

## **Kriterien eines „mädchengerechten“ Unterrichts**

Walter Herzog

Es sind verschiedene Massnahmen zugunsten einer besseren Beteiligung von Mädchen im Physikunterricht denkbar. Auf der *organisatorischen* Ebene kann die zeitweilige oder totale Aufhebung der koedukativen Unterrichtsform, d.h. die (teilweise) Rückkehr zu seeduziertem Unterricht eine solche Massnahme sein, ebenso die ausserunterrichtliche Förderung von Mädchen in Mädchentreffs, getrennt-geschlechtlichen Arbeitsgruppen o.ä. Eine Massnahme auf der Ebene der *Lehrmittel* ist die Gleichberücksichtigung und nicht-geschlechtsstereotype Darstellung von Frauen und Männern in Lehrbüchern. Auf der *Interessensebene* kommt die Berücksichtigung von „mädchenfreundlichen“ Inhalten (wie z.B. Optik und Akustik statt Mechanik und Elektrizität) als Massnahme in Frage. Auf der *psychologischen* Ebene können die Beachtung der spezifischen geschlechtsbezogenen Rollen- und Interaktionsstrukturen im Unterricht sowie der unterschiedlichen Attributionsstile von Mädchen und Knaben zu möglichen Massnahmen führen.

Im folgenden Kriterienkatalog eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts, den wir in unserem Projekt „Koedukation im Physikunterricht“ verwenden wollen, werden organisatorische Massnahmen ausgeklammert (jedenfalls soweit sie den üblichen Rahmen des koeduzierten Unterrichts übersteigen). Auch die blosser Anpassung an die thematischen Vorlieben von Mädchen wird als Massnahme nicht berücksichtigt. Der Akzent liegt auf didaktischen und psychologischen Massnahmen.

Der Kriterienkatalog wird auf einem Kontinuum dargelegt, das zwischen den Polen „sachbezogen“ auf der einen Seite und „personenbezogen“ auf der anderen Seite liegt. Man kann das Kontinuum als die Grundlinie des „didaktischen Dreiecks“ interpretieren, mit den Eckpunkten „Sache“ und „Schüler/in“. Die Lehrperson würde an der (hier nicht thematisierten) Spitze des Dreiecks stehen.

### ***1. Alltagserfahrungen von Knaben und Mädchen***

(a) Kinder entwickeln Ideen über ihre Welt, geben Wörtern Bedeutungen und verwenden Strategien, um Erklärungen für Sachverhalte zu gewinnen, lange bevor sie formellen Unterricht in Physik oder einer anderen Naturwissenschaft erhalten. Der Unterricht muss darauf Rücksicht nehmen.

Es geht hier um ein didaktisches Moment, das zunächst keine geschlechtsbezogenen Implikationen hat. Mädchen *und* Knaben kommen mit alltäglichen („protophysikalischen“) Vorstellungen, die den Aufbau eines physikalischen Wirklichkeitsverständnisses behindern können, in den Unterricht. Deshalb ist die Thematisierung und Reflexion der alltäglichen Intuitionen physikalischer Phänomene nicht nur auf seiten der Schülerinnen, sondern auch auf seiten der Schüler eine wichtige Voraussetzung für einen erfolgreichen (Physik-)Unterricht. Dabei ist die Differenz von Alltagswelt und wissenschaftlicher Welt nicht nur als Einstiegsproblem zu beachten, sondern als ein Hindernis, das ein angemessenes Verständnis der wissenschaftlichen Physik erschweren kann, permanent im Auge zu behalten. Verschiedene Untersuchungen zeigen mittlerweile, dass vorwissenschaftliche Weltbilder und Denkformen bei Schülerinnen und Schülern selbst dann überleben können, wenn sie formellen Unterricht (in Mathematik, Physik, Biologie etc.) hatten.

Die Gründe für die Resistenz von Alltagsvorstellungen physikalischer Phänomene gegenüber deren wissenschaftlichen Behandlung sind vielfältig, liegen aber zum Teil darin, dass intuitive Weltbilder aufgrund unserer körperlichen Verfassung im Alltag immer wieder bestätigt werden, während wissenschaftliche Konzepte geradezu gegen solche Alltagsintuitionen erkämpft werden müssen. Wenn wir die Newtonsche Mechanik als Beispiel nehmen, dann werden dabei zwei Annahmen getroffen, von denen zumindest die eine nicht intuitiv ist. Der Trägheitssatz, wonach jedes bewegte Objekt einer Geraden folgt, solange es nicht durch eine äussere Kraft davon abgelenkt wird, mag als Annahme auch intuitiv plausibel sein. Die Voraussetzung, dass es keinen ausgezeichneten Zustand für einen Körper gibt, ist jedoch intuitiv nicht plausibel. Newton ging davon aus, dass die Natur keine immanenten Ziele hat, dass es folglich auch keine teleologischen Bewegungen gibt, sondern Körper in dem Zustand verharren, in dem sie sich gerade befinden. Ruhe und (gleichförmige) Bewegung sind folglich gleichwertige „Zustände“.

Im Alltag gehen wir demgegenüber davon aus, dass der „natürliche“ Zustand eines Körpers die *Ruhe* ist. Wir denken teleologisch. Und dafür haben wir intuitive Gründe, die in unserer Wahrnehmung und in unserer Körperlichkeit liegen. Was wir alltäglich „sehen“, sind Objekte im Zustand der Ruhe. Der Zustand der Ruhe scheint uns gegenüber demjenigen der Bewegung ausgezeichnet, d.h. irgendwie bedeutsamer oder „natürlicher“ zu sein. Dadurch werden wir im Verständnis der Annahme der „Gleichberechtigung“ von Ruhe und Bewegung behindert. Im Alltag machen wir einen Unterschied zwischen Ruhe und Bewegung; in der Newtonschen Physik ist dieser Unterschied irrelevant.

Dabei werden wir bestärkt von der persönlichen Bedeutung, die Ruhe und Bewegung in unserem Leben haben. Menschliches Leben (Leben überhaupt)

spielt sich in der Dynamik von Bewegung und Ruhe, Spannung und Entspannung ab. Wir leben – wie andere Tiere auch – im Rahmen eines Wach-Schlaf-Rhythmus; wir kennen das eine immer nur als Gegensatz oder Alternative zum anderen. Wir können uns ein Leben oder *unser* Leben nicht ausschliesslich in Ruhe oder ausschliesslich in Bewegung vorstellen, auch wenn es Idealisierungen der einen oder anderen Art gibt (*vita activa* vs. *vita contemplativa*). Aktivität und Passivität, Bewegung und Ruhe, Spannung und Entspannung, Handeln und Reflexion bilden eine dialektische Einheit, die wir aus organischen (körperlichen) Gründen nicht auftrennen und auf eine Seite der Polarität reduzieren können. Dadurch entsteht ein Erkenntnishindernis gegenüber der Newtonschen Physik. Und wir reproduzieren es in unserem alltäglichen Leben immer wieder von neuem.

Die körperliche Basis unseres alltäglichen physikalischen Wissens ist praktisch unbewusst. Wir sind uns der Tatsache, dass unsere Existenz als Lebewesen unser Wissen über die dingliche Wirklichkeit bestimmt oder beeinflusst, nicht oder kaum bewusst. Das Newtonsche Weltbild ist gleichsam körperlos. Es verlangt von uns, unsere Körperlichkeit „einzuklammern“, die „Weisheit des Körpers“ zu ignorieren und etwas gleichzusetzen, was wir intuitiv nicht gleichsetzen, nämlich Ruhe und Bewegung. Kinder, die sich physikalische Phänomene intuitiv erklären können, sind u. U. wenig motiviert, andere Erklärungen zu hören. Es muss ihnen erst klar gemacht werden, dass ihre Alltagstheorien ungenügend oder falsch sind oder zur Erklärung nicht-alltäglicher Phänomene nicht ausreichen.

