

Inszenierung von Gelegenheiten des Naturverstehens

Konzeptionelle Betrachtungen zu einer empirischen Studie über ganzheitliches Lernen im Physikunterricht

Helmut Mikelskis

Unter welchen Bedingungen kann Naturverstehen ermöglicht werden? Diese Frage führt Physikdidaktik und Lernpsychologie zueinander. Im Vorfeld einer empirischen Studie wird zunächst naturwissenschaftsdidaktische Konzeptionsausbildung betrieben, indem die Subjekt-Objekt-Beziehung – das Mensch-Natur-Verhältnis unter Wissens- und Tätigkeitsaspekt entfaltet wird. Für das Thema „Spiegelungen“ aus dem Physikunterricht werden exemplarisch Skizzen zu Gelegenheiten des Naturverstehens vorgestellt.

Production of opportunities for understanding nature

Conceptual considerations about an empirical study on holistic learning in physics lessons Under what conditions can understanding of nature be made possible? This question brings physics education and psychology of learning together.

Preparing an empirical study, we first try to conceptualize science education by developing the subject-object-connection - the human-nature-relation - under the aspects of knowledge and activity.

On the subject of „reflections/mirrors“ in the context of physics teaching exemplary sketches of opportunities for understanding of nature are presented.

1. Das Fundamentalproblem im Verhältnis von Fachdidaktik und pädagogisch-psychologischer Lernforschung

Unterrichtspraxis und Unterrichtstheorie sowie alle Formen der empirischen Untersuchungen von Unterricht offenbaren ein grundsätzliches Fundamentalproblem: das unbeschreibbare Maß von Komplexität der Situationen. Jede Verbesserung des pädagogischen oder didaktischen Geschicks, jede Elaboration konzeptioneller Art sowie jede Verfeinerung eines Untersuchungsdesigns können sich dieser prinzipiellen Schwierigkeit nicht entziehen.

Die Geschichte der Pädagogik zeigt in allen ihren Teildisziplinen, daß jeweils immer nur schrittweise Verbesserungen und Annäherungen an ein Ideal erreicht werden konnten. So hat Lompscher (1991) mit Recht darauf hingewiesen, daß Unterrichtsforschung in Zukunft verstärkt der Wechselwirkung von Aneignungsweisen und Lehrstrategien Aufmerksamkeit schenken sollte.

Dabei darf allerdings nicht übersehen werden, daß auch diese Zerteilung des Unterrichtsgeschehens in Strategien eines Lehrenden und Prozesse bei Lernenden nur bedingt geeignet ist, der Komplexität der Gesamtsituation Rechnung zu tragen. Aus diesem Grunde soll hier ein noch umfassenderer Ansatz versucht werden, der Unterricht als das begreift, was er ist: eine vollständige Ganzheit.

Das führt die Frage der empirischen Evaluation aber in ein noch hoffnungsloseres Dilemma. Ein Blick auf die Forschungslage offenbart ein anscheinend unausweichliches Fundamentalgesetz. Danach ist das Produkt aus der „Komplexität der untersuchten Situation“ und dem „Erkenntnisgewinn der empirischen Untersuchung“ offensichtlich eine Konstante. Oder anders gesagt: Erhöhe ich die Komplexität der untersuchten Situation, so vermindert sich der Erkenntnisgewinn, oder ein hoher Erkenntnisgewinn ist nur für Trivialsituationen möglich.

Meine Intention wird bereits durch die Überschrift des Beitrages signalisiert. Die drei zunächst nicht aus der pädagogischen oder didaktischen Diskussion entnommenen Begriffe:

Inszenierung, Gelegenheit und Naturverstehen bedürfen einer erläuternden, definitiven Bestimmung.

Da es um die Vorbereitung einer Studie zum Physiklernen geht, werden bestimmte Überlegungen auf den Bereich des Aneignens von Erkenntnissen über die Natur eingeschränkt. Allerdings ist davon auszugehen, daß eine Vielzahl der übrigen Gedanken durchaus auch für andere Lernfelder der Schule tragfähig sein können.

Methodologische Fragen, insbesondere das Verhältnis von Fachdidaktik und Lernforschung betreffend, sind wichtig. Dennoch erscheint mir die Frage der Relevanz, des „Wozu“ aller Forschungsmühe von erstrangiger Bedeutung. Welche Schule wollen wir? Dazu sei kurz eine These Hartmut von Hentigs(1993) dem Beitrag als Leitmotiv vorangestellt:

„Ist die Schule ein Lebensraum, muß sich der ganze Mensch in ihr entfalten können. In der neuen Schule wird darum versucht, soviel Belehrung wie möglich durch Erfahrung zu ersetzen oder doch durch Erfahrung zu ergänzen. Man lernt gleichsam auch an der Schule und an dem in ihr vor sich gehenden Leben, nicht nur in der Schule - wie man sonst sagt und denkt.

Hierfür hat sich der Terminus „ganzheitliches Lernen“ eingespielt. Auch dies also ist weder neu noch eine Besonderheit der „Schule als Lebens- und Erfahrungsraum“. Entscheidend ist, daß er hier nicht als didaktischer Kunstgriff verstanden wird. Die Ganzheitlichkeit ist vielmehr durch allgemeine Merkmale unseres gesellschaftlichen Lebens gefordert. Dieses ist, neben gesteigertem Wohlstand, vermehrter Freizeit, erhöhter Beweglichkeit und überhaupt allgemeiner Offenheit, gekennzeichnet durch

- den Verlust von sinnlicher Erfahrung zugunsten von Theorie,
- den Verlust von Zusammenhang und Sinn zugunsten von Funktionalität,
- den Verlust von Verantwortung zugunsten von Ressort-Zuständigkeit, den Verlust von Verstehen zugunsten von gespeichertem Wissen, den Verlust von Unmittelbarkeit zugunsten von Vermittlung, also von „Mediatisierung“.

2. Das Ziel: Naturverstehen als konstitutives Element operativen Wissens

Beim Physikunterricht, beim Lernen von Physik, geht es um Verstehen von Natur, um Naturverstehen. Verstehen ist ein Verbinden, - im Seltsamen, im Erstaunlichen wird gleichsam wie in einem individuellen, oft schubhaften Prozeß einer plötzlichen Erhellung, Gewohntes erkannt:

„Die physikalische Auseinandersetzung mit der Natur, wie immer sie ursprünglich vor sich geht, ist nicht nur stets ein Tun, sondern - indem sie angestoßen wird vom Staunen über seltsame Natur-Erscheinungen und vom Grübeln über Verbesserungen des Werkzeugs - immer auch zugleich ein Denken dessen, der da handelnd fragt und fragend handelt... Das physikalische Verstehen ist ein „fassendes“ Sprechen und ein denkendes „Begreifen“. Der Begriff entsteht aus Wort und Griff zugleich.“

Martin Wagenschein (1962) beschreibt so einen Idealvorgang, dessen Initiierung Aufgabe von Pädagogik ist. Wie kann ich Gelegenheiten inszenieren, um solches Naturverstehen zu ermöglichen?

