

Mit Kindern Naturphänomene verstehen

Sachwissen, Kindervorstellungen und Unterrichts- beobachtungen zum Thema «Schatten»

Gabriele Faust-Siehl

Mir scheint, daß von diesen fünf Punkten zur Zeit vor allem die Materialbeschaffung im Zentrum steht, und das Ziel dieses Heftes ist es, die Bedeutung der anderen Punkte – vor allem die Bedeutung des Fachwissens, des Wissens über kindliche Lernprozesse und des didaktischen Arrangements – erneut bewußt zu machen.

Zum vorliegenden Themenheft «Lernen im Sachunterricht»: Hierzu bietet *Gabriele Faust-Siehl* am Beispiel des Themas «Schatten» eine Zusammenfassung des notwendigen Fachwissens und zeigt auf, welche Vorstellungen Kinder nach bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnissen mit Schatten in Verbindung bringen. Sie dokumentiert und interpretiert Unterrichtsprotokolle aus 1. Schuljahren, wobei besonders deutlich wird, welche schwierige und komplizierte Rolle dem/der Sachunterrichtslehrer/in zufällt, wenn er/sie zugleich fachlich korrekt und kindorientiert arbeiten will. In ihrer «kleinen Didaktik des Zeigens» betont *Gundel Mattenkloß*, die wichtige Aufgaben, Dinge, Fragen, Probleme in den Blick und das Untersuchungsinteresse der Kinder zu rücken, sie aufmerksam zu machen, Situationen zu arrangieren, die Kindern die Auseinandersetzung mit interessanten und wichtigen Phänomenen ermöglichen. Ihr Bild der Regisseurin in einem Mitspieltheater bietet die Chance, richtungsweisende Akzente der Lehrerin und selbstbestimmte Aktivitäten der Kinder im Sinne eines zielgerichteten, offenen, spielerischen Unterrichts zu interpretieren. *Juliane Seger* zeigt auf, daß es durchaus möglich ist, Kindern einen Zugang zu schwierigen fachlichen Problemen wie den botanischen Ordnungssystemen zu eröffnen, wenn die Lehrerin in der Lage ist, Situationen zu erkennen, aufzugreifen und in einer Form weiterzuführen, die eigene Zugänge und Aktivitäten der Kinder ermöglicht. Der Beitrag von *Ursula Zoller* läßt deutlich werden, daß auch und gerade im Projektunterricht der Lehrerin wichtige Aufgaben zukommen:

- die Auswahl des Themas und die Entscheidung über allgemeine Erkenntnisse und Ziele, auf die hin, das Projektthema bearbeitet werden kann und soll
- die Zusammenstellung von Grundinformationen für alle
- die Beobachtung und Dokumentation der Lernprozesse, die es erst möglich macht, immer erneut Impulse zu setzen und Lernprozesse zielgerichtet zu fördern.

Der Materialteil bietet außerdem den ersten Teil von Schülerarbeitsblättern aus den Grundinformationen für das Eskimo-Projekt. Weitere Materialien folgen.

In einer 1. Klasse wird das Thema «Schwimmen und Sinken» unterrichtet. Durch Versuche mit den konkreten Gegenständen wird u. a. überprüft, ob große und kleine Steine und Holzstücke schwimmen oder untergehen. Zuvor läßt der Lehrer die Kinder Vermutungen äußern und fragt nach Begründungen. Einigkeit besteht darüber, daß kleine Holzstücke schwimmen und große Steine untergehen, aber sinkt auch der kleine, leichte Stein?

Horst: *Er ist vielleicht nur klein, aber er hat die gleiche Masse.* – Renate: *Vielleicht ist dem großen Stein der kleine sein Kind.* – Thilo: *Die kleinen Steine können auch Fenster kaputt machen.*

Größere Schwierigkeiten wirft der große Holzklötz auf. Zum Abschluß der Versuche wird das Stammstück von Kind zu Kind gereicht. Wohl auch unter dem Eindruck des Gewichts sind bis auf einen Jungen alle davon überzeugt, daß der Holzklötz in der Kinderbadewanne, in der die Versuche gemacht werden, untergehen wird.

Philipp: *Er sinkt, weil es so schwer ist von den Bäumen.* – Horst: *Im großen Wasser sinkt der nicht, im kleinen sinkt der doch. Weil in den großen Seen ist der leicht, die großen Seen lassen den nicht runter.* – Anna: *Die kleinen Wasser haben weniger Kraft.* Nur Can ist anderer Meinung. Er erwartet, daß das Stammstück schwimmt, und zwar mit folgender Begründung:

Can: *Weil's innen drin nicht so schwere Sachen hat.* – Svenja: *Das sinkt! Bei den Schiffen ist es innen hohl, und der ist innen voll.*

Auch als der Lehrer daran erinnert, die Klasse sei sich zuvor einig gewesen, daß «Holz schwimmt», bleiben die Kinder bei ihrer Meinung: *Der ist schwerer.*

Schließlich wird der Klötz in die Kinderbadewanne gelegt. Die Kinder können es kaum fassen, daß er schwimmt. Einige versuchen, den Klötz unter Wasser zu drücken. Svenja, die Can widersprochen hatte, sieht sich jetzt aufmerksam das Innere des Holzstückes an.

Die Erklärungen der Kinder konfliktieren mit dem «Lernziel» des Lehrers, der Schwimmen und Sinken unter Bezug auf eine qualitative Materialkategorie – «Holz schwimmt», «Stein sinkt» – erklären wollte, sich aber letztlich nicht durchsetzen kann.

Lassen sich Naturphänomene als Unterrichtsthemen rechtfertigen angesichts der im Beispiel ja nicht revidierten «falschen» Kinderaussagen bzw. einer unvollständigen Lehrererklärung? Oder überfordert das Thema «Schwimmen und Sinken» die Kinder und sollte deshalb in der Grundschule vermieden werden? Dem widerspricht allerdings, daß Kinder sich für dieses Thema interessieren, schon kleine Kinder in der Badewanne Gegenstände schwimmen und untergehen lassen, größere Kinder Boote bauen und am Wasser spielen, Kinder Schiffe beobachten und fragen, warum sie schwimmen. Überfordert der Lehrer die Schüler? Hätte hier ein spielerischer Umgang mit Wasserbecken und Gegenständen ausgereicht? Dagegen ist einzuwenden, daß die Kinder über Erklärungsansätze verfügen, sie anbieten und – wie an Svenja zu sehen ist – von sich aus an besseren Erklärungen interessiert sind. Sollte man mit etwas Einfacherem beginnen? Im Folgenden gehe ich diesen Fragen nicht am Beispiel des Themas «Schwimmen und Sinken» nach, das in der Sachunterrichtsdidaktik bereits ausführlich behandelt ist (vgl. z. B. *Klewitz* 1989), sondern am Thema «Schatten».

