

Motivation und naturwissenschaftliche Bildung

Kriterien eines „mädchengerechten“ koedukativen Unterrichts

Von Walter Herzog

„The answer is motivation.“
Robert J. Sternberg

In jüngster Zeit häufen sich Untersuchungen, die zeigen, daß vorwissenschaftliche Weltbilder und Denkformen bei Schülerinnen und Schülern selbst dann überleben, wenn sie formellen Unterricht in Mathematik, Physik, Biologie oder einer anderen Naturwissenschaft hatten.¹ Was Wagenschein aufgrund von anekdotischen Erfahrungen den Eindruck „... einer fast abenteuerlichen Hinfälligkeit der Kenntnisse“² vermittelte, wird heute von empirischen Studien bestätigt. Auch wenn dem naturwissenschaftlichen Unterricht in Hinsicht der *quantitativen* Leistungen von Schülerinnen und Schülern keine schlechten Noten erteilt werden können³, muß im Hinblick auf deren *Qualität* von einem zweifelhaften Erfolg gesprochen werden. Viele Jugendliche und junge Erwachsene verlassen unser Schulsystem nicht nur mit einer negativen Einstellung gegenüber den Naturwissenschaften, sondern auch mit einem falschen Verständnis naturwissenschaftlicher Tatsachen.

Besonders gravierend nimmt sich die Situation bei den Mädchen aus. Zwar sind Physik und Chemie auch bei den Jungen nicht gerade beliebte Fächer, jedoch finden sie vor allem bei den Mädchen wenig Anklang.⁴ Die geringe Beliebtheit der Naturwissenschaften bei den Mädchen ist keine Folge von *Begabungsunterschieden*, vermag doch die neuere Forschung im kognitiven Bereich kaum mehr Geschlechtsdifferenzen auszumachen.⁵ Dementsprechend zeigen in einer neueren amerikanischen Studie die Jungen in allen Begabungsgruppen mehr Interesse an Naturwissenschaften als die Mädchen.⁶ Die Geschlechtsdifferenzen sind nicht kognitiver, sondern *motivationaler* Art.

¹ Vgl. Gardner 1993; Herzog 1995.

² Wagenschein 1970b, S. 159.

³ Vgl. die Ergebnisse der IEA-Studien (International Association for the Evaluation of Educational Achievement), die seit den sechziger Jahren durchgeführt werden und den Leistungsstand von Schülerinnen und Schülern sowie Merkmale von Schule und Unterricht international vergleichend erheben.

⁴ Archer & Macrae 1991; Beerman, Heller & Menacher 1992, S. 18f.; Faulstich-Wieland 1991, S. 73–81; Hannover 1991, S. 170; Häußler & Hoffmann 1995; Hoffmann & Lehrke 1986; Klainin, Fensham & West 1989, S. 101f.; Kubli 1987, S. 100f.; von Martial 1987.

⁵ Beerman, Heller & Menacher 1992, S. 29ff.; Hagemann-White 1984; Maccoby 1990.

⁶ Simpson & Oliver 1990, S. 11.

Ist die schwache Beteiligung der Mädchen am Naturwissenschaftsunterricht motivational bedingt, dann muß von einer *Diskriminierung* der Mädchen im Bereich der naturwissenschaftlichen Bildung gesprochen werden. Wir stehen damit vor einem doppelten Problem. Nicht nur ist der naturwissenschaftliche Unterricht *generell* in seiner Qualität zu verbessern; er ist es vor allem im Hinblick auf die Situation der *Mädchen*. Die Lösung des zweiten Problems scheint jedoch auch die Lösung des ersten zu ermöglichen, denn – wie die oft zitierte Meinung von Wagenschein lautet – „... wenn man sich nach den Mädchen richtet, so ist es auch für die Jungen richtig; umgekehrt aber nicht“⁷. Ähnlich lautet das Urteil von Berg-Peer, wonach „... die Orientierung an den Bedürfnissen der Jungen die Mädchen benachteiligt, die Orientierung an den Bedürfnissen der Mädchen jedoch auch den Jungen nützt“⁸. Die Ansicht wird von einer holländischen Studie bestätigt: „... in making a curriculum more attractive to girls one need not be afraid of losing boys' interest“⁹.

Folgen wir dieser Überlegung, so empfehlen sich als Strategie zur Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts Innovationen zugunsten der Mädchen. Im folgenden wird ein Paket von Maßnahmen vorgeschlagen, das auf der Verbindung von *fachdidaktischen* Konzepten zum Naturwissenschaftsunterricht einerseits und von Ansprüchen an einen „mädchengerechten“ koedukativen Unterricht¹⁰, wie sie aus der *Frauen- und Geschlechterforschung* stammen¹¹, andererseits beruht. Die Maßnahmen werden auf einem Kontinuum dargelegt, das zwischen den Polen „sachbezogen“ und „personbezogen“ liegt.¹² Das Kontinuum kann als Grundlinie des „didaktischen Dreiecks“ interpretiert werden, mit den Eckpunkten „Sache“ und „Schüler/Schülerin“. Die Lehrperson steht an der (hier nicht explizit thematisierten) Spitze des Dreiecks.¹³

Von den Ausführungen wird erwartet, daß sie für den Naturwissenschaftsunterricht generell Gültigkeit haben. Es werden daher auch einige Beispiele aus dem Fachunterricht in Biologie und Mathematik diskutiert. Das Schwergewicht der

⁷ Wagenschein 1970a, S. 350. – An einer anderen Stelle heißt es: „Ich kenne kein sichereres Mittel, die Assimilation zu erreichen, als Knaben und Mädchen ... gemeinsam zu unterrichten und sich dabei nach den Mädchen zu richten. Dann wird es auch für die Jungen richtig“ (Wagenschein 1970a, S. 83 – Hervorhebung weggelassen).

⁸ Berg-Peer 1984, S. 191.

⁹ Jörg & Wubbels 1987, S. 306. Für zwei weitere empirische Belege vgl. Eccles 1989, S. 51, Anm. 1, und Häußler & Hoffmann 1995.

¹⁰ Ich setze „mädchengerecht“ in Anführungsstriche, weil ich – wie im Text erläutert – annehme, daß „mädchengerecht“ auch „jungengerecht“ heißt.

¹¹ Vgl. Herzog 1993.

¹² Das Maßnahmenpaket wird zur Zeit an der Universität Bern im Rahmen eines Projektes zur Koedukation im Physikunterricht verwendet, um in Zusammenarbeit mit Physiklehrkräften „mädchengerechte“ Unterrichtseinheiten zu entwickeln und zu erproben. Das Projekt wird unterstützt vom Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (Gesuch-Nr. 4035-39811).

¹³ Damit wird ersichtlich, daß zur Verbesserung des Naturwissenschaftsunterrichts im Hinblick auf die Mädchen auch Maßnahmen bei den Lehrpersonen getroffen werden können (z. B. Sensibilisierung, Weiterbildung, Supervision).

Argumentation liegt jedoch im Bereich der Physikdidaktik. Wie verschiedene Studien zeigen, sind die Interessensdifferenzen zwischen den Geschlechtern in Physik, Chemie und Informatik besonders stark ausgeprägt, in Mathematik etwas geringer, in Biologie kommen sie praktisch nicht vor.¹⁴

1 Physikalisches Alltagswissen

Kinder entwickeln Ideen über ihre Welt und verwenden Strategien, um Erklärungen für Sachverhalte zu gewinnen, lange bevor sie formell in Physik oder einer anderen Naturwissenschaft unterrichtet werden. Der Unterricht muß auf dieses Alltagswissen Rücksicht nehmen.¹⁵ Dabei spielen geschlechtsspezifische Unterschiede zunächst keine Rolle. Mädchen *und* Jungen kommen mit alltäglichen Vorstellungen in den Unterricht. Die Thematisierung und Reflexion von physikalischen Alltagsintuitionen ist bei beiden Geschlechtern eine wichtige Voraussetzung für einen erfolgreichen Physikunterricht.

Die Gründe für die Resistenz von Alltagsvorstellungen gegenüber der wissenschaftlichen Behandlung physikalischer Phänomene liegen zum Teil darin, daß unsere intuitiven Auffassungen aufgrund der Verfassung unserer Wahrnehmung und unseres Körpers immer wieder bestätigt werden, während wissenschaftliche Konzepte geradezu *gegen* unser Alltagswissen erkämpft werden müssen. So trifft beispielsweise die Newtonsche Mechanik zwei Annahmen, von denen zumindest die eine nicht ohne weiteres plausibel ist.¹⁶ Der Trägheitssatz, wonach jedes bewegte Objekt einer Geraden folgt, solange es nicht durch eine äußere Kraft abgelenkt wird, mag auch intuitiv einleuchtend sein. Die Voraussetzung, daß es keinen ausgezeichneten Zustand für einen Körper gibt, ist jedoch nicht naheliegend. Newton ging davon aus, daß die Natur keine immanenten Ziele hat, daß es folglich auch keine teleologischen Bewegungen gibt. Physikalische Körper verharren in dem Zustand, in dem sie sich gerade befinden, heiße der Zustand Ruhe oder gleichförmige Bewegung.

In unserem Alltag gehen wir demgegenüber davon aus, daß der natürliche Zustand eines Körpers die Ruhe ist. Bewegungen nehmen wir als *Ereignisse* wahr, d. h. als vorübergehende Abweichungen vom Zustand der Bewegungslosigkeit. Selbst biologische Prozesse imponieren uns kaum als Veränderungen, da sie in einem Zeithorizont erfolgen, der die Identität gegenüber der Differenz akzentuiert. Und dort, wo wir auf permanente Bewegungen stoßen, neigen wir dazu, diese sprachlich zu verdinglichen: der Fluß fließt, der Wind weht, das Feuer brennt – als verberge sich hinter jeder Bewegung etwas Unbewegliches. Ruhe und Unveränderlichkeit scheinen uns bedeutsamer zu sein als Bewegung

¹⁴ Faulstich-Wieland 1991, S. 73ff.; Schiersmann 1978; Sjøberg & Imsen 1988; Weinburgh 1995.

¹⁵ Fensham 1983; Gardner 1993; Herzog 1995; Osborne & Wittrock 1983.

¹⁶ Vgl. McCloskey 1983.

und Veränderung.¹⁷ Dadurch werden wir im Verständnis der Newtonschen Mechanik behindert.

Die Hindernisse in der Wahrnehmung werden unterstützt von der persönlichen Bedeutung, die Ruhe und Bewegung in unserem Leben haben. Menschliches Leben – Leben überhaupt – spielt sich in der Dynamik von Spannung und Entspannung ab. Wir leben – wie andere Lebewesen auch – im Rahmen eines Wach-Schlaf-Rhythmus', so daß wir das eine immer nur als Gegensatz des anderen kennen. Wir können uns ein Leben oder *unser* Leben nicht ausschließlich in Ruhe oder Bewegung vorstellen, auch wenn es Idealisierungen des einen und des anderen gibt (vita activa vs. vita contemplativa). Aktivität und Passivität, Bewegung und Ruhe, Handlung und Reflexion bilden eine dialektische Einheit, die wir aus organischen Gründen nicht aufzutrennen vermögen. Im Alltag denken wir teleologisch: das eine (Bewegung) strebt natürlicherweise zum anderen (Ruhe). Auch von diesem Erkenntnishindernis gegenüber der Newtonschen Physik können wir uns nicht leicht befreien, da wir es als Lebewesen immer wieder neu reproduzieren.

Die körperliche Basis unseres protophysikalischen Wissens ist uns kaum bewußt. Osborne (1984) nennt die intuitive Alltagsphysik sehr treffend eine „Dynamik aus dem Bauch“ („gut dynamics“). „Examples for gut dynamics for many people would include, heavy things fall fastest, things need a push to get them going, you have to keep pushing to keep things moving, rubbing causes to heat up and wear out.“¹⁸ Anders als die Physik aus dem Bauch, verlangt die Physik Newtons, die „Weisheit des Körpers“ zu mißachten und Differenzierungen, die wir intuitiv treffen, zu ignorieren. Kinder, die sich physikalische Phänomene „aus dem Bauch“ erklären können, haben vielleicht wenig Interesse an anderen Erklärungen. Es muß ihnen erst klar gemacht werden, daß ihre Alltagstheorien ungenügend oder falsch oder zur Erklärung nicht-alltäglicher Phänomene nicht ausreichend sind.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler denken in *Modellen*.¹⁹ Sie denken unter der Voraussetzung vereinfachter Annahmen über die Beschaffenheit der Wirklichkeit nach. Sie nehmen die Wirklichkeit nicht nur anders wahr als Alltagsmenschen, sondern verwenden auch Kategorien, welche die konkreten Phänomene oft mißachten. Physikalische Gesetze gelten unter *idealen* Bedingungen. Gegenstand der physikalischen Erkenntnis ist nicht die sinnlich wahrnehmbare, sondern die mathematisch hypostasierte Natur (freier Fall, Vakuum, ideale Gase etc.). Wenn physikalische Gesetze unter idealen Bedingungen gelten, dann sind die Begriffe des alltäglichen Umgangs mit der materiellen Wirklichkeit nicht ohne weiteres in wissenschaftliche Begriffe übersetzbar (vgl. Abschnitt 2).

