

Hans-Joachim Fischer

„Du lahme Ente Styropor!“ Schwimmen und Untergehen – ein Naturphänomen im Spiel und in den Deutungen kleiner Kinder

1 Ernies Kiste geht über Bord

Ernie hatte seine Ferien auf einer Insel zugebracht. Er hatte die Tage fleißig genutzt, um herumzustöbern. Interessante Fundstücke hatte er aufgehoben und in eine Kiste gesteckt, um sie zu Hause seiner Sammlung hinzuzufügen: einen kleinen Zweig, ein Brett, vom Meer auf den Strand getragen, eine Styroporkugel – ebenfalls Treibgut – schöne Steine, kleine und große, eine Muschel und eine Münze. Leider hatte Ernie Pech. Die Kiste mit den Fundstücken ging bei der Rückfahrt von der Insel über Bord. Mit dieser Geschichte wurde ein „Experiment“ eingeleitet, in dessen Verlauf eine kleine Gruppe Fünf- und Sechsjähriger sich damit auseinandersetzte, warum manche Gegenstände im Wasser schwimmen – ein Stück Holz etwa, egal ob es ein Ast oder ein Brett ist, während andererseits ein Stein sinkt, selbst wenn er nur klein ist und wenig wiegt. Das Gespräch nahm folgenden Verlauf:

Erzieherin: „Also, jetzt liegt das alles ja im Wasser. Und der Ernie denkt nur: ‚Oh je, jetzt sind die ganzen Gegenstände, die ich so sorgfältig und säuberlich gesammelt hab‘, alle ins Wasser gefallen.‘ Und er denkt jetzt: ‚Ja, was könnt‘ ich denn davon wiederfinden?‘“ Kevin: „Wenn der schwimmen kann. Ich kann schon schwimmen.“ Daniel: „Ich auch!“ Jessica: „Ich auch!“ Kevin: „Da muss man nur die Füße bewegen und dann die Hände.“ Erzieherin: „So also, jetzt sitzt hier unser Ernie und überlegt sich, was er davon wiederfinden könnte, von den ganzen Sachen. Habt ihr ’ne Idee, was er wiederfinden könnte?“ Daniel: „Ja, zum Halten eine Angel.“ „Achtung!“ Die Erzieherin lässt einen wassergefüllten Zuber auf den Tisch stellen. Kevin: „Das ist aber echtes Wasser!“ Erzieherin: „Das müsst ihr euch jetzt vorstellen, das ist jetzt das Meer. Da sind die ganzen Gegenstände hineingefallen. Was glaubt ihr jetzt, welche Gegenstände kann der Ernie vom Schiff aus sehen?“ Die Kinder rufen durcheinander: „Im Wasser!“ Erzieherin: „Ja, was glaubt ihr, ist oben auf dem Wasser?“ Kevin: „Ich weiß es, Fische.“ Erzieherin: „Ja, da sind auch Fische im Wasser; aber von dem Stein, dem Holz und dem Styropor – was glaubt ihr, sinkt auf den Grund von dem Meer und was bleibt oben?“ Kevin: „Das Polster.“

Irgendwie finden Erwachsene und Kinder in dem Gespräch nicht zueinander. Die Geschichte hat die Kinder gepackt. Sie möchten ins Wasser springen, um die Kiste zu bergen. Oder mit einer Angel die Fundstücke aus dem Wasser herausfischen. Der Erwachsene hingegen scheint die Geschichte nicht ernst zu nehmen. Offenbar war sie für ihn nur ein Vehikel, um auf seine vorgefasste Problemstellung hinzusteuern.

Dabei geht es den Kindern durchaus auch ums Schwimmen. Ums Selber-Schwimmen. Um zu verstehen, dass ein Stein sinkt, ein Holzstück schwimmt – ist dafür eigentlich die Erfahrung des Schwimmens von Belang, träges, in den Wellen schaukelndes auf dem Wasser Liegen, heftige Ruderbewegungen, um dem Abtauchen entgegenzuwirken, die vom Wasser gebremsten Bewegungen der Arme und Hände, das Eintauchen, der geöffnete Blick, der die Unterwasserwelt zu durchdringen versucht? – Offenbar auch traut der Erwachsene dem Phänomen nicht so recht. Er sucht es pädagogisch vorzubereiten, verpackt, versteckt es in einer Geschichte. Fast so, wie man eine bittere Medizin in ein Stück Zucker geträufelt kaschiert. Aber auch den Kindern vermag er nicht so recht zu trauen. Kein Wunder bei dem, was sie alles sagen und denken. In der Not denkt und spricht er lieber selbst, wie an seinen Sprechanteilen auszumachen ist.

... Die Erzieherin hält einen Stein in der Hand: „Was glaubt ihr, schwimmt der Stein oder geht der unter?“ Durcheinanderrufen: „Unter!“, „Runter!“ Jessica darf den Stein ins Wasser fallen lassen. „Habt ihr alle Recht gehabt“, bemerkt die Erzieherin, „Und warum, glaubt ihr, geht der unter?“ Kevin: „Weil, weil die Steine immer beim Meer sind.“ „Die sind immer am Boden beim Meer?“, fragt die Erzieherin nach, was Kevin bestätigt. „Wieso glaubt der (Kevin), dass der Stein auf den Boden gegangen ist? Keine Idee? ...“ Die Kinder haben keine Idee. Etwas später eine erneuter Versuch: „Der Stein sinkt, ja. Steine sind im Meer auf dem Boden. Das haben wir ja ausprobiert und haben es alle gesehen. Und habt ihr jetzt ne Idee, wieso der Stein auf den Boden fällt?“ Kevin: „Weil Steine immer unten sind.“ „Warum?“ „Weil die halt beim Meer sind.“

Steine sind immer unten, immer beim Meer. Für Kevin endet hier die Frage, warum Steine sinken. Endstation. Weiter geht es nicht mehr. Oder führt der Weg vielleicht über die Steine des eigenen Lebens? Wo sind sie begegnet? Wo sind sie ins Wasser gefallen? Wenn man einen flachen Stein im schrägen Winkel wirft, springt er über die Wasseroberfläche davon. Sinken eigentlich alle Steine zu Boden? Kleine, große, flache, dicke, schwere, leichte Steine, der Bachkiesel genau so wie der Lehmbrocken? Man könnte ja mal nach einem Stein suchen, der vielleicht doch schwimmen kann. Wie müsste der aussehen? Vielleicht macht es auch einen Unterschied, ob das Wasser tief oder flach ist?

... Erzieherin: „Nimm mal den Stein in die Hand und in die andere Hand nimmst du das Styropor. Ist der Stein leichter als das Styropor? Also wenn ich die beiden in die Hand nehme, ist der Stein aber auf jeden Fall viel schwerer.“ Kevin probiert es aus: „Für mich nicht.“ Daniel, ohne zu prüfen: „Für mich auch nicht.“ Kevin: „Für mich ist das nicht schwer, weil ich Muskeln schon habe.“ ... Die Erzieherin legt das Brett aufs Wasser: „Das Holz ist leichter als Wasser und deswegen schwimmt das oben. ... Kevin, das Holz schwimmt, weil ...?“ Kevin: „... weil es leicht ist.“ Erzieherin: „Und der Stein ist ...?“ Daniel und Kevin: „Schwer.“ Jessica: „Das Wasser ist kalt.“ Kevin: „Der Stein ist schwerer als das Wasser.“ Erzieherin: „Und wie ist das bei Styropor?“ Daniel: „Das ist leicht.“ Kevin legt das Stück nochmals ins Wasser: „Das ist leichter wie das Meer ist.“ Die Erzieherin ergreift den kleinen Ast: „Was war mit dem Holz?“ Kevin: „Das schwimmt, weil das auch leichter wie das Wasser ist.“ Erzieherin: „Die Güly hat noch den Stein. Was passiert mit dem Stein? Dieser kleine Stein?“ Jessica: „Der fällt runter.“ Erzieherin: „Warum?“ Kevin: „Weil der hart ist und klein. Er sinkt, weil es schwerer als das Wasser ist.“

Also gibt es doch noch einen Weg, der am Ende, nachdem die Kinder längst verstummen, noch weiter führt. Man kann ihnen sagen, worauf es ankommt. Die Gesprächsführung wird dann notgedrungen ganz eng. Immerhin bleibt für die Kinder noch, das, worauf es dem Erwachsenen ankommt, selbst am Phänomen festzustellen, es verbal zu wiederholen und auf ähnliche Phänomene zu übertragen. Wie ein Echo fallen die Antworten. Die Kinder – wahrscheinlich wohl nur Kevin – scheinen am Ende doch noch weitergekommen zu sein, aber ihr Weg wurde abgeschnitten vom eigenen Denken, Suchen und Ausprobieren. Die Kinder wissen jetzt, dass Steine schwer sind und deshalb sinken. Oder hat es doch eher etwas damit zu tun, dass der Stein klein ist? Vielleicht dringt er dann besser ins Wasser ein? Oder dass er hart ist? Oder dass das Wasser kalt ist? Oder hat „schwer“ und „leicht“ doch eher etwas mit Muskeln zu tun als mit Steinen?

2 Frühe naturwissenschaftliche Bildung

Derzeit steht bei uns die naturwissenschaftliche Bildung hoch im Kurs. Als „Schlüsselkompetenz“ soll sie den Menschen die Teilhabe an einer Wissensgesellschaft, die durch die Ergebnisse, aber auch durch die Denkweise der Naturwissenschaften geprägt ist, sichern. Als Voraussetzung für technologischen Fortschritt bedingen Naturwissenschaften überdies die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und damit die Lebensgrundlage von Gesellschaften. Im Kontrast dazu stehen die eher dürftigen Ergebnisse und Anstrengungen, welche die naturwissenschaftliche Bildung in Deutschland bislang verzeichnet. Auch nach der PISA-Studie 2006 (vgl. OECD 2007) gilt: Am Ende einer langen Schulzeit steht ein großer Teil unserer Heranwachsenden nahezu mit leeren Händen da. Im naturwissenschaftlichen Unterricht der zehnten Klasse (die schlechteren Schüler sind da bereits ausgesondert) erzielt fast ein Fünftel der Schüler keinen Lernzugewinn, sondern einen Verlust (vgl. Prenzel u.a. 2003).

Deshalb mehren sich in den letzten Jahren nicht nur in den Bildungsplänen der Schulen, sondern auch im Elementarbereich Bestrebungen, naturwissenschaftliches Denken von Kindern frühzeitig und nachhaltig herauszufordern. Natürlich hat die neue Beachtung, die der frühen Bildung zuteil wird, auch etwas damit zu tun, dass sie davon entlastet, sich den schwierigen und konfliktreichen pädagogischen und strukturellen Fragen zu stellen, die vermutlich den Ursachen unserer Bildungsmisere näher kommen. Dass wir nämlich das Lernen, anstatt es konsequent zu fördern, scheitern lassen und dann die aussondern, die nicht mitkommen (vgl. Fischer 2007). Stattdessen soll es nun die Kindertagesstätte richten. Sie soll bessere Grundlagen schaffen, auf denen dann nicht mehr so viel ausgesondert werden muss. Ja, der frühen Bildung gebührt Beachtung, mehr als sie in Deutschland bislang erfahren hat. Schließlich ist sie die wichtigste Bildungszeit. Aber wir müssen aufpassen. Die Beachtung kann dazu führen, dass sich nicht etwa das Fördern, sondern das Aussondern schon in das frühe kindliche Lernen hineindrängt. Das Aussondern hat nicht nur etwas mit schlechten Noten, Sitzenbleiben und Zuweisung zur Hauptschule zu tun. Es hat eine eigene Einstellung zum Lernen: Du hast einen Fehler gemacht. Das ist schlecht. Schau mal, die anderen haben es besser gemacht. Mach es noch einmal, damit es endlich richtig wird. Aber beeil dich. Pass auf, dass du nicht den Anschluss verlierst.