Was meint der Lehrer, wenn er den Schüler fragt: „Hast Du das Fermatsche Prinzip verstanden?“

Der Göttinger Physiker Friedrich Hund (1972) schreibt dazu:

„Jedem, der Physik studiert, tritt ja ein sehr ernstes Dilemma entgegen. Er möchte Physik verstehen; und er möchte Physik ‚handhaben‘ lernen, sie vielleicht sogar weiterbringen. Versucht er alles zu verstehen, kommt er nie dazu, es zu handhaben; beschränkt er sich auf das zweite, so versteht er die Dinge nicht ganz, mit denen er umgeht.“

Jener Zwiespalt zwischen Verstehen und Handhaben, läßt uns Übungsaufgaben formalistisch lösen und Klausuren bestehen, ohne zu verstehen. Man verfügt über deklaratives Wissen, hat Fakten gelernt, apportiert Formeln und Merksätze, oder prozedurales Wissen, d.h. formales Umsetzen und Umstellen von Formeln beherrscht die Lernwirklichkeit, den Schulalltag. Schon Erklärungswissen, wo physikalische Theorie und mathematischer Formalismus korrekt gehandhabt werden, demonstrierte Kompetenz. Aber Verstehen, als konstitutives Element von operativem Wissen heißt Einsicht in größere Zusammenhänge gewinnen, Aktivierung von Umfeldwissen durch Analogien, Metaphern, Phänomene unter verschiedenem Blickwinkel wahrnehmen und in einen umfassenderen Kontext einbetten.

Naturverstehen konstituiert sich allgemein aus einem Weltverhältnis und einer Tätigkeit. Naturverstehen ist ein Prozeß, der auf Wissen zielt.

Dabei fasse ich Wissen hier als ein umfassendes, allseitiges, über rein kognitive Verengungen hinausreichendes subjektiv verfügbares Werkzeug der Wehtaneignung auf, dem konstitutiv immer auch emotional-intuitive Wesenszüge des Menschseins eigen sind.

Unter welchen Bedingungen wird Naturverstehen ermöglicht? So ließe sich die zentrale Frage von Fachdidaktik fassen. Fachdidaktiker machen eigentlich nichts anderes, als Antworten zu suchen und zu geben. Die Erfolge halten sich in Grenzen (Mikelskis 1982). Liegt es vielleicht am stark kausal-deterministischen Strategiedenken? Oder müssen wir Naturverstehen naturphilosophisch und erkenntnistheoretisch völlig neu fassen?

Wagenschein (1983) hat mit seinem Vortrag „Rettet die Phänomene!“ ein Jahrtausende altes philosophisches Fundamentalproblem in die Naturwissenschaftspädagogik eingebracht. In seinem Plädoyer für den „Vorrang des Unmittelbaren“ ging es ihm um die Bedingungen wirklichen Naturverstehens.

Wagenschein hat den alten Rangstreit zwischen den Sachen, als erster phänomenaler Wirklichkeit, und dem, was wir uns dazu denken, und dazu denken, also der physikalischen Denkwelt, bis in die Anfänge der Physik bei Demokrit zurückverfolgt:

„Erst spricht der Verstand zu den Sinnen und sagt: <<Die Leute meinen zwar, es gebe euch: das Bunte, das Süße, das Bittere ..., aber in Wirklichkeit<< (da steht schon das schillernde Wort) <<gibt es nur die Atome und leeren Raum<< - Darauf kehren die Sinne den Spieß um und erwidern: <<Du armer Verstand. Von uns nahmst Du doch die Beweisstücke, wie kannst Du uns damit besiegen wollen!<<“

Auch die Geschichte der Philosophie ist im übrigen eine Geschichte dieser Grundfrage über die Erkenntnis des Menschen. In ihrer bemerkenswerten Zusammenstellung und Aufarbeitung:

„Die Entdeckung der Phänomene“ haben dazu Hans Rudolf Schweizer und Armin Wildermuth (1981) „Dokumente einer Philosophie der sinnlichen Erkenntnis“ aus zwei Jahrtausenden zusammengestellt.

Wie in der Zeit Galileis die Sinnlichkeit als Medium der empirischen Forschung problematisch wurde, so in der Zeit der technischen Entwicklung das Medium der Instrumente, die lange bloß als Hilfsmittel der Beobachtung und des Experimentierens aufgefaßt worden waren.

Angesichts dieses Mediums der Instrumente erweist sich der Eingriff der modernen Physik in die Phänomene immer mehr als ein Akt der Entrückung und Verhüllung; er ist damit eine Mitursache der heutigen <<Weltlosigkeit ohne Gleichen<<. Den freien zweiten Blick auf die Phänomene zu bewahren, wird immer schwieriger, zieht sich doch das sinnlich Gegebene in eine Sprachlosigkeit zurück, die es in dieser Radikalität noch in keiner Kultur zu bewältigen galt.“

Da wird ein Problem offenbar. Wie können wir Phänomengerechtigkeit sicherstellen, wo doch die physikalische Weltdeutung eine aus Reduktions- und Konstitutionsakten hervorgegangene Kunstwelt anstelle der Naturwirklichkeit setzt?

Muß man nicht wie Schelling fragen:

„Nicht, wie muß das Phänomen gewendet, gedreht, vereinseitigt oder verkümmert werden, um aus Grundsätzen, die wir uns einmal vorgesetzt nicht überschreiten, noch allenfalls erklärbar zu sein, sondern: wohin müssen unsere Gedanken sich erweitern, um mit dem Phänomen in Verhältnis zu stehen.“

Am Anfang jeder Hinwendung zur Natur, sei es im Erkenntnisakt als philosophische oder beim Lernprozeß als pädagogische Kategorie, steht immer ein Phänomen, um dessen Verstehen es geht. Verstehen als innerlichen persönlichen Vorgang einer Erkenntnis; bestehend aus Suchen, Irren, Finden und in Worte Fassen.

Das flüchtige Lernen, auf der Flucht vor den Phänomenen, in die Welt der Modelle, Formeln, Abstraktionen, Mathematisierungen und Theorien, ist kein Verstehen. Die Theorien sind nach Goethe geradezu „Übereilungen eines ungeduldigen Verstandes, der die Phänomene gern los sein möchte und an ihrer Stelle deswegen Bilder, Begriffe, ja oft nur Worte einschiebt.“

Schon vor über 50 Jahren klagte Martin Wagenschein jenen Intellektualismus als den Zustand der Ungreiftheit und der Wurzel-losigkeit des abstrakten Wissens an, der durch zu schnelles und unorganisches Fortschreiten von der lebendigen Welt der sinnlichen Naturerlebnisse zum Netz abstrakter numerischer Symbole eintritt. In dieser Symbolwelt lassen sich dann die Erscheinungen häufig so passend, meist mathematisch, bearbeiten.

Dieser Kunstgriff der Didaktik blieb bis heute verführerisch, weil er raschen Lernfortschritt vorgaukelt. Aber die Wegabkürzungen führen doch allzuhäufig in Sackgassen des Lernens. Statt Wissenschaft breitet sich in den Köpfen der Lernenden eine Scheinwissenschaft aus: Dort wo eine erfüllte Landschaft sein sollte, stehen nur Kulissen herum. Die „Umgehungs- und Überrumpelungsdidaktik“ erzeugt ihre Kinder.

3. Ein Versuch naturwissenschaftsdidaktischer Konzeptionsbildung aus Wissens- und Tätigkeitsaspekt der entwickelten Subjekt-Objekt-Beziehung

Betrachten wir eine Situation, in der ein, wie auch immer gearteter, Veränderungsprozeß in einem Individuum stattgefunden hat, den man als Naturverstehen interpretieren kann. Formal ist ein Mensch, als erkennendes Wesen, das wir im Sinne der Erkenntnistheorie als „Subjekt“ bezeichnen, mit einem „Objekt“ in ein Verhältnis getreten, von Subjekt-Subjekt-Relationen sei zunächst abgesehen.

Wollen wir über eine rein passiv deskriptive Beschreibung hinaus dem Subjekt dabei eine aktive Rolle zumessen, können wir das Verhältnis als Aneignungsprozeß fassen.