Aus dieser Überlegung folgt, daß ein „alltagsphysikalisches“ Vorgehen Gefahr läuft, „phänomenologische Urformen“ („phenomenological primitives“) zu evo-

¹⁷ Dem entspricht die jahrhundertealte Suche der abendländischen Philosophie nach dem Sein der Dinge.

¹⁸ Osborne 1984, S. 505.

¹⁹ Vgl. Stachowiak 1973.

zieren²⁰, die ein Verstehen der wissenschaftlichen Physik nicht erleichtern, sondern eher erschweren. Die Erläuterung physikalischer Sachverhalte durch alltägliche Phänomene ist solange von zweifelhaftem Wert, wie sie lebensweltliche Kategorien verfestigt und den Einblick in die Idealität der physikalischen Gesetze verhindert.²¹ So kann die reibungsfreie Bewegung als physikalisches Konzept nur dann verstanden werden, wenn die Grundprinzipien der Newtonschen Mechanik bereits bekannt sind. Der Rückgriff auf Erfahrungen der mechanischen Alltagswelt ist keine Verständnishilfe, da reibungsfreie Bewegungen im Alltag gerade nicht vorkommen.

Physiklernen ist wesentlich Umlernen, oder wie Redeker formuliert: „Physiklernen bedeutet ... zuerst und vor allem eine *Umwälzung im Vorverständnis* derart, daß ein physikalischer Verstehenshorizont fungiert, und zwar so, daß die aus alltäglichem Vorverständnis erfahrene Natur in der Art und Weise des mathematischen Entwurfes der Natur umgedeutet und gesehen wird – wie vage und ungefähr zunächst auch immer.“²² Physiklernen ist ein Wechsel des Weltbildes, der im Unterricht auf einer erkenntnistheoretischen Ebene reflektiert werden muß. Dieser Wechsel kann von den Schülerinnen und Schülern als Verlust an (alltäglicher) Wirklichkeit empfunden werden, was sich hemmend auf ihr Lernen auswirkt.

Das alltägliche Weltbild, mit dem Schülerinnen und Schüler in den Unterricht kommen, ist wenig artikuliert. Es muß explizit gemacht werden, damit seine erkenntnishemmende Seite deutlich wird. Für die Explikation der Alltagsvorstellungen von Schülerinnen und Schülern stehen im wesentlichen sprachliche Mittel zur Verfügung. Durch Gespräche mit Kindern lassen sich Weltbilder und protophysikalische Wissensbestände aufdecken.²³ Auch Diskussionen im Klassenverband können als Reflexionshilfen eingesetzt werden. Ebenso ist an schriftliche Auslassungen (eingeschlossen graphische Darstellungen oder Zeichnungen) zu denken (vgl. Abschnitt 5). Die Aufarbeitung des protowissenschaftlichen Wissens der Schülerinnen und Schüler ist ein wesentliches Instrument zur Verbesserung der Qualität des Naturwissenschaftsunterrichts.

Gelten die bisherigen Ausführungen für Jungen *und* Mädchen, so gibt es Erfahrungsbereiche, bei denen der Bruch zwischen Alltag und Wissenschaft *geschlechtsspezifisch* ausgeprägt ist. Die Vorerfahrungen, mit denen Mädchen in den Physikunterricht kommen, sind von denjenigen der Jungen *verschieden*. Das zeigen Untersuchungen zum Spielverhalten.²⁴ Jungen sind mit Spielzeug wie Lego, Chemie- oder Elektrosets, Modellbaukästen und Luftgewehren vertraut-

²⁰ Dieser Ausdruck stammt von diSessa 1983.

²¹ Von Aufschnaiter, Fischer & Schwedes 1992, S. 392.

²² Redeker 1984, S. 199.

²³ Vgl. Kubli 1981.

²⁴ Auch Spiele bestärken das oben diskutierte, körperliche Erkenntnishindernis gegenüber der Newtonschen Physik. Spiele finden in einem „Aktivierungszirkel“ statt (Heckhausen 1964) und reproduzieren damit die Ungleichartigkeit von Ruhe und Bewegung.

ter als Mädchen.²⁵ Sie machen 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, Pflanzen, Pflege von Tieren, Sammeln von Steinen etc.²⁶ Diese Differenzen nehmen mit dem Alter zu.

Eine Untersuchung in Großbritannien über Hobbys und Freizeitaktivitäten bei 11jährigen Kindern kommt 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.“²⁷ Jungen zeigten deutlich mehr Kenntnisse im Gebrauch von Kompaß, Mikroskop, Stoppuhr, Federwaage, Lupe und anderen Geräten. Insgesamt gesehen kommen Jungen mit mehr Erfahrungen mit mechanischen Geräten und Meßgeräten, Elektrizität und Konstruktionspielen in den Physikunterricht als Mädchen.

Mädchen machen nicht nur weniger, sondern auch andere Erfahrungen mit Geräten als Jungen. Ihr Umgang mit dem Computer beispielsweise unterscheidet sich von demjenigen der Jungen.²⁸ Mädchen lesen im allgemeinen auch weniger Bücher über naturwissenschaftliche und technische Themen und sehen weniger Fernsehsendungen über Wissenschaft und Technik. Aufgrund solcher unterschiedlichen Erfahrungen fallen die Konstruktionen der materiellen Wirklichkeit von Mädchen und Jungen verschieden aus.²⁹ Jungen lernen schon früh, wie man Dinge verändert und auseinandernimmt, während Mädchen eher lernen, Dinge zu pflegen und zu bewahren. Daraus können sich für Mädchen, die mit einem herkömmlichen Physikunterricht Vorlieb nehmen müssen, Probleme ergeben. „If the teaching of physical concepts utilizes everyday experiences and concepts that are familiar to boys and unfamiliar to girls, it will leave the foundation of girls‘ physical concepts unclear and narrow.“³⁰

Schülerinnen und Schüler tragen unterschiedliche Erfahrungen in den Unterricht. Wenn Lehrkräfte ihre Lektionen unbedacht auf Erfahrungen aufbauen, die sie für selbstverständlich halten, mißachten sie unter Umständen das eine Ge-

²⁵ Johnson 1987, S. 470f.; Staberg 1994, S. 38.

²⁶ Sjøberg & Imsen 1988, S. 226ff.

²⁷ Johnson 1987, S. 471.

²⁸ Vgl. Turkle 1986.

²⁹ Vgl. Kaiser 1987, 1992.

³⁰ Räsänen 1992, S. 88. – Auch die von Jungen favorisierten Sportspiele wie Fußball fördern möglicherweise deren naturwissenschaftliche Interessen. Das Fußballspiel beansprucht nicht nur Raum und ist insofern expansiv (ein Attribut männlichen Verhaltens), sondern läßt auch Raumerfahrungen machen und fördert insofern das räumliche Denken. Vergleichbares gilt für Videogames, die bei Jungen ebenfalls beliebter sind als bei Mädchen und das räumliche Denken ebenfalls fördern (Greenfield 1987, S. 108ff.). Interessanterweise verschwinden die Geschlechterdifferenzen im Bereich der räumlichen Fähigkeiten bei Mädchen, die angeben, „Jungenspiele“ zu bevorzugen, ebenso wie bei Athletinnen (Duru-Bellat 1994, S. 123).

schlecht. Auch wenn scheinbar nur nebenbei auf Alltagserfahrungen verwiesen wird – „wie jeder, der schon einmal in ein Transistorradio hineingeschaut hat, weiß ...“ –, wird eine Botschaft vermittelt mit dem Inhalt, daß im Naturwissenschaftsunterricht von Dingen die Rede ist, die der Lebenswelt der Jungen entstammen. Motivational kann dies bedeutsame Konsequenzen haben. Die Berücksichtigung des Erfahrungshintergrunds von Mädchen heißt im übrigen nicht, daß technische Geräte aus dem Physikunterricht verbannt werden müssen. Mädchen interessieren sich sehr wohl für Geräte, sofern sie damit *Erfahrungen* gemacht haben und sie ihnen vertraut sind.³¹ Ebenso interessieren sie sich für Geräte, die in typischen Frauenberufen eine Rolle spielen.

2 Alltags- und Fachsprache

Auch die zweite Maßnahme³² in unserem Reformpaket ist zunächst von allgemeiner Bedeutung und nicht auf das weibliche Geschlecht begrenzt. Für Mädchen und Jungen gilt, daß sich die Sprache der Schulfächer von der Alltagssprache unterscheidet. Wie im Fall der physikalischen Vorkenntnisse werden die Geschlechter vom Sprachproblem aber auch *unterschiedlich* betroffen.

Als Wissenschaft hat die Physik eine differenzierte Fachsprache entwickelt, die sich von der Alltagssprache, in der über physikalische Phänomene gesprochen wird, in wesentlicher Hinsicht unterscheidet. Die Begriffe des alltäglichen Umgangs mit der dinglichen Wirklichkeit sind nicht unmittelbar in wissenschaftliche Begriffe übersetzbar (vgl. Abschnitt 1). Das Lernen von Physik als Wissenschaft ist deshalb auch ein Lernen der Fachsprache der physikalischen Wissenschaft. Diese sprachliche Seite des Physiklernens kann unter Umständen mehr Schwierigkeiten machen als die rein fachliche.

Quantitativ gesehen, werden den Schülerinnen und Schülern im Physikunterricht der Sekundarstufe I etwa gleich viele Fachbegriffe zugemutet wie das Vokabular in einem Fremdsprachekurs auf dieser Stufe umfaßt.³³ Nimmt man den mathematischen Formalismus und die über hundert gängigen Symbole für physikalische Größen hinzu, so stellt bereits der *Wortschatz* der physikalischen Fachsprache eine gewaltige Herausforderung des Lernvermögens der Schülerinnen und Schüler dar. Dies um so mehr, als die Fachsprache im Physikunterricht kaum je als solche thematisiert wird.

Wie wir bereits festgestellt haben, strukturiert die Physik die Welt anders als wir dies im alltäglichen Umgang mit der dinglichen Natur tun. Sie behandelt Wirklichkeitsbereiche gleich, die wir im Alltag unterscheiden. So gelten die Gesetze der Newtonschen Mechanik auf Erden genauso wie am Himmel. Dadurch wird

³¹ Häußler & Hoffmann 1990, S. 14.

³² Ich verdanke einige wichtige Anregungen zur Fachsprache im Physikunterricht einer Seminararbeit von Ursula Frauchiger und Beat Schären.

³³ Brämer 1982, S. 28.

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 ein Lernen von Neuem, sondern auch ein Verlernen von Altem. Es gilt, die dingliche Wirklichkeit *anders* wahrzunehmen, gewissermaßen anders zu gruppieren, und für diese Umgruppierung der phänomenalen Wirklichkeit ist eine Sprache erforderlich, die sich von der Sprache des Alltags unterscheidet.

Das Problem der Fachsprache im naturwissenschaftlichen Unterricht kann nicht dadurch gelöst werden, daß weniger Neologismen („Fremdwörter“) gebraucht werden. Denn das Sprachproblem besteht zum Teil auch darin, daß die Naturwissenschaften alltägliche Begriffe verwenden, die im wissenschaftlichen Kontext eine andere Bedeutung erhalten.³⁴ Zur Illustration wähle ich ein Beispiel aus der Biologie. Ein Grundbegriff der Evolutionstheorie ist derjenige der Anpassung. Anpassung umschreibt das Gleichgewicht von Variation und Selektion.³⁵ Insofern ist Anpassung im wissenschaftlichen Kontext kein Prozeß, sondern ein *Zustand*, wenn auch ein dynamischer. Von den Schülerinnen und Schülern wird der Begriff Anpassung jedoch zumeist an teleologische Vorstellungen von einem *Ziel* der Evolution assimiliert und damit prozessual mißverstanden.³⁶ Lebewesen und ihre Umwelten bilden *Systeme*, die als ganze evoluierten.³⁷ Diese holistische Vorstellung wird durch die Alltagssprache verbaut. Denn im Alltag meint „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. Kommen Schülerinnen und Schüler mit dieser Alltagssemantik in den Biologieunterricht, machen sie sich (zunächst) ein falsches Bild von der Evolution des Lebens. Sie müssen lernen, daß die wissenschaftliche Bedeutung des Wortes Anpassung von seiner alltäglichen Bedeutung verschieden ist. Ohne diese sprachliche Klärung bestehen wenig Chancen, daß sie die Evolutionstheorie richtig verstehen.