Auf diesem Wege der neuen Beachtung der Naturwissenschaften und der frühen Bildung kommt auch das Schwimmen und Sinken in den Kindergarten. Es kommt im Gefolge zahlreicher „naturwissenschaftlicher Experimente“, die derzeit unterwegs sind, um Kinder zu erstaunen, ihre Aufmerksamkeit zu fesseln, sie herauszufordern, Naturphänomene zu ergründen und zu deuten. Dass es dabei nicht um beliebige Deutungen gehen darf, zeigt nicht nur unser Eingangsbeispiel. Auch die Experimentieranleitungen versuchen in aller Regel, Anschluss an den wissenschaftlichen Deutungszusammenhang zu halten. Dabei wird offenbar, dass ein Stein nicht deshalb sinkt, weil er schwerer ist als Wasser. Entscheidend ist, wie dicht die Materie gepackt ist, aus der er besteht. Dazu müssten Kinder neben der Schwere auch die Größe, das Volumen eines Steines beachten und beides ins Verhältnis zum Wasser setzen. Von diesem Verhältnis hängt es ab, ob der Stein oben bleibt oder untergeht. Das ist sehr verwickelt. Dennoch bestehen die Experimentieranleitungen auf einer wissenschaftlich korrekten Deutung, die sie manchmal selber gar nicht fassen können. Manche Werke tragen diese Deutungen sogar ungeniert an Kinder heran, so etwa „Prof. Kleinstein“, der sich als Ratgeber für Schule, Kindergarten und zu Hause ausweist: „Wenn ein Gegenstand mehr Wasser verdrängt, als er selbst wiegt, ist der Auftrieb auch größer als sein Gewicht und der Gegenstand kann schwimmen.“¹ Selbst Kevin hätte da wohl seine Schwierigkeiten. Aber auch Gisela Lück (2003), die diese Kalamität erkennt, präsentiert ein aufbauendes naturwissenschaftliches Curriculum für den Kindergarten. Einen darin enthaltenen Versuch „Schwimmen und Sinken“, der „zunächst nur eine Annäherung an das Themenfeld darstellen (kann)“, beschreibt sie auf einer halben Seite; für den wissenschaftlichen Deutungshintergrund benötigt sie das Dreifache.

Sind diese Experimente wirklich an den Kindern interessiert? An ihrem Staunen? An ihren Fragen? An ihrem Ausprobieren? An ihren Deutungen? Oder geht es ihnen vielmehr darum, schon lange vor Schulbeginn die Grundlagen für ein naturwissenschaftlich richtiges Weltbild zu legen? Richtige Grundlagen, auf denen sich dann aufbauen lässt. Immer mehr Richtiges, um so den Weg zur Schule, zum Gymnasium, zur nächsten PISA-Studie, zu mehr Naturwissenschaftlern und zum Überleben in der Wissensgesellschaft zu bahnen? Ja, auch in den Experimentierangeboten für kleine Kinder steht am Ende, wie in einer richtigen Chemie- oder Physikstunde, ein richtiges Ergebnis. Das Ergebnis wird gebraucht, um weiter zu kommen. Wer kapiert hat, dass Eiswürfel deshalb schwimmen, weil in ihnen das Wasser weniger dicht gepackt ist, kann auch der Erklärung folgen, dass ein Schlittschuh Eis zusammendrückt und so auf einer Wasserspur gleitet. Er gewinnt auch einen neuen Blick auf das Phänomen, dass Fettaugen auf der Suppe schwimmen oder überhaupt manche Dinge schwimmen und andere untergehen.

Die Kinder in unserem Ausgangsbeispiel sind weit entfernt von solchen Deutungen. Kinder argumentieren nicht mit der Dichte von Gegenständen. Dagegen liegt ihnen das Gewicht näher. Nicht immer muss ein Erwachsener ihnen diese Erklärung vorschlagen: „*Die (kleinen Steine), die tauchen nicht unter... Der taucht unter, weil der ist schwer*“ (Miriam, 5 Jahre). „*Ja (das ausgeblasene schwimmt), weil des ausgeblasene ist leichter und des nicht ausgeblasene ist schwerer*“ (Jannis, 5 Jahre)“ Maya (8 Jahre): „Die (Wäscheklammer) geht auch (ein bisschen) unter’s Wasser.“ Marc (8

¹ PiT Brüssel (2006): Professor Kleinsteins Experimentier-Werkstatt für Kinder. Verblüffende Alltagsphänomene erforschen, bestaunen, begreifen in Kindergarten und Grundschule.

Jahre): „Weil die sich voll gesaugt hat.“ Maya: „Dann wird die schwerer und dann geht's ...“² Wie weit sind diese Kinderäußerungen von der richtigen Lösung entfernt! Selbst da, wo sie statt der Dichte nur die Schwere ins Auge fassen, gelingt ihnen keine Annäherung an naturwissenschaftlich tragfähige Konzepte. Miriam teilt die Welt der Steine nach ihrer Größe in schwere und leichte Steine auf, in Nichtschwimmer und Schwimmer. Jannis glaubt gar, dass ein Gegenstand leichter wird, wenn man ihn mit Luft füllt. Die angenommene Saugfähigkeit erklärt für Maya und Marc, dass ein Stück Holz schwer wird und ins Wasser eintaucht. Keines der Kinder ist in unseren Beispielen zu einer richtigen Deutung gekommen.

Waren es die falschen Phänomene, die falschen Experimente? Hätte man mit einfacheren Experimenten einsteigen müssen? Oder hätten die Erwachsenen andere Impulse geben sollen. Hätten Sie geschickter fragen, anregen können. Oder muss man sich – wie Professor Kleinstein – damit begnügen, den Kindern zu sagen, was es wirklich mit den Phänomenen auf sich hat? Oder waren es die falschen Kinder? Brauchen wir zum Experimentieren ältere, intelligentere, besser ausgesuchte oder vorbereitete Kinder? Was machen wir mit den falschen Ergebnissen dieser Experimente? Was lässt sich darauf aufbauen? War es einfach nur vergeudete Zeit? Was wäre, wenn einige Kinder die Phänomene richtig gedeutet hätten, andere falsch? Hätten nur die Richtigen weitermachen können? Hätten wir die Falschen – wie in der Schule – aussondern und zurückgeben sollen?

Nein, es gibt natürlich keine falschen Phänomene. Und es gibt auch keine falschen Kinder. Das Problem mit den falschen Deutungen haben wir nur dann, wenn wir von oben schauen. Von der Physik und Chemie her, von den Wissenschaften, von der Schule, den Klassenarbeiten und Noten, den Lernzielen und Standards. Von da her gesehen ist es falsch, zu sagen, die Steine sinken, weil sie schwer sind, oder nur die großen schweren Steine sinken, oder dass Luft Gegenstände erleichtert. Von da aus gesehen könnte man schier verzweifeln. Wie weitermachen, wenn die richtigen Grundlagen fehlen? Wenn wir dagegen von den Kindern her schauen, ist nichts falsch. Dass Schweres kräftig nach unten drückt, wissen unsere Sehnen und Muskeln von Anbeginn. Auch die Leichtigkeit der Luft und ihre Widerspenstigkeit, wenn es darum geht, sie unter Wasser zu drücken, sind im Leben der Kinder präsent. Ein Problem liegt in Wahrheit darin, dass sich die Experimente von den wissenschaftlich richtigen Deutungen her verstehen und konzipieren und nicht von den wirklichen Deutungen der Kinder her. Das Problem ist, dass wir derzeit viele, wohl zu viele Angebote an Experimenten haben, die nichts falsch, sondern alles richtig machen wollen. Die sich nach der Wissenschaft strecken, dabei aber die Kinder aus den Augen verlieren. Dabei kommt alles auf die Kinder an. Wenn wir sie darin fördern wollen, ihre Welt zu verstehen, müssen wir uns konsequent darauf einlassen, wie sie ihre Welt verstehen. Dieses Verstehen beginnt im Spiel der Kinder.

3 Schwimmen und Untergehen im Kinderspiel

Der dreijährige Max, Paul, der schon vier Jahre ist und Cora und Paulina, beide fünf Jahre alt, stehen um ein großes, halb mit Wasser gefülltes Glasbecken herum.

² Entnommen aus Carolin Lang (2007): Welterkunden und –verstehen als Bildungsauftrag von Kindergarten und Grundschule, dargestellt an einer Untersuchung zum naturwissenschaftlichen Experimentieren. Wissenschaftliche Hausarbeit zur Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Grund- und Hauptschulen. Pädagogische Hochschule Ludwigsburg.

Jedes Kind hat eine Eisenschraube und einen Stein bekommen. Außerdem liegen kleine Styroporstückchen und abgebrochene Zweige bereit. Behutsam legt Paul seine Schraube auf die Wasseroberfläche und löst vorsichtig den Griff. Belustigtes Lachen, als die Schraube nach unten fällt. „Runter gefallen“, feixt Paulina. Max wirft seine Schraube hinterher, dann Paulina ihr Stöckchen. Erneutes Gelächter: „Nicht runter gegangen.“ Paulina lässt ihre Schraube nun aus größerer Höhe ins Wasser plumpsen, während Cora ihren Stein dicht über das Wasser führt, um dann loszulassen. Paulinas Styroporstückchen folgt im Bogen. Die Kinder lachen: „Nicht runter ...“. Jetzt werfen Max, dann Paul ihre Styroporstücke: „Oh, meiner steht!“ Inzwischen hat Cora ihre Schraube versenkt, die sie zuvor vorsichtig auf die Wasseroberfläche gelegt hatte. Heftig plumpst Max' Stein aus halber Höhe auf den Wannenboden. Paul dagegen legt den seinen – wie schon zuvor seine Schraube – auf die Wasseroberfläche und lässt erst dann los. Paulina macht es ihm nach. Cora heftet den Blick an das Styroporstückchen, das sie zuvor ins Wasser geworfen hat. Nachdem auch Max und Cora sich von ihren Stöckchen getrennt haben, bemerkt Paul: „Von mir ist jetzt alles drinne.“ Nur Paulina hat jetzt noch ihre Schraube, deren abruptes Sinken sie mit einem bewegten „Oach“ begleitet, während sie die Hände belustigt vor ihr Gesicht führt ...

Cora holt ihren Stein aus dem Wasser und lässt ihn lange Zeit an der Wasseroberfläche „schwimmen“. Paul lässt seinen wieder ins Wasser fallen. Paulina greift alle ihre Gegenstände: „Jetzt lass ich mal alles miteinander reinfallen (lachend).“ Max hat das Stöckchen wieder ins Becken geworfen, während Paul nach seinem Stein angelt. Paulina: „Schau mal, ich hab alle vier Sachen wieder herausgefischt. Während Gegenstände ins Wasser plumpsen, hat sich Cora über das Becken gebeugt und badet mit beiden Armen und Händen schöpfend und wedelnd im Wasser. Max: „Achtung, jetzt lass ich meinen Stock reinfallen!“ Mit komisch verstellter Stimme: „Und der ist nicht untergegangen – hää?“ Paulina: „Jetzt lass ich meinen Stein plumpsen.“ Paul: „Jetzt lass ich mal alles zusammen reinplumpsen.“ Cora hat ein Stück Styropor auf dem Wasser entlang geführt und dann auf ein Stöckchen gelegt: „Der schläft, der da hat geschlafen.“ Paulina lachend: „Okay, ich hol noch mehr Sachen.“ Paul verzweifelt: „Mann – Mann! Ich will 'ne Schraube auf'n Stein kleben“, was nicht gelingen will. Paulina hat ein Stöckchen ins Styropor gedrückt und klemmt einen Stein dagegen: „Jetzt lass ich das so reinplumpsen – oha!“ Cora drückt eine Schraube ins Styropor und bringt sie so lachend zum Schwimmen: „Nicht untergegangen!“ Max hat Paulinas Styroporgesteck ergriffen und zieht es am Stöckchen im Wasser hin und her: „Meiner geht auch nicht unter.“ Cora versucht, auf einem schwimmenden Styroporplättchen einen Stein zu balancieren. Als es nicht klappt, drückt sie das Plättchen auf den Wannenboden, legt den Stein drauf und lässt los. Das Plättchen schießt nach oben: „Styropor geht nicht unter.“ Neuer Versuch mit einer Schraube: „Aber die Schraube geht ein bisschen unter.“ Danach ist wieder der Stein an der Reihe. Inzwischen hat Paulina eine Schraube ins Styropor gedrückt und legt das Gesteck ins Wasser, wobei sich die Schraube nach unten dreht: „Schau mal, das Styropor dreht sich immer um.“ Mehrfache Versuche, die Schraube obenauf schwimmen zu lassen: „Häh?“ „Und jetzt lass ich's von oben reinfallen.“ Paulina streckt den Arm in die Höhe und schaut erwartungsvoll ins Becken: „Platsch!“ Cora hat ein Stöckchen unters Styropor geklemmt und legt beides ins Wasser: „Guck mal, der Stock geht nicht unter.“ Paul schmeißt ein Styroporstück mit eingedrehter Schraube ins Becken: „Platsch. Häh, die Schraube

geht nicht unter?“ Cora gleitet sanft mit ihren Händen durchs Wasser, auf dem ihr Styroporhölzchen schwimmt. Paulina: „Schau mal, das Styropor geht immer noch nicht unter.“ ...