Sachwissen zum Thema «Schatten»

Thema der Optik ist das Licht. Schatten wird in Wörterbüchern (z. B. *Mütze u. a.* 1972) nur am Rande behandelt. Das Stichwort wird oft nur im Zusammenhang mit den Beugephänomenen erwähnt, die an den Begrenzungen auftreten. Ausführlicher sind Lexika, die mit Unterricht in Verbindung stehen (z. B. *Ruth* 1978). Schatten ist der nicht oder nur teilweise beleuchtete Teil einer Fläche, der entsteht, wenn ein lichtundurchlässiges oder nur teilweise durchlässiges Objekt in den Strahlengang des Lichts eintritt. «Das Schattengebiet wird durch die Gestalt des Körpers und die

tete Gebiete, die als Kernschatten und Halbschatten bezeichnet werden. Kern- und Halbschatten können zeichnerisch dargestellt werden, indem die Grenzen der Lichtquelle mit den Grenzen des Objekts verbunden werden. Ein sachlich richtiger Umgang mit Schattenphänomenen erfordert also die gleichzeitige Berücksichtigung von drei Parametern: Licht, Gegenstand und Schattenbild.

Schatten als psychologisches Problem: Kindervorstellungen

Im zweiten Schritt ist nun danach zu fragen, wie Kinder Schatten auffassen. Erkennen sie das Licht als Ursache? Be-

che aktuelle Ansätze zu beobachten (u. a. *Spreckelsen, Hagstedt, Möller, Klewitz, Thiel*). Untersuchungen zu Schatten liegen von *Piaget* (1927 und 1977, zusammen mit *B. Inhelder*) und *Wiesner* (*Wiesner/Claus* 1985a, *Wiesner* 1991) vor. Berichte über Kinder und Schatten sind auch in der Sammlung *Wagenscheins* (1973) enthalten.

Ich beziehe mich auf *Wagenschein* und *Piaget*, den Naturwissenschaftsdidaktiker und Pädagogen und den Entwicklungspsychologen und Begründer der genetischen Erkenntnistheorie. Während *Wagenschein* wohl als einer der wichtigsten Anreger auch der Sachunterrichtsdidaktik gelten kann (dazu vor allem die Arbeiten von *Thiel* und *Köhnlein*), sind die Bezüge auf



Fotos: Günter Ronshausen

Gestalt der Lichtquelle bedingt» (*Mütze u. a.* 1972, S. 763). Steht die Achse des Lichtkegels senkrecht auf Gegenstand und Schirm, hat das Schattenbild den gleichen Umriß wie der Gegenstand. Verzerrte Bilder entstehen, wenn Gegenstand oder Schirm gegen die Lichtkegelachse geneigt sind (*Ruth* 1978, S. 183). Bei einer punktförmigen Lichtquelle sind die Begrenzungen des Schattengebiets scharf, bei einer flächigen Lichtquelle entstehen vollkommen unbeleuchtete und teilweise beleuch-

rücksichtigen sie alle drei Parameter? Was denken sie über Größe und Form der Schatten? Welche Verstehensprobleme werden in der Literatur beschrieben?

Die Vorstellungen der Lernenden finden sowohl in der allgemeinen Grundschulpädagogik als auch in verschiedenen Fachdidaktiken, z. B. in der Religionspädagogik und in den Forschungen zum Schriftspracherwerb, immer größeres Interesse. In der Sachunterrichtsdidaktik sind nach älteren Arbeiten (*Zietz, Schietzel, Roth*) zahlrei-

Piaget in der deutschen Sachunterrichtsdidaktik eher selten (*Reed* 1976, *Winnenburg* 1984, *Klewitz* 1989, *Möller* 1991, mit Schwerpunkt auf der Sekundarstufe *Kubli* 1982², 1983). *Piaget* und *Wagenschein* gelten häufig als sich ausschließende Betrachtungsweisen – so äußern sich z. B. *Rumpf* (1991), *Köhnlein* (1987), aber auch *Wagenschein* selbst (1989², S. 104: «Kinder, nicht, wie bei *Piaget*, vor ausgedachte Situationen gesetzt und ausgefragt»). In meiner Sicht sind *Wagenschein* und *Piaget*

für die Sachunterrichtsdidaktik unverzichtbar, *Piaget* der Untersuchung der Schülervorstellungen, *Wagenschein* der i. e. S. didaktischen Fragen wegen. Reizvoll ist außerdem, daß es ein Überschneidungsfeld mit ähnlichen Fragen und Aussagen gibt.

Schatten als Substanz?

Schatten wird vor allem von kleinen Kindern als eine Substanz aufgefaßt, die Anteil an der Dunkelheit allgemein hat oder aus dem Gegenstand herauskommt (*Piaget* 1927). *Wagenschein* berichtet von Kindern, die Schatten anfassen und untersuchen oder fangen wollen und dann über die Flüchtigkeit des Schattens erstaunt sind (*Wagenschein* 1973, S. 60f.). Das Dunkle wird als eine Substanz aufgefaßt, die erhalten bleibt, was die Frage hervorruft, wohin das Dunkle am Tag verschwindet (Ebd., S. 23). Reste dieser oder eine veränderte Substanzvorstellung könnten der «Substanzausdünstungs»-Vorstellung zugrunde liegen, über die *Wiesner/Claus* berichten. 36,2 % der Zweitkläßler stimmen bei der schriftlichen Befragung der angebotenen Antwort zu, daß bei einem Schatten «so etwas wie ‚Rauch‘ aus dem Gegenstand herausströmt» (*Wiesner/Claus* 1985a, S. 320). Diese Vorstellung läßt sich durch Unterricht nur schwer beeinflussen: Auch nach Unterricht stimmen 28,6 % (= 8 Kinder) diesem Antwortangebot zu. Allerdings waren Antworttendenzen dieser Art in einer mündlichen Befragung sechs Monate später nur noch bei einem Kind zu belegen. In der *Wagenschein*-Sammlung erklärt der immerhin siebenjährige Johannes Schatten als Verwandlung von Licht: «Die Sonne geht durch einen durch – und hinten kommt sie als Schatten heraus» (*Wagenschein* 1973, S. 62). Daß Schatten für Kinder am Anfang der Grundschule nicht leicht zu verstehen sind, geht auch aus den mündlichen Befragungen der Zweitkläßler bei *Wiesner/Claus* hervor: 23 % der Kinder erklären Schatten sachlich richtig durch die Behinderung der Lichtausbreitung bzw. als Mangel an Licht. «Die Mehrzahl kann keine Erklärung geben» (*Wiesner/Claus* 1985a, S. 318).