Als weiteres gilt es zu beachten, dass physikalische Gesetze unter idealen Bedingungen gelten. Wissenschaftler gliedern die Wirklichkeit nicht nur anders als Alltagsmenschen, sie verwenden auch abstraktere Konzepte, die die konkreten Phänomene oft übervereinfachen oder idealisieren. Gegenstand der physikalischen Erkenntnis ist nicht die sinnlich wahrnehmbare, sondern die (mathematisch) idealisierte Natur (freier Fall, Vakuum etc.). Ihre Beobachtung geht von bestimmten Prinzipien aus und orientiert sich in ihrem Verlauf an bestimmten Denkregeln. So gilt zum Beispiel, dass die reibungsfreie Bewegung als physikalisches Konzept nur dann verstanden werden kann, wenn die Grundprinzipien der Newtonschen Mechanik bereits bekannt sind. Der Rückgriff auf subjektive Erfahrungen der mechanischen Alltagswelt ist insofern keine Verständnishilfe, da reibungsfreie Bewegungen im Alltag gerade nicht beobachtet werden können.

Wissenschaftliches Denken ist im wesentlichen *Modelldenken*, d.h. ein Denken unter der Voraussetzung vereinfachter Annahmen über die Beschaffenheit von Wirklichkeit. Modelle sind immer nur partiell „wahr“. Sie repräsentieren Wirklichkeit unter einer bestimmten, selektiven Perspektive. Insofern kommt die Wirklichkeit in Modellen nur aspekthaft zu Gesicht. Und das Ler-

nen von Physik erfordert den Erwerb der jeweiligen Modellperspektive, unter der die Wirklichkeit auf eine bestimmte Weise (und nicht auf eine andere) erschlossen wird. Die Frage, die sich für den didaktischen Prozess im Physikunterricht stellt, ist, welche Vereinfachungen trifft die Physik, um zu *ihren* Erkenntnissen zu gelangen? Und inwiefern unterscheiden sich diese Vereinfachungen von der alltäglichen Wahrnehmung der dinglichen Wirklichkeit?

Beim Lehren von Physik ist in Rechnung zu stellen, dass das alltägliche Weltbild, mit dem die Schülerinnen und Schüler in den Unterricht kommen, weitgehend unthematisiert ist. Der Horizont, in dem Natur alltäglich begriffen wird, ist im allgemeinen nicht artikuliert und sprachlich nicht leicht zugänglich. Daraus erwachsen besondere methodische Aufgaben für die Aufarbeitung protophysikalischen Wissens. Das Weltbild und implizite Wissen, das Schülerinnen und Schüler von physikalischen Phänomenen haben, muss explizit gemacht werden, um deren Differenz zu wissenschaftlichen Konzepten deutlich zu machen oder in Relation zu setzen zu Konzepten, die früher in der Physik vertreten worden sind (z.B. von Aristoteles, Buridan). Die Aufarbeitung des alltäglichen physikalischen Wissens der Schülerinnen und Schüler kann so in Verknüpfung mit wissenschaftshistorischen Erkenntnissen erfolgen (vgl. Pt. 3). Um die Alltagsvorstellungen der Schülerinnen und Schüler zu erfassen, stehen kaum andere als sprachliche Mittel (eventuell auch zeichnerische) zur Verfügung (vgl. Pt. 5). Durch Gespräche mit Kindern (z.B. im Sinne der klinischen Interviewmethode Piagets) können Weltbilder und protophysikalische Wissensstrukturen aufgedeckt werden. Auch Diskussionen im Klassenverband können als Mittel eingesetzt werden. Ebenso ist an schriftliche Aufzeichnungen (eingeschlossen graphische Darstellungen oder Zeichnungen) zu denken.

Die genetische Seite des Wissenschaftslernens geht leicht verloren unter der Dominanz einer Wissenschaftsauffassung, die ergebnisorientiert ist und lediglich den neuesten Stand des Wissens für relevant hält. Wissenschaft wird präsentiert, wie sie in den einschlägigen Zeitschriften repräsentiert ist, d.h. als System von Sätzen, in denen die neuesten Erkenntnisse der Forschung zur Darstellung kommen. Dabei wird nicht nur das Lernen von Wissenschaft bzw. die Sozialisation in eine wissenschaftliche Gemeinschaft völlig ausgeklammert, es entsteht auch ein falsches Bild dessen, was Wissenschaft ist. Naturwissenschaft ist nicht einfach ein Konglomerat von Methode und Wissen, das bedingungslos im kulturellen Raum steht, sondern gebunden an gesellschaftliche, historische, epistemologische, ökonomische und psychologische Umstände, durch die diese spezifische Form des menschlichen Wissens getragen wird. Es ist nicht einfach die Wahrheit schlechthin, die im physikalischen Wissen verkörpert ist, sondern eine Wahrheit unter einer bestimmten Perspektive und mit einem zeitlichen Index.

(b) Es ist zu berücksichtigen, dass es Erfahrungsbereiche gibt, in denen die Diskrepanz zwischen Alltag und Wissenschaft *geschlechtsspezifisch* ausgeprägt ist. Die Vorerfahrungen, mit denen Mädchen und Knaben in den Physikunterricht kommen, sind *verschieden*. Mädchen haben nicht unbedingt ein geringeres Alltagsverständnis für physikalische Phänomene als Knaben. Jedoch machen sie andere Erfahrungen mit der materiellen Natur. Mädchen spielen im allgemeinen mit anderem Spielzeug als Knaben. Die bevorzugten Spielaktivitäten, die Lektürevorlieben und die Hobbies von Mädchen und Knaben führen zu unterschiedlichen praktischen Erfahrungen mit der physischen Wirklichkeit.

Knaben haben mehr Erfahrungen mit Basteln („tinkering“). Sie sind vertrauter mit Spielzeug wie Lego, Chemie- oder Elektrosets, Modellbaukästen und Luftgewehren als Mädchen; sie haben eher Erfahrungen mit Zapfenziehern, einem Hammer, dem Wechseln von Sicherungen, Rad- oder Batteriewechsel beim Auto als Mädchen; andererseits haben Mädchen mehr Erfahrungen mit Nadel und Faden, Nähmaschine, Stricken, Backen, Gärtnern, Pflege von Tieren, Sammeln von Steinen etc. Die Erfahrungsdifferenzen nehmen mit dem Alter eher zu als ab.

Eine Untersuchung in Grossbritannien über Hobbies und Freizeitaktivitäten bei 11-jährigen Kindern kam zu folgender Aussage: „The greatest differences in claimed ‚activity rates‘ emerged in favour of boys for the ‚tinkering‘ activities: making models, taking things apart, playing with electrical toys and so on. Significantly more girls, on the other hand, claimed ‚quite often‘ to cook, knit or sew, collect/look at wild flowers“ (Johnson 1987, p. 471). Knaben zeigten deutlich mehr Kenntnisse im Gebrauch von Kompass, Mikroskop, Stoppuhr, Federwaage, Lupe etc. Insgesamt gesehen, kommen Knaben mit mehr Erfahrungen mit mechanischen und Messgeräten, Elektrizität und Konstruktionsspielen in den Physikunterricht als Mädchen. Die letzteren machen weniger Erfahrungen mit mechanischem und technischem Spielzeug

Mädchen haben auch andere Leseinteressen und Vorlieben für Bücher als Knaben. Mädchen im pubertären Alter bevorzugen eher „romantische“ Literatur, während die (fiktionale) Lektüre von Knaben eher im Bereich von „science fiction“ liegt. Mädchen lesen im allgemeinen weniger Bücher über naturwissenschaftliche und technische Themen. In der Folge fallen die Bilder der materiellen Wirklichkeit von Mädchen und Jungen aufgrund unterschiedlicher Erfahrungen verschieden aus.