Paulina singt: „Die Schraube geht nihicht unter.“ Sie schmeißt ein Styroporstück mit Schraube ins Wasser. Später holt sie einen Stein herauf, um ihn draufzulegen. Vier Versuche, viermal gleitet der Stein ab. Cora: „Ist der stark, der Stein?“ Paulina holt ihr Gesteck aus dem Wasser: „Stein, warum machst du das nicht runter, blöder Stein?“ Auch Paul lässt sein Styropor mit Schraube ins Wasser fallen: „Düip, oh, die Schraube geht nicht unter, die schwimmt.“ Cora hat auch eine Schraube ins Styropor gedreht und hält beides unter Wasser, um einen Stein draufzulegen. Paul: „Oh, die Schraube geht nicht unter, die schwimmt. Die schwimmt ganz einfach! Wie ein Boot ist das, wie ein Boot mit Anker hab ich gemacht.“ Er hält das Boot dicht vor sein Gesicht und strahlt es an. Cora hat inzwischen wieder ein Hölzchen ins Styropor gesteckt, lässt es auf dem Wasser treiben, stößt es sanft an, nimmt es auf und zeigt es: „Guck mal, guck mal, ein Boot!“ Legt es zurück auf's Wasser, schiebt es an, taucht es unter, senkrecht, der Styroporrumpf unten, der Mast nach oben. Paul steckt auch ein Stöckchen ins Styropor: „Jetzt hol ich mir ein Stock und tu ihn reinstecken.“ Nach vergeblichem Versuch, den Stock auch in einem Stein unterzubringen, wirft er sein Styroporgesteck ins Wasser: „Und jetzt geht's los.“ Singend: „Ein Boot mit Anker geht nicht unter.“ Paulina hat ein neues Stück Styropor geholt, bohrt es mit einer Schraube auf und zerbröseln es ins Wasser. Dann taucht sie mit der Schraube tief ins Wasser, auf und nieder, hin und her, taucht mit der anderen Hand bis auf den Grund, um mit der Schraube sanft darüber zu streichen: „Ich hab' was ausprobiert.“ Cora zu Paul, als der sein Boot zu Wasser lässt: „Guck mal!“ Sie hatte inzwischen einen langen Stock auf Styropor befestigt, und versucht, die Konstruktion senkrecht auf dem Wasser ins Gleichgewicht zu bringen. Sie befestigt einen zweiten Stab auf dem Plättchen, legt das Gesteck flach aufs Wasser, schiebt es sanft und hebt es von unten mit dem Wasserschwall der Hände, drückt es leicht ins Wasser...

Auch Paul und Cora haben jetzt zwei Styroporstücke mit einer Schraube zusammengesteckt. Paul: „Jetzt mag ich auch mal was ausprobieren.“ Er wirft sein Gesteck ins Wasser: „Häh, des fällt um.“ Cora setzt ihr Gesteck mit der Schraube nach unten auf's Wasser, behält es aber in den Händen, lässt leicht los, fasst es wieder, lässt wieder los, drückt es unter Wasser, taucht mit der Hand unter, um es von unten herauszuheben. Derweil lässt Paulina eine Stöckchen-Styropor-Konstruktion vom hoch gestreckten Arm ins Wasser plumpsen: „Schau mal, das platscht einfach da rein.“ Paul wirft sein Boot hinterher: „Jetzt platscht meins auch einfach da rein.“ Auch Cora lässt jetzt ihr Boot ins Wasser platschen. Paul: „Ich hab' jetzt ein Boot gemacht, das platscht jetzt einfach da rein.“ Singend: „Dja, dja, dja ...“ Die anderen Kinder singen mit. „Ein Boot, ein Boot, ein Platscherboot“, während die Hände im Wasser mitplatschen. „Oder ich weiß, was ich mache.“ Paulina führt ihr Boot im Kreis, drückt es unter Wasser, hält es fest, lässt los: „Hey, warum kommst du wieder hoch, du lahme Ente?“ Cora hat den großen Stock am Styropor befestigt, stellt ihn, Stock voran, senkrecht ins Wasser und löst den Griff: „Der fällt um.“ Sie dreht das Gesteck um, sucht die Balance auf dem Wasser, dann unter Wasser, bis die Teile auseinandergehen und aufsteigen. Paulina: „Hey, lahme Ente Styropor!“

Die Kinder geben in das Wasserbecken ihre spielerischen Bewegungen hinein. Niemand hat Paulina vorgeschlagen, ihre Stöckchen-Styropor-Konstruktion von hoch

oben ins Wasser plumpsen zu lassen. Nirgendwo eine Anweisung oder eine Empfehlung: „Verbinde zwei Styroporstücke mit einer Schraube und lege sie ins Wasser!“ oder „Beschwere das Styroporstückchen unter Wasser mit einem Stein und lass dann los!“ Die Bewegungen der Kinder entfalten sich spontan aus der Begegnung. Dabei erscheint die Welt, der sie hier begegnen, nicht sonderlich reizvoll, eher armselig und reduziert. Ein nüchternes Glasbecken, vier Materialien. Und dennoch entwickelt sich aus dieser Begegnung ein überreiches Konzert an Bewegungsmelodien. Geradezu magisch werden die Bewegungen der Kinder in die Welt am Wasserbecken hineingezogen, um zugleich selbst diese Welt mit hervorzubringen. Die Bewegungen nähern sich, suchen Kontakt, tastend, probierend, gehen hierhin und dorthin. Sie finden immer neue Motive, immer neue Themen, sich auszuleben und dabei immer tiefer in die Welt einzudringen. Wie ein Klavierspieler sein Instrument auskostet, indem er eine Melodie hinein gibt, so kosten die Kinder das Wasserbecken und ihre Materialien aus. Sie nutzen das Becken, die Schrauben oder das Styropor gleichsam als ein Instrument. In ihren Bewegungen erfinden sie immer neue Melodien: Etwas aufs Wasser legen und loslassen. Etwas übers Wasser halten und fallen lassen. Etwas im Bogen ins Wasser werfen. Etwas von hoch oben ins Wasser platschen lassen. Etwas auf der Wasseroberfläche halten. Etwas an der Oberfläche entlangführen. Etwas loslassen, schwimmen lassen, anstupsen, mit einem Wasserschwall antreiben. Etwas von unten mit einer Welle emporsteigen lassen oder von unten mit den Händen herausheben. Oder einfach von oben oder von der Seite packen und heraus ziehen. Oder übers Wasser ziehen. Oder unter Wasser drücken, unter Wasser halten, mit etwas anderem beschweren und wieder loslassen ... Unerschöpflich erscheinen die Melodien, die ihre Spieler ausprobieren und in das Instrument hineingeben. Diese Melodien kommen aus den Eindrücken, aus den lebendigen Spuren und Spürungen, die der Kontakt mit dem Instrument im Spieler hinterlässt. Die spröde Leichtigkeit des Styropors, das bewegte Wasser, die Bewegungen der Anderen, das Aufplatschen auf dem Wasser, Untergehen und Auftauchen ... Vom Instrument berührt, angeregt, angestoßen, geben die Kinder in ihren Bewegungsmelodien Resonanz. In den Melodien schwingt die Berührung, der Kontakt, die Begegnung. Aber sie schwingt auf eigene Weise. In den Melodien schwingen die Erinnerungen und Phantasien eines jeden einzelnen Kindes. Deshalb spielt Paulina andere Melodien als Cora. Paulina, die ihre Objekte dramatisch in Szene setzt, von hoch oben ins Wasser plumpsen lässt, alle zusammen im Haufen ins Wasser schmeißt, die sie anspricht, ja beleidigt: „Du lahme Ente Styropor!“, „... blöder Stein“, die ihre Aktionen gerne lautstark ankündigt. Dagegen Cora, die die ganze Zeit mit beiden Händen, mit beiden Armen im Wasser lebt, die die Hände selbst schwimmen lässt, wedelnd den Druck des Wassers erspürt und ihn auf ihre Objekte lenkt, die sich so dicht wie kein anderes Kind an die Kontaktstellen, die ihre Objekte im Wasser finden, herantastet: Wenn sie den Stein aufs Wasser legt und seinen Druck nach unten erspürt. Wenn sie das Styropor unter Wasser zieht und seinen Zug nach oben auskostet. Wenn sie Druck und Zug in ein greifbares Gleichgewicht bringen möchte, indem sie einen Stein in der einen Hand mit dem Styropor in der anderen Hand unter Wasser zusammenführt. Wenn sie dem Wasser Wellen gibt, die ihr Boot nach oben tragen oder zur Seite schieben. Wenn sie die Bewegungen ihrer Objekte im Wasser gefühlvoll mit den Händen einfängt. Oder Paul, der die meiste Zeit damit beschäftigt ist, etwas zusammenzustecken oder zu schrauben, der dann seine Stapelläufe feiert und seine technischen Errungenschaften genießt, während der dreijährige Max ruhig und

unauffällig ein Material nach dem anderen im Wasser ausprobiert, es hineinlegt und wieder herausholt, zunächst einzelne Gegenstände, dann einfache Konstruktionen.

Die Spieler geben ihre Melodien ins Instrument. Jede Bewegungsmelodie ist eine Frage an die Welt, eine Hypothese. Aber auch eine Spannung, eine Richtung, eine Aufmerksamkeit. Sie trägt eine Stimmung, eine Farbe der Seele, kommt als Emotion hervor, drängt neugierig hinaus, entwickelt Ahnungen, ein Gespür, Bilder und Phantasien, was sie wohl außen finden könnte. Sie genießt sich, genießt die Bewegung, die Freiheit, sich hierhin und dorthin zu entwickeln und zu erproben, sich immer wieder neu selbst zu entwerfen. Sie behauptet sich, bringt sich zur Geltung und Wirkung. Sie ist Selbsta Ausdruck, darin Sprache, Zeichen und Bedeutung. Auch wenn sie hinausgeht, zeigt sie nach innen. Aber hätte sie nicht das Außen, müsste sie stumm bleiben. Das Instrument, das Wasserbecken und die Materialien geben den Melodien erst einen Resonanzraum, in dem sie erklingen können. Im Resonanzraum freilich erklingen die Melodien in den Stimmungen des Instruments. Das Instrument gibt die Melodien auf seine Weise zurück. Zurück kommt die eigene Bewegung als eine am Anderen gebrochene, an den Verhältnissen der Welt reflektierte Bewegung. Deshalb ist das Spiel der Kinder voller Überraschungen, neuer Wendungen, Belustigung und Komik, manchmal auch Frustration, wenn die Bewegung aufläuft und nicht gelingen will. Überraschend und komisch saust die Schraube nach unten, wenn man sie sanft aufs Wasser legt. Überraschend bleibt der Styropor an der Oberfläche kleben, selbst wenn man ihn heftig wirft oder von weit oben fallen lässt. Behutsam und geduldig muss sich die Bewegung vorantasten, wenn sie das Gleichgewicht sucht, wenn sie einen Stein auf dem Styropor halten möchte, den Stab senkrecht führen möchte, um dann am Ende doch wieder abzukippen. Immer gehen die Melodien darauf, sich einzustimmen auf die Verhältnisse des Instruments und der Welt. Jede Melodie ein Versuch, sich selbst in Einklang mit der Welt zu bringen, die Farben des Instruments und die Farben des Selbst in ein stimmiges, passendes Verhältnis zu bringen. Augenblicke des Glücks, wenn alles zusammen stimmt: „Ein Boot, ein Boot, ein Platscherboot ...“ Eine intensive Kommunikation, in der Kind und Welt einander Antwort, Resonanz geben. In dieser Kommunikation entlang der Bewegungsmelodie gewinnen die Kinder dem Instrument immer neue Klänge und Farben ab. Ihrer Bewegung geben sie immer neue Impulse und Wendungen. Nicht alles lässt sich spielen. Der Bewegung sind Möglichkeiten, aber auch Grenzen gesetzt.