Dabei ist die Wechselbeziehung mehr als nur formaler Ausdruck eines dialektischen Verhältnisses. Vielmehr beschreibt sie inhaltlich, daß beim Aneignungsprozeß das Subjekt das Objekt und umgekehrt das Objekt das Subjekt verändert. Die Veränderungen auf der Subjektseite können dann als Lernen bezeichnet werden. Die Veränderungen auf der Objektseite sind zunächst Rekonstruktionen infolge der Tätigkeit des Subjektes.

Beim Aneignungsprozeß verflüssigen sich gleichsam zunächst starre Sachstrukturen, seien sie Wissenschaftsdisziplinen oder andere tradierte Fachsystematiken. Der Aneignungsprozeß befördert somit eine Entwicklung, des Subjekts wie des Objekts, auf eine - hoffentlich - höhere Entwicklungsstufe.

Hiermit wird deutlich, daß es notwendig ist, die polare Subjekt-Objekt-Beziehung zu transzendieren. Betrachten wir das Subjekt differenzierter, so läßt es sich in zwei Aspekte gliedern: Einerseits den Wissensaspekt und andererseits den Tätigkeitsaspekt. Wer lernt, erlangt Wissen. Das klingt zunächst tautologisch oder trivial, soll aber detinatorisch verschärft werden.

Unter Wissen hatte ich ein umfassendes, allseitiges, über rein kognitive Verengungen hinausreichendes Werkzeug der Weltaneignung verstanden, dem konstitutiv immer auch emotional-intuitive Wesenszüge des Menschenseins eigen sind.

Somit ist Lernen in diesem Sinne zunächst ein kognitiv-emotional bestimmter Prozeß des Individuums zur Entwicklung und Entfaltung von Werkzeugen der Weltaneignung.

Mag man sich diesen Lernprozeß durchaus noch kontemplativ vorstellen, so wohnt ihm allerdings über den Gesichtspunkt der Weltaneignung inhärent immer eine aktive Komponente inne. Nur aus einer Tätigkeit kann das Subjekt Wissen entwickeln.

Unter Tätigkeit wird hier der praktisch-gegenständliche wie theoretisch-geistige Prozeß verstanden, bei dem sich der Mensch als vernunftbegabtes autonom denkendes Individuum, als Handelnder offenbart.

Ich verzichte hier, auf das Tätigkeitskonzept und dessen Rezeption in Pädagogik, Didaktik und Fachdidaktik der DDR, insbesondere durch Lompscher und Klingberg, explizit Bezug zu nehmen. Mir liegt jedoch daran, zu erinnern, daß es eine vormarxistische Tradition dieses Ansatzes gibt: Kants tätiges Prinzip der Beherrschung von Welt, Fichtes Deutung des Ich als absolute Tätigkeit oder Hegels Fassung von Tätigkeit als Objektivierung des subjektiven Zwecks in der gegenständlichen Materie.

Auch die realgeschichtliche Erfahrung hat gezeigt daß die der 11. Feuerbachthese entnommene Gestaltungs- und Beherrschungsaufgabe leicht zur Allmachtshybris gerät. Dies scheint kapitalistischen Gesellschaftsordnungen bei der Entfesselung aller technischen Potenzen ohnehin inhärent zu sein. Dem fehlgeschlagenen Experiment des Sozialismus hätte man in diesem Zusammenhang die stärkere Besinnung auf die ökonomisch-philosophischen Manuskripte des jungen Marx aus dem Jahre 1844 gewünscht:

„Die Natur ist der unorganische Leib des Menschen, nämlich die Natur, so weit sie nicht selbst menschlicher Körper ist. Der Mensch lebt von der Natur, heißt Die Natur ist sein Leib, mit dem er in beständigem Prozeß bleiben muß, um nicht zu sterben. Daß das physische und geistige Leben des Menschen mit der Natur zusammenhängt, hat keinen anderen Sinn, als daß die Natur mit sich selbst zusammenhängt, denn der Mensch ist ein Teil der Natur.“ (MEW EB I)

Ein derartiges Verständnis von Gesellschaft und Natur als organisches Ganzes könnte als ein ökologisches Fundamentaltheorem die heutige Umweltdebatte sicher befruchten.

An dieser Stelle will ich mich auch nicht mit den leider oft ins ritualhafte abgleitenden Formalismen des Tätigkeitsansatzes in DDR-Methodiken kritisch auseinandersetzen. Mögen bestimmte Tätigkeitstaxonomien als heuristisches Mittel zur Unterrichtsanalyse oder als pragmatisches Planungsinstrument taugen, so sind sie bei einer adäquaten Beschreibung von komplexen Lehr-Lern-Prozessen eher einengend.

Für die Subjektseite des Lernprozesses läßt sich zusammenfassen:

- Wissen entwickelt sich aus Tätigkeiten,
- Tätigkeiten werden durch Wissen geleitet.

Betrachten wir die Objektseite, so läßt sich auch hier ein Doppelcharakter auffinden. Die Gesamtheit der außerhalb vorzufindenden Realität soll als Welt bezeichnet werden. Es umfaßt das anzueignende Objekt, Natur und Gesellschaft gleichermaßen. Dieses befindet sich jedoch nicht nur „so da“ in einer Art Urzustand. Vielmehr existiert von der Welt ein tradiertes gesellschaftliches Wissen. Dieses manifestiert sich in den Wissenschaftsdisziplinen, in den Datenbanken und ist in unserer technischen Welt vielfältig vergegenständlicht. Aber auch

Alltagswissen ist als unsystematisch verfügbares Wissen für pädagogische Anliegen von Belang.

In diesem Sinne läßt sich die Objektseite, der Gegenstand von Lernen, so darstellen:

- Wissen konstruiert (rekonstruiert) Welt
- Welt determiniert Wissen (Wissenssysteme)

Die vorgenommene Art der Ausdifferenzierung von Subjekt und Objekt offenbart den Doppelcharakter von Wissen, als offensichtlichen Schlüsselbegriff: Naturverstehen als konstitutives Element operativen Wissens.

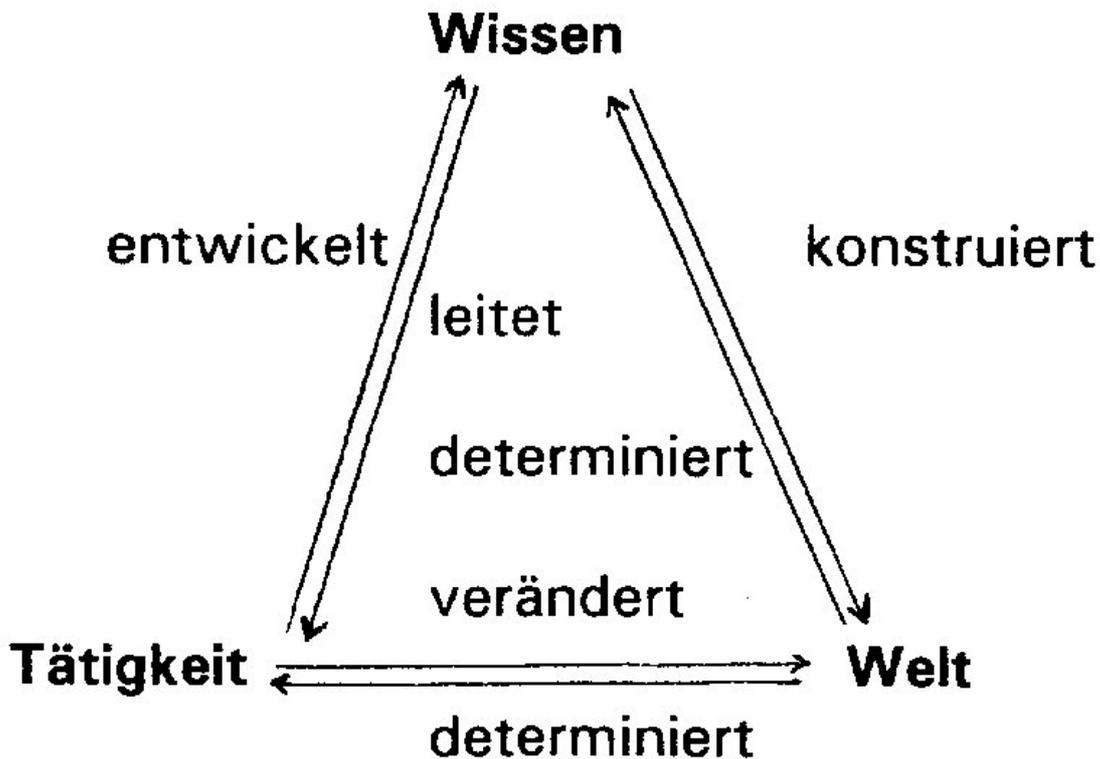
In dieser Konzeptualisierung ist Wissen niemals eindeutig statisch abgrenzbar und beschreibbar. Im Gegenteil, es ist stets kontextoffen und konfliktförmig. Das Begriffspaar Kontextoffenheit und Konfliktförmigkeit hat A.M. Klaus Müller (1981) bei seiner Untersuchung der Grundlagenkrise der neuzeitlichen Form von Wissenschaften geprägt, um den Ursachen der ökologischen Krise fundamental auf die Spur zu kommen. Hier entsteht auch ein Bezug des Naturverstehens zum Blochschen Begriff der Naturallianz.