Mädchen machen aber auch *andere* Erfahrungen mit technischen Geräten als Knaben. Ihr Umgang mit technischen Geräten (z.B. Computer) ist (teilweise) anders als derjenige von Knaben. Es kann daher nicht davon ausgegangen werden, dass die Versuche der Lehrkraft, am Alltag oder an alltäglichen Phä-

nomenen anzuknüpfen, bei Mädchen in gleicher Weise erfolgreich sind wie bei Knaben. Vielmehr ist anzunehmen, dass die Erfahrungswelt und das Vorverständnis, das Mädchen in den naturwissenschaftlichen Unterricht bringen, anders beschaffen sind als bei den Knaben. Die Alltagserfahrungen bzw. die Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler mit physikalischen Phänomenen sind didaktisch eigens zu thematisieren. Auch wenn scheinbar nur nebenbei auf Alltagserfahrungen verwiesen wird – „jeder, der schon einmal in einen Transistorradio hineingeschaut hat, weiss ...“ –, wird eine Botschaft vermittelt mit dem Inhalt, dass im Physikunterricht von Dingen die Rede ist, die vor allem der Lebenswelt der Knaben entsprechen. Motivational kann dies bedeutsame Konsequenzen haben.

Schülerinnen und Schüler tragen unterschiedliche Erfahrungen in den Unterricht hinein. Wenn Lehrkräfte gewisse Erfahrungen für selbstverständlich erachten, um darauf eine Lektion aufzubauen, missachten sie unter Umständen das eine Geschlecht. Faktisch sind die Erfahrungen, auf denen der Physikunterricht aufbaut, eher bei Knaben als bei Mädchen gegeben.

Die Differenzen in den Vorerfahrungen von Knaben und Mädchen schlagen sich in unterschiedlichen *Interessen* nieder. Knaben interessieren sich mehr für Autos und Motoren, Mädchen mehr für Gesundheit, Ernährung und den menschlichen Körper. Es ist nicht abwegig, die z.T. starken Interessensdifferenzen von Schülerinnen und Schülern im Physikunterricht auf solche Differenzen im außerschulischen und vorschulischen Bereich zurückzuführen. „By the age of 11 years, boys already show a greater enthusiasm than girls for finding out ‚how things work‘. whereas girls are interested rather in the issues of health, ‚the human body‘ and aesthetic aspects of weather, colour and music“ (Johnson 1987, p. 468).

## *2. Alltags- und Fachsprache*

Als Wissenschaft hat die Physik eine differenzierte Fachsprache entwickelt, die sich von der Alltagssprache, in der über physikalische Phänomene gesprochen wird, unterscheidet. Die Begriffe des alltäglichen Umgangs mit der materiellen Wirklichkeit sind nicht unmittelbar in wissenschaftliche Begriffe übersetzbar. Das Lernen von Physik als Wissenschaft ist deshalb zugleich auch ein Lernen der Fachsprache der physikalischen Wissenschaft. Diese sprachliche Seite des Physiklernens kann unter Umständen mehr Schwierigkeiten machen als die rein fachliche Seite (wie sie unter Pt. 1 diskutiert wird). Begriffe, die auch im Alltag verwendet werden, müssen definiert werden und in ihrer wissenschaftlichen Bedeutung von der Alltagsbedeutung, die sie nach wie vor haben, unterschieden werden (z.B. „Arbeit“ oder „Leistung“). Begriffe, die neu sind (Neologismen), müssen sorgfältig eingeführt werden und in

ihrer Bedeutung so festgelegt werden, dass sie nicht an Alltagsbegriffe assimiliert werden.

Die Physik behandelt Wirklichkeitsbereiche als gleich, die wir im Alltag unterscheiden, d.h. ungleich behandeln. So gelten beispielsweise die Gesetze der Newtonschen Mechanik auf Erden genauso wie am Himmel. Dadurch wird eine Differenzierung, die wir im Alltag intuitiv vollziehen, indem wir Ereignisse am Himmel von Ereignissen auf Erden unterscheiden, hinfällig. Umgekehrt differenziert die Physik Phänomene, die wir im Alltag *nicht* unterscheiden, z.B. Gewicht und Masse. Das Lernen von Physik ist damit nicht einfach Lernen von etwas Neuem, sondern wesentlich auch Verlernen von Altem bzw. *Umlernen*: Es gilt, die dingliche Wirklichkeit anders wahrzunehmen, gewissermassen anders zu gruppieren, und für diese Umgruppierung der phänomenalen Wirklichkeit ist eine andere Sprache erforderlich, die sich von der Sprache des Alltags unterscheidet.

Zur Illustration wähle ich ein Beispiel aus der Biologie. Ein Grundbegriff der Evolutionstheorie ist derjenige der Anpassung. Anpassung meint das Gleichgewicht zwischen Variation und Selektion. Das heisst Anpassung ist immer relativ zu einer spezifischen Lebensform und deren Umwelt. Es gibt keine absolute oder permanente Anpassung. Trotzdem ist die Anpassung kein Prozess, sondern ein Zustand, wenn auch ein dynamischer („Fließgleichgewicht“). Der Begriff wird jedoch von Schülerinnen und Schülern zumeist völlig missverstanden, indem er an teleologische Vorstellungen von einem *Ziel* der Evolution assimiliert und damit prozessual verstanden wird.

Die Grundeinheit der Evolutionstheorie ist nicht das Lebewesen, sondern das Lebewesen-in-seiner-Umwelt. Lebewesen und Umwelt bilden ein System, das als ganzes evoluiert. Ein Lebewesen ist seiner Umwelt somit angepasst, dann überlebt es, oder nicht, dann stirbt es oder ist bereits (aus-)gestorben. Diese Vorstellung wird uns durch unsere Alltagssprache verbaut. In der Alltagssprache bedeutet „Anpassung“ tatsächlich einen Prozess. So stellen wir uns vor, Ausländerinnen und Ausländer hätten sich an unsere Lebensgewohnheiten „anzupassen“. Ein Zustand der Nicht-Anpassung soll in einen Zustand der Anpassung überführt werden. Wenn nun Schülerinnen und Schüler mit dieser Alltagssemantik den Biologieunterricht besuchen und von „Anpassung“ der Lebewesen hören (ohne dass der Begriff explizit geklärt wird), werden sie sich unvermeidlich ein falsches Bild machen, d.h. die Evolution als einen Prozess der Anpassung verstehen, ein Prozess, der ein Ziel hat, eben: die Anpassung des Lebewesens an die Umwelt. Damit ist zum vorneherein ein Hindernis errichtet, das die Evolutionstheorie nicht oder falsch (nämlich: teleologisch) verstehen lässt. Die Schülerinnen und Schüler müssen lernen, dass das Wort „Anpassung“ im alltäglichen und im wissenschaftlichen

Gebrauch zwei verschiedene Bedeutungen hat. Ohne diese „Sprachtherapie“ hat die Evolutionstheorie wenig Chancen, richtig verstanden zu werden.

Physikalische Beispiele, die mutatis mutandis für den Begriff der Anpassung stehen können, könnten die Wörter „Arbeit“, „Kraft“, „Leistung“ und „Strom“ abgeben, die im Alltag nicht in gleicher Weise verwendet werden wie in der Fachphysik. „Many definitions and categorizations that make concept[s] useful in science are in conflict with the everyday and common sense view of the same things“ (Fensham 1983, p. 8).

Die Fachsprache kann auch insofern Probleme machen, als sie mathematisch ist. Das Lesen einer Formel ist nicht dasselbe wie das Lesen eines Satzes. Formeln oder Symbole werden unter Umständen falsch verstanden, wenn sie wie Sätze von links nach rechts interpretiert werden, während sie in Wahrheit eine Symmetrie zum Ausdruck bringen und als ganzheitliche Darstellung begriffen werden müssen.

Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass die Unterrichtssprache des Physikunterrichts nicht mit der Fachsprache der Physik als wissenschaftlicher Disziplin zusammenfällt. Fachsprachliche Termini müssen eigens thematisiert und in ihrer Bedeutung sorgfältig eingeführt werden.

### *3. Kontextbezug der Inhalte*

Der Sozialisations- und Entwicklungsprozess von Knaben ist tendenziell auf Abgrenzung angelegt, während Mädchen in ihrer Entwicklung eher in Beziehungen eingebunden bleiben. Das Selbstgefühl der Knaben beruht stärker auf Distanzierung und Kontrolle, dasjenige der Mädchen auf Kommunikation und sozialer Integration. Mädchen haben daher mehr Probleme mit ihrer Individuation, was ihren Lern- und Denkstil beeinflusst.