Indem die Bewegung explorierend umherstößt, Raum gewinnt, Farben sammelt, Stimmungen auskostet, sich probierend ins Verhältnis setzt, gewinnt sie ein implizites Wissen von der Welt: der gefährlich hart klackende Ton, dicht am Sprengen des Glases, als der Stein, den Max von oben fallen ließ, mit überraschender Heftigkeit das Wasser durchstößt. Der Druck des Wassers, wenn man das Styropor untertauchen möchte. Aber die Nachgiebigkeit, wenn man es an einer Seite herunterdrückt, so dass es kaum gelingt, einen Stein darauf zum Schwimmen zu bringen. Oder die träge Bewegung, die einen Stock wieder zur Oberfläche treibt, den man – am Styropor hängend – senkrecht ins Wasser gedrückt hat. Das abrupte Umschlagen des Styroporbootes, auf dem man eine Schraube festgeklemmt hat. Das Gewicht des Steines, den man unter Wasser auf eine Schraube gesteckt hat... Überall hin gehen die Bewegungen der Kinder. Ihre Melodien erfüllen den ganzen Raum, umspielen die Phänomene von allen Seiten, dringen schier in alle Ritzen der Welt. Eine divergierende, nach allen Seiten ausschweifende Bewegung, ungebändigt, immer neue

Richtungen suchend. In ihrem Wesen dem wissenschaftlichen Denken entgegengesetzt, das nicht überall hin will, sondern nur wesentliche Fragen stellt. Ein konvergierendes Denken, das sich zusammennimmt, konzentriert, sich wegzieht von den Phänomenen, sich abstrahiert, um allgemein Gültiges zu finden, das sich diszipliniert und sortiert, um zu ordnen und zu bewahren.

Die Bewegungen der Kinder kommunizieren im physischen Raum mit dem Wasserbecken und den Materialien. Aber sie kommunizieren auch untereinander. Die Melodien umspielen einander, tauschen Motive aus. Im Konzert der Melodien finden sie Dissonanzen und Harmonien, Kontrapunkte, gewinnen an Dynamik und Klangfülle, drängen sich alles übertönend in den Vordergrund oder halten sich zurück. Jede Melodie sucht und findet auch Resonanz im sozialen Raum. Max wirft seine Schraube Paul hinterher, der seine zuvor versenkt hat. „Jetzt lass ich mal alles miteinander reinfallen!“ Paulinas Wurf geht nicht nur ins Wasser, er geht an alle, um sie in der eigenen Bewegung zu versammeln. Einzelne stimmen Melodien an, die andere aufgreifen und weiter ausgestalten. Immer wieder präsentieren Kinder ihre Melodien vor den anderen. Das Spiel der Kinder ist kein chaotisches Durcheinander von Einzelbewegungen. Es gibt gemeinsame Themen, die aufkommen und wieder vergehen, um neuen Themen Platz zu machen: Anfangs das Hineinwerfen und Herausfischen der Materialien, dann das Zusammenstecken von Schrauben und Styropor oder Stöckchen und Styropor, am Ende sogar Doppelkonstruktionen mit zwei Styroporstückchen. Auch das Beschweren der Plättchen mit Steinen und Schrauben wird vorgemacht und aufgenommen. Vereinzelt auch die Art zu werfen: alles zusammen, von hoch oben... Vor allem aber kommunizieren die Kinder ihre Freude, ihre Spannung, ihre Überraschung, ihre Stimmungen und Emotionen. Im Motiv des „Platscherbootes“ feiern sie am Ende eine gemeinsame fröhliche Bewegung, die sich genussvoll im Resonanzraum der Gruppe aufbaut und verstärkt. Auch im Zusammenspiel ihrer Bewegungen suchen die Kinder Abstimmung, Stimmigkeit, Einklang. Indem sie sich auf die Welt des Wasserbeckens einspielen, spielen sie sich auch aufeinander ein.

4 Bewegung und Sprache

Aus ihren Bewegungen tauchen die Kinder immer wieder auf in ihre Sprache. Was die Kinder sagen, ist Teil, Ausdruck, Ausfluss und Anstoß ihres Tuns. Es ist selbst Bewegung, Emotion, Empfindung, gibt eigene Bewegung an andere weiter, eine Begleitmusik, die die eigene Bewegungsmelodie stützt, verstärkt oder harmonisch abrundet. Die eigene Bewegung wird angekündigt („Achtung, jetzt lass ich meinen Stock reinfallen.“), angefeuert („Und jetzt geht's los!“), manchmal ungeduldig herausgefordert („Ich will, dass der Stock jetzt durch das Styropor passt!“), begleitet, bejubelt und gefeiert („Ein Boot, ein Boot, ein Platscherboot ...“) oder bedauert, ja beschimpft und beleidigt („Du lahme Ente Styropor!“). In der Sprache spiegeln sich das Glück gelungener Bewegungen, aber auch Überraschungen und unerwartete Wendungen oder gar Ärger, wenn die Bewegung am Phänomen scheiterte. Wie die Bewegung, so umspielt auch die sie kommunizierende Sprache das Phänomen.

Dabei hält die Sprache mitunter inne, löst sich fallweise aus der Bewegung, um zurückzublicken oder vor auszuschauen. Sie stellt dann fest, wo die Bewegung war, was sie am Phänomen gefunden hat oder wohin sie gehen wird oder soll und welche Erwartungen sie tragen. „Das Playmobilmännchen kann schwimmen.“ „Das Duplo

und der Legosteine schwimmen. Nur drei Sachen sind unten.“ „Ich tu Wasser rein, mal gucken, ob's sinkt.“ „Aber mit den großen Steinen kann man gut eine Wasserbombe machen. Das platscht bestimmt ganz toll.“ Es ist eine narrative Sprache, die die Ereignisse nachzeichnet oder vorwegnimmt, die in Worte fasst, wie die eigenen Bewegungen und Aktionen bei den Phänomenen ankommen. Immer wieder greifen die Erzählungen der Kinder auch ins eigene Leben: *„Aber ich lass lieber das Styropor schwimmen. So was haben wir auch zu Hause, das nimmt mein Papa immer zum Bauen.“ „Im Kindi haben wir Styropor mal rot angemalt, das war ein Schiff, das ist auch nicht untergegangen. Es war aber trotzdem Farbe dran.“ „Ich, ich gehe immer mit so Dinos in die Badewanne. Die sind so wie die Tiger.“ „Ich hab schon mal Steine im Wasser gesehen, am See. Dann hab ich sie ans Ufer geholt. Die waren im Meer drin und dann hab ich sie einfach mit der Hand rausgefischt.“ „Im Urlaub am Meer, da habe ich Stöcke reingeworfen und Steine. Die Steine sinken und die Stöcke bleiben oben.“ „Hab mit meinem Papa Steine hüpfen lassen, die sind dann untergegangen.“ „Ja weiß ich, ich probier 's zu Hause immer aus. Ich stell Wasser hin und noch Sachen hin, dann drück ich sie runter, und sie kommen wieder hoch.“* Bewegungen, Aktionen und Sprache gehen Hand in Hand. Anfangs ist die Sprache noch ganz dicht bei den Bewegungen, ja selbst Bewegung und Aktion, später löst sie sich, gewinnt Abstand, um in einiger Entfernung die Bewegung nach- oder vorauszuzeichnen. Aber auch Erzählungen greifen ins bewegte Leben, um es aufleben zu lassen. Wie die Bewegungen und Aktionen selbst erzeugen Erzählungen deshalb einen Sog, der andere mit hineinzieht. Auch in ihren Narrationen umspielen die Kinder nicht nur die Phänomene sondern auch einander, kommunizieren Bewegung, Empfindung, Ausdruck und Bedeutung – ein dynamisches Geschehen, in dem an individuellen Motiven gemeinsame Themen gewonnen und weiterentwickelt werden.

Manchmal aber löst sich die Sprache so weit aus der Bewegung und der Empfindung, „entzieht“, abstrahiert sich, dass sie die Phänomene und die Bewegungen als etwas Gegenüberstehendes gewinnt, als Sache und Gegenstand. Das Weltwissen, das darin ausgesprochen wird, ist nicht mehr nur implizit in der subjektiven Bewegung und Empfindung. Vielmehr expliziert sich das Weltwissen nunmehr in einer objektivierenden Sprache, so dass die Sachverhalte begrifflich gefasst, bewusst vorgestellt, nach gedacht, konzeptualisiert und modelliert und intersubjektiv kommuniziert sowie argumentativ verhandelt werden können. Auch wenn diese abstrahierende Sprache sich von den Phänomenen löst, braucht sie die Nähe, die Präsenz und die aktionale Zugänglichkeit der Phänomene. Der Vorgang des Abstrahierens kann nur gelingen, wenn er aus der Begegnung und Berührung kommt. Andernfalls gäbe es nichts, was man zurücktretend überschauen könnte. Andernfalls hätte man nichts, an dem die gedankliche Konstruktion festgemacht und überprüft werden könnte.

Tatsächlich zeigen eigene Untersuchungen³, dass Kinder da zu genauen, differenzierten, reichen, durchaus realitätsangemessenen Vorstellungen über die Phänomene gelangen, wo sie diese erstens im lebendigen, spontanen, körperlichen Spiel und in der sinnlich-greifbaren Gegenwart erkunden und ausprobieren können, wo sie zwei-

³ Hans-Joachim Fischer (2007): „Also ich kann Luft riechen“ – Was Kinder über Naturphänomene wissen. Das Beispiel „Luft“. Unveröffentlichtes Manuskript (33 S.).

tens ihr Spiel aus den Anregungen, Anstößen und Herausforderungen einer sozialen Dynamik heraus entfalten können, wo die erwachsene Gesprächsleitung drittens diesen Raum offen lässt und ihre Impulse nahe an den Bewegungen der Kinder setzt. Da gelingen ihnen auch explizite, abstrahierende Deutungen über Zusammenhänge und Beziehungen, die sie in Analogien und Erklärungen fassen können. Wo hingegen der Gegenstand ihres Denkens und Ergründens nicht mehr sinnlich und aktional zugänglich und phänomenal überschaubar ist oder wo die begleitenden Erwachsenen den Raum zum Explorieren und Ausprobieren enger machen, da werden die Spielbewegungen stereotyper und die Deutungen der Kinder unschärfer, ihre Sprache unsicher, ihr Denken „naiv“ und „phantastisch“.

Gespräche, die das implizite Weltwissen der Kinder zur Explikation bringen, die die Kinder zu abstrahierenden, objektivierenden Deutungen herausfordern wollen, dürfen nicht – wie unser Eingangsbeispiel es demonstriert – von oben, von den richtigen Lösungen her geführt werden, die nur der Erwachsene kennt. Sie müssen von unten her geführt werden, von den Eindrücken und Ansichten der Kinder. Dabei sollten sie dicht an den Phänomenen entlanggehen, dürfen ruhig immer wieder ins Schauen, Beobachten, Handeln, Ausprobieren, in die Bewegung der Kinder zurückfallen. Sie sollten Kinder ermutigen und herausfordern, sich selbst in den Phänomenen zu begegnen, ihr eigenes Leben zu spiegeln. Bei alledem dürfen die Gespräche durchaus ein offenes Ende haben, nicht aber ein verbindliches Ziel. Sie gelingen schon dann, wenn sie Kinder insgeheim anregen, weiterzuspielen, etwas noch einmal und immer wieder in Variationen auszuprobieren. Solche Gespräche müssen den Denkbewegungen der Kinder folgen, die – ihren wirklichen Bewegungen folgend – die Phänomene von allen Seiten ausprobieren. Über weite Strecken werden solche Gespräche Erzählungen austauschen, also die Bewegungen der Kinder zur Sprache bringen. Auch wo sie die Phänomene begrifflich-abstrahierend als Gegenstand gewinnen, sollten sie das explorative, bewegte, divergierende Denken und Ausprobieren der Kinder zulassen und fördern.

5 Schwimmen und Untergehen in den Deutungen der Kinder

Warum gehen manche Sachen unter? Warum bleiben manche oben oder steigen wieder auf, nachdem man sie unter Wasser gedrückt hat? Das Spiel der Kinder lehrt uns darüber, dass diese Fragen nur ein kleines Spektrum dessen abdecken, was die Kinder wirklich am Phänomen bewegt. Es sind Fragen, die konvergierend auf etwas Wesentliches hinauslaufen, das Kindern den Weg in ein naturwissenschaftliches Ordnen der Welt bahnen soll. Die meisten Fragen der Kinder dagegen schwärmen divergierend in andere Richtungen aus: „Kann ich eine Schraube ‚überreden‘, zu schwimmen, wenn ich sie sanft aufs Wasser lege und eine Weile halte, bevor ich sie loslasse?“ „Kann ich einen Stein ans Wasser gewöhnen, wenn ich ihn eine Zeitlang an der Oberfläche entlang führe, so dass er am Ende vielleicht schwimmt?“ „Kann ein Styroporstückchen auch auf einer Welle schwimmen, die es hoch über den Wasserspiegel hinausträgt?“ „Kommen Stein und Styropor, aufeinander gelegt, unter Wasser in ein schwebendes Gleichgewicht?“ „Kann ich ein Stöckchen vielleicht doch zum Untergehen bewegen, wenn ich es von hoch oben ins Wasser werfe?“ „Wenn ich alles zusammen ins Wasser werfe – schwimmt es dann gemeinsam oder geht es gemeinsam unter?“ Es sind die in ihren Bewegungen impliziten Fragen der Kinder, die wir als erwachsene Förderer und Begleiter anregen, herausfordern,

aufgreifen und uns und den Kindern bewusst machen sollten, wenn wir gangbare Wege ins Weltverstehen erschließen wollen. Diese Wege folgen zunächst den Bahnen des Kinderspiels. Sie begründen das Verstehen in möglichst vielfältigen und einander kommunizierenden subjektiven Berührungen, Empfindungen, Resonanzen, Annäherungen, Ansichten, die das Phänomen von allen Seiten und aus verschiedensten Richtungen gewinnen. Wo anders als da vermag sich das anfänglich zu Bewusstsein kommende Verstehen wirklich anzubinden? Wo anders kann es sich reich entfalten als im subjektiven Reichtum des lebendigen Kinderspiels? Sicher hat das Verstehen auch eine objektive Seite, die auf Sachverstand, auf gutes und wichtiges Wissen, auf Wahrheit und methodisch-kritische Prüfung und begrifflich systematische Ordnung angelegt ist. Aber wer sich zu früh nach oben streckt, verspielt den Grund, der alles trägt.