Die Fachsprache einer Naturwissenschaft kann auch insofern Probleme machen, als sie mathematisch ist. Formeln oder Symbole werden unter Umständen falsch verstanden, wenn sie wie Sätze von links nach rechts gelesen werden, während sie in Wirklichkeit eine Symmetrie zum Ausdruck bringen. Eine Schwierigkeit des Lernens von Mathematik besteht auch in der Genauigkeit der Sprache. Die Alltagssprache ist oft unpräzise, mehrdeutig oder gar widersprüchlich. Wir kommen mit diesem Mangel an Eindeutigkeit im Alltag ganz gut zurecht. Anders in der Mathematik. Hier kann eine Ungenauigkeit im Ausdruck gravierende Konsequenzen haben. So hat beispielsweise das einfache Wort „ist“ im mathematischen

³⁴ Fensham 1983, S. 8.

³⁵ Vgl. Greenwood 1984.

³⁶ Gardner 1993, S. 200f.; Pedersen & Halldén 1994.

³⁷ Bateson 1985, S. 580ff.

Kontext mindestens vier verschiedene Bedeutungen. Es kann gleiche Größe, Klassenzugehörigkeit, Existenz und ein Bestehen aus Teilen bedeuten. Vergleichbares gilt für das Verbindungsglied „oder“, das als logischer Operator einschließende, im Alltag aber zumeist ausschließende Bedeutung hat.

Die Unterschiede zwischen Alltags- und Fachsprache *nicht* zu berücksichtigen, kann bei der Lösung eines mathematischen Problems einen völlig falschen Ansatzpunkt zur Folge haben. Gardner sieht die vielleicht größte Schwierigkeit im gesamten Bereich der Mathematik darin, „... daß die Schüler eine falsche Vorstellung davon haben, um was es eigentlich bei einer Aufgabe geht. Mathematiklehrer berichten, daß Schüler fast immer nach Schritten suchen, die sie unternehmen müssen, um eine Aufgabe zu lösen – wie sie Zahlen in eine Gleichung einsetzen oder dem Algorithmus folgen müssen. Je mehr die Anordnung der Wörter in einer Aufgabe der Anordnung der Symbole in der Gleichung entspricht, desto leichter ist die Aufgabe lösbar und desto eher gefällt sie dem Schüler. Daß die Mathematik als eine Methode gesehen wird, die Welt zu begreifen oder ein Problem zu erhellen, als eine Art Unterhaltung oder Unternehmung, an der sich ein junger Mensch sinnvoll beteiligen kann, ist selten. Wie kann bei einer solchen Einstellung jemals echtes Verständnis aufkommen?“³⁸

Das Lernen von Physik kann für *Mädchen* insofern schwieriger sein, als sie weniger leicht Zugang zu einer Fachsprache finden. Die weibliche Sprache ist in der Tendenz abwägend und beschwichtigend³⁹ und läuft dadurch dem Anspruch einer Fachsprache auf Präzision zuwider. Frauen verwenden häufiger Formen der Verniedlichung wie Diminutiva und Euphemismen und mehr Liebkosungsformen als Männer. Sie sind weniger zum kompromißlosen Austausch von Argumenten bereit, antizipieren übermäßig kritische Einwände und relativieren ihre Äußerungen leicht als „bloße“ Meinungen.⁴⁰ Der agonale männliche Sprachstil ist der Streitkultur der Wissenschaften eher affin als der auf Versöhnung bedachte weibliche Stil.

Die Tendenz, argumentative Auseinandersetzungen zu meiden und dadurch die Ansprüche an einen wissenschaftlichen Diskurs zu verfehlen, wird vom Sprachverhalten der Männer (Schüler) bestärkt, die dazu neigen, in gemischtgeschlechtlichen Gruppen das Gespräch zu dominieren. In konversationsanalytischen Untersuchungen gemischtgeschlechtlicher Gruppen zeigte sich, „... daß Frauen weniger reden, mehr unterbrochen werden, weniger bestimmen können, worüber geredet wird, weniger Themen erfolgreich durchsetzen können, mehr sich die Aufmerksamkeit ihrer Gesprächspartner sichern und um ihr Rederecht kämpfen müssen, d. h. nicht als gleichwertige Gesprächspartnerinnen anerkannt werden.“⁴¹ Soll die Sprache zu einem Medium des Lernens von Naturwissenschaft werden, das beiden Geschlechtern gerecht wird, ist auf die Schaffung einer Gesprächskultur eigens zu achten (vgl. Abschnitt 5).

³⁸ Gardner 1993, S. 208.

³⁹ Vgl. Tannen 1991.

⁴⁰ Meißner 1994; Trömel-Plötz 1994, S. 45ff., 134f.

⁴¹ Trömel-Plötz 1994, S. 109.

Grundsätzlich ist darauf zu achten, daß die Fachsprache nicht zur Unterrichtssprache wird. Die Sprache der *Physik* darf nicht die Sprache des *Physikunterrichts* sein. „Physikunterricht hat zu lehren, wie Physik und damit ihre Sprache *entsteht*; wie die Muttersprache sich, gemäß der Enge des physikalischen Aspektes, zurückziehen muß.“⁴² Vermutlich ist jeder Unterricht anfällig für ein Überborden der Fachterminologie, weil die Lehrprofession über keine Berufssprache verfügt und sich damit sozial nur schwer abgrenzen kann.⁴³ Die Versuchung ist groß, die nicht vorhandene Berufssprache mittels der Sprache des unterrichteten Faches zu substituieren.

3 Kontextualisierung der Unterrichtsinhalte

In ihrem kognitiven Stil sind Mädchen stärker kontextorientiert als Jungen.⁴⁴ Das gilt teilweise bereits für die Wahrnehmung. Mädchen erweisen sich als eher „feldabhängig“, Jungen als eher „feldunabhängig“.⁴⁵ Das zeigt sich zum Beispiel daran, daß Jungen 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 Jungen.⁴⁶ Schließlich scheint auch der sprachliche Bereich in gleicher Weise zwischen den Geschlechtern unterschieden zu sein.⁴⁷ Mädchen favorisieren einen Sprachstil, der auf kontextuelle Umstände mehr Rücksicht nimmt als Jungen.

Woike faßt die kognitiven Stile der Geschlechter, die sie „Differenzierung“ und „Integrierung“ nennt, wie folgt zusammen: „*Separate knowing* is the process of separating oneself from the social object through critical thinking and applying rules of exclusion in order to defend one's viewpoint and eliminate other possibilities, whereas *connected knowing* is the process of connecting oneself to the social object by seeing perceiver-object similarity and developing connections to many different social objects in order to see other viewpoints and incorporate other perspectives.“⁴⁸ Es wird nicht behauptet, die beiden Denkstile seien jeweils nur einem biologischen Geschlecht zugänglich. Auf der Kompetenzebene wird im Gegenteil davon ausgegangen, daß keine Geschlechtsdifferenzen bestehen. Jedoch kann durch Enkulturations- und Sozialisationsprozesse eine *performanzbedingte* Geschlechtsdifferenz entstehen dahingehend, daß Männer eher trennend, Frauen eher verbindend denken.⁴⁹

⁴² Wagenschein 1970b, S. 168 – Teil der Hervorhebungen weggelassen.

⁴³ Terhart 1991, S. 136ff.

⁴⁴ Vgl. Benjamin 1990; Chodorow 1985; Hagemann-White 1984.

⁴⁵ Bakan 1966, S. 114f.; Markus & Oyserman 1989, S. 114f.

⁴⁶ Herzog 1991a, S. 401ff.

⁴⁷ Vgl. Tannen 1991.

⁴⁸ Woike 1994, S. 142.

⁴⁹ Vgl. Bakan 1966; Döbert 1991; Woike 1994.

Als didaktische Maßnahme zur Förderung der Mädchen empfiehlt sich die Kontextualisierung des Stoffes.⁵⁰ 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 (...).“⁵¹ Auch ästhetische und ethische Bezüge können den Unterricht für Mädchen interessanter machen. Grundsätzlich entsteht ein Kontextbezug dadurch, daß ein Sachverhalt in einen (größeren) Zusammenhang eingebettet wird.⁵² Er kann auch dadurch entstehen, daß ein Thema historisch situiert, d. h. im Kontext der Geschichte seiner Erforschung dargestellt wird. Er kann durch Einbettung des Themas in den Kontext seiner praktischen Nutzung (z. B. in der Medizin) entstehen.⁵³ Oder er kann durch Relativierung der Thematik auf alltägliche Handlungsfelder (z. B. Gebrauchsgegenstände, Fahrzeuge, Haushaltsgeräte) entstehen.⁵⁴ Schließlich kann auch ein Bezug zu aktuellen sozialen Problemen (wie Risiken von Kernenergie, Verschmutzung der Umwelt etc.) einem abstrakten Unterrichtsthema einen konkreten Rahmen geben.

Insgesamt verleihen diese Möglichkeiten der Kontextualisierung den physikalischen Inhalten eine „menschliche“ Bedeutung. Sie zeigen, daß es in der Physik nicht um den Gegenstand Natur *als solchen* geht, sondern um ein Verhältnis, welches Menschen zu bestimmten Zwecken oder aufgrund spezifischer Interessen mit der Natur eingehen. Wie Heisenberg bemerkt, handelt es sich beim Bild, das sich die exakten Naturwissenschaften unserer Zeit von der Natur machen, „... eigentlich nicht mehr um ein Bild der Natur, sondern um *ein Bild unserer Beziehungen zur Natur*“⁵⁵. Wo dies erkannt wird, da besteht auch nicht die Gefahr, daß der Physikunterricht zum Physikalismus und damit zur Weltanschauung verkommt.⁵⁶

Die Kontextualisierung kann auch als Methode genutzt werden, um die unterschiedlichen Vorerfahrungen von Mädchen und Jungen (vgl. Abschnitt 1) didaktisch abzufangen. Der Einstieg über den Kontext der Erforschung eines Phänomens ist insofern geschlechtsneutral, als Mädchen und Jungen von der Wissenschaftsgeschichte im allgemeinen gleich wenig wissen. Auch die Einbettung eines Themas in eine ästhetische Situation kann allfällige Unterschiede in den Vorerfahrungen von Mädchen und Jungen unterlaufen, z. B. die Behandlung gotischer Fenster im Mathematikunterricht. Mädchen bemängeln oft, daß ihnen der Alltagsbezug der Inhalte des Naturwissenschaftsunterrichts nicht deutlich

⁵⁰ Häußler 1987; Rosser 1990, S. 44; Willis 1990, S. 203.

⁵¹ Sjøberg & Imsen 1988, S. 230.

⁵² Dies entspricht dem Prozeß des Verstehens (vgl. unten).

⁵³ Häußler & Hoffmann 1995, S. 112f.; Hoffmann 1989; Räsänen 1992, S. 83f.

⁵⁴ Der Alltagsbezug für Mädchen liegt aber nicht darin, daß „Haushalts- und Küchenphysik“ betrieben wird und physikalische Gesetze am Beispiel von Staubsauger, Haartrockner, Dampfkochtopf und Kühlschrank illustriert werden. Der Alltagsbezug hat die konkreten, von adolescenten Mädchen selbst artikulierten Erfahrungen und Interessen zur Orientierung zu nehmen.

⁵⁵ Heisenberg 1955, S. 21.

⁵⁶ Gemäß Stettler sind Jungen anfälliger für den Physikalismus als Mädchen. (1981, S. 259)

gemacht wird. Es scheint, als ob die Jungen diesen Bezug leichter herstellen könnten, während den Mädchen dabei ausdrücklich geholfen werden muß. Das heißt beispielsweise, daß Mädchen „... außer der Funktionsweise z. B. eines elektrischen Gerätes zu ihrer eigenen Motivation [auch] den *Sinn* und *Zweck* des Einsatzes erklärt haben möchten“⁵⁷.