Nach Müller besteht der Fehler darin, „die Natur durch die Brille von Versuchsanordnungen mit der Natur zu verwechseln, wie sie von sich aus ist. ... Von der Natur wird nichts mehr erwartet, außer daß sie auf die Präparierungen durch die Versuchsanordnungen reagiert. In den Wirkungen, die diese Haltung in der Natur auslöst“, liegt nach Müller die eigentliche Problematik der Ökokrise. Und weiter: „Zur Ökokrise ist es letzten Endes gekommen, weil die Menschen die Konfliktförmigkeit ihres Weltverhältnisses, welche auf der Konfliktförmigkeit der Phänomene beruht, durch einseitige Fixierung auf den Kontext der Objektivierung außer Kraft zu setzen suchten.“

Fügen wir nun die beiden Gedankengänge zusammen, wird unsere Aufmerksamkeit auf die Beziehung zwischen Tätigkeit und Welt gelenkt:

- Jede subjektive Tätigkeit verändert objektive Welt,
- Welt determiniert nicht nur das Wissen, sondern auch die Tätigkeit.

Der Gedankengang, an dessen Ausgangspunkt die Subjekt-Objekt-Beziehung stand, läßt sich also zusammenführen zu einem dreifachen Wechselwirkungsgefüge:



4. Beispiele zu Inszenierungen von Gelegenheiten des Naturverstehens

Auf Gottfried Hausmann geht die Formulierung von der Didaktik als „Dramaturgie des Unterrichts“ zurück. Gotthilf Gerhard Hiller, wie vorher schon Klaus Giel, verwendet 1980 den Begriff Inszenierungsmuster zur Beschreibung von methodisch-didaktischem Lehrerhandeln. Hans Christoph Berg und Horst Rumpf fragen provozierend während der Wagenschein-Tagung 1987, ob man nicht bei den Dramatikern und bei den Regisseuren für Lernprozesse mehr lernen könne als bei den Lernpsychologen. Drehbuch statt Lehrbuch? Von Gunter Otto liegt eine fachdidaktische Aufarbeitung von Inszenierungstechniken der Ästhetischen Erziehung vor. Durch die Inszenierung werden Inhalte im Prozeß gleichsam hergestellt. In Hilbert Meyers (1987) „Unterrichtsmethoden“ findet sich eine Liste von 42 Inszenierungstechniken.

Es soll hier nicht um die Inszenierung von traditionellem Unterricht gehen, sondern vielmehr um Situationen, für die es eine bestimmte Wahrscheinlichkeit gibt, daß sich bei Einzelnen oder Gruppen Prozesse des Naturverstehens einstellen. Ein solcher Erfolg kann jedoch niemals kausal-deterministisch erzwungen werden. Das hat die Geschichte von Pädagogik und Psychologie nachhaltig belegt, obgleich so manche Heilserwartungen immer wieder aufkommen. Insofern lassen sich nur Gelegenheiten inszenieren, die ein Naturverstehen anregen, befördern oder ermöglichen helfen, mehr nicht. Verabschieden wir uns also von jenen Unterrichtsplanungen, bei denen die verbindlichen Lernziele alle formuliert und deren Erreichen unverrückbar erwartet wird. Kriterien zur Inszenierung der Gelegenheiten des Naturverstehens ergeben sich für mich aus dem tätigkeitsorientierten, ein Weltverhältnis anstrebenden Wissensbegriff und aus dem phänomenorientierten, ganzheitlichen Konzept von Naturverstehen. Solche Gelegenheiten, sich mit Schatten oder Spiegelungen umfassend,

offen und phänomenbezogen auseinanderzusetzen, seien hier nur probhaft und improvisierend skizziert.

Eine solche Situation ist in der schriftlichen Wiedergabe eines Vortrages nur anzudeuten. Gleichsam stellvertretend dokumentiere ich einige schwarz-weiß-Auszüge aus einem von mir verfaßten Schulbuchkapitel (Duit/Häussler/Mikelskis/Westphal 1994). Darin kann sich in den Grenzen der Möglichkeiten des Mediums Schulbuch vielleicht die Idee wiederfinden lassen.

Schattenerfahrungen



Bild 1

a

b

c

d

Schatten übersieht man häufig auf den ersten Blick. Sie scheinen nur nutzlose Anhängsel einer Welt des Lichts, der Farben und des Glanzes der Gegenstände zu sein.

„Wo Licht ist, ist immer auch Schatten.“ Das drückt etwas über Gut und Böse unserer Welt aus. Da kommt der Schatten nicht gut weg.

Die Schattenwelt galt als das Reich der Toten. Der Dichter Adalbert von Chamisso erzählt von Peter Schlemihl, der versuchte, seinen Schatten zu verkaufen. Schattenlos fühlte er sich dann auch heimatlos und von der menschlichen Gemeinschaft ausgeschlossen.

Jeder Raum, jede Landschaft, jeder Mensch, wie sähe all das aus - ohne Schatten? Dumpf, leer und tot.

Auch in unserem Gesicht haben wir Schatten. Wenn man die „Formen“ des eigenen Gesichts als Schattenerzeuger verwendet, so wird deutlich, welche Stimmungen Licht und Schatten hervorrufen können (Bild 1). Das (hier nur) von oben (a) beleuchtete, ist das Gesicht der Helligkeit im Freien (oder in Räumen mit Deckenbeleuchtung). Haare, Stirn, Nasenrücken und Wangen sind hell und sehen wach aus. Bei Tage herrscht in Räumen durch Fenster oft seitliche Beleuchtung (b). Man nutzt diesen, das Profil hervorhebenden Licht-Schatten-Effekt häufig bei Portraitfotos. Beleuchtet man ein Gesicht direkt von vorne (c), so wirkt es flach. Die Beleuchtung von unten (d) hingegen ist uns sehr fremd, sie erscheint gruselig. So ein „Lagerfeuer Gesicht“ erlebt man im Alltag selten.