Orientierung des Schattens

Die Orientierung des Schattens wird erst allmählich erkannt. Die knapp sechsjährige Arnhold «wunderte sich, als sie abends mit der Großmutter draußen war, wieso der Schatten (bei den Laternen) einmal vor ihnen, einmal hinter ihnen war» (*Wagen-*

schein 1973, S. 62). In den Befragungen *Wiesner/Claus* geben 70 % die Richtung des Schattens richtig an, 23 % vermuten, daß der Schatten zur Lichtquelle hin weist, die restlichen 7 % vermuten eine seitliche Richtung. In den schriftlichen Befragungen zeichnen mit 38,3 % noch weniger Zweitkläßler den Schatten richtig ein. Falsche Vorstellungen werden allerdings nach wenigen Experimenten korrigiert (*Wiesner/Claus* 1985a, S. 318). In *Piagets* Sicht wird deutlich, daß die Orientierung des Schattens vom Licht weg dann sicher erkannt werden kann, wenn sich das Kind aus der Einbindung in seine Perspektive lösen und gleichsam die Position hinter dem Gegenstand einnehmen kann. Dies erfordert und übt die Überwindung egozentrischen Denkens (*Piaget* 1927).

Wiesner (1991) gibt Aufschlüsse, woran sich auch die Kinder, die die Richtung richtig vorhersagen, orientieren. Ein bedeutender Faktor ist die Gestaltähnlichkeit zwischen Gegenstand und Schatten. Andere Anhaltspunkte gibt die räumliche Situation. Der zu einem Gegenstand gehörende Schatten findet sich dann «dahinter» – ohne daß die Lichtquelle erwähnt wird – oder in unmittelbarer räumlicher Nähe.

Berücksichtigung der drei Parameter Licht – Gegenstand – Schatten

Korrekte Erklärungen erfordern das In-Beziehung-Setzen von drei Parametern, in *Wagenscheins* Worten: «Herauszufinden, wo der Schatten herkommt, ist viel schwieriger, als der Erwachsene glaubt. Man darf nicht starren, man muß ‚sich umsehen‘... Es ist nötig, drei Dinge in ihrem Zusammenhang zu entdecken, die zunächst nichts ‚miteinander zu tun haben‘, da sie weit auseinanderliegen können, wenn auch auf gerader Linie: der Schatten, das Ding, das ihn ‚wirft‘, und die Sonne. (Ist das Ding ‚man selber‘, so sieht man das Problem kaum unbefangener.) Verstehen heißt, Zusammenhänge entdecken» (*Wagenschein* 1973, S. 63). Damit könnten aber Grenzen der Informationsintegrationsfähigkeit von konkret-operational denkenden Kindern erreicht werden (vgl. dazu *Montada* 1987², S. 433 ff.). Einfacher erscheint es, nur zwei Faktoren in Beziehung zu setzen, z. B. Gegenstand und Schatten oder Lichtquelle und Gegenstand. Für Kinder scheint es dabei näher zu liegen, Beziehungen zwischen dem Gegenstand und seinem Schattenbild zu sehen statt zwischen Gegenstand und Lichtquelle. Deutlich wird dies am Problem der Größe eines

Schattens. Denkt das Kind bei Fragen dieser Art von der Relation Gegenstand – Schirm aus, ist die Beziehung direkt proportional: Je weiter der Abstand, desto größer das Bild. Werden dagegen Lichtquelle und Gegenstand in Beziehung gesetzt, müssen umgekehrt proportionale Verhältnisse konstruiert werden: Je kleiner der Abstand, desto größer das Bild. Das zweite Verhältnis ist schwerer zu erfassen. *Piaget/Inhelder* (1977) zufolge wird die direkte Beziehung bevorzugt. Würde das Kind sich jedoch auf die Beziehung zwischen Licht und Gegenstand konzentrieren, könnte es die Rolle der auseinanderstrebenden Lichtstrahlen errahnen, wodurch dann weitere Fortschritte möglich wären.

Durch die Kennzeichnung von Verstehe-schritten sollen Kinder keinesfalls als «defizitär» gekennzeichnet werden. Kinder denken präzise. Viele Beobachtungen belegen, daß sie, wenngleich oft nicht systematisch variierend, ihren Vorstellungen auf den Grund gehen. Selbst kleine Kinder legen dabei eine sachliche Haltung der Welt gegenüber an den Tag.

Interpretation einer Episode Wagenscheins

An einem längeren Beispiel soll zum Abschluß dieses Abschnitts belegt werden, daß die von *Wagenschein* gewählte Annäherung an die Auffassungen von Kindern die *Gefahr der Fehlinterpretation* in sich birgt und systematische Untersuchungen von Kindervorstellungen notwendig macht:

«Bericht von Frau W. am italienischen Strand:

Ein kleines italienisches Mädchen, etwa drei Jahre alt, hält einen riesigen Ball im Ellenbogen an sich gepreßt; das Händchen ist abgespreizt: Der Schatten der Finger liegt auf der blanken Wölbung.