Mädchen zeigen einen starken Willen zu *verstehen*, der ihnen im Naturwissenschaftsunterricht aber nicht erfüllt wird.⁵⁸ Wenn wir mit Wagenschein Verstehen als Abbau von Fremdheit und Aufbau von Vertrautheit definieren⁵⁹, dann dürfte ein Grund für das unerfüllte Verstehensbedürfnis der Mädchen darin liegen, daß sie im Physikunterricht auf Vertrautes nicht stoßen, weil ihnen die Vorerfahrungen fehlen, die dazu notwendig wären, und weil ihnen die Umgebung fremd vorkommt (vgl. Abschnitt 7). Der Wille zu verstehen ist Ausdruck eines Defizits an Vertrautheit. Kann das Bedürfnis zu verstehen nicht befriedigt werden, stellen sich Gefühle der *Hilflosigkeit* und Unkontrollierbarkeit ein, was für die Lernmotivation fatale Konsequenzen hat (vgl. Abschnitt 6).

Wenn Verstehen mit Vertrautheit zu tun hat, dann unterliegt dem didaktischen Prozeß nicht nur eine kognitive, sondern auch eine emotionale Basis. Dann ist es möglich, daß man in Wahrheit *nicht* versteht, aber das *Gefühl* hat zu verstehen. Derjenige, dem die Umgebung, in der er sich befindet, vertraut vorkommt, hat gegenüber derjenigen, die sich in der Situation fremd fühlt, zumindest einen emotionalen Vorteil. Das erklärt vielleicht das hohe Vertrauen, das *Jungen* in ihre naturwissenschaftliche Kompetenz haben. Sie glauben, selbst dann in Physik gut zu sein, wenn sie in Wirklichkeit schlechte Leistungen erbringen.⁶⁰ Handelt der Unterricht von Dingen, die in der Alltagswelt von Jungen vorkommen, so können sie glauben zu verstehen, selbst wenn sie in Wahrheit weniger verstehen als die Mädchen.

Das Kriterium der Kontextualisierung der Lehrinhalte gilt auch für die Lehrmittel. Die Schulbücher sind gerade in Fächern wie Physik und Chemie im allgemeinen äußerst einseitig ausgerichtet. Die Physik wird als ein Korpus von Wissen präsentiert, nicht als eine Tätigkeit, die Menschen zu bestimmten Zwecken ausüben. Was im Urteil von Bildungsexperten von großer Bedeutung wäre, nämlich die Relativierung von Physik auf Gesellschaft, Alltag und Beruf, findet sich in der schulischen Realität kaum.⁶¹ Damit wird die männliche Haltung gegenüber der Wissenschaft favorisiert: Wissenschaft handelt von dekontextualisierten und beziehungslosen Dingen (vgl. Abschnitt 7).

⁵⁷ Kreienbaum & Metz-Göckel 1992, S. 37 – Hervorhebungen W.H.

⁵⁸ Staberg 1994, S. 40f. – Eindrücklich ist der Bericht von Johannes Flügge über ein Mädchen, das nach der Lösung einer Rechenaufgabe sagt: „Ich kann alles, aber ich verstehe es nicht.“ (Zit. nach Stettler 1981, S. 251.) Können und Verstehen ist nicht dasselbe. Gute Noten sind daher auch kein verlässlicher Indikator für den Erfolg des (Naturwissenschafts-)Unterrichts.

⁵⁹ Wagenschein 1970b, S. 166f. „Man kann sagen: Verstehen heißt: einen Fremden bei näherer Betrachtung als einen nur verkleideten alten Bekannten wiedererkennen.“ (Ebd., S. 167)

⁶⁰ Vgl. Hannover 1991; Horstkemper 1987; Willis 1990.

⁶¹ Vgl. Häußler & Hoffmann 1990.

4 Lehr- und Lernformen

Der kognitive Stil hat Auswirkungen auf das Lernverhalten. Die stärkere Beziehungsorientierung der Mädchen erzeugt eine Tendenz nach Ausgleich und Versöhnung. Wie Jeanne Block annimmt, lernen Frauen eher *assimilativ*, d. h. sie integrieren neue Informationen leichter in bestehende kognitive Strukturen, während Männer eher *akkommodativ* lernen, d. h. besser in der Lage sind, ihre Strukturen zu verändern.⁶² Insofern scheinen Mädchen behindert zu sein, wenn es darum geht, Altes zu überwinden und Neues zu erwerben.⁶³

Wie sehr dem Weiblichen assimilative Bedeutung zugeschrieben wird, zeigen unsere Begriffe von Weisheit und Kreativität. Die *Weisheit* gilt als weiblich, zumindest als androgyn; kognitiv stellt sie eine integrative Funktion dar.⁶⁴ Die *Kreativität* kann geradezu als Suche nach (neuen) Beziehungen zwischen Phänomenen definiert werden. Umgekehrt liegen die Verhältnisse im Falle der *Aggression*, die bei Männern stärker ausgeprägt ist und eine trennende psychische Funktion darstellt.⁶⁵ Auch wenn wir uns damit auf der Ebene von kulturellen Stereotypen befinden, kann doch davon ausgegangen werden, daß Mädchen beim Lernen eher nach Verbindungen zu vorhandenem Wissen suchen⁶⁶, während Jungen von dieser Motivation weniger beeinflusst sind. Tatsächlich gibt es Hinweise, wonach Mädchen mehr als Jungen versuchen, Widersprüchen zwischen altem und neuem Wissen auszuweichen und an gewohnten Denkweisen festzuhalten.⁶⁷

Didaktisch ergibt sich die Forderung, Mädchen widerspruchsfreundlicher zu stimmen. Dies kann dadurch geschehen, daß man die Physik als eine *mögliche* Art der Weltbetrachtung darstellt. Andere Arten (z. B. die alltägliche oder die literarische) werden damit nicht illegitimiert, sondern stehen gleichwertig neben der wissenschaftlichen. Die Wahrheit der Wissenschaft setzt die Wahrheit des Alltags nicht außer Kraft. Genausowenig wie eine Fachsprache die Alltagssprache *ersetzen* kann (vgl. Abschnitt 2), ist das naturwissenschaftliche Wissen anderen Wissensformen *tel quel* überlegen.

Möglicherweise sind autonome Lernformen für den Physikunterricht nur bedingt empfehlenswert, da sie eher Jungen als Mädchen ansprechen.⁶⁸ Die geringere Risikobereitschaft und Autonomie im Lernen von Mädchen befördert unter Umständen das Festhalten an Hergebrachtem – an den protophysikalischen Begriffen und Vorstellungen – und muß auf jeden Fall didaktisch bearbeitet werden. Mädchen ziehen es vor, beim Lernen zusammenzuarbeiten. Ihr Lern- und Arbeitsstil ist eher kooperativ als kompetitiv.⁶⁹

⁶² Block 1984, S. 238ff., 276ff.

⁶³ Bakan 1966; Kegan 1982, S. 108f.

⁶⁴ Gardner 1994, S. 267f.; Orwoll & Achenbaum 1993, S. 275f.

⁶⁵ Bakan 1966, S. 120ff.; Benjamin 1990; Hagemann-White 1984, S. 18ff.

⁶⁶ Auch der Wille zu verstehen (vgl. Abschnitt 3) steht in diesem Kontext.

⁶⁷ Räsänen 1992, S. 89f.

⁶⁸ Vgl. Fennema & Peterson 1985.

⁶⁹ Eccles 1989, S. 50ff.; Rosser 1990, S. 51, 69; Staberg 1994, S. 40.

Dem Abbau von Kompetitivität kann das Praktizieren von *Gruppenunterricht* entgegenkommen. Es empfiehlt sich jedoch, die Zusammensetzung der Gruppen zu kontrollieren. Gemischtgeschlechtliche Gruppen scheinen sich didaktisch nicht auszuzahlen, da dabei leicht männliche Dominanzmuster aktiviert und Rollenstereotype bestärkt werden, die zu Lasten des Lernverhaltens der Mädchen gehen.⁷⁰ In Situationen, in denen Konkurrenz zwischen den Geschlechtern aufkommt, neigen Mädchen dazu, „klein beizugeben“. Jungen sollten auch nicht in Versuchung geführt werden, die Rolle des hilfreichen Kavaliers zu spielen, da dadurch das Lernverhalten der Mädchen ebenfalls behindert wird.

Kompetitivität kann auch dadurch abgebaut werden, daß der Unterricht fehlerfreundlicher gestaltet wird. Die Schule tut sich nach wie vor schwer im Umgang mit Fehlern⁷¹, obwohl Bildung gerade dadurch zustande kommt, daß wir Fehler machen, denn Bildungsprozesse haben eine negative Struktur.⁷² Fehler sind auch insofern erwünscht, als sie auf Verständnisprobleme aufmerksam machen und der Lehrperson Hinweise geben, wo eine Erklärung wiederholt oder vertieft werden muß.

Mädchen scheinen für das Lösen mathematischer und naturwissenschaftlicher Aufgaben *mehr Zeit* zu benötigen als Jungen.⁷³ Jungen gehen schneller an eine Aufgabe heran und *probieren* aus, was geht und nicht geht, während Mädchen länger überlegen und versuchen, die Lösungsstruktur zunächst in Gedanken zu erschließen. Auch dies dürfte ein Ausdruck des unterschiedlichen Lernstils der Geschlechter sein. Läßt man Mädchen mehr Zeit bei der Aufgabebearbeitung, schneiden sie – zumindest bei mathematischen Aufgaben – ebensogut ab wie Jungen.⁷⁴ Dem entspricht möglicherweise ein unterschiedlicher Forschungsstil von Frauen. Auffallend ist, daß in der Primatologie, wo äußerst zeitaufwendige Feldstudien durchgeführt werden, Frauen eine vergleichsweise große Rolle spielen (Jane van Lawick-Goodall, Dian Fossey, Birute Galdikas, Sarah Hrdy, Jane Lancaster). Die teilnehmende Beobachtung, d. h. Forschung unter den kontextuellen Bedingungen des Feldes, scheint eine eher weibliche Methode zu sein, während das Experiment einen stärker männlichen Einschlag hat (vgl. Abschnitt 7).

Der Lernstil von Jungen wird gelegentlich als *spielerisch* bezeichnet, während die Mädchen eher *arbeitsam* und *fleißig* sein sollen (vgl. Abschnitt 6). Tatsächlich werden Jungen von Laborarbeit leichter fasziniert und zu einem phantasievollen Umgang mit den Geräten und Materialien verleitet. Mädchen dagegen arbeiten zielorientiert und verlieren die Aufgabe, die es zu lösen gilt, nicht so leicht aus den Augen.⁷⁵ Vergleichbares gilt für den Umgang mit dem Computer. Während Jungen vom Computer als solchem fasziniert sind und ihn als *Spielzeug*

⁷⁰ Vgl. Tolmie & Howe 1993.

⁷¹ Jackson 1986, S. 64ff.

⁷² Vgl. Buck 1981.

⁷³ Staberg 1994, S. 43.

⁷⁴ Beerman, Heller & Menacher 1992, S. 33; Heller 1992, S. 12.

⁷⁵ Staberg 1994, S. 40.

gebrauchen, ist er für Mädchen eher ein *Werkzeug*.⁷⁶ Die „Ernsthaftigkeit“ der Mädchen im Umgang mit technischen Geräten behindert sie nicht nur bei der analytischen Auseinandersetzung mit der Technik, sie bildet auch ein Hindernis beim Lernen von Physik.

Maßnahmen im Bereich der Lehr- und Lernformen sollten die stärkere Aktivierung der Mädchen im Unterricht zum Ziel haben. Dabei ist in Rechnung zu stellen, daß kaum alles, was heute als neue Lehr- und Lernformen angepriesen wird, für den Physikunterricht von Nutzen ist. So ist es fraglich, ob Formen des „entdeckenden Lernens“ in einem Fach, in dem die schlichte Entdeckung kaum eine Rolle spielt, sinnvoll eingesetzt werden können.⁷⁷ Physikalisches Wissen ist nicht das Ergebnis induktiver Verallgemeinerungen, die auf der geduldigen Beobachtung von Naturphänomenen beruhen, sondern folgt aus einer subtilen Verbindung von Theorie (Denken) und Experiment (Erfahrung) (vgl. Abschnitt 1). Bereits die Objekte der klassischen Physik, sicher aber diejenigen der modernen Physik, existieren (zunächst) ideal, nicht real. Man kann sie daher nicht in dem Sinne entdecken, wie Kolumbus Amerika entdecken konnte. Physik läßt sich allenfalls *unter Anleitung* wirklich entdecken. „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.“⁷⁸ Statt der freien Entdeckung sollte der gelenkten *Kommunikation* didaktisch mehr Beachtung geschenkt werden.