Tatsächlich stellen auch Kinder die Frage, warum etwas schwimmt oder untergeht. Oder sie setzen sich damit auseinander, wenn ein Erwachsener sie ihnen stellt. Schon Piaget (1927) hat drei- bis zehnjährigen Kindern diese Frage gestellt. Bei Kindern im Alter bis zu fünf Jahren hat er vorwiegend animistische und moralische Erklärungen gefunden. Ein Schiff schwimmt z.B., weil es soll. In den folgenden beiden Lebensjahren sind es eher Schwere (und Volumen), die ein Schiff schwimmen lassen: Es kommt darauf an, schwer und groß, d.h. kräftig genug zu sein, um sich oben zu halten, gerade zu halten. Ab sechs und in den nächsten beiden Jahren schwimmt etwas, weil es leicht ist. Leicht wird absolut gesehen oder relativ zum Gesamtgewicht des Wassers. Auch Bewegung oder aufkommende Wasserströmung erklären das Schwimmen. Neunjährige beginnen dann damit, das Konzept der Leichtigkeit zu relativieren. Gewicht und Volumen werden zunehmend ins Verhältnis gesetzt. Damit bahnt sich eine Vorstellung von Dichte an.

1936 hat Banholzer eine Dissertation zur „Auffassung physikalischer Sachverhalte im Schulalter“ vorgelegt, in der sie Kinder von sechs bis fünfzehn Jahren auch zum Phänomen „Schwimmen und Sinken“ befragt hat (21 Aussagen). Wie Piaget hat auch sie ein entwicklungspsychologisches Interesse. Es geht ihr darum, Entwicklungslinien des Denkens festzustellen. Anders als Piaget hat sie nur wenige animistische und moralische Aussagen gefunden. Einer „Vorstufe“ der physikalischen Auffassung ordnet sie Äußerungen zu, die Schwimmen als selbstverständlich ansehen: „weil es halt nicht untergeht“, „weil es schwimmen kann“. Eine „erste Hauptstufe“ lokalisiert sie im Alter bis zu acht Jahren: Ursache für das Schwimmen ist der Stoff, aus dem etwas besteht („weil's Holz ist“). Auf der „zweiten Hauptstufe“, die im Unterschied zu Piaget erst etwa ein Drittel der Achtjährigen und die meisten Neunjährigen erreichen, ist die Schwere, die etwas Schwimmen lässt. Schwere bedingt Kraft, ermöglicht es, „Herr über das Wasser“ zu werden. Leichtes, zu schwach zur Gegenwehr, wird vom Wasser runter gezogen. Die „dritte Hauptstufe“ dagegen lässt die Dinge schwimmen, weil sie leicht sind – ähnlich der von Piaget festgestellten Entwicklungsabfolge. Weil sie (absolut) leicht sind, hat das Wasser genügend Kraft und Stärke, sie zu tragen. Schwere Dinge gehen unter, weil sie „stärker sind als Wasser“. Ab dem elften Lebensjahr wird dann ein statischer Bezug des Gewichts eines Objektes zum Wasser gefunden. Zunächst ein Bezug zur Gesamtmenge des Wassers. Dann deutet sich auch ein Bezug zur verdrängten Wassermenge an.

Bis heute findet die Untersuchung von Banholzer immer wieder Beachtung, auch wenn ihre Ergebnisse dabei in ein anderes Licht gestellt werden (vgl. Köster 2008). Die wohl gründlichste Auseinandersetzung hat Wagenschein (1971 und 1990) ge-

führt, der dazu auch auf gesammelte Kinderäußerungen von Zietz (1955) zurückgreift. Er ordnet die Sammlung Banholzers unter anderen Voraussetzungen (vgl. Buck 2008): Jedes Kind hat seinen eigenen Erfahrungshintergrund. Darin liegen nicht nur Naturerfahrungen. Es sind die Alltagserfahrungen des Kindes, die einen Sinnhorizont aufspannen, aus dem heraus Kinder deuten. Immer handelt es sich um eine mögliche Weltsicht, die Respekt verdient, in sich berechtigt ist und einer eigenen Vernunft des Kindes entspringt. Selbst der Animismus fördert das Verstehen, indem er die Phänomene innerlich begründet und so „einwurzelt“. Stets begegnen wir dem Kind, das von sich, aus eigener Kraft seinen „Weg zur Physik“ beschreitet. Wir begegnen ihm auf diesem Weg als Dialogpartner. Darin liegt der Wert, Kinderdeutungen zu ordnen: Kinder verstehen und mit ihnen sprechen zu können. Denn entgegen gehen sollten wir Erwachsenen den Kindern schon auf ihrem Weg.

Die Ordnung Wagenscheins beginnt mit der Vorstellung „das schwimmt halt (1)“. Das Kind hat nichts, mit dem es das Phänomen verbinden könnte. Das Denken kommt hier zum Ende. Nicht weit weg davon ist die Begründung, dass Holz eben schwimmt: „Holz schwimmt halt (2)“. Dagegen öffnet die Vorstellung „das Schwere schwimmt (3)“ eine dynamische, ja dramatische Begründungsszenarie: Der Kampf zwischen dem Wasser, das alles in die Tiefe ziehen, ertränken möchte und den Objekten, die ums Überleben kämpfen und – wenn sie groß, kräftig und schwer genug sind – obsiegen. Wenn sich dann die Vorstellung umkehrt, hin zu „das Schwere sinkt (4)“, es ist „mächtig nach unten“, gelingt ihr eine realistische Wendung. Der Kampf ist noch nicht vorüber, die Akteure sind immer noch lebendig, aber die Richtung ist eine andere: Das Objekt drückt von oben und das Wasser kraftvoll von unten. „Das Wasser trägt das Leichte (5). Eine weitere Vorstellung zieht die „Stoffmenge“ der „Kämpfenden“ in Betracht. Wo das Wasser tief ist, wo viel Wasser ist, trägt es mehr und Größeres (6). Aber mit dem Wasser ist es nicht „wie bei der Hand, die die Schüssel trägt“. Wenn Kinder das erkennen, zeigt sich ein erster Physikalischer „Lösungsansatz“ (7).

Auch zeitgenössische Untersuchungen in konstruktivistischer Sicht, die für das Grundschulalter vorliegen, verwenden Kategorisierungen, die den Wagenscheinschen Spuren der „Kinder auf dem Wege zur Physik“ folgen. Dabei werden z. B. für die Frage, warum „ein großes, schweres Schiff aus Eisen nicht untergeht“, vier Ebenen unterschieden: 1. „nicht belastbare Konzepte“ (kein Konzept, Antriebskonzept, Formkonzept, sonstige Fehlkonzepte), 2. „belastbare Konzepte“ (Materialkonzept, Luftkonzept, Leichter als Wasser Konzept, Hohlkörperkonzept, Größer schwimmt besser, Wasser trägt, sonstige belastbare Konzepte) 3. „ausbaufähige vorphysikalische Konzepte“ (Druck, Verdrängung) und 4. „integrierte ausbaufähige vorphysikalische Konzepte“ (Verdrängung/ Druck, Dichtevergleich). Die Ebenen 3 und 4 wurden von Drittklässlern nennenswert erst nach einem Unterricht von acht Doppelstunden erreicht (vgl. Jonen/ Hardy/ Möller 2003).

6 Eine eigene Untersuchung

Was aber denken Kinder im Kindergartenalter über die Phänomene Schwimmen und Sinken? Denken sie überwiegend animistisch und moralisch, wie die Untersuchungen von Piaget und Banholzer es nahe legen? Welche Möglichkeiten, die Welt zu sehen, eröffnen sich ihnen? Spiegelt sich der Reichtum ihres impliziten Weltwissens

auch in dem, was sie sich bewusst machen? In 22 Filmdokumenten⁴, in denen (vier- bis sechsjährige) Kinder von Erwachsenen begleitet mit Phänomenen des Schwimmens und Untergehens spielen und experimentieren, habe ich 210 Antworten auf diese Frage gefunden. Nur vereinzelt bekennen Kinder ein Nichtwissen: „*Ich hab keinen Schimmer.*“ Oder: „*Ich weiß net.*“ Oder Schulterzucken. Oder: „*Ich hab's mir nur gedacht.*“ Oder das ausgreifende Denken findet keinen Halt: „*Weil, weil das, weil, weil, weil ...*“

Leicht und schwer: Fast die Hälfte aller Antworten kreist um „leicht“ und „schwer“. In Banholzers Untersuchung finden sich diese Befunde erst bei den Neunjährigen. Piaget findet sie immerhin schon bei den Sechs- bis Achtjährigen. Ein Ball schwimmt, „*weil der leicht ist*“, ein Stock, „*weil der Stock so leicht ist.*“ Ebenso ein Schälchen oder ein Plastikblättchen, ein Holzring oder ein Holzklötzchen: „*Er bleibt oben. Er schwimmt, weil der leicht ist.*“ „Leicht“ ist eine Eigenschaft, die einem Ding zukommt oder nicht zukommt. Was leicht ist, schwimmt. Diese Feststellung wird auch generalisiert: „*Und die leichten Sachen sind oben geblieben.*“

Die Kehrseite von „leicht“ ist „schwer“. „*Der schwimmt net, der ist schwer.*“ Steine, „*die schweren Steine*“ „*gehen unter*“, „*liegen am Boden*“, „*weil die so schwer sind.*“ „*Die sind halt ganz schwer.*“ Meistens werden Steine genannt, aber auch ein Löffel, ein Hubschrauber oder ein Rad: „*Das Rad geht auch unter, weil es schwer ist.*“ Auch hier die Generalisierung: „*Alles Schwere geht unter.*“ Der generelle Blick kann zurückblicken oder vorausschauen: „*Die Sachen waren schwer, dann sind sie runter gegangen.*“ Oder umgekehrt: „*Der geht nur unter, wenn er schwer ist.*“ Im generellen Blick kann man sogar über das Faktische hinaus denken: „*Nein, wenn die schwer gewesen wären, dann wären sie auch untergegangen.*“ Oder man kann über das Faktische hinaus handeln, als ein untergetauchter Nikolaus zum Schwimmen gebracht werden soll: „*Vielleicht können wir ihn leicht kriegen*“, „*leicht machen*“.

Leichter und schwerer: Erst diese Generalisierung erlaubt den Kindern, ihr Denken soweit von konkreten Gegenständen zurückzuziehen, dass es „leicht“ und „schwer“ vergleichend in Beziehung setzen kann: „*Weil die einen Sachen leicht sind und die anderen Sachen nicht so leicht sind.*“ „*Die schweren Sachen sind schwerer und sinken.*“ „*Weil das eine leichter ist und das andere schwerer.*“ In diesem Vergleichen verlieren „leicht“ und „schwer“ ihre absolute Qualität und werden zu relativen Eigenschaften.

In dieses Kontinuum von „leichter“ und „schwerer“ lassen sich dann Gegenstände und Materialien einordnen und miteinander vergleichen: „*Der Stein hat mehr Gewicht und das Steckteil ist ganz leicht.*“ „*Plastik ist leicht und hat nicht so viel Gewicht wie Stein.*“ Nicht mehr das absolute, sondern das relative Gewicht erklärt nun Schwimmen und Untergehen. Etwas geht unter, weil es schwerer ist als etwas, das leichter ist und deshalb schwimmt. So schwimmt ein Korken, „*weil er leichter ist als der Nagel.*“ Und deshalb liegt ein Hammer schräg im Wasser, „*weil das Schwarze schwerer ist als das ...*“ „*... Holz*“.