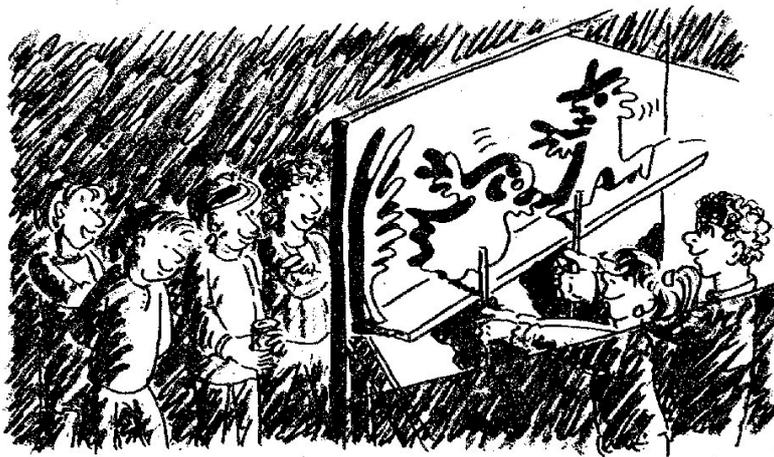


Bild 2: Aufführung einer Schattenbühne.

In Schattenbühnen werden Theaterstücke aufgeführt, bei denen die Zuschauer auf eine von der Bühnenseite her beleuchtete weiße Leinwand schauen. Kulissen, handelnde Personen, Requisiten und Gerätschaften aller Art sind als Schattenrisse zu sehen (Bild 2). Nach kurzer Spielzeit leben sich die Zuschauer meist so in die Handlung ein, daß die Schattenbilder wie echtes Theater erlebt werden.

Optik – Licht und Bild

Schatten

Halbschattenbilder

Halten wir eine Hand in die Sonne dicht vor eine helle Wand, so entsteht dort ein scharfes Kernschattenbild. Je weiter man die Hand von der Wand entfernt, um so größer und unschärfer wird das Schattenbild. Ein **Halbschattenbild** entsteht. Mit Hilfe eines Diaprojektors kann man die Sonne „nachahmen“. Man verwende einen Diarahmen mit Pergamentfolie als „Bild“.

Versuch 1: Bilde deine Hand als Schatten ab, indem du sie vom Projektor bis zur Leinwand im Raum hin und her bewegst. Verwende auch beide Hände und erzeuge veränderliche Schattenbilder. Nimm auch ein Pfennigstück, das auf eine Glasplatte oder steife Klarsichtfolie aufgeklebt ist, als Schattenwerfer. Wandere mit dem Schattenwerfer jeweils von der Leinwand zum Projektor und beobachte genau das Schattenbild.

Das Schattenbild ist abhängig:

- von der Art des Schattenwerfers (Hand oder Pfennigstück),
- vom Ort des Schattenwerfers zwischen Lichtquelle und Schattenbild,
- von der Form der Lichtquelle, sofern man unterschiedliche verwendet.

Versuch 2: Setze vor die leuchtende Scheibe (z. B. Diaprojektor) unterschiedliche Blenden, so daß z. B. ein leuchtendes T erscheint. Wiederhole nun die Schattenexperimente mit den Händen. Erzeuge kleine Löcher zwischen den Fingern. Beobachte die sich verändernden Schattenbilder (Bild 1).



Bild 1: Alle „Löcher“ werden zum „T“.

Versuch 3: Verwende als Schattenwerfer einen Pappstreifen mit unterschiedlich großen Löchern. Führe ihn von der Leinwand langsam zur „T-Lichtquelle“ und betrachte die Schattenbilder (Bilder 2, 3).

Zusammenfassung der Ergebnisse der Versuche:

Beindet sich der Schattenwerfer dicht an der Leinwand, so erscheint seine Form sehr genau als Schattenbild. Die Form der Lichtquelle spielt keine Rolle und zeigt sich nicht (Bild 2). Wandert der Schattenwerfer in Richtung Lichtquelle, so wird deren Form irgendwann im Schattenbild sichtbar. Deren Form drängt sich dann in den Vordergrund (Bild 3).

Das Schattenbild entsteht aus einer Wechselwirkung zwischen Form des Schattenwerfers und Form der Lichtquelle.

Unter Laubbäumen erkennt man oft als „Sonnentaler“ kleine Bilder der Sonne, die durch die „eckigen“, vielfältigen Lücken im Laubwerk entstehen.

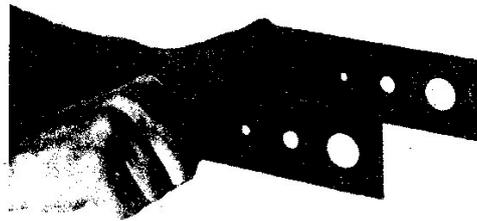


Bild 2: Schattenwerfer bestimmt Schattenbild.



Bild 3: Lichtquelle bestimmt Schattenbild.

Optik – Licht und Bild

Spiegelbilder im Wasser

Spiegel gehören zu den vertrauten Gegenständen unseres Alltags, im Bad, an der Garderobe oder am Auto. Wir gucken hinein und sehen uns selbst oder das überholte Auto. Spiegel erfüllen in der Regel einen Zweck. Beispielsweise können wir mit ihrer Hilfe unser Aussehen kontrollieren oder uns vor Zusammenstößen bewahren.

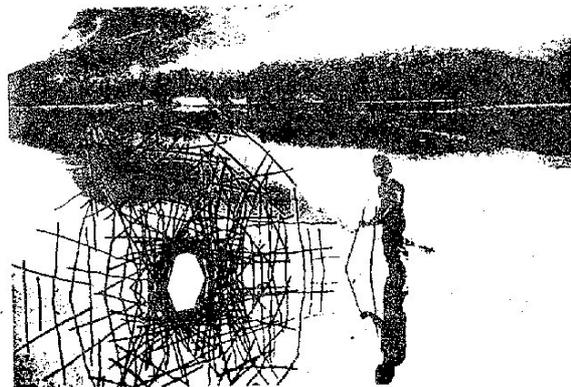
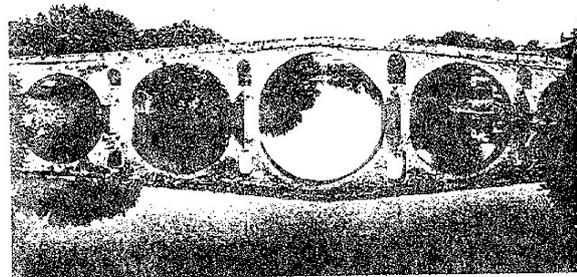
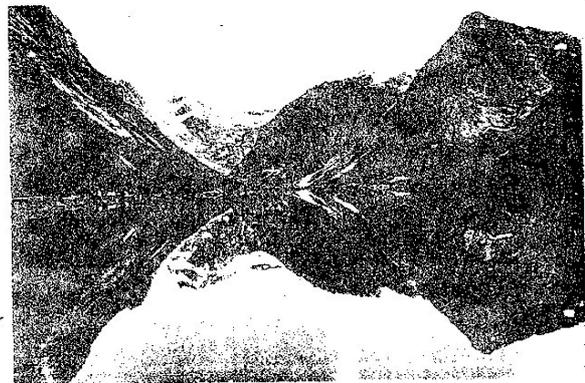
Auch in der Natur gibt es Spiegel, etwa glatte Flächen von Mineralien, Eiskristalle, sogar manche Blattoberflächen spiegeln das Licht, aber sich selbst oder Gegenstände kann man darin kaum erkennen. Anders verhält es sich mit glatten Wasserflächen: Pfützen, Teichen, Seen, Flüssen, Meeren. Wenn aber Wellen die Oberfläche verändern, verzerrt sich das Spiegelbild. Auf dem bewegten Meer ist es gar nicht mehr zu erkennen. Doch in großer Entfernung, z.B. vom Flugzeug aus, kann man sehen, wie sich die Sonne im Meer spiegelt.