Das Denken und Handeln von Mädchen ist stärker kontextbezogen als dasjenige von Knaben. Das gilt teilweise bereits für die Wahrnehmung: Mädchen erweisen sich als „feldabhängiger“ als Knaben, d.h. sie nehmen Phänomene und Ereignisse stärker kontextuell wahr, während Knaben eher „feldunabhängig“ sind, d.h. in ihrer Wahrnehmung weniger vom Kontext beeinflusst werden, in dem etwas geschieht. Das äussert sich etwa darin, dass Knaben leichter von Geräten und Maschinen *als solchen* fasziniert werden, während Mädchen eher an deren Anwendung oder sozialen Auswirkungen interessiert sind. Auch im Bereich der Moral scheinen Mädchen kontextuellen Bedingungen mehr Gewicht zu geben als Knaben. Sie berücksichtigen stärker situative Momente, während Knaben leichter von den partikularen Bedingungen einer Situation zu abstrahieren vermögen. Schliesslich scheint auch der sprachliche



Bereich in gleicher Weise zwischen den Geschlechtern unterschieden zu sein: Mädchen favorisieren einen Sprachstil, der mehr auf kontextuelle Umstände Rücksicht nimmt als Knaben.

Zusammengefasst ist das Denken und Urteilen von Mädchen weniger auf Abstraktion ausgerichtet als dasjenige der Knaben. Wobei dies kein kognitives Defizit ist, sondern ein Ergebnis der spezifischen Sozialisationsbedingungen, die bei Mädchen eher auf Beziehung ausgerichtet sind als auf Trennung. Der stärkere Kontextbezug der Mädchen ist insofern *motivational* zu verstehen und betrifft nicht deren (geringere) Kompetenz zu analytischem Denken.

Als didaktische Massnahme scheint die Kontextualisierung von Sachverhalten „mädchenfreundlicher“ zu sein. Wie Sjøberg und Imsen schreiben: „In general, girls are interested when the subject matter is placed in a context related to daily life or to society ...“ (Sjøberg & Imsen 1988, p. 230). Auch ästhetische und ethische Bezüge interessieren Mädchen.

Der Kontextbezug des Unterrichts kann z.B. dadurch realisiert werden, dass die Themen stärker „situier“, d.h. in (grössere) Zusammenhänge eingebettet werden. Das kann dadurch geschehen, dass ein Thema historisch situier wird, d.h. aus dem Kontext der Geschichte seiner Erforschung heraus dargestellt wird. Die Situierung kann auch durch Einbettung der Thematik in den Kontext seiner praktischen Nutzung (z.B. in der Medizin) erfolgen. Eine andere mögliche Kontextualisierung eines Unterrichtsthemas liegt in dessen Einbettung in alltägliche Handlungsfelder (z.B. alltägliche Gebrauchsgegenstände, Fahrzeuge, Geräte). Auch ein Bezug zu aktuellen sozialen Problemen (wie Risiken von Kernenergie, Verschmutzung der Umwelt etc.) kann einem abstrakten Unterrichtsthema einen konkreten Rahmen geben. Zu einem kontextsensitiven Unterricht können auch *interdisziplinäre* Bezüge gehören.

Insgesamt geben diese Möglichkeiten der Kontextualisierung den physikalischen Inhalten einen „menschlichen“ Bezug, d.h. sie zeigen, dass es die Physik nicht mit dem Gegenstand „Natur“ *als solchem* zu tun hat, sondern immer mit einem *Verhältnis, das Menschen* (zu bestimmten Zwecken oder aufgrund spezifischer Interessen) *mit der Natur eingehen*.

Die Kontextualisierung von Wissensinhalten scheint generell eine bessere Unterrichtsstrategie. Inhalte werden dann interessant, wenn sie in einen Kontext gestellt werden. Der pure wissenschaftliche Sachverhalt vermag dagegen die Schülerinnen und Schüler oft nicht zu faszinieren. Der Naturwissenschaftsunterricht funktioniert jedoch zumeist so: Das Fach wird wissenschaftsorientiert unterrichtet. Geht man davon aus, dass naturwissenschaftliches Wissen nicht nur relativ zur Fachdisziplin, sondern auch relativ zur Gesellschaft, zum Alltag und zur Berufswelt dargestellt werden kann, dann zeigt

sich in der schulischen Realität, dass diese pragmatischen Bezüge didaktisch selten genutzt werden, im Urteil von Bildungsexperten jedoch von grosser pädagogischer Bedeutung wären.

Die Kontextualisierung kann auch als Methode genutzt werden, um die unterschiedlichen Vorerfahrungen von Mädchen und Knaben mit physikalischen Themen (vgl. Pt. 1) zu unterlaufen. Der Einstieg über die Geschichte der Erforschung eines Phänomens ist insofern geschlechtsneutral, als Mädchen und Knaben von der Wissenschaftsgeschichte im allgemeinen gleich wenig wissen. Auch die Einbettung eines Themas in einen ästhetischen Kontext kann allfällige Unterschiede in den Vorerfahrungen von Mädchen und Knaben unterlaufen, z.B. die Behandlung gotischer Fenster im Mathematikunterricht. Mädchen bemängeln oft, dass ihnen der Alltagsbezug eines Themas nicht deutlich gemacht wird. Es scheint, dass für Jungen dieser Bezug offensichtlich ist oder durch eigene Anstrengung leicht hergestellt werden kann, während Mädchen dabei ausdrücklich geholfen werden muss. Der Königsweg der Naturwissenschaftsdidaktik könnte in der Anbindung eines wissenschaftlichen Inhalts an etwas anderes liegen, d.h. in der Kontextualisierung des naturwissenschaftlichen Wissens. Der Alltagsbezug für Mädchen liegt aber nicht darin, „Haushalt- und Küchenphysik“ zu betreiben und physikalische Gesetze am Beispiel von Staubsauger, Haartrockner, Dampfkochtopf und Kühlschrank zu illustrieren. Der Alltagsbezug darf nicht über stereotype Geschlechterbilder realisiert werden, sondern hat die konkreten, von adoleszenten Mädchen selbst artikulierten Erfahrungen zur Orientierung zu nehmen.

Die Kontextualisierung ist auch ein Anspruch, der an die Lehrmittel gestellt werden muss. Die Schulbücher zeigen Fächer wie Physik und Chemie im allgemeinen von ihrer rein wissenschaftlichen Seite her. Die Physik wird als Wissenschaft präsentiert, nicht als etwas, was Menschen tun und zu praktischen Zwecken verwenden, oder als etwas, das im Dienste des Menschen steht, auch nicht als etwas, was gesellschaftliche, historische und andere Bedingungen hat. Menschen kommen in Physiklehrbüchern kaum vor. Damit wird die männliche Haltung gegenüber dem Fach favorisiert: Wissenschaft handelt von Dingen, sie ist nicht eingebettet in (menschliche) Kontexte (vgl. Pt. 7).

#### ***4. Erweiterte Lehr- und Lernformen***

Der kognitive Stil hat Auswirkungen auf das Lernverhalten. Die stärkere Beziehungsorientierung der Mädchen erzeugt eine Tendenz nach Ausgleich und Versöhnung. Dadurch scheinen Mädchen behindert zu sein, wenn es darum geht, Altes zu überwinden und Neues zu lernen. Es gibt Hinweise, dass Mädchen mehr als Knaben versuchen, Widersprüchen zwischen altem und neuem

Wissen auszuweichen und an gewohnten Denkweisen festzuhalten Als didaktische Forderung ergibt sich, Mädchen „widerspruchsfreudlich“ zu stimmen. Das kann dadurch geschehen, dass man sie erfahren lässt, dass die Physik eine *mögliche* Art der Weltbegegnung ist. Andere Arten der Weltbegegnung (z.B. die alltägliche oder die literarische) stehen gleichwertig neben der naturwissenschaftlichen Art.