Mit der anderen Hand versucht die Kleine vergebens, ihn wegzuwischen. ‚Voglio pulire!‘ (‚Will ihn saubermachen!‘) sagt sie klagend und bleibt vor mir stehen. Ich lege meine eine Hand unter den Ball, löse mit der anderen den haltenden Arm und zeige ihr, daß der Schattenflecken verschwunden ist: weg! –, ‚Wohin?‘ fragt sie, ratlos auf die leere Stelle starrend. ‚Warum?‘

‚Das hat die Sonne gemacht‘, sagte ich und deutete nach oben. Und dann auf mein dunkles Bild auf dem Sand. Nachdenklich umkreist sie mich. Dann, mit gekrauster

Fortsetzung auf Seite 11

Nase und zugekniffenen Augen mal nach oben, mal nach unten spähend, hält sie der Sonne den Ball hin und den Fuß. Dreht sich um und entdeckt den eigenen beweglichen Schatten. ‚Hiergeblieben!‘ (Resta qui!) sagt sie streng und baut ihm aus Steinen einen Käfig. Aber er kümmert sich nicht darum und flattert ihr nach wie ein Rabe. Da läßt sie ihn fahren und beschleicht dafür einen hölzernen Pfosten. Und dort findet sie, was sie sucht: einen soliden, verlässlichen Schatten.

Schon von weitem durchschirllt ihr ‚Capito!‘ die Brandung, wie sie – nun ohne Stirnfalte – zu mir zurückhüpft und zu ihrem Ball: ‚Ich hab’s!‘

Viel ist hier zu verstehen gewesen: Daß die Beziehung zwischen der Sonne, der Hand und den Flecken schnurgerade ist. Daß der Schatten des Dinges durch die Sonne ‚geworfen‘ wird. Daß er deshalb seinem Ding immer folgen muß.

So gehörte viel Hinsehen, viel Tun und Denken dazu. Was das Kind von der Frau als Hilfe erfahren hat, ist ‚nur‘ das eine und allerdings Wichtige: Das hat mit der Sonne zu tun. Alles sonst hat es selbst herausgebracht. Kein Wunder, daß es glücklich ist» (Wagenschein 1973, S. 61).

Am Anfang will das Mädchen den Schatten wegwischen: Dies deutet auf eine Substanzvorstellung hin. Eine ähnliche Vorstellung könnte auch dem Versuch mit dem Käfig zugrunde liegen: Den Schatten einfangen, um ihn anzufassen oder zu untersuchen. Wäre die Beziehung zur Sonne zentral, müßte sich das Kind bewegen oder drehen. Aus dem Ausruf «Capito!» geht nicht hervor, was erkannt worden ist. Berücksichtigt man, welche Verstehensprobleme Schatten Kindern aufgeben und daß die Substanzvorstellung bei den jüngeren Kindern zu finden ist, wird Wagenscheins Interpretation unwahrscheinlich. Zunehmendes Verstehen ist ein lebensgeschichtlicher Langzeitprozeß, in dem sich Kind und Erwachsener in immer wieder erneuten Bemühungen langsam, langsam der Sache nähern.

Unterrichtsbeobachtungen und Überlegungen zur Didaktik des Anfangsunterrichts

Die folgenden Unterrichtsbeispiele stammen aus der 16. Schulwoche einer 1. Klasse mit 24 Kindern.¹

Beispiel: Einstieg mit einem Kinderbuch

Der Lehrer wählt einen ungewöhnlichen Einstieg in die Unterrichtseinheit «Licht

und Schatten», indem er mit Auszügen aus einem Kinderbuch beginnt. Darin kauert ein Hase an einem sonnigen Morgen hinter einem Zaun. Als die Sonne und der Zaun Streifen auf sein Fell «malen», glaubt er, ein «Hasentiger» zu sein. Danach besucht der Hase eine Reihe von Tieren, die – aus welchen Gründen auch immer – vor ihm Reißaus nehmen, bis eine Spinne ihm erklärt, daß er gar keine Streifen aufweise. Der Hase sucht daraufhin seine Streifen, vermutet, die Ameisen hätten sie ihm «gestohlen» etc. Das Kinderbuch gibt Gelegenheit, u. a. über die Abhängigkeit der Streifen vom Licht und von Gegenständen oder die Unterschiede zwischen Vorstellung und tatsächlichem Aussehen zu sprechen. Während dieser Einstieg einen phantasiebetonten Umgang mit dem Thema nahelegt, gehen die Kinder das Thema sachlich an: D.: *Das war der Schatten vom Zaun, der auf den Hasen geschienen hat.* – Ro.: *Die Streifen war'n die Schatten von dem Zaun.* – Mi. etwas später: *Wenn die Streifen am Ameisenhaufen waren, dann kann es ja nicht vom Zaun kommen, diese Streifen.* – L.: *Darüber müssen wir nachdenken, was der Mi. sagt.* – U.: *Das waren die Bäume.* – Wenig später L.: *Die U. hatte recht, denn dieser Ameisenhaufen, der war ja mitten im Wald. Die U. hat gut nachgedacht.* – Mk.: *Die Ameisen waren's, weil die so dicht beieinander waren, auf dem Haufen.* – L.: *Ach, so stellst du dir das vor!* – Sf.: *Das wollte ich auch sagen.* – L.: *Gut, also dann lassen wir das einfach mal so stehen.* – U.: *Der hatte es sich so vorgestellt, er saß ja da bei dem Zaun, und dann, wenn er wegläuft, da sind die Streifen nicht mehr auf ihm.*

Die Einbindung des Schattenproblems in eine Geschichte mit personifizierten Tieren könnte eine phantasiebetonte, anthropomorphe Rekonstruktion auslösen. Vom Anforderungsniveau betrachtet, zielt der Lehrer auf Vorstellungen, die eher zum präoperationalen Denken gehören. Die Kinder, die sich äußern, sind demgegenüber an einer sachbetonten, realistischen Untersuchung interessiert. Sachinteresse und Informiertheit kennzeichnen auch andere hier nicht wiedergegebene Unterrichtsbeobachtungen.

In der Piaget-Kohlberg-Tradition kann Lernen nur zustande kommen, wenn die Aufgaben mit dosierter Diskrepanz auf die Sichtweisen der Kinder bezogen sind. Aufgaben, die unter dem erreichten Entwicklungsstand liegen, können keine Weiterentwicklung auslösen. Fragestellungen, die im Verhältnis zu den Sichtweisen der Schüler/innen allzu komplex sind, werden nicht

verstanden oder – wozu Horsts anfangs erwähnte Äußerung von der «Masse» paßt – verfälscht assimiliert.² Dies ist als Grundsatz der «gemäßigten Neuheit» auch aus anderen Zusammenhängen bekannt (Montada 1987², S. 459, Ginsburg/Opper 1991⁶, S. 279ff.). Der Tendenz nach liegt also der gewählte Einstieg etwas «unter» dem Frageniveau dieser Kinder. Sichtweisen, die sich eng auf die Auffassungen der Schüler beziehen, werden dabei vor allem auch von den Mitschülern eingebracht. Im ersten Unterrichtsabschnitt stellt die letzte Kinderäußerung ein gutes Beispiel für Beiträge dieser Art dar. Voraussetzung dafür ist allerdings, daß Schülerbeiträge aufmerksame Beachtung finden und daß die Kinder fähig sind, miteinander zu sprechen und einander zuzuhören. Gerade am Schulanfang müssen diese Fähigkeiten erst angelegt und gefördert werden.