Zu leicht, zu schwer: Statt einer den Gegenständen innewohnenden Qualität „schwer“ bzw. „leicht“ ist es nun die Relation „schwerer“ oder „leichter“, die die Gegenstände ins Verhältnis setzt und aus diesem Verhältnis heraus ein Schwimmen

⁴ Die Experimente wurden als videogestützte teilnehmende Beobachtungen von Erzieherinnen im Rahmen eines Kontaktstudiums an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg durchgeführt.

oder Untergehen begründet. Einen Schritt weiter geht das Denken, wenn es auf dem Kontinuum von „schwerer“ und „leichter“ einen kritischen ungefähren Punkt ausmacht, jenseits dessen etwas „zu schwer“ ist, um noch schwimmen zu können. *„Des ist zu schwer, macht plupp, plupp, plupp.“* *„Also der Stein geht auf jeden Fall unter, weil's zu schwer ist.“* *„Eisen ist viel zu schwer.“* *„Die ist zu schwer, die Haarklammer von Marlene, die sinkt auch.“*

Von da aus liegt es nicht mehr fern, das „Zu Schwer“ auf das Wasser zu beziehen. *„Wieso gehen die zwei Schrauben unter? Weil sie zu schwer für's Wasser sind.“* *„Die Schrauben, die Steine und die Muschel sind halt einfach zu schwer für das Wasser.“* Zu schwer für das Wasser. Dahinter könnte die Vorstellung stehen, dass das Wasser etwas zu Schweres nicht zu tragen vermag, so wie man selbst Schwierigkeiten hat, etwas zu tragen. Oder ist es der Kampf zweier Kräfte, den Wagenschein ins Spiel bringt: Die Steine, die kraftvoll nach unten gegen das Wasser andrücken? Das Wasser, das seine Kraft nach oben bringt, um dort Gegenstände zu tragen?

Aber manche Kinder gehen offensichtlich darüber hinaus, indem sie das Gewicht der Gegenstände mit dem des Wassers in Beziehung setzen. Etwas schwimmt oder sinkt, weil es leichter oder schwerer ist als Wasser. *„Das Wasser ist leicht. Der Stein ist hart und schwer.“* *„Der (Korken) schwimmt, weil er leichter ist und weil's Wasser schwerer ist.“* Auch Styropor geht nicht unter, *„weil das Wasser manchmal schwerer ist“*. Vermutlich ist hier eher die Gesamtmenge des Wassers gemeint. Alles Wasser, das im Becken ist. In keiner Äußerung findet sich ein Hinweis darauf, dass ein Objekt zur verdrängten Wassermenge in Beziehung gesetzt würde.

Wasserfüllung: Wenn das schwere Wasser allerdings in das Material eindringen kann, wie zum Beispiel in Papier, kann es auch etwas Leichtes untergehen lassen: *„Irgendwann geht's unter, weil die Feuchtigkeit da rein geht. Das wird dann immer feuchter und dann geht's unter, weil's schwerer wird, weil Wasser schwerer ist als Papier.“* Auch einem Taschentuch ergeht es so: *„Weil dann saugt sich das Wasser ein und dann kann's nicht mehr schwimmen. Es wird immer schwerer und schwerer im Wasser ...“* Selbst ein benetzter Knopf kann dann nicht mehr schwimmen: *„Nein, da ist zu viel Wasser dran.“* Aus diesem Grunde sinken auch Gefäße, wenn sie sich mit Wasser füllen. Ein Teller: *„Mein Teller schwimmt auch und wenn ich den so unter Wasser drücke, geht der runter, weil der sich mit Wasser füllt und dann schwer wird.“* Eine Schale: *„Wenn das Wasser schwer ist, geht sie unter.“* Ein hohles Ei, mit Wasser gefüllt: *„Dann sinkt's, weil das ist voll.“* Ein Becher: *„Mein Becher kann nicht schwimmen, weil da Wasser drin ist und das hält den unten.“* Oder umgekehrt: *„Wenn das Wasser raus ist, bleibt er oben auch.“* Etwas Leichtes wird schwer, wenn es sich mit Wasser füllt und geht dann unter. Dabei stellen die Kinder keine Beziehung mehr zum umgebenden Wasser her, in welchem der Sinkvorgang stattfindet. Es ist die Schwere des Wassers an sich, die etwas zum Sinken bringt. Allerdings gibt es auch die umgekehrte Vorstellung, dass es gerade die Wasserfüllung ist (oder die Bestimmung, die Möglichkeit, mit Wasser gefüllt zu werden), die ein Gefäß zum Schwimmen bringt. Ein Becher schwimmt, *„weil da Wasser reinkommt“*. *„Oder weil die Gläser da Wasser rein tun können.“* Das gilt auch für saugfähige Materialien: *„In das Styropor saugt sich Wasser ein, deshalb schwimmt sie.“* Vielleicht steckt dahinter die Vorstellung, dass Wasser ja im Wasser schwimmt, das es etwas schlechthin Schwimmendes ist.

Schweres schwimmt, Leichtes sinkt: Vielleicht aber ist es auch der Gedanke, dass gerade etwas Schweres geeignet ist zum Schwimmen. Und im Umkehrschluss etwas Leichtes dem Untergang geweiht ist. Tatsächlich wird diese Ansicht häufig vertreten. *„Es schwimmt, weil es schwer ist.“* *„Ein Löffel, der schwimmt, weil der schwer ist.“* Ebenso eine Röhre oder ein Boot. Im Rückschluss wird die Schwere eines Gegenstandes oder Materials aus seiner Schwimmfähigkeit abgeleitet. *„Das Holz kann nicht untergehen, weil das Holz ist schwer.“* *„Holz ist schwerer wie Stein.“* Auch hier werden Vergleiche zur Schwere anderer Gegenstände oder zur Schwere des Wassers gezogen. Etwas schwimmt, weil es *„schwerer als Wasser“* ist. Oder *„der Stock ist schwerer als die Muschel und deshalb schwimmt der.“* Umgekehrt gehen Dinge unter, *„weil die so leicht sind“*, *„weil die ganz leicht sind“*. *„Guck mal, diese Muschel ist leicht, deshalb geht sie unter.“* Löffel, Gummi, sogar ein Hubschrauber werden auf diese Weise zum Schwimmen als zu leicht befunden. Offensichtlich ist es keine sprachliche Verwechslung von „schwer“ und „leicht“, die hier zum Tragen kommt. Möglicherweise liegen dem Erfahrungen zugrunde, dass „leichte“ Dinge, wie ein kleiner Stein, eine Muschel oder eine Münze untergehen, während ein „schweres“ Holzstück oder ein Boot sich über Wasser halten. Möglicherweise steht dahinter aber auch die Vorstellung vom Kampf der Objekte mit dem Wasser, auf die Wagenschein aufmerksam gemacht hat. Das Wasser legt es darauf an, die Dinge in die Tiefe zu ziehen. Nur wer gewichtmäßig etwas darstellt, hat genug Kraft, sich dem entgegen zu stemmen. Leichtes hat da keine Chance. Deshalb geht eine kleine Schüssel unter, weil sie die Kraft verlässt: *„Weil die hat nicht mehr so viel Kraft.“*

Luftfüllung: Aber man kann es auch genau umgekehrt sehen: Die Kraft, die etwas Schweres ausübt, ist nach unten gerichtet. Die mit ihm ringende Kraft des Wassers dagegen nach oben. Deshalb kann ein schwerer Stein etwas Leichtes nach unten drücken. Tatsächlich ist es häufiger das Schwere, das im Wasser untergeht und das Leichte, das oben bleibt. Dabei verbindet sich zuweilen die Eigenschaft „schwer“ und „leicht“ mit anderen Eigenschaften, z.B. das Leichte mit einer Luftfüllung: Styropor sinkt nicht, *„weil die leicht ist und des auch wie ein Schlauchboot.“* Styropor ist wie ein Schlauchboot. Die Analogie lässt hier noch offen, ob das „So wie“ sich auf die Luftfüllung oder etwas anderes bezieht. Steine gehen unter, *„weil sie schwer sind und weil sie innen nicht hohl sind.“* Auch hier ist noch nicht klar, ob ein solcher Hohlraum tatsächlich mit Luft gefüllt wäre. Aber die Fähigkeit, zu schwimmen, wird nicht selten damit begründet, dass Luft vorhanden ist: *„Da ist ja auch Luft drinne.“* Zum Beispiel bei einer Walnuss: *„Wusst ich doch, die kann nicht untergehen, weil da Luft drin is.“* Oder bei einem Schälchen: *„Mit viel Wasser sinkt das nicht runter, ... weil die hat immer noch Luft.“* Und *„des Filmdöschen schwimmt und kann sogar vorwärts, ... weil es Luft hat.“*

Die Luft, die etwas schwimmen macht, ist *„innen drin“*. Bei einem Filmdöschen ist sie fest verschlossen und es ist nicht klar, ob die Luft entweicht, wenn man den Deckel öffnet und das Döschen dann deshalb versinkt: *„Dann mach doch mal den Deckel runter, dann geht die Luft bestimmt raus.“* *„Nein, die geht net raus, dann geht nur Wasser rein.“* Ähnlich wie bei einem Filmdöschen ist es bei einem Piratenschiff: *„Ein Schiff schwimmt, weil ein Boot hat keine Löcher, weil Luft drin ist. Aber bei einem Piratenschiff hat es eine Klappe, da kommt die Luft wieder raus.“* Die Luft, die etwas zum Schwimmen bringt, kann innen drin, aber auch *„unten drunter“* sein: *„Der Legostein schwimmt, weil der so gleich ist wie das Filmdöschen. Und*

weil der da unten hohl ist und da die Luft drin bleibt.“ Luft hat die Eigenschaft, im Wasser nach oben zu drücken, z.B. bei einer Walnuss: *„In den Kammern ist noch Luft und die drückt nach oben.“* Ähnlich bei einem Apfel: *„Der ist nicht so schwer und außerdem ist da drin Luft, die geht nicht unter.“* *„Genau, die drückt den Apfel nach oben.“*

Atmen: Gelegentlich fassen die Kinder das Schwimmen und Untergehen im Bild des Atmens. Schwimmen kann der, der unter Wasser Luft hat. *„Des schwimmt immer noch, obwohl da Wasser drin ist.“* *„Komisch, gell?“* *„Des kommt bestimmt daher, weil, weil da Luft drin ist wie bei den Fischen.“* *„Ja genau, die schnaufen doch auch im Wasser.“* Wer keine Luft mehr hat, kann nicht mehr atmen und muss untergehen. Ein Taschentuch sinkt, *„weil es ist jetzt keine Luft mehr dran.“* *„Guck, man macht das so (Auswringen) ... Dann kriegt's keine Luft mehr, weil das ist auch so wie bei uns. Wir kriegen doch auch keine Luft, wenn wir lange im Wasser sind.“* Auch ein wassergefülltes Ei versinkt *„weil da keine Blasen mehr kommen ... und wenn das aufgefüllt ist, dann kann das nicht blubbern, weil das Ei keine Luft mehr bekommt. Das erstickt.“*

Material: Kommen wir zurück zur Vorstellung von schwer und leicht. Etwas schwimmt, weil es leicht ist. Ist es schwer, muss es untergehen. Nicht selten verbinden Kinder diese Vorstellungen mit Materialeigenschaften von Gegenständen. *„Das Auto ist schwer und die Schraube aus Plastik ist ganz leicht. Das Auto hat Metall dabei.“* Oder: *„Die Kugel taucht unter, weil es Metall ist und sehr schwer, und das Legoteil nicht, weil es so leicht ist.“* Holz kann schwer oder leicht sein. Es schwimmt, *„weil es leicht ist, weil es Holz ist.“* Andererseits: *„Holz ist schwer. Wenn ich das auf den Kamm lege, geht der unter.“* Auch Gummi kann schwer, aber auch leicht sein: *„Ja, weil Gummi so ne Masse hat, die ganz arg schwer ist.“* Oder: *„Aber nur, wenn es ein leichtes Gummi ist, geht es nicht unter.“* Plastik, Legomaterial ist leicht und schwimmt. Dagegen sind Glas, Stein und Metall schwer und gehen unter. Auch Farbe ist *„ein bisschen schwer.“* Oder Dreck: *„Die Steine sind dreckig und deshalb gehen sie unter, denn Dreck ist schwer.“* Ob etwas schwimmt oder sinkt, hängt ab von der Beschaffenheit des Materials, aus dem es besteht. Entscheidend ist nicht das Material als solches, sondern sein Gewicht.