Möglicherweise sind Prinzipien des „autonomen Lernens“ für den Physikunterricht nur bedingt empfehlenswert, da sie eher Knaben als Mädchen ansprechen. Die geringere Autonomie im Lernen der Mädchen befördert unter Umständen das ängstliche Festhalten an Althergebrachtem – an den protowissenschaftlichen physikalischen Begriffen – und muss auf jeden Fall didaktisch bearbeitet werden. Das kann durch gezielte Vermittlung von Techniken autonomen Lernens geschehen. Es empfiehlt sich jedoch vor allem, methodisch mittels *Gruppenunterricht* zu arbeiten und dabei die Zusammensetzung der Gruppen bezüglich des Geschlechts zu kontrollieren. Gemischtgeschlechtliche Gruppenarbeit scheint nicht empfehlenswert zu sein, da sich dabei leicht Dominanzmuster und traditionelle Rollenstrukturen einspielen, die zulasten der Mädchen gehen. In Situationen, in denen Konkurrenz zwischen den Geschlechtern aufkommt, neigen Mädchen eher dazu, „klein beizugeben“. Knaben sollten auch nicht in Versuchung geführt werden, die Rolle des hilfreichen „Kavaliers“ zu spielen, da dadurch das Lernverhalten der Mädchen eher behindert als gefördert wird.

Der Kommunikationsstil von Mädchen ist auf Harmonie und Konfliktvermeidung bedacht. Dementsprechend ist der Lern- und Arbeitsstil von Mädchen eher kooperativ als kompetitiv. Mädchen bevorzugen es, beim Lernen zusammenzuarbeiten. Dem Abbau von Kompetitivität kann das häufigere Praktizieren von Gruppenunterricht entgegenkommen.

Das kann allerdings auch eine negative Seite haben, insofern reine Mädchengruppen dazu tendieren, auch falsche Ideen zu konservieren. Das Lernen wird dadurch behindert. Trotzdem sind in der hier zur Diskussion stehenden Altersgruppe (12- bis 15-Jährige) gemischtgeschlechtliche Arbeitsgruppen nicht empfehlenswert, gerade wegen des unterschiedlichen Kommunikationsstils von Knaben und Mädchen.

Mädchen scheinen für das Lösen mathematischer und naturwissenschaftlicher Aufgaben mehr Zeit zu benötigen als Knaben. Knaben gehen schneller an eine Aufgabe heran und probieren mehr aus, während Mädchen länger überlegen und versuchen, die Lösungsstruktur zuvor zu erkennen. Lässt man Mädchen mehr Zeit bei der Aufgabenbearbeitung, zeigt sich, dass sie in vielen Fällen ebenso gut abschneiden wie Knaben. Als didaktische Forderung ergibt sich, Mädchen bei der Lösung von schulischen Aufgaben mehr Zeit einzu-

räumen. Das kann auch darin bestehen, dass bei Unterrichtsgesprächen den Mädchen mehr Zeit eingeräumt wird, eine Frage zu beantworten, dass eine längere Pause eingeschaltet wird, bevor ein Mädchen aufgerufen wird, oder dass bei der Rückmeldung auf eine gegebene Antwort etwas länger gewartet wird. Es kann problematisch sein, wenn in Situationen, wo ein Mädchen eine Antwort nicht weiss, diese bei einem Knaben eingeholt wird, da dadurch den Mädchen zu verstehen gegeben wird, dass die Knaben kompetenter sind.

Bildungsprozesse lassen sich als Erfahrungsprozesse verstehen, die eine negative Struktur aufweisen: Man lernt aus den Fehlern, die man macht. Der Unterricht sollte daher ein Ort sein, wo Fehler gemacht werden dürfen. Fehler (der Schüler) haben auch für Lehrer eine positive Seite, insofern sie auf Verständnisprobleme aufmerksam machen und der Lehrperson Hinweise geben, wo eine Erklärung oder ein didaktischer Schritt wiederholt oder vertieft werden sollte. Fehlerfreundlichkeit kann auch als ein wesentliches Moment des Abbaus von Kompetitivität in einer Schulklasse verstanden werden.

Des weiteren wird empfohlen, Formen der Schüler selbstbeurteilung einzubeziehen. Diese können gezielt als Methoden der Selbstreflexion eingesetzt werden und zu einer Verbesserung des Leistungsselbstbildes von Mädchen führen (vgl. Pt. 6).

Weitere Massnahmen im Bereich der Lehr- und Lernformen sind denkbar. Deren Ziel müsste es sein, eine stärkere Aktivierung der Mädchen zu erreichen. Allerdings sollte in Rechnung gestellt werden, dass vermutlich nicht einfach alles, was heute unter „erweiterten Lehr- und Lernformen“ angepriesen wird, für den Physikunterricht von Nutzen ist. So ist es fraglich, ob Formen des „entdeckenden Lernens“ in einem Fach, bei dem die schlichte Entdeckung kaum eine Rolle spielt, da physikalisches Wissen durch eine Kombination von Theorie (Denken) und Experiment (Erfahrung) zustande kommt, sinnvoll eingesetzt werden können. Bereits die Objekte der klassischen Physik, vor allem aber diejenigen der Physik des 20. Jahrhunderts existieren zunächst ideal, nicht real. Man kann sie daher nicht in dem Sinn entdecken, wie Kolumbus Amerika entdecken konnte. In didaktischer Hinsicht ist daher die Methode des „entdeckenden Lernens“ problematisch, da Schülerinnen und Schüler nur in ausgewählten Kontexten Physik wirklich entdecken können. Eine grosse Zahl von naturwissenschaftlichen Ideen kann den Schülerinnen und Schülern nicht zur Entdeckung überlassen werden. „If children are to be led to an appreciation and some understanding of scientists' views of the world, then careful structuring of learning experiences are required“ (Osborne & Wittrock 1983, p. 500). Statt der freien „Entdeckung“ sollte der gelenkten Kommunikation im Physikunterricht mehr Bedeutung gegeben werden (vgl. Pt. 5).

### ***5. Kommunikation im Unterricht***

Die Kommunikation ist ein wesentliches Mittel, um die Alltagsvorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu erfassen (vgl. Pt. 1). Nur wenn intuitive (protophysikalische) Weltbilder und Erklärungsmuster sprachlich artikuliert werden, können sie der Lehrperson zugänglich und den Schülerinnen und Schülern bewusst werden.

Die Sprache ist aber auch ein Mittel der Argumentation. Wahrheit ist nicht (nur) in der Beziehung zwischen Aussage und Tatsache lokalisiert, sondern (auch) ein Moment des Diskurses in einer Gemeinschaft von Forschern (Menschen). Ein Physikunterricht, der den Schülerinnen und Schülern auch beibringen will, wie wissenschaftliche Erkenntnis tatsächlich gewonnen wird, hat die Methode der wissenschaftlichen Forschung unverkürzt zur Darstellung zu bringen. Dann aber darf sich der Unterricht nicht nur auf Erfahrung und Experiment ausrichten; er muss auch der argumentativen Auseinandersetzung im Gespräch Platz einräumen.

Mittel der Kommunikation braucht nicht nur die mündliche Rede zu sein. Es kann empfehlenswert sein, die Schülerinnen und Schüler ein „Lerntagebuch“ führen zu lassen oder in ausgewählten Unterrichtsphasen zu bestimmten Themen ausführliche schriftliche Darlegungen („Aufsätze“) machen zu lassen. Diese schriftlichen Dokumente können der Lehrperson wertvolle Hinweise auf intuitive oder persönliche Gedankengänge der Schülerinnen und Schüler geben. Sie sollen ausschliesslich in dieser Funktion verwendet werden und nicht etwa auf sprachliche Mängel hin korrigiert werden. Der Einsatz von essayartigen schriftlichen Berichten als Unterrichtsmethode scheint auch insofern begründet zu sein, als Mädchen freie Formen des Ausdrucks gegenüber standardisierten (wie z.B. Multiple-Choice-Tests) bevorzugen.

### ***6. Attributionsstil/Leistungsselbstbild***

Wir nähern uns dem personalen Pol unseres Kontinuums. Wie Fensham (1983) deutlich macht, bleibt in vielen naturwissenschaftsdidaktischen Konzepten der jüngeren Vergangenheit die Seite des Lernenden unthematisiert.