In der zitierten Unterrichtspassage werden Kindervorstellungen ausgedrückt, ohne daß sie uns und wohl auch dem Lehrer und den Schülern vollständig klar werden. Was meinen Mk. und Sf.? Wie sollen die Ameisen den Schatten zuwege bringen? Gesprächsbeiträge können nur dann lernwirksam werden, wenn ihr Inhalt hinreichend konturiert ist, so daß ein «kognitiver Konflikt» entstehen kann. Im Beispiel lassen sich dahinterstehende, abweichende Vorstellungen errahnen. Rückfragen könnten vermutete Vorstellungen aufdecken und klären.

Die Gesprächsführung, die in der Linie dieser Argumente liegt, wird von Wagenschein als «sokratische Gesprächsführung» beschrieben. Voraussetzung ist ein wirkliches Problem, dem die Schüler nachgehen. Das Problem wird nicht gestellt, sondern es «zündet»: «Der Lehrer spricht also die Frage nicht aus, aber er sorgt dafür, daß sie ‚sich aufwirft‘... Die Sache muß reden» (Wagenschein 1977⁶, S. 61). Die Führung des Lehrenden ist indirekt: Er verschärft Widersprüche, weist auf Argumente hin, sorgt dafür, daß die Schüler miteinander reden: «Das Wichtigste: Daß allen klar ist, worüber gedacht und geredet wird» (Ebd., S. 98).

Beispiel: Experiment

Vor der Klasse steht ein großes, leinwandbespanntes Gerüst als Schattenschirm, ein wattstarker Scheinwerfer, die Lichtquelle, ist nahe an der Tafel postiert. Dieser Aufbau wird dazu benutzt, um Kinder, die sich tischgruppenweise hinter dem Schirm verstecken, an ihrem schwarzen Schattenbild zu erraten. Danach zeigt der Lehrer der Klasse eine Glasvase und fragt nach dem



erwarteten Schattenbild. Die Vermutungen der Kinder («grau-weiß», «durchsichtig», «grau») werden überprüft und bestätigen sich. Im Anschluß zeigt der Lehrer das rote Schattenbild einer Vase.

L.: *So, jetzt zeig' ich euch noch 'ne Vase.*
 –S?: *Laterne!* –Tl.: *Rot-grau!* (mit Erstaunen) *Rot-grau!* – L.: *Wenn ich die jetzt hinter der Schattenwand vorhole, ist das eine Vase aus Holz oder aus Glas?* – Mehrere Kinder: *Glas.* – Später L.: *Hat man vorher den roten Pullover von der U. gesehen? Jetzt seht ihr hier einen roten Schatten.* Br., *Was meinst du?* – Br.: *Der ist durchsichtig, der Schatten. Durch'n Pullover kann nichts durchscheinen.* – K.: *Das ist durchsichtig, und da ist irgendwas rein/*

(bricht ab) – L.: *Was meinst du, was durchsichtig ist?* – K.: *Also das Glas, das, guck, und das ist reingefüllt, dann scheint's das Rote durch, weil da ist des!* – L.: *Und der Ro., wie würde der das erklären?* – Ro.: *Da kommt Licht rein, und dann leuchtet das stark auf.* – L.: *So meinst du das. Und wie meint der Tl. das?* – Tl.: *Vor die Lampe halten, dann. Vor die Lampe halten, dann wird's ja manchmal. Wenn man nichts im Glas, in der Weinflasche, wenn se grün ist, dann kann man se auch oft (aufgeregt).*

Die Aufgabenstellung in diesem Ausschnitt ist durchaus üblich. Sie bezieht sich zum einen auf die Gestaltähnlichkeit des Schattenbilds, die nach der Analyse der Lernvoraussetzungen den Kindern keine

Schwierigkeiten bereiten sollte. Erwartungsgemäß gehen alle Kinder damit auch souverän um. Durch die beiden Vasen, vor allem die rote Glasvase, werden zum anderen aber auch Probleme des Lichts aufgeworfen. Erneut finden sich hier Anhaltspunkte für nicht aufgedeckte, durch die Unterrichtsanlage angelegte kognitive Konflikte. Der Lehrer zielt auf die Durchlässigkeit oder Nicht-Durchlässigkeit der Gegenstände für Licht ab. Für K. und Ro. dagegen ist nicht das Material der Vase erklärungsbedürftig, sondern das Zustandekommen der Farbe, die sie unterschiedlich erklären: K. durch eine Substanz in der Vase, Ro. durch «Aufleuchten» (verstärktes Sammeln und Aussenden von Licht?). Die Farbe und das Durchscheinende interessieren auch Tl., allerdings nicht als Problem eines Schattens, sondern als ein Phänomen von buntem Glas und Licht, eine Beobachtung, die er wohl zu Hause gemacht hat. Eine dem ersten Anschein nach «harmlose» spielerische Experimentiersituation, die mit Schatten nur in lockerer Verbindung steht, wirft also schwierige Sachfragen auf.

Diese Passage wird auch Tl.s wegen ausgewählt. Es ist förmlich zu sehen, wie der Vorgang Tl.s Interesse entzündet und Bemühungen hervorruft, durch einen Vergleich und eine Erzählung das Beobachtete besser aufzufassen und einzuordnen. Stauen und Beunruhigung durch Unerwartetes werden sowohl von *Wagenschein* als auch im Rahmen der kognitiven Psychologie als «Motor» des Lernens betrachtet. Lernen beginnt mit der Verwunderung: «Allen ... Beispielen von Zündung und Empfängnis ist gemeinsam ... eine Betroffenheit durch Ungewohntes, Absonderliches, Unstimmiges und der Wunsch, es einzuordnen» (*Wagenschein 1977⁶, S. 62*). Das Unerwartete löst die Bemühungen aus, die Beunruhigung zu überwinden, indem es verstanden und dadurch die Welt wieder ins Lot gebracht wird. Dieses Verstehen hat bei *Wagenschein* eine existentielle Qualität: Der Lernende gewinnt dadurch sein «Weltvertrauen» zurück. Im Vertrauen auf Geordnetheit und Verstehbarkeit drückt sich «Einwurzelung» aus (*Ebd.*, S. 44ff. und 58f.).