Aber auch im Material selbst kann der Grund dafür gefunden werden, dass es schwimmt oder untergeht. Etwas *„bleibt oben, weil es aus Holz ist.“* *„Holz kann immer schwimmen.“* *„Holz geht nie unter.“* Dieses Wissen wird auf konkrete Gegenstände angewandt. *„Ein Korken kann nicht untergehen, weil er aus Holz ist.“* *„Der Holzstift ist aus Holz, deshalb schwimmt er.“* Für Styropor, Eisen bzw. Metall und Gummi werden analoge Begründungen gesucht: *„Mein Puzzleteil schwimmt, weil des ist Styropor.“* *„Es sinkt, das Magnet, es ist ja auch aus Eisen.“* Ein Löffel kann nicht schwimmen, *„weil es aus Eisen ist.“* Eine Schere *„geht unter, weil sie aus Metall ist.“* Ein Gummiball, *„weil der aus Gummi ist“,* ein Gummiring, *„weil Gummi geht immer unter.“* Solche Begründungen schließen nicht aus, dass sich dahinter doch ein Konzept von „schwer“ und „leicht“ verbirgt. Aber sie formulieren ein generalisiertes Weltwissen und darin eine Vorstellungsebene, die ausreicht, ein Phänomen zu erklären. Ein Übergang zu solchen Generalisierungen findet sich in wiederholten Einzelfeststellungen: *„Das schwimmt auch. Das auch. Plastik, Plastik, Plastik.“* Nicht nur Materialien werden auf diese Weise als Schwimmer oder Untergeher generalisiert, sondern auch Gegenstände: *„Eine Eichel geht immer unter.“*

„Moos, ich glaub, des geht nicht unter.“ „Stöcke schwimmen.“ „Tiere gehen unter.“

Größe, Form, Härte und Festigkeit: Die Vorstellung von „schwer“ und „leicht“ kann sich nicht nur mit materialen Eigenschaften, sondern darüber hinaus auch mit denen der Größe und Form von Gegenständen verbinden, um deren Schwimmen oder Untergehen zu begründen. „*Des könnt' ma schwimmen, weil Holz leicht ist und so groß ist.*“ Die Größe ist neben der Leichtigkeit ein Grund dafür, dass etwas schwimmt. Schwimmen wird dadurch erleichtert, dass etwas großflächig auf dem Wasser liegt. So geht eine Eichel zu Boden, „*weil das nicht so breit ist.*“ Eine Kartoffel hingegen schwimmt, „*weil die so breit ist.*“ Auch eine Schere „*bleibt oben, weil die so breit ist.*“ Hier ist es sogar die Größe unabhängig von Material und Schwere, die das Schwimmen erklärt. Neben der Breite ist es die Dicke eines Gegenstandes, die ihn schwimmend im Wasser hält: „*Das Styropor ist zu dick*“, um unterzugehen. „*Des schwimmt immer noch, weil das Styropor viel dicker ist als der Stein.*“ Umgekehrt kann man etwas zum Sinken bringen, wenn man es zerkleinert: „*Wir machen (das Styropor) noch kleiner, dann sinkt es bestimmt. Und noch kleiner.*“ „*Schau mal, meins geht fast unter.*“ Dahinter könnte eine Vorstellung stehen, die das Schwimmen analog dem Fliegen als ein auf dem Wasser Liegen begreift, dass um so schlechter gelingt, je kleiner die Kontakt- bzw. „Trag“-Fläche ist. Zu Kleines kann sich nicht mehr halten und stürzt durchs Wasser zu Boden. Möglicherweise deutet sich hier auch ein erster schwacher Hinweis auf ein Konzept der Wasserverdrängung an, den Banholzer wesentlich genauer bei einem Dreizehnjährigen findet: „... Wenn man ein kleines Ding nimmt und grad so schwer wie ein großes, dann geht das kleine leichter unter, weil da nicht so viel Wasser hinein kann, wie in das große“ (Banholzer 2008, S. 53f.)

Freilich kann man das genauso gut umgekehrt sehen. Warum geht etwas unter? „*Weil es so schwer ist und groß.*“ Oder: „*Weil alle so schwer sind, wo schweres drin ist, die dicken und die anderen kurz und leicht.*“ Schwere verbindet sich mit Größe und Dicke, um genügend Kraft nach unten zu entwickeln, um unterzugehen. Leichtigkeit verbindet sich mit Kürze und Kleinsein, um zu schwimmen: „*Ich weiß, kleine Sachen bleiben immer oben.*“ Sogar eine Schraube, wenn sie klein genug ist: „*Aber die kleine (Schraube schwimmt) bestimmt.*“ Auch dünne Gegenstände schwimmen, wobei dann die Länge sogar noch unterstützend hinzukommen kann: „*Das Holzstäbchen schwimmt, weil es lang und dünn ist.*“ Größe kann schließlich (vielleicht sogar unabhängig vom Gewicht) zum entscheidenden Faktor werden: „*Meine Schraube schwimmt bestimmt.*“ „*Nein, die ist zu groß.*“

Neben der Größe spielt auch die Härte und Festigkeit eine Rolle: Ein Löffel sinkt, obwohl er vorsichtig zu Wasser gelassen wurde, weil er „*zu hart*“ ist, eine Schere, „*weil die Schere ist zu fest, guck!*“

Zusammengesetzte Gegenstände: Immer wieder begegnen „schwer“ und „leicht“, wengleich in den verschiedensten Ausdeutungen, um Schwimmen und Untergehen zu erklären. Das gilt auch für Kombinationen von Gegenständen unterschiedlicher materieller Beschaffenheit. Eine Styroporkugel, in die eine Schraube hineingedreht wurde: „*Des dreht sich, der Ball, weil Eisen drückt sich nach unten, aber der Ball ist viel schwerer.*“ Schweres wird mit Größe gekoppelt. Die Styroporkugel ist größer und schwerer als die Schraube. Vermutlich sichert beides hier die Schwimmfähigkeit. Dennoch wird für die Schraube keine analoge Begründung gefunden: dass sie klein und leicht sei und somit untergehe. Die Begründung achtet stattdessen aufs

Material: Die Schraube ist aus Metall, das sich nach unten drückt. Möglicherweise wird in der Vorstellung des sich nach unten Drückens sogar ein aktiver Vorgang gefasst. Eine komplexe Begründung, die Größe, Schwere, materielle Beschaffenheit und möglicherweise aktives Handeln in Beziehung zum Phänomen setzt. Andere Begründungen sind dagegen einfacher und in sich konsistenter. Ein Boot, in das ein Stein gelegt wird: *„Wenn ich's hinten hin tu, dann geht's hinten unter und wenn man's jetzt vorne hin tut, dann geht's vorne runter. Weil's Gewicht da ist und weil überall gleiches Gewicht sein muss.“* Ein Kork mit eingestecktem Nagel: *„Der Nagel ist unten, weil der schwerer ist, der Nagel.“* Hier ist es das Gewicht, die Schwere, die das einseitige Untertauchen erklärt.

Es fällt auf, dass die Deutungen komplexer Phänomene im Wasser miteinander verbundener Gegenstände zumindest sprachlich (das begrenzte kindliche Vokabular an Konjunktionen), vielleicht auch in der Sache schwer fällt: *„Styropor geht nicht unter, weil (obwohl?) Stein drauf ist.“* *„Styropor darf nicht untergehen, weil (auch wenn?) die Schraube da drin ist.“* Ein Karabinerhaken versenkt ein Stück Styropor, *„weil der eine schwerer ist und der andere auch (mit hinuntergezogen wird?).“* In aller Regel aber argumentieren die Kinder auch hier konsistent im Rückgriff auf „schwer“ und „leicht“. Ein beladenes Boot *„ist untergegangen, weil der Stein so schwer ist.“* Ein Korb mit einem Karabinerhaken ist untergegangen, *„weil Metall drin war.“* Styropor mit Schraube geht nicht unter, *„weil das schwimmen kann, ... das Weiße.“* Rinde mit aufgelegtem Gabelschlüssel: *„Die Rinde ist leichter und der Gabelschlüssel schwer, zusammen sinkt das dann.“* Nicht nur erlebte Situationen werden auf diese Weise erklärt. Auch Mögliches und Künftiges wird so fassbar. Ein Seedampfer: *„Wenn man nen Stein drauf wirft, sinkt er bestimmt.“* Wie kann man etwas Leichtes zum Sinken bringen? *„Ja, wenn man einen Karabinerhaken rausholt und auf das Styropor legt.“* *„Man kann aber etwas Schweres auf etwas Leichtes legen und dann geht es unter.“*

Technik, Magnetismus: „Leicht“ und „schwer“ erklären – in Verbindung mit anderen Gründen – dass etwas schwimmt oder untergeht. Darüber hinaus finden die Kinder weitere Begründungen, die aber nicht unbedingt im Widerspruch dazu stehen müssen. *„Ein riesiges Schiff schwimmt, weil es Propeller hat, der Motor hält das Boot über Wasser, der Propeller drückt das Boot hoch.“* Hier geht es um technische Hilfen, die Schwere eines riesigen Objektes zu überwinden und es so schwimmfähig zu machen. Das Konzept von „schwer“ und „leicht“ wird hier vorausgesetzt. Anders bei der Theorie des Magnetismus, die ein Kind aus anderen Kontexten übernommen hat. Sie lässt Schwimmen und Untergehen in einem völlig neuen Licht erscheinen: *„Ich glaube, der Stein geht so schnell unter, weil das Wasserbecken aus Metall ist. Meine Mama, die arbeitet an der Uni, und die erklärt mir immer ganz genau, wie das mit dem Magneten geht. Bestimmt ist so ein schwerer Stein ganz doll magnetisch, und deshalb will der Stein ganz schnell auf den Boden von dem Metallbecken. Ja bestimmt ist es so, das mit den Magneten ist nämlich ganz, ganz stark. Das weiß ich, weil ich auch einen Magnetbaukasten zu Hause habe.“*

Wie etwas ins Wasser gelangt: Fast alle Begründungen der Kinder stellen eine Beziehung zu „schwer“ bzw. „leicht“ her. Sie bilden einen Begründungskern, um den herum die Kinder zahlreiche Varianten entwickeln. Die Varianten generalisieren und relativieren den Begründungsweg. Jenseits der Varianten aber werden weitere Begründungen gefunden, die freilich weniger häufig vorkommen und auch in sich weniger differenziert erscheinen. Dass etwas sinkt oder schwimmt, hat z. B. etwas

damit zu tun, wie es ins Wasser gelangt. Legt man es vorsichtig hinein oder wird es hineingeworfen? „Wenn man das runterschmeißt, das da, dann ist ja klar, dass es untergeht.“ Das gilt auch für ein blaues Plastikblättchen: „Und wenn man es reinschmeißt, geht es auch unter.“ Dagegen geht ein Löffel „net unter, ... wenn man des net so reinwirft.“ Wenn Reinwerfen eine Rolle spielt, kann auch das Anstoßen einen schwimmenden Gegenstand versenken. Warum sinkt ein Knopf? „Die Filmdose hat ihn runtergestupst.“ Auch wie ein Gegenstand ins Wasser eintaucht, kann von Bedeutung sein. Zum Beispiel ein Lineal: „Er hat es schief ins Wasser gelassen. Wenn man es schief reinlegt, geht es unter.“

Oberfläche und Tiefe des Wassers: Eine Äußerung bringt die Oberfläche und die Tiefe des Wassers ins Spiel: „Ha, des ist so: Umso größer die Fläche, umso dünner das Wasser ... Und darum halten manche Sachen und die anderen gehen halt unter.“ Hier deutet sich ein Zusammenhang mit der Schwere (Kraft) an, die von der Gesamtmenge des Wassers ausgeht und Gegenstände nach oben drückt bzw. an der Oberfläche trägt. Banholzer findet solche Vorstellungen erst bei Elfjährigen.