Menschen entwickeln nicht nur intuitive Vorstellungen von der externen Realität. Sie machen sich auch Vorstellungen von sich selbst. Solche Selbstbilder oder Selbsttheorien enthalten Aussagen darüber, wer ein Individuum ist, wie es ist, welchen sozialen Kategorien es zugehört, welcher Kultur, Sprachgemeinschaft, Nation etc. Auch das Geschlecht bildet eine solche zur Selbstidentifikation verwendete Grösse.

Ein in der Schule wesentliches Moment des eigenen Selbstbildes ist die Wahrnehmung der eigenen Leistungsfähigkeit und die Erklärung („Kausalattribution“) von Leistungen. Mädchen attribuieren schlechte Leistungen im Physikunterricht eher ihrer (vermeintlich) mangelnden Begabung, während Knaben eher ungenügende Anstrengung dafür anführen. Mädchen neigen dazu, für ihre Erfolge variable und für ihre Misserfolge stabile Faktoren (wie ungenügende Begabung) verantwortlich zu machen. Diese Tendenz ist in Fächern wie Mathematik und Naturwissenschaften besonders ausgeprägt. Mädchen haben folglich weniger Vertrauen in ihre Leistungsfähigkeit im Physikunterricht, obwohl sie – objektiv gesehen – leistungsmässig nicht schlechter abschneiden. Trotz gleich guter Noten wie Knaben, glauben sie nicht an ihre Fähigkeiten. Sie schätzen ihre Leistungen schlechter ein als sie objektiv bzw. im Vergleich mit den Knaben sind. Knaben zeigen auch bei gleichen schulischen Leistungen wie Mädchen höheren Selbstwert. Bei Misserfolg resignieren sie weniger schnell als Mädchen. Darin liegt ein weiteres wesentliches *motivationale* Problem von Mädchen im Physikunterricht.

Die Zurückführung („Attribuierung“) des Versagens auf stabile, unbeeinflussbare Faktoren wie mangelnde Begabung kann zu einem vergleichsweise geringen Niveau der Leistungsmotivation führen. Wenn Knaben ihr Versagen eher dem Zufall oder ungenügender Anstrengung zuschreiben, dann bleiben sie gewissermassen „Herr der Lage“, da sie sich das nächste Mal mehr anstrengen können. Die Attribution von Versagen an mangelnde Anstrengung bedeutet, dass die ungenügende Leistung durch vermehrten Einsatz der eigenen Kräfte überwunden werden kann. Wird das Leistungsdefizit jedoch als fehlende Begabung wahrgenommen, kann dagegen nichts unternommen werden. Die Folge sind Passivität und Desinteresse am Fach. Und dieser Mechanismus scheint bei Mädchen ausgeprägter zu sein als bei Knaben.

Die unterschiedlichen Attributionsstile von Knaben und Mädchen korrespondieren mit deren unterschiedlichen Rolle im Unterricht. Die vor- und ausser-schulisch entwickelten Persönlichkeitsstrukturen von Knaben und Mädchen stehen sowohl positiv wie negativ in Beziehung zur Wertstruktur der Schule. Mädchen sind eher bereit, sich den sozialen Normen und Vorgaben der Schule zu unterwerfen und sorgen dadurch für die soziale Integration der Klasse. Knaben sind „rebellisch“, wenig zur Anpassung bereit und versuchen zu dominieren. Die „Bravheit“ der Mädchen entspricht der Schüler/innenrolle im sozialen Bereich (Anpassung, Kommunalität). Die Dominanz und Aggressivität der Knaben entspricht der Schüler/innenrolle im Leistungsbereich (Individualität, Konkurrenz). Mädchen und Knaben erfüllen je andere Erwartungen an ein konformes Schüler/innenverhalten. Während die Schule in organisatorischer Hinsicht kooperatives Verhalten fordert, verlangt sie mit Blick auf den „Output“ des Bildungssystems (Allokation zu Leistungsgruppen) Kon-

kurrenz und Wettbewerb. Die Mädchen vermögen eher der ersten, die Knaben eher der zweiten Erwartung zu genügen. Notenmässig schlägt sich allerdings nur die zweite Leistung nieder: Der Beitrag der Mädchen zur sozialen Integration der Schulklasse findet im Schulzeugnis keine Anerkennung.

Schülerinnen und Schüler scheinen sich im Ausmass an Feedback, das sie auf intellektuelle Aspekte ihrer Arbeit erhalten, nicht zu unterscheiden. Jedoch bezieht sich das negative Feedback gegenüber Knaben – das grundsätzlich häufiger ist als gegenüber Mädchen – stärker als im Falle von Mädchen auf Verhaltens- und Disziplinprobleme, die zwar mit dem Leistungsverhalten verbunden sind, aber dieses nicht unmittelbar betreffen. Nahezu die Hälfte der Kritik, die Knaben für ihre Leistungen erhalten, hat nichts mit deren intellektueller Angemessenheit zu tun. Sie bezieht sich eher auf deren Form (Un-sorgfältigkeit, Flüchtigkeit, „Pfuschiere“ etc.) als auf deren Inhalt. Insofern können die Knaben die Reaktionen von Lehrpersonen auf ihre Leistungen leicht so interpretieren, dass nicht ihre Begabung zur Diskussion steht, sondern „irrelevante“ Aspekte ihres Leistungsverhaltens.

Anders als die Knaben werden die Mädchen (wohl weil sie ihrer prosozialen Einstellung wegen objektiv kaum Anlass dazu bieten) wenig kritisiert für undiszipliniertes Verhalten, so dass die Mehrheit des negativen Feedbacks, das sie erhalten, unmittelbar die intellektuelle Seite ihrer Leistungen betrifft. Lehrerkritik kann daher von den Mädchen weniger leicht beiseite geschoben und als irrelevant abgetan werden. Dazu kommt, dass die Mädchen von den Lehrpersonen im allgemeinen als motiviert wahrgenommen werden, so dass ihre Kritik auch nicht auf mangelnde Anstrengung abzielt, sondern direkt die Begabung der Mädchen trifft.

Des weiteren scheinen Mädchen das Wohlwollen, das ihnen die Lehrpersonen entgegenbringen, nicht für ein positives Selbstbild verwerten zu können, da sie es auf situativ Bedingungen (wie Zufall oder Glück) zurückführen. Ihre Schulerfolge werden somit nicht internal attribuiert, was unmittelbar ihre Erfolgserwartung betrifft, da ihnen Erfolge äusserlich verursacht scheinen. Mädchen entwickeln ein Selbstbild, das stark auf situative Bedingungen ausgerichtet ist, während das Selbstbild von Knaben stärker auf personale (internale), d.h. situativ invariante Faktoren bezogen ist.

Auch im Falle positiven Feedbacks unterscheiden sich Knaben und Mädchen. Knaben erhalten mehr positives Feedback, das gezielt deren Leistung betrifft, während das Feedback, das Mädchen erhalten, etwas diffuser ist und stärker ihrem Wohlverhalten gilt. Mädchen erhalten Zustimmung für Zurückhaltung und Passivität, für Ordentlichkeit und Anpassung. Damit wird die Tendenz der Mädchen verstärkt, die positive Haltung der Lehrperson nicht auf die eigene Leistungsfähigkeit, sondern auf ihre „Nettigkeit“ zu beziehen.

Es scheint auch, dass Knaben von Lehrpersonen eher als begabter für Naturwissenschaften wahrgenommen werden als Mädchen, wogegen die Mädchen eher als passiv und konformistisch gelten. Diese Tendenzen werden jedoch vom Elternhaus unterstützt. So gibt es Mädchen, die ihren mangelnden Erfolg in Mathematik und Physik der Tatsache zuschreiben, dass auch ihre Mütter in diesen Fächern keinen Erfolg hatten.