5 Kommunikation im Unterricht

Die Kommunikation ist ein wesentliches Mittel, um Alltagsvorstellungen zu erfassen (vgl. Abschnitt 1). Nur wenn die Schülerinnen und Schüler lernen, ihre intuitiven Weltbilder und protowissenschaftlichen Erklärungsmuster sprachlich zu artikulieren, können sie der Lehrperson zugänglich und den Schülerinnen und Schülern bewußt werden. Insofern empfiehlt es sich, die Sprache bereits vor der Einführung eines neuen Stoffgebietes zu nutzen, um die Vorerfahrungen und das Alltagswissen der Schülerinnen und Schüler aufzudecken.

Die Sprache ist jedoch nicht nur anamnestic von Bedeutung. Sie ist auch ein Mittel der Erkenntnisfindung. Wahrheit verbirgt sich nicht (nur) in der Beziehung zwischen Aussagen und Tatsachen. Sie ist (auch) ein Moment des Diskurses in einer Gemeinschaft von Wissenden. Ein Physikunterricht, der den Schülerinnen und Schülern beibringen will, wie wissenschaftliches Wissen tatsächlich gewonnen wird, hat die Methode der Forschung unverkürzt zur Darstellung zu bringen. Er darf das didaktische Geschehen nicht auf Erfahrung und Experiment eingrenzen, sondern muß auch der argumentativen Auseinandersetzung ihren

⁷⁶ Schiersmann 1978, S. 14.

⁷⁷ Vgl. Bergqvist & Säljö 1994.

⁷⁸ Osborne & Wittrock 1983, S. 500.

Platz einräumen.⁷⁹ Die Kommunikation verkörpert gewissermaßen die weibliche Seite der wissenschaftlichen Methode.⁸⁰

Mittel der wissenschaftlichen Kommunikation ist nicht nur die mündliche Rede.⁸¹ Im Unterricht kann es empfehlenswert sein, die Schülerinnen und Schüler ein „Lerntagebuch“ führen oder zu bestimmten Themen schriftliche Darlegungen („Aufsätze“) machen zu lassen.⁸² Diese schriftlichen Dokumente können der Lehrperson wertvolle Hinweise auf persönliche Gedankengänge der Schülerinnen und Schüler geben. Sie sollten ausschließlich in dieser Funktion verwendet werden und nicht etwa auf sprachliche Mängel hin korrigiert werden. Für das Schreiben muß *Zeit* eingeräumt werden. Und es darf nicht zur Hausaufgabe degradiert werden. Es empfiehlt sich auch nicht, Lerntagebücher und Aufsätze zu Prüfungszwecken zu verwenden.⁸³ Die Lehrperson sollte die Texte der Schülerinnen und Schüler kommentieren, um so (auch) auf schriftlicher Ebene einen fachlichen Dialog zu führen. Schriftliche Arbeiten können auch unter den Schülerinnen und Schülern ausgetauscht und zum Gegenstand von Diskussionen in Gruppen oder im Klassenverband gemacht werden. Es kann nützlich sein, solche Diskussionen protokollieren zu lassen.

Wenn es richtig ist, daß die (teilnehmende) Beobachtung eine eher weibliche Methode der Erkenntnisgewinnung ist (vgl. Abschnitt 4), dann müßte eine Verbindung von Schreiben und Beobachten für die Mädchen besonders förderlich sein. Das Schreiben ist auch deshalb empfehlenswert, weil es die aktive Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand erzwingt und ein bloß rezeptives Lernen unterbindet. Was wir in eigenen Worten auszudrücken vermögen, bleibt länger in unserem Gedächtnis haften. Garaway faßt die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen zum Schreiben im Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht wie folgt zusammen: „... writing has been found to promote the acquisition of both procedural and declarative knowledge, to require active participation, to provide a structure for both text and content, to order thoughts, to allow for an ongoing dialogue with the teacher, and to facilitate conceptual change.“⁸⁴

Der Einsatz von essayartigen schriftlichen Berichten als Unterrichtsmethode ist auch insofern begründet, als Mädchen freie Formen des Ausdrucks gegenüber standardisierten (wie z. B. Multiple-Choice-Tests) bevorzugen. Grundsätzlich gilt: „Girls prefer working together and they rely on books, on reading and writing.“⁸⁵ Auch wenn wir die Kommunikation als weiblichen Verhaltensmodus

⁷⁹ Vgl. Herzog 1994.

⁸⁰ Vgl. Herzog 1991b, 1993.

⁸¹ Man denke an die Bedeutung von Publikationen in der Wissenschaft.

⁸² Vgl. Gallin & Ruf 1990; Stettler 1981. Gallin und Ruf sprechen von einem „Reisetagebuch“. Dieses soll Aufschluß geben „... über Art und Dauer der Beschäftigung mit dem gewählten Thema, über offene Fragen und über die Ergebnisse“. (Ebd., S. 107)

⁸³ Stettler allerdings benotet die Aufsätze seiner Schülerinnen und Schüler, bemerkt aber auch, der Hintergedanke an die Note verderbe bisweilen das Vorhaben. (1989, S. 15)

⁸⁴ Garaway 1994, S. 107.

⁸⁵ Staberg 1994, S. 40.

bezeichnet haben – wobei auch hier nicht eine biologische Gegebenheit, sondern ein kulturelles Stereotyp gemeint ist –, gibt es innerhalb des kommunikativen Bereichs Geschlechtsdifferenzen. Während sich der Kommunikationsstil von Jungen eher agonal ausnimmt, ist derjenige von Mädchen auf Harmonie und Konfliktvermeidung bedacht.⁸⁶ Eine die Mädchen fördernde Argumentationskultur ergibt sich daher nicht von selbst. Sind die Kommunikationsstile der Geschlechter verschieden, müssen Unterrichtsgespräche, sollen sie zur Förderung der Mädchen beitragen, eigens veranstaltet werden.

Zur Kommunikationskultur gehören auch die Interaktionsstrukturen im Unterricht. Sie bilden eine *nonverbale* Ebene des kommunikativen Austausches. Wie verschiedene Studien zeigen, wird Jungen im Unterricht durchschnittlich eine höhere Aufmerksamkeit zuteil als Mädchen.⁸⁷ Jungen werden im Naturwissenschaftsunterricht häufiger angesprochen, und es werden ihnen anspruchsvollere Fragen gestellt.⁸⁸ Mädchen werden eher für Fleiß und Sorgfalt gelobt, Jungen eher für gute intellektuelle Leistungen.⁸⁹ Bei Projektarbeit neigen Lehrpersonen dazu, den Jungen zu *erklären*, wie etwas gemacht wird, während sie es im Falle der Mädchen gleich *selber tun*. Solches Verhalten ist insofern kommunikativ, als es das Bild, das eine Lehrkraft von den Mädchen und Jungen hat, nonverbal zum Ausdruck bringt.

6 Attributionsstil und Leistungsselbstbild

Menschen haben nicht nur intuitive Vorstellungen von der materiellen Wirklichkeit. Sie machen sich auch Gedanken über sich selbst. Wie Gardner bemerkt, entwickeln Kinder bereits im Alter von fünf oder sechs Jahren einen robusten Sinn für drei überlappende Bereiche: „In der Welt der physikalischen Objekte haben sie sich eine Theorie der Materie zurechtgebastelt; in der Welt der lebenden Organismen haben sie eine Theorie des Lebens entwickelt; und in der Welt der Menschen haben sie eine Theorie des Denkens entworfen, in der eine Theorie des Selbst enthalten ist.“⁹⁰ Eine solche *Selbsttheorie* macht Aussagen darüber, wer ein Individuum ist, welchen sozialen Kategorien es zugehört, welcher Kultur, Sprachgemeinschaft, Nation etc. Auch das Geschlecht bildet eine solche zur Selbstidentifikation verwendete Größe (vgl. Abschnitt 7). Das Selbst kann als *motivationales* Konstrukt verstanden werden.⁹¹ Es bildet eine Art „Regelmecha-

⁸⁶ Vgl. Tannen 1991; Tolmie & Howe 1993.

⁸⁷ Beerman, Heller & Menacher 1992, S. 55f.; Clarricoates 1978; Enders-Drägässer & Fuchs 1989; Frasch & Wagner 1982; Kelly 1988a; Mädchen – Frauen – Bildung 1992, S. 70f.

⁸⁸ Kelly 1988a; Tobin & Garnett 1987.

⁸⁹ Beerman, Heller & Menacher 1992, S. 55f.; Mädchen – Frauen – Bildung 1992, S. 75; Dweck, Davidson, Nelson & Enna 1978.

⁹⁰ Gardner 1993, S. 111.

⁹¹ Herzog 1991a, S. 321ff.

nismus zweiter Ordnung“, der unser Verhalten auf einer höheren Ebene steuert.⁹² So wie sich eine Person versteht, so verhält sie sich zu sich selbst, zu anderen und zur nicht-menschlichen Umwelt. Unterschiede in der Selbstwahrnehmung und im Selbstverständnis haben Unterschiede im Denken und Handeln zur Folge.

Wie Markus und Oyserman ausführen, treffen Frauen und Männer die Unterscheidung von Selbst und Nicht-Selbst auf unterschiedliche Weise. Das Selbstbild von Frauen ist „konnektivistisch“. Beziehungen zu anderen bilden einen wichtigen Teil der weiblichen Identität. Das Selbstbild von Männern ist „individualistisch“. Andere werden nicht als Teil des Selbst wahrgenommen, sondern als getrennt und außenstehend.⁹³ Während die Eigenständigkeit zur typisch männlichen Selbstdefinition gehört, sind Beziehungen zu anderen von besonderer Bedeutung für das Selbstverständnis von Frauen. „For those with a connectedness self-schema, information about others is self-defining, and responses from these others are essential for completing the self.“⁹⁴ Die unterschiedlichen Selbststrukturen der Geschlechter hängen mit unterschiedlichen Sozialisations- und Erziehungspraktiken zusammen.⁹⁵

Ein wesentliches Moment des Selbstbildes eines Menschen ist die Wahrnehmung der eigenen Fähigkeiten und die Kausalattribution von Leistungen. Das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit erklärt zu einem großen Teil den Schulerfolg.⁹⁶ Das Leistungsselbstbild ist insbesondere ein guter Prädiktor des Erfolgs in den naturwissenschaftlichen Fächern.⁹⁷ Für das Verständnis der Motivationsprobleme von Mädchen im Physikunterricht ist daher von hoher Relevanz, daß das Attributionsverhalten der Geschlechter im Leistungsbereich differiert ist. Mädchen attribuieren schlechte Leistungen eher ihrer (vermeintlich) mangelnden Begabung, während Jungen eher ungenügende Anstrengung dafür verantwortlich machen. Führen Jungen ihre *Mißerfolge* auf variable Faktoren zurück, neigen Mädchen dazu, ihre *Erfolge* so zu erklären.⁹⁸

Die Geschlechtsdifferenzen in der Attribution von Leistungen sind in Fächern wie Mathematik und Naturwissenschaften besonders stark ausgeprägt.⁹⁹ Obwohl die Mädchen leistungsmäßig keineswegs schlechter abschneiden als die Jungen, haben sie wenig Vertrauen in ihre Leistungsfähigkeit im Physikunterricht. Auch wenn sie gleich gute Noten haben wie die Jungen, glauben sie nicht an ihre Kompetenz. Bei Mißerfolg resignieren sie vergleichsweise schnell. Darin liegt ein weiteres motivationales Problem der Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht.

⁹² Gardner 1994, S. 251f.

⁹³ Vgl. auch die Ausführungen zur Geschlechtsspezifität der Kognitions- und Lernstile in den Abschnitten 3 und 4.

⁹⁴ Markus & Oyserman 1989, S. 117.

⁹⁵ Benjamin 1990; Chodorow 1985; Duru-Bellat 1994, S. 124ff.

⁹⁶ Baumert 1993; Eccles 1989, S. 47ff.; Eccles & Jacobs 1986; Duru-Bellat 1994, S. 126ff.; Zimmerman 1995.

⁹⁷ Häußler & Hoffmann 1995, S. 114f.; Simpson & Oliver 1990.