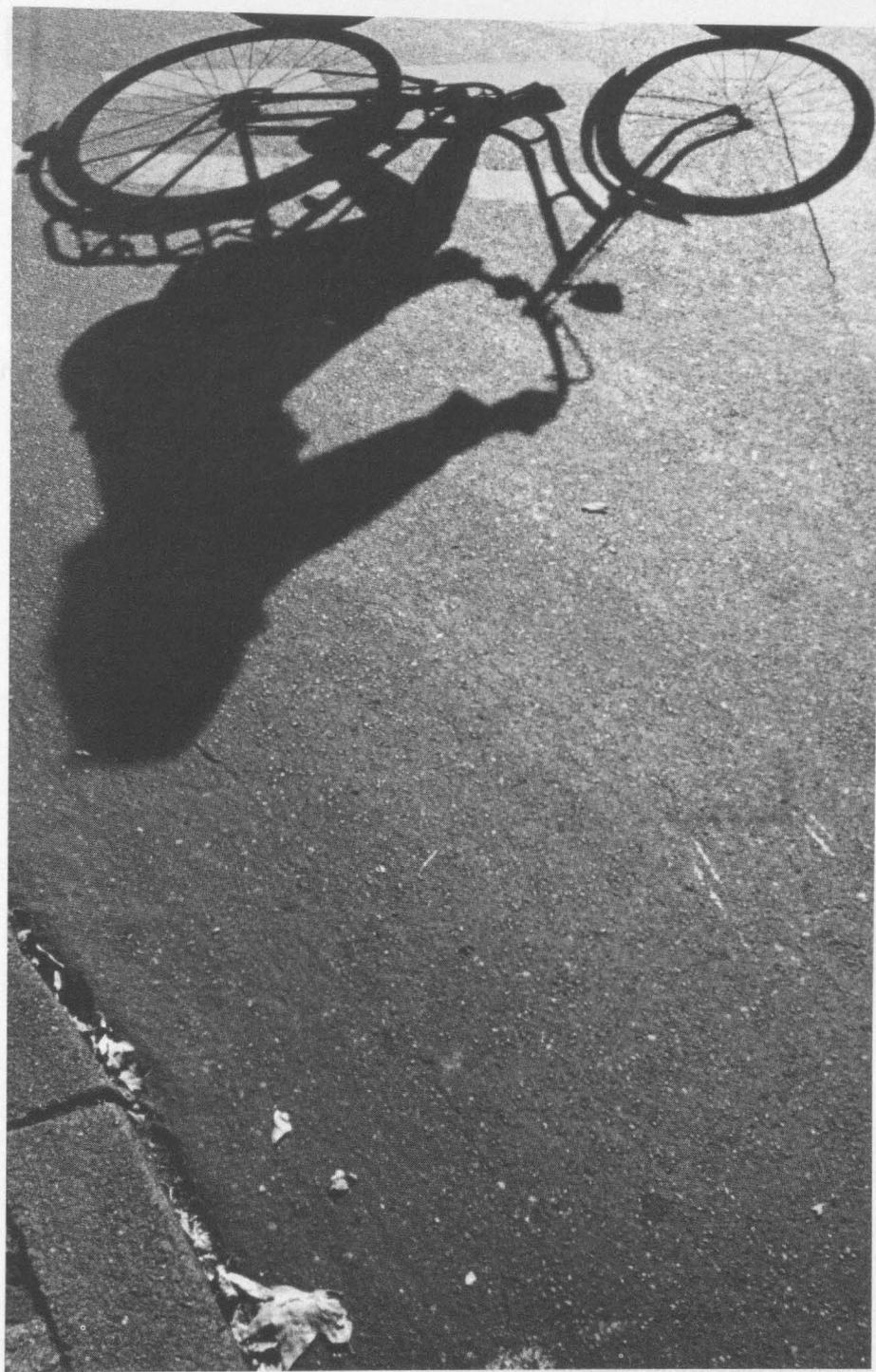
In der Sicht der *Piagetschen* Psychologie ist zwar nicht «Verstehen» das Ziel, sondern die immer bessere, nicht abschließbare Übereinstimmung der Erkenntnismittel mit dem Erkannten. Aber auch in diesem Kontext setzt das Unstimmige die Veränderung der Schemata in Gang. Erfahrungen werden in Abhängigkeit vom erreichten Stand verarbeitet. Angelpunkte

sind dabei die Bedürfnisse und Interessen, die das Kind zu (spontaner) Aktivität veranlassen (Piaget 1974, S. 125). Der Entwicklungsfaktor der Äquilibration sorgt für Gleichgewicht. Entwicklung ist der Prozeß der aktiven Selbstkonstruktion in der Interaktion von Subjekt und Umwelt.

Wagenschein und Piaget sind gleichermaßen skeptisch gegenüber verbaler Belehrung. Piaget gibt bekanntlich den aktiven Methoden in der Tradition der internationalen Reformpädagogik den Vorzug. Damit ist kein «reines Entdecken-Lassen» impliziert, wie aus der Kritik einer entsprechend angelegten Schule hervorgeht. Sowohl die Kooperation der Kinder untereinander als auch die des Kindes mit dem Erwachsenen sind notwendig (Piaget 1974, S. 139f.). Schule und Unterricht sollen die Kinder eigenes Denken lehren, damit Erklärungen nicht kritiklos übernommen und reproduziert werden müssen (Piaget, zitiert nach Klewitz 1989, S. 38). Eine Studie Wagenscheins ist «Verdunkelndes Wissen?» betitelt (Wagenschein 1977⁶, S. 41ff.). Übermittelte Antworten stoppen den Prozeß der Auseinandersetzung und lassen die Lernenden sich bei Scheinwissen bescheiden. Vor der Schule finden sich «wache und denkbereite Kinder», nach der Schule «zu Boden gelernte» Erwachsene (Wagenschein 1989², S. 104). Die «Lösung» kann dabei den Lernenden nicht einfach vermittelt werden, sondern entsteht in der Auseinandersetzung mit der Sache. Vom Kind oder von der Sache aus? Dies ist in dieser didaktischen Konzeption kein Gegensatz. In einer berühmten Formulierung heißt es: «Mit dem Kind von der Sache aus, die für das Kind die Sache ist!» (Wagenschein 1973, S. 11).

