Die Anforderungen an Material und Zeit sind groß, aber der Lohn kann genauso groß sein, selbst wenn die Ergebnisse manchmal nicht wie Wissenschaft aussehen.