⁹⁸ Vgl. Dweck & Goetz 1978; Dweck et al. 1978; Nicholls 1975; Rüstemeyer 1982.

⁹⁹ Beerman, Heller & Menacher 1992, S. 44ff., 49f.; Ryckman & Peckham 1987.

Mit den unterschiedlichen Attributionsstilen von Jungen und Mädchen korrespondieren die unterschiedlichen Rollen der Geschlechter im Unterricht. Die vor- und außerschulisch entwickelten Persönlichkeitsstrukturen von Jungen und Mädchen stehen sowohl in positiver wie in negativer Beziehung zur Wertstruktur der Schule. Mädchen sind eher bereit, sich den Normen und Vorgaben der Schule zu unterwerfen, und sorgen dadurch für die soziale Integration der Klasse.¹⁰⁰ Jungen sind weniger zur Anpassung bereit, verhalten sich rebellisch und versuchen zu dominieren.¹⁰¹ Die Bravheit der Mädchen entspricht der Schülerrolle im sozialen Bereich (Anpassung, Kommunalität). Die Dominanz und Aggressivität der Jungen entspricht der Schülerrolle im Leistungsbereich (Individualität, Konkurrenz). Mädchen und Jungen erfüllen je andere Erwartungen an ein konformes Schülerverhalten. Während die Schule in organisatorischer Hinsicht kooperatives Verhalten fordert, verlangt sie im Hinblick auf die gesellschaftliche Funktion des Bildungssystems (Allokation zu Leistungsgruppen) Konkurrenz und Wettbewerb. Die Mädchen genügen eher der ersten, die Jungen eher der zweiten Erwartung.¹⁰² Notenmäßig zählt sich allerdings nur die zweite Art von Konformität aus. Der Beitrag der Mädchen zur sozialen Integration der Schulklasse wird kaum honoriert.

Mädchen erhalten für ihr sozial-integratives Verhalten nicht nur wenig Anerkennung, die Erfüllung weiblicher Rollenerwartungen kann ihnen sogar zum Verhängnis werden. Das Bild, das Lehrkräfte vom „guten Schüler“ haben, entspricht eher der männlichen als der weiblichen Schülerrolle. Erfolgreiche Schülerinnen und Schüler werden von Lehrkräften beiderlei Geschlechts eher als männlich oder androgyn, nicht aber als weiblich wahrgenommen.¹⁰³ Dementsprechend gelten Jungen bei Lehrpersonen als begabter für Naturwissenschaften als Mädchen.¹⁰⁴ Umgesetzt in Erwartungen bedeutet dies, daß Lehrerinnen und Lehrer vor allem von femininen Schülerinnen im intellektuellen Bereich kaum große Leistungen erwarten: „... to fit the feminine role is not to achieve (...).“¹⁰⁵ Sollen Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert werden, so kommt der Aufarbeitung stereotyper Geschlechterbilder auf seiten der Lehrkräfte große Bedeutung zu.¹⁰⁶

Trotz der geringen Erwartungen an die fachliche Leistungsfähigkeit der Mädchen, scheinen sich Schülerinnen und Schüler im Ausmaß an Feedback, das sie auf die intellektuellen Aspekte ihrer Arbeit erhalten, nicht zu unterscheiden.¹⁰⁷

¹⁰⁰ Staberg 1994, S. 39.

¹⁰¹ Degenhardt 1979, S. 29f.; Enders-Drägässer & Fuchs 1989; Frasc & Wagner 1982.

¹⁰² Hier haben wir nochmals ein Beispiel für die integrative (assimilative) Tendenz des Weiblichen (vgl. Abschnitt 4).

¹⁰³ Vgl. Benz, Pfeiffer & Newman 1981.

¹⁰⁴ Beerman, Heller & Menacher 1992, S. 62.

¹⁰⁵ Benz, Pfeiffer & Newman 1981, S. 297.

¹⁰⁶ Diese Maßnahme gehört eigentlich nicht in unser Paket, da sie auf der Seite der Lehrperson ansetzt, d. h. an der Spitze des „didaktischen Dreiecks“ (vgl. Einleitung).

¹⁰⁷ Kelly 1988a.

Jedoch zielt das negative Feedback gegenüber den Jungen – das grundsätzlich häufiger ist als gegenüber den Mädchen – stärker als im Falle der Mädchen auf Verhaltens- und Disziplinprobleme, die zwar mit dem Leistungsverhalten verbunden sind, dieses aber nicht direkt betreffen.¹⁰⁸ Nahezu die Hälfte der Kritik, die Jungen für ihre Leistungen erhalten, hat nichts mit deren intellektueller Angemessenheit zu tun. Sie bezieht sich auf die Form (Unsorgfältigkeit, Flüchtigkeit, „Pfuscheri“ etc.), nicht auf den Inhalt des Verhaltens. Insofern können die Jungen die Reaktionen ihrer Lehrerinnen und Lehrer leicht so interpretieren, daß nicht ihre Begabung zur Diskussion steht, sondern vermeintlich irrelevante Aspekte ihres Verhaltens.

Anders als die Jungen werden die Mädchen (wohl weil sie objektiv kaum Anlaß dazu bieten) wenig kritisiert für undiszipliniertes Verhalten. Die Mehrheit des negativen Feedbacks, das sie erhalten, betrifft damit unmittelbar die intellektuelle Seite ihrer Leistungen. Dementsprechend kann die Lehrerkritik von den Mädchen nicht leicht beiseite geschoben oder gar als irrelevant abgetan werden. Dazu kommt, daß die Mädchen von den Lehrpersonen im allgemeinen als *motiviert* wahrgenommen werden.¹⁰⁹ Lehrerinnen und Lehrer haben wenig Anlaß, die Mädchen wegen mangelnder Anstrengung zu kritisieren. Auch deshalb schlägt ihre Kritik direkt auf die Begabung der Mädchen durch.

Das Stereotyp von den naturwissenschaftlich unbegabten Mädchen wird 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 wenig erfolgreich waren.¹¹⁰ Dieses Faktum ist deshalb von Bedeutung, weil adolescente Mädchen, die sich hinsichtlich ihrer Geschlechtsidentität unsicher fühlen (vgl. Abschnitt 7), anfällig sind für Einflüsse der Eltern. In der Zeit zwischen der siebten und neunten Klasse scheinen die Eltern bei den Mädchen eine wichtigere Rolle zu spielen als bei den Jungen.¹¹¹ Während die Jungen ihre schulischen Entscheidungen weitgehend autonom treffen, nehmen Mädchen Rücksicht auf Meinungen und Erwartungen der Eltern. Wie Eccles und Jacobs (1986) feststellen, spielen im Bereich der mathematischen Leistungen insbesondere die Erwartungen der *Mütter* eine Schlüsselrolle für das Verständnis der Geschlechtsdifferenzen in den Schülereinstellungen. Kommt dazu, daß Mädchen von ihren Bezugspersonen weniger Anerkennung für ein Engagement im naturwissenschaftlich-technischen Bereich erwarten als Jungen.¹¹² Schließlich

¹⁰⁸ Dweck & Goetz 1978, S. 166; Dweck et al. 1978, S. 271f.

¹⁰⁹ Mädchen wollen verstehen (vgl. Abschnitt 3). Sie zeigen sich gerade im Naturwissenschaftsunterricht hoch leistungsmotiviert. (Simpson & Oliver 1990, S. 10ff.) Ihr Engagement im Unterricht zeigt sich auch daran, daß sie sich vergleichsweise häufig zu Wort melden, obwohl sie statistisch gesehen weniger aufgerufen werden als Jungen. (Kelly 1988a, S. 6 und Tabelle 1) Das Motivationsproblem der Mädchen, von dem dieser Aufsatz handelt, betrifft also nicht den Willen der Mädchen. Es wurzelt in den regulativen Mechanismen des Selbst.

¹¹⁰ Osborne & Wittrock 1983, S. 498.

¹¹¹ Vgl. Visser 1987.

¹¹² Hannover 1991, S. 181.

scheint auch der Einfluß von Freundschaften auf Interessen und Leistungen im Naturwissenschaftsunterricht groß zu sein.¹¹³

Die Untersuchungen zum Attributionsstil der Geschlechter zeigen, daß der bloße Erfolg nicht genügt, um eine stabile Motivation für Fächer wie Physik oder Chemie aufzubauen. Auch wenn der naturwissenschaftliche Unterricht so eingerichtet wird – was wünschenswert ist –, daß die Schülerinnen und Schüler Erfolgserlebnisse haben können, ist nicht damit zu rechnen, daß die Mädchen dadurch zu einem besseren Leistungselbstbild kommen. Der Erfolg allein genügt nicht. Es muß eine angemessene Deutung des Erfolgs dazukommen.

7 Geschlechtsidentität und Geschlechtersymbolik

Von dem spezifischen *Leistungselbstbild* der Mädchen und Jungen im Physikunterricht sind deren allgemeines Selbstbild und deren Selbstvertrauen zu unterscheiden. Verschiedene Studien zeigen, daß Mädchen im Laufe der Schulzeit weniger Selbstvertrauen erwerben als Jungen.¹¹⁴ Deutliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern zeigen sich insbesondere im Verlaufe der *Sekundarstufe*. Zwar erstarken auch die Mädchen in ihrem Selbstwert, der Zuwachs ist aber geringer als bei den Jungen. Mädchen haben das Gefühl, unwichtig zu sein, glauben, andere hielten sie für überflüssig, und möchten nicht so sein wie sie sich erleben.

Die Selbstwahrnehmung der Mädchen hat wenig mit ihrer objektiven Leistungsfähigkeit zu tun. Bis zur sechsten oder siebten Klasse bestehen in Mathematik und Naturwissenschaften nur geringe Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern.¹¹⁵ Allenfalls danach zeigen die Jungen bessere Leistungen. Mädchen schätzen ihre Leistungen schlechter ein als sie objektiv oder im Vergleich mit Jungen sind.¹¹⁶ Jungen zeigen auch bei gleichen schulischen Leistungen wie Mädchen höheren Selbstwert.¹¹⁷ Damit stoßen wir nochmals auf ein wesentliches Motivationsproblem von Mädchen im Naturwissenschaftsunterricht.

Als Entwicklungsaufgabe steht in der Adoleszenz 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 Zukunft. Das Bewußtsein, einem Raum von (unendlichen) Möglichkeiten gegenüberzustehen, bewirkt ein starkes relativistisches Denken, insbesondere bezüglich der eigenen Person.¹¹⁸ Das eigene Selbst schwankt zwischen Hypothese und Realität. Dadurch werden sowohl biogra-

¹¹³ Vgl. Maccoby 1990; Simpson & Oliver 1990.

¹¹⁴ Engel & Hurrelmann 1989, S. 101; Ewert 1984; Horstkemper 1987, 1989; Renshaw 1990.

¹¹⁵ Beerman, Heller & Menacher 1992, S. 21; Duru-Bellat 1994, S. 117ff.

¹¹⁶ Hannover 1991, S. 178f.; Mädchen – Frauen – Bildung 1992, S. 33 – 36; Willis 1990.

¹¹⁷ Horstkemper 1987, S. 168f.

¹¹⁸ Vgl. Chandler 1987; Perry 1968.

phische Themen wie Fragen der geschlechtlichen und beruflichen Identität relevant. Die Selbstwertdifferenzen zwischen Jungen und Mädchen werden verständlich, wenn sie in Beziehung gesetzt werden zu den *kulturellen Mustern* weiblicher und männlicher Identität. Diese Muster sind für Jungen vorteilhafter und attraktiver als für Mädchen. Mädchen und jüngere Frauen erweisen sich denn auch als vergleichsweise unsicher in ihrer Geschlechtsrollenorientierung.¹¹⁹ Sowohl die Suche nach der Definition des eigenen Geschlechts als auch die Öffnung der beruflichen Perspektive zwingen zur Auseinandersetzung mit Stereotypen von Mann und Frau. Dabei werden die Mädchen mit dem Widerspruch zwischen der als männlich geltenden Karriere-, Berufs- und Leistungsorientierung einerseits und dem traditionellen Bild von Weiblichkeit als Fürsorglichkeit, Verfügbarkeit und Familialität andererseits konfrontiert. Tatsächlich erfolgt die Berufswahl bei Mädchen und Frauen deutlich unter dem Einfluß der Frage nach der Vereinbarkeit von Familie und Beruf.¹²⁰ Viele Frauen nehmen eine Unvereinbarkeit von Wissenschaft und Familie wahr. Eine akademische Karriere scheint ihnen nur unter Verzicht auf Ehe und Kinder überhaupt möglich zu sein.¹²¹ Daß hier eine *Anpassung an gesellschaftliche Vorgaben* stattfindet, zeigt die Tatsache, daß sich die berufliche Orientierung von Frauen erst ab dem siebten Schuljahr auf ein schmales Spektrum einengt.