Die Untersuchungen zum Attributionsverhalten von Mädchen und Knaben zeigen, dass der bloße Erfolg nicht genügt, um eine stabile Motivation für Fächer wie Physik oder Chemie aufzubauen. Auch wenn der Unterricht so eingerichtet wird – was wünschenswert ist –, dass die Schülerinnen und Schüler Erfolgserlebnisse haben, kann nicht damit gerechnet werden, dass die Mädchen dadurch zu einem besseren Leistungselbstbild kommen. Erfolg allein genügt nicht. Es muss eine angemessene Interpretation (Kausalattribution) des Erfolgs dazukommen.

### ***7. Physikunterricht und Geschlechtsidentität***

Von dem spezifischen *Leistungselbstbild* von Mädchen und Knaben im Physikunterricht ist deren allgemeines Selbstbild und deren allgemeines Selbstvertrauen zu unterscheiden. Verschiedene Studien zeigen, dass Mädchen im Laufe der Schulzeit weniger Selbstvertrauen erwerben als Knaben. Die Erfahrungen auf der Sekundarstufe laufen auf eine Auseinanderentwicklung hinaus, bei der die Mädchen im Bereich des Selbstvertrauens schlechter abschneiden als die Knaben. Selbstwertprobleme stehen im Zusammenhang sowohl mit mangelhaften Schulleistungen als auch mit Marginalität in der Gleichaltrigengruppe. Mädchen haben das Gefühl, unwichtig zu sein, glauben, andere hielten sie für „überflüssig“, und möchten gerne anders sein als sie sich erleben.

In der Adoleszenz steht die Orientierung am Erwachsenenleben im Vordergrund. Die kognitive Entwicklung, die den Bereich des abstrakten und hypothetischen Denkens erschließt, schafft die Voraussetzung für die Erfahrung der Offenheit der Zeit (Zukunft). Das Bewusstsein, einem Raum von (zukünftigen) Möglichkeiten gegenüber zu stehen, bewirkt ein starkes relativistisches Denken bezüglich der eigenen Person. Die eigenen Identität schwankt zwischen Hypothese und Realität. Dadurch werden sowohl biographische Themen wie Fragen der geschlechtlichen und beruflichen Identität relevant. Erklärbar sind die Selbstwertdifferenzen zwischen Knaben und Mädchen in bezug auf kulturelle Muster von weiblicher und männlicher Identität, die für Knaben im allgemeinen vorteilhafter und attraktiver sind als für Mädchen. In der Adoleszenz setzen sich die Mädchen (und die Knaben) bewusst mit den kulturellen Vorbildern von Weiblichkeit (und Männlichkeit) auseinander. Ge-



schlechterfragen und Fragen der Geschlechterdifferenz kommen aufgrund von Entwicklungsbedingungen in der Adoleszenz hohe Prominenz zu und beeinflussen das Verhalten im Physikunterricht.

Sowohl die Suche nach der eigenen Geschlechtsrolle als auch die Öffnung der beruflichen Perspektive zwingen zur Auseinandersetzung mit Stereotypen des eigenen Geschlechts. Für Mädchen und Frauen entsteht dabei das Problem der Unvereinbarkeit der als männlich geltenden Karriere-, Berufs- und Leistungsorientierung mit dem traditionellen Bild von Weiblichkeit als Fürsorglichkeit, Verfügbarkeit und Familialität. Die Berufswahl erfolgt bei Mädchen und Frauen deutlich unter dem Einfluss der Frage nach der Vereinbarkeit von Familie und Beruf. Viele Frauen nehmen eine Unvereinbarkeit zwischen Wissenschaft und Familie wahr. Tatsächlich scheint für viele Frauen eine akademische Karriere nur unter Verzicht von Ehe und Kindern überhaupt möglich zu sein. Dass hier eine *Anpassung an die gesellschaftlichen Vorgaben* stattfindet, zeigt die Tatsache, dass sich die berufliche Orientierung von Frauen erst ab der siebten Schulklasse auf ein enges Spektrum einschränkt.

Die Geschlechterstereotype können zum Hindernis für gute schulische Leistungen der Mädchen im Physikunterricht werden. Denn auch die Physik erscheint als Merkmal eines männlichen Lebensentwurfs. Mädchen beurteilen die Physik als relevant für Berufe wie Automechaniker, Installateur oder Elektriker, Berufe, die klar als männlich wahrgenommen werden. Medizinische Berufe scheinen die einzigen Berufe zu sein, für die Mädchen und Knaben Physik gleichermassen als relevant betrachten.

Die Physik wird als komplex, begrifflich („conceptual“), objektbezogen und männlich wahrgenommen, und dies von Mädchen und Knaben gleichermassen. „Männlichkeit“ wird assoziiert mit Distanzierung, Kontrolle, Unterdrückung, Hierarchie und Beherrschung. Insbesondere feminine Mädchen nehmen Naturwissenschaften als männliche Domäne wahr, während androgyne und maskuline Mädchen leichter Zugang zu technischen Berufen finden. Es ist anzunehmen, dass der Geschlechterrollendruck in der Pubertät die Interessensentwicklung, die Motivation und die Identifikation mit einem Sachgegenstand besonders stark beeinflussen. Die Mädchen werden für die Fama von der technisch-naturwissenschaftlichen Inkompetenz der Frauen in dem Moment besonders anfällig, wo sie sich mit der Aufgabe konfrontiert sehen, eine geschlechtliche Identität als erwachsene Frau zu finden. Die Argumentation legt den Schluss nahe, dass Mädchen am Physikunterricht derart partizipieren, wie sie ihre Zukunft als erwachsene Mitglieder der Gesellschaft wahrnehmen.

Zur Wahrnehmung des Faches gehört auch das Bild, das sich die Schülerinnen und Schüler von der Person, die Physik betreibt oder unterrichtet, machen. In einer norwegischen Untersuchung erscheint dieses Bild geradezu als Gegenbild zum Verständnis, das Mädchen von sich selbst als geschlechtlichen Wesen haben. „When we compare [the] image of the physicist with the self-concept of girls and with their important priorities for choice of occupation, we see that the image of the physicist is nearly the negation of what girls value“ (Sjøberg & Imsen 1988, p. 240). Wobei sich die Wahrnehmung des „typischen“ Physiklers durch die Knaben kaum von derjenigen der Mädchen unterscheidet.

Gemäss Alison Kelly (1985) ist die wahrgenommene Maskulinität der Naturwissenschaften ein wesentlicher Faktor, der die Mädchen davon abhält, sich für die entsprechenden Schulfächer zu interessieren. Die Physik wird als Männerdomäne, ihr Wissenschaftscharakter als männlich wahrgenommen. Dies gilt allein schon zahlenmässig. Quantitativ gesehen bilden die Männer das Hauptpersonal der Naturwissenschaften. Die geringe Vertretung von Frauen in naturwissenschaftlichen und technischen Berufen wird von den Schülerinnen und Schülern wahrgenommen, und sei es nur im Rahmen der Schule und gemessen an der geringen Zahl weiblicher Naturwissenschaftslehrkräfte. Nach wie vor kommen auch in den Schulbüchern im wesentlichen Männer im Zusammenhang von Naturwissenschaft und Technik vor. Das biologische Geschlecht Mann dominiert wahrnehmungsmässig das Berufsfeld der Natur- und Ingenieurwissenschaften.

Wenn man Studien in Laborsituationen in Rechnung stellt, dann halten Männer das Terrain Physik in einem durchaus wörtlichen Sinn besetzt. Knaben gehen wie selbstverständlich davon aus, dass die Geräte, Apparaturen und Materialien für sie da sind, und erobern sich dementsprechend die Laborplätze, wodurch die Mädchen oft in die Situation geraten, den Knaben nur mehr assistieren oder bestenfalls die Protokolle schreiben zu können. Damit finden sie sich in der traditionell weiblichen Rolle der Sekretärin und Assistentin wieder, die zwar zuschauen und protokollieren, nicht aber selbst experimentieren darf. „One of the general principles of a patriarchal society – that males are more important than females – is acted out in the science classroom in a way which limits girls‘ opportunities to learn“ (Kelly 1985, p. 140). Es erweist sich daher nicht als empfehlenswert, Laborarbeiten „frei“ ausführen zu lassen, da der Freiraum von den Knaben zu ihren Gunsten genutzt wird. Die Geschlechterdynamik sollte gerade in solchen wenig strukturierten Situationen nicht sich selber überlassen werden.