Beispiel: Problem der Lagebeziehungen

Der dritte Unterrichtsabschnitt soll beleuchten, daß Lagebeziehungen auch im Unterricht Probleme aufgeben. Diese spielen bereits im Bilderbuch eine Rolle: Der Hase hockte *hinter* dem Zaun – von der Sonne her gesehen. Der Lehrer läßt diese Anordnung von den Kindern nachspielen. Jede der vier Tischgruppen der Klasse spielt «Hase, Zaun und Sonne»: Ein Kind hält den Scheinwerfer, mehrere Kinder legen sich mit dem Rücken auf den Boden und strecken die Beine als Zaunlatten in die Luft, ein Kind hockt dahinter, mit Ohren als Hase ausgestattet. Währenddessen stehen die anderen Kinder auf ihren Stühlen und sehen sich die Streifen an. In einer späteren Stunde bastelt jedes Kind noch einmal ein dreidimensionales Kartonbild



mit Zaun und Hase und beleuchtet es mit einer Taschenlampe.

Im folgenden Ausschnitt wird die veränderbare Größe des Schattens auf dem Schirm angesprochen.

L.: Wenn einer weiß, wie das denn passiert, daß der Ud. größer und größer wird? Dann können wir das nachher vielleicht an der Wand ausprobieren? Ja, U. U.: Man geht weiter weg. – L.: Wer ist man, und wo ist weg? U.: Daß man weiter weg/Wenn man weiter weg geht, dann wird der Schatten größer. – Tl.: Das mein ich auch, weißt du, wenn man zurückgeht, dann wird er größer, und irgendwann geht er ganz weg. – L.: Überleg' mal, wohin bewegst du dich, wenn du zurückgehst? (Pause) – Tl.: Nach

hinten. – Viele Kinder: Nach hinten. – L.: Da denkst du jetzt an unsere Schattenwand. Und was war da hinten, wohin nach hinten? – Tl.: An die Wand. – L.: Und was ist an der Wand? – Tl.: Das Licht. – L.: Aha, also immer näher an das Licht, und je näher du dich dahin bewegst, desto größer ist der Schatten geworden an der Leinwand. Und wenn du dich entfernst davon, um so kleiner ist es.

Man sieht, wie schwierig die Relationen aufzufassen sind (vgl. auch Wiesner/Claus 1985b). Erwartungsgemäß wird die Beziehung zwischen Gegenstand und Schattenbild bevorzugt ins Auge gefaßt.

Zusammenfassend ist zu den Unterrichtsausschnitten festzuhalten, daß die beteilig-

ten Kinder dieser Klasse sich auf sachliche Fragen einlassen wollen und können. Der dokumentierte Unterricht ist in dieser Hinsicht wohl untypisch für 1. Klassen. Während die grundsätzliche Abhängigkeit vom Licht keine Verständigungsschwierigkeiten bereitet und die «Ausdünstungsvorstellung» nicht zur Sprache kommt, liegen Hinweise vor, daß die räumlichen Verhältnisse Schwierigkeiten bereiten. Die Spielszenen und Kartonmodelle könnten dem entgegenwirken.

Bemerkungen zum Kontinuitätsproblem

Im Anschluß an diese Unterrichtsausschnitte soll nun noch angesprochen werden, welcher Stellenwert den Lernprozessen der Kinder am Anfang der Grundschule zukommt. Es könnte sich dabei um den Beginn eines kontinuierlichen Weges in die Physik handeln, den die Kinder antreten, ähnlich einem Vogelschwarm, der sich in lockerer Formation in derselben Richtung bewegt (Wagenschein 1973, S. 14). Dem wird von Kritikern auf der Basis von Physikgeschichte, Wissenschaftstheorie und Phänomenologie entgegengehalten, daß Aussagen der Physik erst in deren Systemzusammenhang ihre Bedeutung gewinnen, ohne oder sogar gegen Erfahrung formuliert sind, Physik-Lernen gerade die Aufgabe der lebensweltlichen Einstellung voraussetze und nur durch einen Sprung zu eröffnen sei (Redeker 1982). In der Sachunterrichtsdidaktik werden die beiden Positionen von Köhnlein («Kontinuität») bzw. Löffler («Sprung») vertreten (Köhnlein 1991, Löffler 1986, 1992).

In lebensgeschichtlicher Perspektive eröffnet sich die Möglichkeit zu einer anderen Betrachtungsweise: Kinder und Erwachsene sind sich in funktioneller Sicht ähnlich, indem beide von Staunenswertem beunruhigt und «auf den Weg» gebracht werden. In struktureller Sicht unterscheiden sie sich. Kinder, Erwachsene und Wissenschaftler sind dazu fähig, Erfahrungen auf dem Hintergrund anders organisierter Strukturen zu verarbeiten. Die prä- und konkret-operationalen Strukturen, mit denen Kinder Erfahrungen bewältigen, werden allmählich, zu formalen Strukturen transformiert. Neben der Kontinuität (weil es ja der gleiche Mensch ist) liegt deshalb tiefgreifende Umgestaltung vor. Wie Gedächtnisexperimente zeigen, werden in der neuen Struktur auch die alten Elemente verändert (Piaget 1983, S. 60f.). Unter diesem Gesichtspunkt der Transformation sollte die Frage weiter untersucht werden.

Stellt nun «Schatten» ein geeignetes Thema für den Anfangsunterricht dar? Schulanfänger können durch dieses Thema dazu veranlaßt werden, eine Ursache für eine Erscheinung und deren Abhängigkeit von mehr als einem Parameter zu erkennen und dem nachzuforschen sowie ein Phänomen systematisch zu wiederholen und sich mit anderen darüber auszu-

tauschen. Fortschritte, z. B. das Erkennen der Richtung des Schattens, dürfen erwartet werden. Anderes wird wohl kaum von den Kindern verstanden. Dies kann akzeptiert werden, wenn Unterricht generell als eine offene Bemühung mit immer nur vorübergehend gültigen, grundsätzlich überholbaren Ergebnissen aufgefaßt wird.