Die Geschlechterstereotype können für Mädchen zum Hindernis für gute Leistungen im Physikunterricht werden. Denn die Physik imponiert als Merkmal eines männlichen Lebensentwurfs. Mädchen beurteilen Kenntnisse in Physik als relevant für Berufe wie Automechaniker, Installateur oder Elektriker, Berufe, die klar männlich konnotiert sind.¹²² Medizinische Berufe scheinen die einzigen Berufe zu sein, für die Jungen und Mädchen Physik gleichermaßen als relevant erachten. Nicht unerwartet steigt das Interesse von Mädchen an Themen wie Mathematik und Informatik, wenn deren Relevanz für eine spätere berufliche Tätigkeit erkannt wird.¹²³

Die Physik wird nicht nur von den Mädchen als männlich wahrgenommen, sondern auch von den Jungen.¹²⁴ Als typisch männlich erscheint ein Denken, das sich aus der Sache heraushält und zugleich in sie eindringt. So schreibt die Medizinhistorikerin Fischer-Homberger, das Auf- und Abspalten sei in unserem Kulturkreis eine alte männliche Tradition und habe „... sowohl Gegenstand als auch Methode der Naturwissenschaften stark bestimmt (...)“¹²⁵. Demgegenüber liege die „traditionell weiblichere Lösung“ darin, eine Situation „... einmal so zu nehmen, wie sie ist und zu versuchen, eher etwas in Bewegung als unter

¹¹⁹ Heller 1992, S. 20.

¹²⁰ Beerman, Heller & Menacher 1992, S. 21; Flitner 1992, S. 59f.; Horstkemper 1990; Mädchen – Frauen – Bildung 1992, S. 98, 105f.

¹²¹ Beerman, Heller & Menacher 1992, S. 28.

¹²² Johnson 1987, S. 473.

¹²³ Driver 1980; Schiersmann 1978, S. 15f.

¹²⁴ Kahle 1988, S. 253ff.; Weinreich-Haste 1981.

¹²⁵ Fischer-Homberger 1985, S. 207.

Kontrolle zu bringen“. Die weibliche Haltung gegenüber der Wirklichkeit scheint in den Naturwissenschaften wenig Anerkennung zu finden. Dementsprechend empfinden insbesondere feminine Mädchen die Naturwissenschaften als eine männliche Domäne, während androgyne und maskuline Mädchen leichter Zugang zu technischen Berufen finden.¹²⁶

Es ist davon auszugehen, daß der Geschlechtsrollendruck in der Adoleszenz die Interessensentwicklung, die Motivation und die Identifikation mit einem Sachgegenstand besonders stark beeinflusst. 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 Identität als erwachsene Frau zu finden. Die Argumentation legt den Schluß nahe, daß Mädchen am Physikunterricht derart partizipieren, wie sie sich ihre Zukunft als Mitglieder der Gesellschaft vorstellen.

Zur Wahrnehmung des Faches gehört auch das Bild, das sich die Schülerinnen und Schüler von den *Personen* machen, die Physik als Beruf ausüben. In einer norwegischen Untersuchung erscheint dieses Bild geradezu als Antithese 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.“¹²⁷ Wobei sich die Wahrnehmung des „typischen“ Physikers seitens der Jungen kaum von derjenigen der Mädchen unterscheidet. Lernen von Naturwissenschaft ist ein *Akkulturationsprozess*.¹²⁸ Insofern die Naturwissenschaften als männlich wahrgenommen werden, erscheint das Lernen von Physik als Initiation in eine männliche Kultur. Die wahrgenommene Maskulinität der Naturwissenschaften ist ein wesentlicher Faktor, der die Mädchen davon abhält, sich für naturwissenschaftliche Fächer zu interessieren.¹²⁹ Die geringe Vertretung der Frauen in naturwissenschaftlichen und technischen Berufen wird von den Schülerinnen und Schülern wahrgenommen, und sei es nur anhand der kleinen Zahl weiblicher Naturwissenschaftslehrkräfte. Wenn man Studien in Schullabors in Rechnung stellt, dann halten die Männer das Terrain Physik in einem geradezu wörtlichen Sinn besetzt. Jungen gehen wie selbstverständlich davon aus, daß die Geräte, Apparaturen und Materialien für sie da sind. Sie okkupieren die Laborplätze und zwingen die Mädchen in die Rolle der Assistentinnen und Protokollantinnen.¹³⁰ Die Mädchen werden auf die Tätigkeiten jener zurückgebunden, die zwar zuschauen und aufschreiben, nicht aber selber handeln dürfen. „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.“¹³¹

¹²⁶ Beerman, Heller & Menacher 1992, S. 46f.; Eccles 1989, S. 44; Kelly 1988b.

¹²⁷ Sjøberg & Imsen 1988, S. 240.

¹²⁸ Vgl. Bishop 1988; Garaway 1994.

¹²⁹ Vgl. Kelly 1985.

¹³⁰ Rosser 1990, S. 59.

¹³¹ Kelly 1985, S. 140.

Auch im Labor erweist es sich daher nicht als empfehlenswert, die Geschlechterdynamik sich selbst zu überlassen. Die Freiheit ist ein fragwürdiges Gut, wenn sie die Gleichheit verletzt.

Es gibt aber nicht nur die reale Dominanz der Männer in den Naturwissenschaften, sondern auch deren *symbolische* Präsenz. Auch dies kann im Physikunterricht erfahren werden. Ein subtiles, aber nicht unwesentliches Moment, das Mädchen den Zugang zu den Naturwissenschaften hinderlich machen kann, liegt in den Sicherheitsvorkehrungen, die in Fächern wie Physik und Chemie zu treffen sind. Entwicklungsbedingt sind adoleszente Mädchen stark mit ihrem Äußeren beschäftigt. Müssen sie nun – z. B. bei Laborarbeiten – zu ihrer eigenen Sicherheit ihr Haar knoten oder nach oben stecken, können sie dies als degradierend empfinden. Auch das Tragen von Arbeitskleidung kann ihr ästhetisches Empfinden beeinträchtigen. Nicht, daß Sicherheitsmaßnahmen im Physikunterricht objektiv diskriminierend wären, nur verlangen sie von den Mädchen mehr Anpassung an eine Situation, die sie sowieso schon als „unweiblich“ empfinden. In einer irischen Studie zeigte sich, daß die Zufriedenheit mit der äußeren Erscheinung bei Mädchen in gemischtgeschlechtlichen Klassen der beste Prädiktor für globalen Selbstwert war.¹³² Das Ergebnis bestätigt die Bedeutung des Aussehens für Mädchen im koedukativen Unterricht.

Mädchen wollen Mädchen sein und als Mädchen anerkannt werden. „To the girl it is crucial to be reassured that she is feminine.“¹³³ Dementsprechend sind Mädchen darum bemüht, die Regeln der weiblichen Kultur einzuhalten. Mädchen, die naturwissenschaftliche Interessen zeigen, müssen unter Umständen damit rechnen, von ihren Geschlechtsgenossinnen abgelehnt, sicher aber von den Jungen geschnitten zu werden, denn diese haben es nicht gern, wenn in „ihre“ Domänen eingedrungen wird. Tatsächlich erwarten Mädchen negative Urteile seitens ihrer männlichen Peers, wenn sie sich für Naturwissenschaften interessieren (vgl. Abschnitt 6).

Die Stereotypisierung des Geschlechts in der Adoleszenz verführt die Jungen zu einem männlichen Gehabe, bestehend aus Rüpelhaftigkeit, Kraftprotzerei, Mutproben u. ä. Dazu kann die Laborsituation vielfältig genutzt werden. „Almost any piece of apparatus can be used or abused to demonstrate a boy's toughness (...).“¹³⁴ Gewisse Installationen oder Experimente können gefährlich sein, was die Jungen fasziniert, die Mädchen aber ängstigt. Der Physikunterricht scheint einen besonderen *Aufforderungscharakter* für die Inszenierung der weiblichen und männlichen Geschlechtsrollen zu haben. Die stark männliche Symbolik spricht jedoch eher die Jungen als die Mädchen an.

Insofern das Stereotyp der Männlichkeit durch die technischen Apparate und den Nimbus des Gefährlichen in Szene gesetzt wird, fühlen sich die Mädchen

¹³² Granleese & Joseph 1994. Interessanterweise fand sich der Zusammenhang zwischen äußerer Erscheinung und Selbstwertgefühl in reinen Mädchenklassen nicht. Der beste Prädiktor für Selbstwert war hier das Verhalten.

¹³³ Sjøberg & Imsen 1988, S. 224.

¹³⁴ Kelly 1985, S. 139.

im Unterricht auf der symbolischen Ebene bedroht. Die biologischen Geschlechtsdifferenzen werden durch eine symbolische Kultur der Männlichkeit überhöht. Eine Möglichkeit, den Physikunterricht „mädchenfreundlicher“ zu gestalten, könnte daher im Abbau der männlichen Symbolik liegen. Vielleicht lassen sich die positiven Erfahrungen mit (zeitweise) seeduziertem Naturwissenschaftsunterricht¹³⁵ genau dadurch erklären: Wo das andere Geschlecht abwesend oder ausschließlich in der Person des Lehrers präsent ist, da ist die männliche Symbolik reduziert, was die Motivation der Mädchen erhöht, da sie mehr Raum haben zur Inszenierung ihrer eigenen Symbole.

Insofern das kulturelle Stereotyp Männlichkeit im Physikunterricht *symbolisch* präsent ist, können auch die Veranschaulichungen und Beispiele, die im Unterricht Verwendung finden, den Mädchen eher symbolisch als real Probleme machen. Wie wir gesehen haben, differieren die Vorerfahrungen mit physikalischen Phänomenen zwischen den Geschlechtern (vgl. Abschnitt 1). Möglicherweise ist dies aber nicht der ausschlaggebende Faktor. Bedeutender könnten die Konnotationen sein, welche die Themen und Illustrationen des Physikunterrichts für Jungen und Mädchen haben. So brauchen Jungen keineswegs über *Erfahrungen* mit Erdölpumpen zu verfügen, trotzdem fühlen sie sich von diesem Beispiel eher angesprochen als Mädchen. Einfach deshalb, weil Erdöl und Erdölförderung typisch männliche Konnotationen aufweisen. Die Jungen glauben zu verstehen, weil das Beispiel *symbolisch* ihrem Lebenskontext entstammt. Eine geschlechtsneutrale Illustration für eine Pumpe wäre demgegenüber das menschliche Herz, da die Symbolik des Herzens deutlich weniger geschlechterpolarisierend wirkt.¹³⁶

Tatsächlich könnte hier der *Kern* des motivationalen Problems der Mädchen im Naturwissenschaftsunterricht liegen. Die im Unterricht angesprochenen Themen und Veranschaulichungen sowie die Symbolik des Unterrichts haben eine männliche Schlagseite und geben den Mädchen unausgesprochen zu verstehen, daß es hier nicht um ihre Angelegenheiten geht, sondern um diejenigen der Jungen. Dadurch entsteht das Gefühl des Unvertrauten, was sich kognitiv im Eindruck niederschlägt, nicht zu verstehen.

Zu einem Naturwissenschaftsunterricht, der auch die Mädchen anspricht, gehört Unterstützung bei der Bewältigung der alterstypischen Entwicklungsaufgaben der Schülerinnen und Schüler. Die Aufgabe, eine Geschlechtsidentität zu finden, bringt die Schülerinnen in einen unlösbaren Konflikt, wenn sie ein Fach wie Physik als männlich perzipieren. Als Frau erwachsen zu werden und in Physik kompetent zu sein, widerspricht den Geschlechterstereotypen in unserer Gesellschaft. Erfolg im naturwissenschaftlichen Unterricht kann bedeuten, die eigene Geschlechtsidentität als Frau zu verleugnen.¹³⁷ Schlecht zu sein in Fächern

¹³⁵ Giesen, Gold, Hummer & Weck 1992; Häußler & Hoffmann 1995, S. 120f.; Holzebeling & Hansel 1993; Lee & Bryk 1986.

¹³⁶ Vgl. die Untersuchung von Häußler und Hoffmann (1990, 1995).