Sinn- und Motivationszusammenhänge: Weitere Begründungen stellen Schwimmen und Sinken in Sinn- und Motivationszusammenhänge, die jenseits des objektiv Gegebenen ausgemacht werden: Ein Löffel taucht unter, „weil da ein anderer Löffel schon drin ist.“ Löffel gehören zusammen. Oder Lebensräume unter Wasser werden ausgemacht: „Alle Dinge, wo im Meer leben, müssen ja im Wasser sein. Zum Beispiel die Seeschnecke und ne Meerschnecke.“ „Der lebt ja unter Wasser, der Seestern, und deshalb geht der auch unter.“ Solche Konzepte können durchaus Vorstellungen von schwer und leicht einschließen. Das gilt auch für solche, die Schwimmen als eine lernbare Fähigkeit oder doch als eine Anstrengung begreifen. „Die gehen wieder hoch, die können schon schwimmen.“ „Der Tiger nicht, der muss das erst lernen.“ „Oh, mein Knopf ist untergetaucht.“ „Der hat bestimmt Schwierigkeiten gehabt.“ Wenn Freilich Schönheit und Wille das Schwimmen und sinken erklären, dann ist es wohl völlig egal, ob etwas schwer oder leicht ist. „Meine Muschel schwimmt nicht.“ „Ja, die ist auch viel zu schön.“ Warum schwimmt die Feder? „Weil sie es will.“ Der Stein „will einfach unten sein.“ Sachen gehen unter, „weil des halt so ist. Die haben vielleicht keine Lust zum Schwimmen gehabt, wie ich gestern im Schwimmkurs. Ich bin auch untergegangen, weil ich keine Lust gehabt hab.“

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass bei den Vier- bis Sechsjährigen Kindergartenkindern nur wenige animistische und moralische Aussagen vorkommen. Gewiss sind ihre Begründungen durchsetzt von „dynamischen“, gelegentlich anthropomorphen Vorstellungen, die Akteure, Kräfte, Bewegungen in den Phänomenen ausmachen. Die Kinder verfügen zweifellos auch in ihren expliziten Deutungen über ein reiches und differenziertes Weltwissen. Dabei ist ihr Denken durchaus realistisch und realitätskritisch. Vergleicht man es mit den neueren konstruktivistischen Untersuchungsansätzen, dann handelt es sich vor allem um ein belastbares Wissen, das sich in vielen Alltagssituationen immer wieder bestätigt. Schon Kindergartenkinder erreichen dabei offenbar ein Niveau, das auch bei Drittklässlern vorgefunden wird, sofern sie nicht besondere unterrichtliche Förderangebote bekommen haben. Auch Kindergartenkinder sind bereits „auf dem Wege zur Physik“ (Wagenschein). Sie können dabei von Erwachsenen profitieren, die ihnen entgegenkommen und bereit sind, sich verstehend auf die Denkwege der Kinder einzulassen.

7 Die „pathische“ und „gnostische“ Seite des Erkennens

Die vorliegende Untersuchung ist über weite Strecken eher phänomenologisch angelegt. Sie folgt damit der Kritik Wagenscheins an Banholzer und seiner Aufforderung, uns den Kindern dialogisch zu nähern. Unter „Phänomenologie“ verstehe ich ein Erkenntnishaltung und aus dieser Haltung heraus eine Erkenntnisstrategie, die darauf bedacht ist, sich ihrem Gegenstand anzunähern, anzuschmiegen, ja anzuzählen. Welche Methode sie wählt, ist nicht unabhängig vom Gegenstand. Der Weg der Erkenntnis geht weniger auf Identifikation als auf Präsentation. Etwas identifizieren heißt, es begrifflich zu ordnen. Der Begriff, der Zugriff erfolgt dabei von außen. Von außen wird ein Licht geworfen, das den Gegenstand perspektivisch beleuchtet. Was da aufleuchtet, ist freilich immer nur der Begriff. Auf diese Weise lassen sich verschiedene Gegenstände in eins setzen, wenn sie auf gleiche Weise einen Begriff reflektieren. Etwas begrifflich identifizieren geht deshalb immer auf etwas Allgemeines.

Davon unterscheidet sich das Präsentieren. Es wirft kein Licht von außen, sondern versucht, den Gegenstand aus seinem Eigenen heraus erscheinen zu lassen. Die Strategie zielt also darauf, nicht allzu viel äußeres Licht zu geben, das dann das Eigene überstrahlen könnte. Sie sucht zu vermeiden, das Eigene vorschnell ins begrifflich Allgemeine zu ziehen und so seine Besonderheit zu verlieren. Die Annäherung, die Begegnung muss also behutsam erfolgen. Es geht darum, erkennend den Atem anzuhalten, um das Eigene eines fremden Gegenstandes im erkennenden Subjekt vernehmlich werden zu lassen. E. Straus (1960) spricht in diesem Zusammenhang von der „pathischen“ Seite des Erlebens, in der Erleben und Erlebtes noch lebendig ungeschieden sind. In dieser Phase des Erkenntnisprozesses gleicht das Erkennen einem Erleiden, einem Hingeben. Es ist nicht aktiv-konstruktiv, sondern passiv-aufnehmend, nicht abstrahierend, sondern sich einlassend. Im Erleben kommt das Erlebte zur Resonanz. In der Resonanz schwingt zurück, was vom Erlebten an Berührung, Anstoß, Eindruck an das Erleben gegeben wurde. Die Resonanz erfolgt in der Stimmung des Erlebenden, aber sie kommt aus der Berührung, aus dem Anstoß. Das erkennende Subjekt macht sich zum Instrument, das die Melodie wiedergibt, die der Gegenstand auf ihm spielt. Die Melodie erklingt in den Farben des Instruments, aber es ist eine Melodie, in der das Eigene des Gegenstandes präsentisch, sinnlich-leiblich gegenwärtig wird. Eindruck und Ausdruck, Melodie und Instrument spannen einen Resonanzbogen, in dem Gegenstand und Subjekt immer wieder neu aufeinander eingehen können, einander finden können, einander Frage und Antwort geben können. Dieser Prozess geht auf Stimmigkeit, Abstimmung auf Anähnung, wenn Instrument und Melodie so zueinander gefunden haben, dass keine Fragen, keine Antworten mehr offen bleiben.

Neben der „pathischen“ spricht Straus von einer „gnostischen“ Seite des Erlebens, die er als ein eigentliches „Erkennen“ qualifiziert. Sie entspricht dem Licht, was wir von außen auf einen Gegenstand werfen, wenn wir ihn begrifflich identifizieren. Dieser Vorgang ist aktiv-konstruktiv. Wesentlich für unsere Überlegungen ist jedoch, dass die „gnostische“ Seite des Erkennens nicht von der „pathischen“ Seite abgelöst werden darf. Die phänomenologische Strategie der Annäherung an den Gegenstand würde dann preisgegeben. An ihre Stelle tritt dann häufig ein „Validitätsproblem“, das über Strategien der Konstruktion und Identifikation gelöst wird. Diese Lösung kann aber kaum kaschieren, dass ihre Gewissheiten selbstfabri-

ziert sind, auch wenn die Scheinwerfer den Gegenstand noch so grell von außen beleuchten.

Das „pathische“ und „gnostische“ Moment ist nicht nur dem wissenschaftlichen Erkennen aufgegeben, es ist auch in der kindlichen Auseinandersetzung mit den Phänomenen enthalten. Im Spiel am Wasserbecken erklingen Melodien, die die Kinder in die Phänomene hineinspielen, aber auch solche, die sie den Phänomenen ablauschen. Auch die Sprache der Kinder ist in dieser Phase, in der sie sich – mal Spieler, mal Instrument – den Phänomenen hingeben und annähern, eine Sprache der Bewegung und der Empfindung, eine Sprache, in der Erleben und Erlebtes ungeschieden sind. Dagegen finden die Kinder in ihren Deutungen von Schwimmen und Sinken eine Sprache, die sich ablöst vom Erleben, die zurücktritt und abstrahiert, das Erlebte als Sache und Gegenstand gewinnt, die diesen Gegenstand begrifflich-konstruierend modelliert. Es überrascht, wie viele Standpunkte die Kinder wählen, um von da aus ihren Gegenstand begrifflich auszuleuchten. Dass sie dabei ihre Standpunkte realitätskritisch auswählen, ist unverkennbar. Allerdings wird ebenso deutlich, dass der „gnostische“, konstruktive, begrifflich-abstrahierende, explizite Zugriff auf die Phänomene zwar die Nähe des Spiels voraussetzt, sich aber doch immer wieder aus dem Spiel lösen muss. Hier ist die Begleitung durch einen Erwachsenen unverzichtbar. Ein Weiteres wird deutlich: In ihren abstrahierenden Deutungen reflektieren die Kinder überschauend und erklärend das Erlebte. Sie suchen und finden Antworten. Zu Hypothesen und Fragestellungen, die ins Überprüfen und Ausprobieren drängen, gelangen sie dagegen fast ausschließlich im Spiel. Dabei erfragen und überprüfen die Kinder im Spiel häufig etwas anderes, als sich in ihren Deutungen spiegelt, in denen sie Antworten auf von Erwachsenen gestellte Fragen geben. Hier öffnet sich ein noch wenig erkundetes pädagogisches Feld: Die wirklich von den Kindern im Spiel implizit gestellten Fragen bewusst machen, explizieren und damit einer „gnostischen“ Auseinandersetzung zugänglich machen. Das spricht nicht dagegen, dass auch Erwachsene ihre Fragen stellen können, in die sie immerhin auch Sachverstand und überliefertes Wissen und kulturelle Werte hinein geben können. Aber auch das bringt Kinder in ihrem Erkennen nur weiter, wenn es beziehungsvoll in ihr Spiel, ihr „pathisches“ implizites Wissen um die Phänomene hinein deutet. Kindheit als Zeit des Spiels, als bewegte Zeit des „pathischen“ Erlebens und Ausprobierens, in dem der Reichtum des je Besonderen gesammelt und so ein Schatz impliziten Wissens angehäuft wird. Kindheit auch als Zeit der Explikation, der Vergegenständlichung und Versachlichung des Wissens, dass dann „gnostisch“ die Welt zu identifizieren und abstrahierend zu überblicken erlaubt. In dieser Zeit wachsen die Modelle und Konzepte, die der Welt eine begriffliche Fassung geben. Aber sie wachsen von unten, nicht von oben. Kindheit, eine Herausforderung an die Kinder, die wirkliche Welt zu begreifen. Erst wenn sie diese Herausforderung bewältigt haben, kann sich eine zweite Herausforderung anschließen: Die Modelle zu begreifen, die sich die Wissenschaften von der Welt machen.

Literatur

Banholzer, A. (2008): Die Auffassung physikalischer Sachverhalte im Schulalter. Hrsg. u. eingel. v. B. Feige u. H. Köster. Bad Heilbrunn.

- Buck, P. (2008): Über spontane und systematisch hervorgeleitete Aussprüche von Kindern und wie ein Lehrer mit ihnen umgegangen ist. Heidelberg (unveröffentlichtes Manuskript).
- Fischer, Hans-Joachim (2007): Fördern statt aussondern – ein Diskussionsbeitrag zur Lage unseres Bildungswesens. In: Sache – Wort – Zahl. Lehren und lernen in der Grundschule. Heft 90. 35. Jg. S. 45-48.
- Jonen, A./ Hardy, I./ Möller, K. (2003): Schwimmt ein Holzbrett mit Löchern? Erklärungen von Kindern zum Schwimmen und Sinken verschiedener Gegenstände vor und nach dem Unterricht. In: Speck-Hamdan, A. et al. (Hrsg.): Kulturelle Vielfalt. Religiöses Lernen. Jahrbuch Grundschule IV. Seelze/ Velber.
- Koerber, S. (2006): Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens bei Vier- bis Achtjährigen. In: Beiträge zur Lehrerbildung. 24 (2). S. 192-201.
- Köster, H. (2008): Entwicklungspsychologische und rezeptionsgeschichtliche Verortung der Dissertation Agnes Banholzers. Bad Heilbrunn.
- Lück, G. (2003): Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung. Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen. Freiburg, Basel, Wien.
- OECD (Hrsg.) (2007): Pisa 2006. Schulleistungen im internationalen Vergleich. Naturwissenschaftliche Kompetenzen für die Welt von morgen. Bielefeld.
- Piaget, Jean (1927): La Causalité Physique chez l'Enfant. Paris.
- Prenzel, M. u.a. (Hrsg) (2006): PSA 2003. Untersuchungen zur Kompetenzentwicklung im Verlauf eines Schuljahres. Zusammenfassung. http://pisa.ipn.uni-kiel.de/PISA_2003_Kompetenzentwicklung_Zusfsg.pdf
- Straus, E. (1960): Psychologie der menschlichen Welt. Gesammelte Schriften. Berlin, Göttingen, Heidelberg.
- Wagenschein, M. (1962): Die Pädagogische Dimension der Physik. Braunschweig.
- Wagenschein, M. (1990): Kinder auf dem Wege zur Physik. Weinheim und Basel.
- Zietz, K. (1955): Kind und physische Welt. München.