Auf die Seefahrer wirkt ein stilles, spiegelndes Meer bedrohlich. Wie abgestorben wirkt die sonst immer bewegte Fläche, sie erblicken eine spiegelnde „Tiefe“. Und die Windstille war für Segler ohnehin bedrohlich wie Sturm.

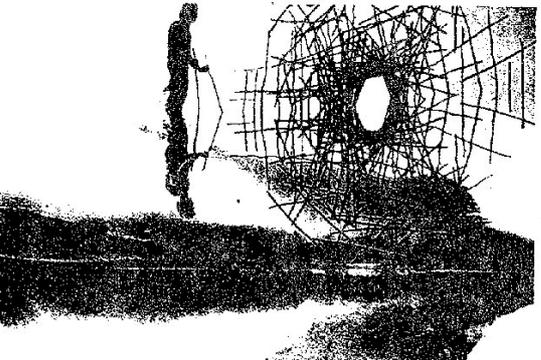
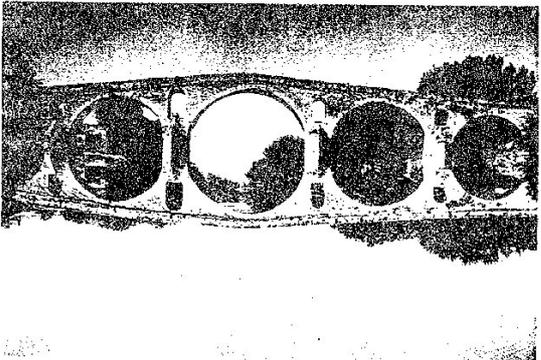
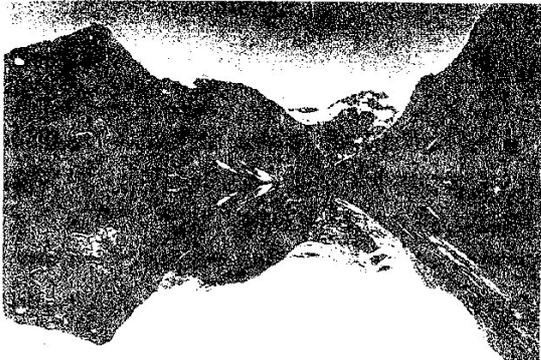
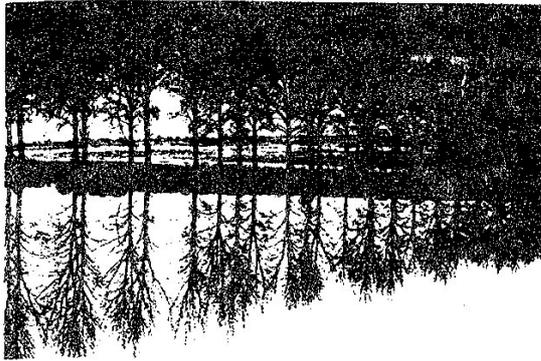
Goethe hat in „Meeres Stille“ die Stimmung bei einer spiegelnden Meeresoberfläche beschrieben:

*Tiefe Stille herrscht im Wasser,
ohne Regung ruht das Meer,
und bekümmert sieht der Schiffer
glatte Fläche rings umher.
Keine Luft von keiner Seite!
Todesstille fürchterlich!
In der ungeheuren Weite
regt keine Welle sich.*

Versuch (falls geeignete Bedingungen in eurer Nähe vorhanden): Besuche einen Teich oder einen kleinen See in deiner Nähe bei Windstille. Bewege dich an dessen Ufern hin und her. Versuche deine Position auch in der Höhe zu verändern und steige auf einen Hügel, einen Baum oder auf ein Gebäude. Begib dich dann mit den Augen ganz dicht an die Wasseroberfläche. Von allen Standpunkten solltest du jeweils das Bild der „Landschaft“ und das Spiegelbild davon betrachten und vergleichen.



Reflexion des Lichtes



Was wir direkt sehen und was wir im Spiegel sehen, ist verschieden und hängt vom eigenen Standort ab. Manches, was der Brückenbogen im Original verdeckt, kann man im Spiegelbild sehen.

In der Regel haben wir als Betrachter einen Standort über der Wasserfläche. Stellen wir Bild und Spiegelbild auf den Kopf, so haben wir jene Ansicht, die einer hätte, der unten im Wasser sitzt und von dort hinaufblickt. Auf den ersten Blick ist der Unterschied zwischen Originalsicht und „Auf-dem-Kopf-Sicht“ gar nicht so leicht zu erkennen.

Nur wenn der Betrachter genau auf der Höhe der Wasserfläche ist, sind Bild und Spiegelbild gleich. Um sich in Bild und Spiegelbild zurechtzufinden, muß man also immer den eigenen Standort berücksichtigen. Das wird deutlich, wenn du dich als Betrachter im Raum bewegst.

Das Spiegelbild zeigt, wie sich die Dinge unserer Umgebung räumlich zueinander und zu uns verhalten, es vermittelt eine Raumbeziehung.



Bilderbogen

„Ich werde verehrt“, sagte das Vorbild.
„Ich werde gefürchtet“, sagte das Feindbild,
„Ich werde verspottet“, sagte das Zerrbild.
„Ich werde beleuchtet“, sagte das Bühnenbild.
„Ich werde befeuchtet“, sagte das Abziehbild.
„Ich werde entwickelt“, sagte das Lichtbild.
„Ich werde verwechselt“, sagte das Ebenbild.
„Ich werde gedeutet“, sagte das Sternbild.
„Ich werde erträumt“, sagte das Wunschbild.
„Ich nehme keine Rücksicht“,
sagte das Spiegelbild.

Gerd Karpe

Aufgabe

Betrachte die Fotos sehr genau und beschreibe deine Beobachtungen. Woran erkennt man, welches jeweils „richtig“ herum steht? Suche weitere solche Spiegelfotos in Foto- und Bildbänden!