Anmerkungen und Literatur

¹ Für die Möglichkeit zu Unterrichtsaufnahmen sage ich hiermit den beteiligten Kolleginnen und Kollegen, Schulen und Behörden herzlichen Dank. Das Projekt wurde gefördert mit Mitteln aus dem Forschungspool der Pädagogischen Hochschulen Baden-Württembergs.

² Sog. «+1-Hypothese», Blatt/Kohlberg 1975; von M. W. Berkowitz, der annimmt, daß wesentlich kleinere Diskrepanzen optimal wirksam sind, zur «+1/3-Hypothese» reformuliert, Berkowitz/Gibbs/Broughton 1980.

Berkowitz, M. W./Gibbs, J. C./Broughton, J. M.: The Relation of Moral Judgement Stage Disparity to Developmental Effects of Peer Dialogues. In: Merrill-Palmer Quarterly 26 (1980) 4, pp. 341 ff.
Blatt, M. M./Kohlberg, L.: The Effects of Classroom Discussion upon Children's Level of Moral Judgement. In: Journal of Moral Education 4 (1975) 2, pp. 129ff.

Ginsburg, H./Opper, S.: Piagets Theorie der geistigen Entwicklung. Stuttgart 1975.

Hagstedt, H./Spreckelsen, K.: Wie Kinder physikalischen Phänomenen begegnen. In: SMP 14 (1986) 9, S. 318-323.

Klewitz, E.: Zur Didaktik des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts. Eine Untersuchung von Unterrichtsmodellen am Beispiel von ‚Schwimmen und Sinken‘ vor dem Hintergrund der genetischen Erkenntnistheorie. Essen 1989.

Köhnlein, W.: Kinderfragen an die Natur. Aspekte des Weltverstehens. In: physica didactica 14 (1987) 1/2, S. 69-86.

Köhnlein, W.: Annäherung und Verstehen. In: Lauterbach u. a. 1991, S. 7-20.

Kubli, F.: Piaget und Naturwissenschaftsdidaktik. Konsequenzen aus den erkenntnistheoretischen Untersuchungen von Jean Piaget. Köln 1982².

Kubli, F.: Erkenntnis und Didaktik. Piaget und die Schule. München, Basel 1983.

Lauterbach, R. u. a. (Hrsg.): Wie Kinder erkennen. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Band 1. Kiel 1991.

Lauterbach, R. u. a. (Hrsg.): Wege des Ordens. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Band 2. Kiel 1992.

Löffler, G.: Über die Kontinuitätsthese des Lernens und die Grundlage ihrer Plausibilität. In: Löffler/Möhle 1986, S. 29-44.

Löffler, G.: Ordnen von Sachen. In: Lauterbach u. a. 1992, S. 73-86.

Löffler, G./Möhle, V. (Hrsg.): Die Kontinuitätsthese des Lernens und ihr Zusammenhang mit Untersuchungen an Schüleräußerungen im Hinblick auf den Sachunterricht Naturwissenschaft/Technik. Bielefeld 1986.

Möller, K.: Handeln, Denken und Verstehen. Untersuchungen zum naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht in der Grundschule. Essen 1991.

Montada, L.: Themen, Traditionen, Trends. In:

Oerter/Montada 1987², S. 1-86.

Mütze, X. u. a. (Hrsg.): ABC der Optik. Hanau 1972.

Oerter, R.: Moderne Entwicklungspsychologie. Donauwörth 1987²¹.

Oerter, R./Montada, L.: Entwicklungspsychologie. Ein Lehrbuch. München, Weinheim 1987².

Piaget, J.: The Child's Conception of Physical Causality. Edinburgh o. J. (franz. 1927).

Piaget, J.: Psychologie und Pädagogik. In: Theorien und Methoden der modernen Erziehung. Frankfurt 1974.

Piaget, J.: Meine Theorie der geistigen Entwicklung. Herausgegeben von R. Fatke. München 1983.

Piaget, J./Inhelder, B.: Von der Logik des Kindes zur Logik des Heranwachsenden. Essay über die Ausformung der formalen operativen Strukturen. Olten und Freiburg 1977.

Redeker, B.: Zur Sache des Lernens – am Beispiel des Physiklernens. Braunschweig 1982.

Reed, J. L.: Kinder erklären Naturphänomene. In: Halbfas, H./Maurer, F./Popp, W. (Hrsg.), Neuorientierung des Primärbereichs, Bd. 4. In Modellen denken. Stuttgart 1976, S. 32-65.

Rumpf, H.: Erlebnis und Begriff: Verschiedene Weltzugänge im Umkreis von Piaget, Freud und Wagenschein. In: ZfP 37 (1991) 3, S. 329-346.

Ruth, W.: Optik und Relativitätstheorie. Lexikon der Schulphysik, Bd. 5. Köln 1978.

Spreckelsen, K. (Hrsg.): Schülervorstellungen im Sachunterricht der Grundschule. Gesamthochschule Kassel 1985.

Thiel, S.: Grundschulkind zwischen Umgangserfahrung und Naturwissenschaft. In: Wagenschein u. a. 1973, S. 90-180.

Wagenschein, M.: Kinder auf dem Wege zur Physik. In: Wagenschein u. a. 1973, S. 10-75.

Wagenschein, M.: Verstehen lehren. Genetisch – Sokratisch – Exemplarisch. Weinheim und Basel 1977⁶.

Wagenschein, M.: Erinnerungen für morgen. Eine pädagogische Autobiographie. Weinheim und Basel 1989².

Wagenschein, M./Banholzer, A./Thiel, S.: Kinder auf dem Weg zur Physik. Stuttgart 1973.

Wiebel, K. H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie. Probleme und Perspektiven. Alsbach 1991.

Wiesner, H./Claus, J.: Vorstellungen zu Licht und Schatten bei Schülern der Primarstufe. In: SMP 13 (1985a) 9, S. 318-322.

Wiesner, H./Claus, J.: Stundenblätter Licht und Schatten. 1.-3. Schuljahr. Stuttgart 1985b.

Wiesner, H.: Welche Vorstellungen verwenden Grundschüler bei Schattenphänomenen? In: Wiebel 1991, S. 117-119.

Winnenburg, W.: Zur Bedeutung der genetischen Kognitionspsychologie für den naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht. In: Bauer, H. F./Köhnlein, W. (Hrsg.), Problemfeld Natur und Technik. Bad Heilbrunn 1984, S. 173-192.