Die Stereotypisierung des Geschlechts in der Adoleszenz „verführt“ die Knaben zu einem männlichen Gehabe, bestehend aus Rüpelhaftigkeit, Kraft- und Mutproben u.ä. Dazu kann die Laborsituation unter Umständen vielfältig ge-

nutzt werden. „Almost any piece of apparatus can be used or abused to demonstrate a boy's toughness ...“ (Kelly 1985, p. 139). Gewisse Apparate oder Experimente können tatsächlich gefährlich sein und dadurch die Knaben herausfordern oder faszinieren, jedoch die Mädchen eher abstossen oder ängstigen.

Kelly (1985) verweist auf ein subtiles, möglicherweise aber nicht unwesentliches Moment, das Mädchen den Zugang zum Physikunterricht hinderlich machen könnte. Entwicklungsbedingt sind adoleszente Mädchen stark mit ihrem Äusseren beschäftigt. Müssen sie nun aus Sicherheitsgründen – z.B. bei Laborarbeiten – ihr Haar knoten oder nach oben stecken, können sie dies als degradierend empfinden, was ihren Unwillen erweckt. Auch das Tragen von Sicherheitskleidung kann in diesem Sinne als störend, da das ästhetische Empfinden beeinträchtigend, wahrgenommen werden. Nicht dass solche Sicherheitsvorkehrungen objektiv diskriminierend wären, sie verlangen jedoch von den Mädchen mehr Anpassung an eine Situation, die sie sowieso schon als „unweiblich“ empfinden und vermindern dadurch zusätzlich ihr Interesse am Fach Physik.

Mädchen wollen Mädchen sein, d.h. dem weiblichen Geschlecht angehören and als Angehörige des weiblichen Geschlechts auch anerkannt werden. „To the girl it is crucial to be reassured that she is feminine“ (Sjøberg & Imsen 1988, p. 224). Dementsprechend ist es darum bemüht, die Regeln der weiblichen Kultur einzuhalten bzw. nicht zu verletzen. Das relativ geringe Interesse von Mädchen am naturwissenschaftlichen Unterricht ist in diesem Sinne als ein Moment der weiblichen Geschlechtskultur und der weiblichen Geschlechtsidentität zu sehen. Mädchen, die naturwissenschaftliche Interessen zeigen, müssen unter Umständen damit rechnen, von ihren Geschlechtsgenossen abgelehnt, sicher aber von den Knaben geschnitten zu werden, da es diese nicht gerne haben, wenn in „ihre“ Domänen eingedrungen wird.

Es scheint, dass der Physikunterricht besonderen „Aufforderungscharakter“ für die Inszenierung weiblicher und männlicher Geschlechtsrollen hat. Eine stark männliche Symbolik (Apparate, Geräte, Technik, Nimbus des Gefährlichen etc.) spricht eher die Knaben als die Mädchen an. Insofern das Stereotyp der Männlichkeit durch die Umstände der Unterrichtssituation gewissermaßen materialisiert wird, fühlen sich die Mädchen auf der symbolischen Ebene bedroht. Die biologische Geschlechterdifferenz kann auf diese Weise durch eine symbolische Kultur der Männlichkeit überhöht und überzeichnet werden. Eine Möglichkeit, den Physikunterricht „mädchenfreundlicher“ zu gestalten, könnte daher im Abbau der männlichen Symbolik liegen. Möglicherweise lassen sich die positiven Erfahrungen mit (zeitweise) seeduziertem Naturwissenschaftsunterricht auf ähnliche Weise erklären: sie liegen darin, dass bei geschlechtsgetrenntem Unterricht die männliche Symbolik reduziert ist, inso-

fern das andere Geschlecht abwesend oder nur in der Person des Lehrers anwesend ist.

Wenn die Physik als männlich *wahrgenommen* wird, dann ist dies nicht dasselbe, wie wenn sie als männlich erachtet wird. Es ist zu unterscheiden in die These, die Naturwissenschaften hätten ein männliches *Image*, und die These, sie *seien* männlich. Die radikale Frage, deren Diskussion allerdings ausserordentlich kontrovers geführt wird, ob die Physik selbst – in ihrer Methodologie – „weiblich“ gemacht werden müsste, um den Frauen zugänglich zu werden, wird hier nicht verfolgt. Die Perspektive wird auf die Frage eingegrenzt, wie den Mädchen der Zugang zur Physik, *wie sie aktuell besteht*, besser erschlossen werden kann.

Zu einem „mädchengerechten“ Physikunterricht gehört daher auch Hilfe und Unterstützung bei der Bewältigung der alterstypischen geschlechtsspezifischen Entwicklungsaufgaben von Knaben und Mädchen. Dazu gehören Aspekte der Berufswahlvorbereitung, z.B. die Auseinandersetzung mit Physik als einer Berufskarriere oder die Diskussion von Geschlechtsrollenklischees. Ganz wesentlich ist der Abbau des Vorurteils, Naturwissenschaften seien eine Männerdomäne. Die Entwicklungsaufgabe der Findung einer Geschlechtsidentität bringt die Schülerinnen in einen unlösbaren Konflikt, wenn sie bestimmte Fächer als männlich wahrnehmen. Frau zu werden und in Physik kompetent zu sein, widerspricht den Geschlechterstereotypen in unserer Gesellschaft. Erfolg kann bedeuten, die eigene Geschlechtsidentität als Frau zu verlieren. Schlecht zu sein in Physik, kann so bei Mädchen geradezu zur Bestätigung der eigenen Geschlechtsrolle werden. In der Abarbeitung dieses Konflikts liegt eine wichtige Aufgabe des Physikunterrichts. Die Auflösung des Stereotyps der Männlichkeit von Naturwissenschaften kann über eine wissenschafts- und erkenntnistheoretische Reflexion erfolgen (vgl. Pt. 3). Es gilt, das Image der Männlichkeit, das der Physik anhaftet, zu thematisieren, zu reflektieren und kritisch zu hinterfragen. Gibt es weibliche Vorbilder in den Bereichen Physik und Technik?

Bei all dem ist in Rechnung zu stellen, dass die Kategorie „Geschlecht“ nicht als biologische Grösse verstanden werden sollte. „Männlich“ und „weiblich“ sind kulturelle Muster, derer sich im Prinzip beide biologischen Geschlechter bedienen können, um eine Geschlechtsidentität aufzubauen. Es scheint auch, dass die unterschiedlichen Interaktionsmuster zwischen Lehrpersonen und Mädchen einerseits und Lehrpersonen und Knaben andererseits nicht pauschal auf die beiden biologischen Geschlechter beziehbar sind. Wie verschiedentlich schon festgestellt worden ist, sind es zumeist einzelne Knaben, die vermehrt Aufmerksamkeit erheischen, sei es, weil sie durch besonders gute Leistungen auffallen, sei es, weil sie die Lehrperson vor besondere Disziplin-

probleme stellen. Es ist daher notwendig, zwischen biologischem und psychologischem Geschlecht zu unterscheiden.

### *Literaturverzeichnis*

Fensham, Peter J.: A Research Base for New Objectives of Science Teaching, in: Science Education 1983 (67), p. 3-12.

Johnson, Sandra: Gender Differences in Science: Parallels in Interest, Experience and Performance, in: International Journal of Science Education 1987 (9), p. 467-481.

Kelly, Alison: The Construction of Masculine Science, in: British Journal of Sociology of Education 1985 (6), p. 132-154.

Osborne, Roger J. & Merrill C. Wittrock: Learning Science: A Generative Process, in: Science Education 1983 (67), p. 489-508.

Sjøberg, Svein & Gunn Imsen: Gender and Science Education I, in: Peter Fensham (ed.): Development and Dilemmas in Science Education. London: The Falmer Press 1988, p. 218-248.

© W. Herzog, 30.03.1995