Optik – Licht und Bild

Raum und Spiegelraum

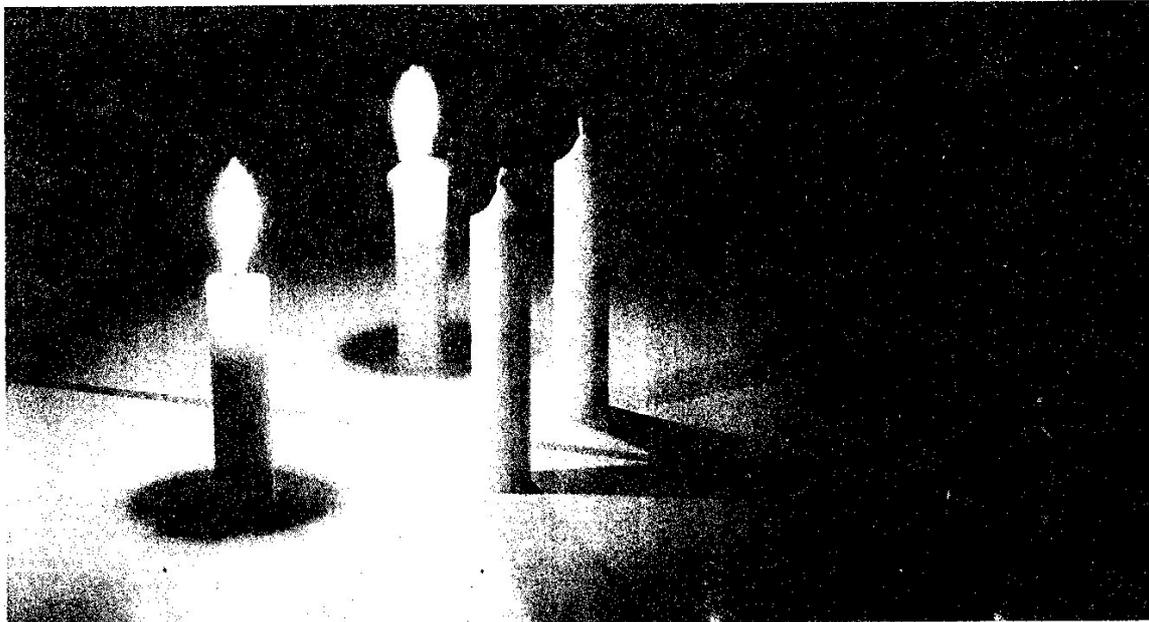


Bild 1

Bild 1 zeigt einen Versuch, der verdeutlicht, was am **ebenen Spiegel** geschieht. Alles, was sich im Raum vor dem Spiegel befindet, wiederholt sich in gleichen Größen- und Abstandsverhältnissen im „Spiegelraum“. Aber mehr noch: Es werden Licht- und Schattenbündel nach vorne geworfen, die sich ohne Spiegel nach hinten fortgesetzt hätten. Hinter der Spiegelfläche werden sie scheinbar durch ihr Spiegelbild ersetzt. Die Kerze im Spiegelraum wirft einen Schatten des Gegenstandes im Spiegelraum. Dieser Schatten setzt sich in den Raum vor dem Spiegel fort.

Raum und Spiegelraum verhalten sich optisch gleichartig. Zeichnet man alle Schattenbündel von oben gesehen auf, so wird deutlich, daß Raum und Spiegelraum völlig gleich erscheinen (Bild 2).

Versuch 1: Baue die Versuchsanordnung in Bild 1 auf. Verändere die Position von Lichtquelle und schattenwerfendem Gegenstand. Warum ist an einer Stelle ein Kernschatten? Wie ist die Sicht auf die beiden Lichtquellen von dort? Verdecke den Spiegel zeitweise mit einer weißen Pappe. Beobachte die Veränderungen der Schattenbündel.

Was du am ebenen Spiegel gesehen hast, läßt sich folgendermaßen zusammenfassen:

Greifen und betasten lassen sich nur die Dinge im Raum vor dem Spiegel, hier befinden sich **Tastdinge**.

Die **Sehdinge** in Raum und Spiegelraum sind gleich, sie sind optisch nicht unterscheidbar.

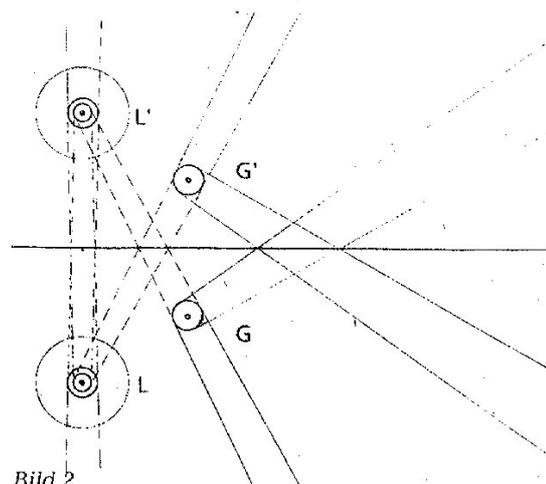


Bild 2

Reflexion des Lichtes



Versuch 2: Zwei ebene Spiegel werden an einer Kante wie ein Scharnier zusammengefügt (z. B. mit Hilfe von Klebestreifen). Je größer die Spiegel, um so besser, aber es geht auch schon mit Taschenspiegeln.

Zunächst bilden beide Spiegel eine Ebene (wie ein ebener Spiegel) (Winkel von 180 Grad; Bild 3a).

Indem du nun die beiden Spiegel zueinander kippst, entsteht eine Verdoppelung des eigenen Spiegelbildes (Bild 3b).

Bei einem Winkel von 120 Grad erscheint hinter der Kante ein dritter Spiegel. Bei genau 90 Grad entsteht in der Mitte ein „seitenrichtiges“ Spiegelbild deines Kopfes (Bild 3c).

Kämme dich einmal vor diesem Spiegel! Klappe weiter zusammen und beobachte die Spiegelbilder (Bild 3d). Zähle sie!

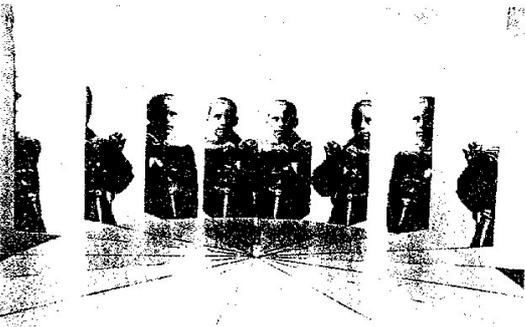
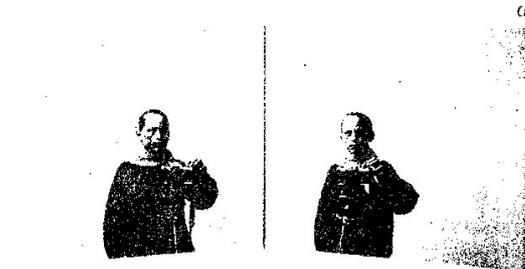


Bild 3: Klappspiegel.

Versuch 3: Stelle dich so zwischen zwei Spiegel, daß du möglichst viele Spiegelungen im Spiegel sehen kannst. Es scheint so, als blicke man in einen unendlichen Raum (Bild 4).



Bild 4: Blick ins „Unendliche“.

Aufgabe

Achte auf Spiegel zu Hause oder anderswo, beobachte, wie sie auf dich wirken und wie sie angeordnet sind.

5. Probleme der empirischen Lernforschung mit fachdidaktischer Relevanz

Lernforschung spielte in den Naturwissenschaftsdidaktiken der letzten Jahre international eine zunehmend wichtigere Rolle. Relevanz-, Akzeptanz- und Effektivitätsprobleme insbesondere des Chemie- und Physikunterrichts führten zu häufig in Kooperation zwischen

Psychologen, Pädagogen und Fachdidaktikern angelegten Studien in großer Zahl (Duit/Pfundt 1991). Die Selbstfindung der Fachdidaktiken als eigenständige Forschungsdisziplinen fand vorrangig in diesem Felde statt. In den siebziger Jahren hatten hingegen noch curriculare Wirkungsstudien im Mittelpunkt gestanden (Mikelskis 1980). In den achtziger Jahren nunmehr wurde die Schülervorstellungsforschung, unter besonderer Berücksichtigung des Verhältnisses von „Alltagstheorien“ und „Wissenschaftlichen Theorien“, vorangebracht. War zunächst das Erkenntnisinteresse relativ homogen auf die Aufdeckung und Überwindung von Lernschwierigkeiten ausgerichtet, differenzierten sich Gegenstände und Methoden sehr rasch. So läßt sich der derzeitige begriffliche Forschungsstand in seiner Vielfalt etwa folgendermaßen angeben:

Begrifflichkeitsvielfalt fachdidaktischer Lernforschung Vorstellungen

Kognitiver Aspekt geistiger Entwürfe der umgebenden Welt (Schülervorstellungen, Alltagsvorstellungen) Präkonzepte

Vor dem Unterricht vorhandene Konzepte (i.d.R. synonym zu Vorstellungen)

Vorverständnis

Gesamthaltung des Lernenden: Vorstellungen, Einstellungen, Interessen

Misconceptions („Falsche Vorstellungen“)

Vorunterrichtliche Vorstellungen in Relation zu „wissenschaftlichen Vorstellungen“

Alternative framework

Eigenwert vorunterrichtlicher Vorstellungen („Es gibt keine falschen Vorstellungen“)

Schema, script, frame

Termini aus der Kognitionspsychologie

Zur Evaluation von inszenierten Gelegenheiten des Naturverstehens müßten die vielfältigen Forschungserfahrungen insofern adaptiert werden, als nunmehr komplexere Situationen betrachtet werden sollen. In deren Untersuchung scheinen mir methodische Mischformen aus Fragebogen, Interview und Beobachtung vorteilhaft. Deren jeweils differenzierte, kombinierte Entwicklung könnte empirische Lernforschung vorantreiben.

Mehrfachwahlantwort

Fragebogen teilstrukturiert

freie Antwortformen

standardisiert

Interview halboffen

offen

„klinisch“

freies Protokoll

Beobachtung strukturierter Beobachtungsbogen

Videomitschnitt

Als mögliche Untersuchungspopulationen lassen sich jeweils 12er-Gruppen von 6-, 9-, 12-, 15- und 18-jährigen Schülerinnen Schülern vorstellen, die eine gestreute Interessenlage und Leistungsbereitschaft aufweisen. Dabei soll weniger die große Zahl oder die Repräsentativität als vielmehr eine individuelle Detailanalyse im Vordergrund stehen. Als thematische Untersuchungsfelder ließen sich etwa folgende 12 Inhaltsbereiche aus dem Physikunterricht festlegen. Sie entstammen vier unterschiedlichen Gebieten, und in der Regel sind sie von eher grundlegendem Charakter:

Schatten

Spiegel

Farben

Beschleunigung	Trägheit	Kraft
Temperatur	Wärme	k-Wert
Stromkreis	Ohmsche Regel	Induktion

Nehmen wir exemplarisch die Gruppe der 12-jährigen und untersuchen sie zum Thema „Spiegel“. Auf der Grundlage der in der Literatur (Duit/Pfundt 1991) vorfindbaren Vorstellungen und Theorien, wären durch Fragebogen und Interviews Hypothesen zum Schülervorverständnis zu prüfen. Dabei ginge es u.a. um:

- Spiegelungsphänomene in der Natur,
- Reflexionsgesetz am Planspiegel,
- reelles - virtuelles Bild,
- 90°-Spiegel, Kaleidoskop, Unendlichkeitsspiegelungen,
- Hohl-Wölbspiegel-Erfahrungen,
- Gesetzmäßigkeiten bei Hohl-Wölbspiegeln,
- Spiegel in technischen Anwendungen,
- Spiegel aus historischer Sicht.

Nun könnte man drei Vierergruppen von jeweils etwa gleicher Leistungsfähigkeit in eine jeweils spezifisch inszenierte „Gelegenheit des Naturverstehens“ versetzen. Durch intensive Beobachtung, sowie Bild- und Tonmitschnitt zwecks späterer Detailanalyse, wären gesicherte Erkenntnisse über die Lernprozesse und deren fachdidaktische Initiierung zu erhoffen.

Drei solche Spiegel-Gelegenheiten seien idealtypisch, ohne Anspruch auf Vollständigkeit skizziert:

- | | |
|---|---|
| A | Naturphänomenstudio
Wasserflächen
Spiegelungsfotos aller Art
Texte zu Spiegelphänomenen
Vorschläge für Versuche
Lampen, Kerzen etc.
Bibliothek |
| B | Optiklaboratorium
Optische Bänke
Schul- und Lehrgeräte zur Reflexion
Geräte- und Versuchskarten
Experimentieranleitungen
Schulbücher |
| C | Spiegelwerkstatt
Spiegel aller Größen und Formen
Spiegelfolien aller Art
Grundmaterialien zum Bau
Werkzeuge aller Art
Baupläne für „Spiegelgeräte“
Handbücher |

Vor Durchführung einer derart skizzierten Studie zum Physiklernen bzw. zur Evaluation von inszenierten Gelegenheiten des Naturverstehens müßten alle Teilaspekte im Hinblick auf die speziellen Zielsetzungen detailliert ausgearbeitet werden.

Bei aller Akribie im Detail, bei allem lernpsychologischen Forscherdrang, bei aller Hoffnung auf empirische Erkenntnisse soll zum Schluß Max Plancks nachdenklich formulierte Forderung an Schule nicht vergessen und als Leitmotiv für die weitere Arbeit empfohlen werden:

„Es kommt weniger darauf an, was in der Schule gelernt wird, als darauf, wie gelernt wird. Ein einziger mathematischer Satz, der von einem Schüler wirklich verstanden wird, besitzt für ihn mehr Wert als zehn Formeln, die er auswendig gelernt hat und die er auch vorschriftsmäßig anzuwenden weiß, ohne aber ihren eigentlichen Sinn zu verstehen. Denn die Schule soll nicht fachmäßige Routine vermitteln sondern folgerichtiges, methodisches Denken.“

Physikunterricht ist neben dem fachlichen Vermittlungsanspruch vor allem eben Menschenbildung (Mikelskis 1992) - Bildung von Menschen zur Gestaltung unserer aller Zukunft.

Literatur

- Duit, R./Pfundt, H.: Bibliographie Alltagsvorstellung und naturwissenschaftlicher Unterricht Kiel (IPN 1991)
- Duit, R./Häußler, P./Mikelskis, H./Westphal, W.: Physik - um die Welt zu begreifen. Schulbuch Kl. 7-8. Frankfurt/M./Bücherei (Diesterweg/Konkordia) 1994
- Von Hentig, H.: Die Schule neu denken. München (Hanser) 1993
- Hund, F.: Geschichte der physikalischen Begriffe. Bibliographisches Institut Mannheim 1972, S.11
- Lompscher, J.: Aneignungsweisen und Lehrstrategien. In: Empirische Pädagogik 1991, 5(3), 211 - 228
- Marx, K.: MEW, Ergänzungsband 1, S.61
- Meyer, H.: Unterrichtsmethoden Bd. I u. II, Frankfurt/M. (Cornelsen) 1987
- Mikelskis, H.: Schulerprobung der Unterrichtseinheit „Energieversorgung durch Kernkraftwerke“ PN-Arbeitsbericht 40, Kiel 1980
- Mikelskis, H.: Didaktiken der Physik - Synopse und Kritik. Bad Salzdetfurth/Hildesheim (didaktischer dienst franzbecker) 1982
- Mikelskis, H.: Physiklernen heißt: Brücken schlagen zwischen toten Zahlen und sinnlichem Dasein. In: P. Häußler (Hrsg.): Physikunterricht und Menschenbildung. IPN Kiel 1992, S. 209-222
- Müller, A.M.K.: Die Grundlagenkrise der Wissenschaften als Herausforderung für neue Formen der Wahrnehmung. In: O.Schatz (Hrsg.): Brauchen wir eine andere Wissenschaft? Graz/Wien/Köln (Styria) 1981
- Schweizer, H.R./Wildermuth, A.: Die Entdeckung der Phänomene. Basel/Stuttgart (Schwabe) 1981
- Wagenschein, M.: Die Pädagogische Dimension der Physik. Braunschweig (Westermann) 1962, S.130
- Wagenschein, M.: Rettet die Phänomene In: Erinnerungen für Morgen Weinheim/Basel (Beitz) 1983