¹³⁷ Levenson 1988, S. 204.

wie Physik, Chemie, Informatik oder Mathematik kann umgekehrt geradezu zur Bestätigung der eigenen Geschlechtsrolle werden. In der Abarbeitung dieses Konflikts liegt eine wichtige Aufgabe eines „mädchengerechten“ Naturwissenschaftsunterrichts.

Literatur

- Archer, John & Macrae, Margaret: Gender-Perceptions of School Subjects among 10 – 11 Year-Olds. In: *British Journal of Educational Psychology* Jg. 61, 1991, S. 99 – 103.
- Aufschnaiter, Stefan von, Fischer, Hans E. & Schwedes, Hannelore: Kinder konstruieren Welten. Perspektiven einer konstruktivistischen Physikdidaktik. In: Schmidt, Siegfried J. (Hg.): *Kognition und Gesellschaft. Der Diskurs des Radikalen Konstruktivismus 2*. Frankfurt (Suhrkamp) 1992, S. 380 – 424.
- Bakan, David: *The Duality of Human Existence. An Essay on Psychology and Religion*. Chicago (Rand McNally) 1966.
- Bateson, Gregory: *Ökologie des Geistes*. Frankfurt (Suhrkamp) 1985.
- Baumert, Jürgen: Lernstrategien, motivationale Orientierung und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen im Kontext schulischen Lernens. In: *Unterrichtswissenschaft* Jg. 21, 1993, S. 327 – 354.
- Beerman, Lilly, Heller, Kurt A. & Menacher, Pauline: *Mathe: nichts für Mädchen? Begabung und Geschlecht am Beispiel von Mathematik, Naturwissenschaft und Technik*. Bern (Huber) 1992.
- Benjamin, Jessica: *Die Fesseln der Liebe, Psychoanalyse, Feminismus und das Problem der Macht*. Basel (Stroemfeld/Roter Stern) 1990.
- Benz, Carolyn R., Pfeiffer, Isobel & Newman, Isadore: Sex Role Expectations of Classroom Teachers, Grades 1 – 12. In: *American Educational Research Journal* Jg. 18, 1981, S. 289 – 302.
- Berg-Peer, Janine: *Wer hat Angst vor Mathematik? Die gesellschaftlich produzierte Distanz der Frauen zu Naturwissenschaft und Technik*. In: *Arbeitsgruppe Elternarbeit* (Hg.): *Die Schule lebt. Frauen bewegen die Schule. Dokumentation der 1. Fachtagung in Gießen 1982 und der 2. Fachtagung in Bielefeld 1983*. München (Deutsches Jugendinstitut) 1984, S. 175 – 195.
- Bergqvist, Kerstin & Säljö, Roger: *Conceptually Blindfolded in the Optics Laboratory. Dilemmas of Inductive Learning*. In: *European Journal of Psychology of Education* Jg. 9, 1994, S. 149 – 158.
- Bishop, Alan J.: *Mathematical Enculturation: A Cultural Perspective on Mathematics Education*. Dordrecht (Kluwer Academic) 1988.
- Block, Jeanne H.: *Sex Role Identity and Ego Development*. San Francisco (Jossey-Bass) 1984.
- Brämer, Rainer: *Physik als Sprachnatur*. In: *Der Deutschunterricht* Jg. 34, 1982, S. 27 – 38.
- Buck, Günther: *Hermeneutik und Bildung. Elemente einer verstehenden Bildungslehre*. München (Fink) 1981.
- Chandler, Michael: *The Othello Effect. Essay on the Emergence and Eclipse of Skeptical Doubt*. In: *Human Development* Jg. 30, 1987, S. 137 – 159.
- Chodorow, Nancy: *Das Erbe der Mütter. Psychoanalyse und Soziologie der Geschlechter*. München (Verlag Frauenoffensive) 1985.
- Clarricoates, Katherine: *„Dinosaurs in the Classroom“*. A Re-Examination of Some Aspects of the *„Hidden“ Curriculum in Primary Schools*. In: *Women's Studies International Quarterly* Jg. 1, 1978, S. 353 – 364.
- Degenhardt, Annette: *Geschlechtstypisches Verhalten über die Lebensspanne*. In: Degenhardt, Annette & Trautner, Hanns Martin (Hg.): *Geschlechtstypisches Verhalten. Mann und Frau in psychologischer Sicht*. München (Beck) 1979, S. 26 – 49.
- diSessa, Andrea: *Phenomenology and the Evolution of Intuition*. In: Gentner, Dedre & Stevens, Albert L. (Hg.): *Mental Models*. Hillsdale (Lawrence Erlbaum) 1983, S. 15 – 33.

- Döbert, Rainer: Männliche Moral – Weibliche Moral? In: Nunner-Winkler, Gertrud (Hg.): Weibliche Moral. Die Kontroverse um eine geschlechtsspezifische Ethik. Frankfurt (Campus) 1991, S. 121 – 146.
- Driver, Geoffrey: How West Indians Do Better at School (Especially the Girls). In: *New Society* Nr. 902, Jg. 51, 1980, S. 111 – 114.
- Duru-Bellat, Marie: Filles et garçons à l'école, approches sociologiques et psycho-sociales. In: *Revue Française de Pédagogie* Nr. 109, 1994, S. 111 – 141.
- Dweck, Carol S. & Goetz, Therese E: Attributions and Learned Helplessness. In: Harvey, John H., Ickes, William & Kidd, Robert F. (Hg.): *New Directions in Attribution Research*, Vol. 2. Hillsdale (Lawrence Erlbaum) 1978, S. 156 – 179.
- Dweck, Carol S., Davidson, William, Nelson, Sharon & Enna, Bradley: Sex Differences in Learned Helplessness: II. The Contingencies of Evaluative Feedback in the Classroom and III. An Experimental Analysis. In: *Developmental Psychology* Jg. 14, 1978, S. 268 – 276.
- Eccles, Jacquelynne S.: Bringing Young Women to Math and Science. In: Crawford, Mary & Gentry, Margaret (Hg.): *Gender and Thought: Psychological Perspectives*. New York (Springer) 1989, S. 36 – 58.
- & Jacobs, Janis E.: Social Forces Shape Math Attitudes and Performance. In: *Signs: Journal of Women in Culture and Society* Jg. 11, 1986, S. 367 – 380.
- Enders-Dragässer, Uta & Fuchs, Claudia: Interaktionen der Geschlechter. Sexismusstrukturen in der Schule. Eine Untersuchung an hessischen Schulen im Auftrag des Hessischen Instituts für Bildungsplanung und Schulentwicklung. Weinheim (Juventa) 1989.
- Engel, Uwe & Hurrelmann, Klaus: Psychosoziale Belastung im Jugendalter. Empirische Befunde zum Einfluß von Familie, Schule und Gleichaltrigengruppe. Berlin (de Gruyter) 1989.
- Ewert, Otto: Selbstkonzeptänderungen beim Eintritt von Mädchen in die Reifezeit. In: Olbrich, Erhard & Todt, Eberhard (Hg.): *Probleme des Jugendalters. Neuere Sichtweisen*. Berlin (Springer) 1984, S. 179 – 186.
- Faulstich-Wieland, Hannelore: Koedukation – Enttäuschte Hoffnungen? Darmstadt (Wissenschaftliche Buchgesellschaft) 1991.
- Fennema, Elizabeth & Peterson, Penelope: Autonomous Learning Behavior: A Possible Explanation of Gender-Related Differences in Mathematics. In: Wilkinson, Louis Cherry & Marrott, Cora B. (Hg.): *Gender Influences in Classroom Interaction*. Orlando (Academic Press) 1985, S. 17 – 35.
- Fensham, Peter J.: A Research Base for New Objectives of Science Teaching. In: *Science Education* Jg. 67, 1983, S. 3 – 12.
- Fischer-Homberger, Esther: Spaltungen. In: Feyerabend, Paul & Thomas, Christian (Hg.): *Grenzprobleme der Wissenschaften*. Zürich (Verlag der Fachvereine) 1985, S. 207 – 213.
- Flitner, Elisabeth: Wirkungen von Geschlecht und sozialer Herkunft auf Schullaufbahn und Berufswahl. In: *Zeitschrift für Pädagogik* Jg. 38, 1992, S. 47 – 63.
- Frasch, Heidi & Wagner, Angelica C.: „Auf Jungen achtet man einfach mehr ...“. Eine empirische Untersuchung zu geschlechtsspezifischen Unterschieden im Lehrer/innen-Verhalten gegenüber Jungen und Mädchen in der Grundschule. In: Brehmer, Ilse (Hg.): *Sexismus in der Schule. Der heimliche Lehrplan der Frauendiskriminierung*. Weinheim (Beltz) 1982, S. 260 – 278.
- Gallin, Peter & Ruf, Urs: *Sprache und Mathematik in der Schule*. Zürich (Verlag Lehrerinnen und Lehrer Schweiz) 1990.
- Garaway, G. B.: Language, Culture, and Attitude in Mathematics and Science Learning: A Review of the Literature. In: *The Journal of Research and Development in Education* Jg. 27, 1994, S. 102 – 111.
- Gardner, Howard: *Der ungeschulte Kopf. Wie Kinder denken*. Stuttgart (Klett-Cotta) 1993.
- *Abschied vom IQ. Die Rahmen-Theorie der vielfachen Intelligenzen*. Stuttgart (Klett-Cotta) 1994.
- Giesen, Heinz, Gold, Andreas, Hummer, Annelie & Weck, Michael: Die Bedeutung der Koedukation für die Genese der Studienfachwahl. In: *Zeitschrift für Pädagogik* Jg. 38, 1992, S. 65 – 81.

- Granleese, Jacqueline & Joseph, Stephen: Self-Perception Profile of Adolescent Girls at a Single-Sex and a Mixed-Sex School. In: *The Journal of Genetic Psychology* Jg. 154, 1994, S. 525 – 530.
- Greenfield, Patricia M.: *Kinder und neue Medien. Die Wirkungen von Fernsehen, Videospiele und Computern.* München (Psychologie Verlags Union) 1987.
- Greenwood, Dayydd J.: *The Taming of Evolution. The Persistence of Nonevolutionary Views in the Study of Humans.* Ithaca (Cornell University Press) 1984.
- Häußler, Peter: Measuring Students' Interest in Physics – Design and Results of a Cross-Sectional Study in the Federal Republic of Germany. In: *International Journal of Science Education* Jg. 9, 1987, S. 79 – 92.
- & Hoffmann, Lore: Wie Physikunterricht auch für Mädchen interessant werden kann. In: *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik* Jg. 1, 1990, Heft 1, S. 12 – 18.
- Physikunterricht – an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert. In: *Unterrichtswissenschaft* Jg. 23, 1995, S. 107–126.
- Hagemann-White, Carol: *Sozialisation: Weiblich – Männlich?* Opladen (Leske & Budrich) 1984.
- Hannover, Bettina: Zur Unterrepräsentanz von Mädchen in Naturwissenschaften und Technik: Psychologische Prädiktoren der Fach- und Berufswahl. In: *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie* Jg. 5, 1991, S. 169 – 186.
- Heckhausen, Heinz: Entwurf einer Psychologie des Spielens. In: *Psychologische Forschung* Jg. 27, 1964, S. 225 – 243.
- Heisenberg, Werner: *Das Naturbild der heutigen Physik.* Hamburg (Rowohlt) 1955.
- Heller, Kurt A.: Koedukation und Bildungschancen der Mädchen. In: *Bildung und Erziehung* Jg. 45, 1992, S. 5 – 30.
- Herzog, Walter: *Das moralische Subjekt. Pädagogische Intuition und psychologische Theorie.* Bern (Huber) 1991 (a).
- Feministische Wissenschaft – auch ein Thema für Männer? In: Herzog, Walter & Violi, Enrico (Hg.): *Beschreiblich weiblich. Aspekte feministischer Wissenschaft und Wissenschaftskritik.* Grösch (Rüegger) 1991, S. 9 – 27 (b).
- Koedukation und Didaktik. Zur Förderung der Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: Gonon, Philipp & Oelkers, Jürgen (Hg.): *Die Zukunft der öffentlichen Bildung.* Bern (Lang) 1993, S. 259 – 288.
- Von der Koedukation zur Koinstruktion. Ein Weg zur Förderung der Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: *Die Deutsche Schule* Jg. 86, 1994, S. 78–95.
- Gaston Bachelard als Naturwissenschaftsdidaktiker. *Forschungsbericht Nr. 12.* Bern (Universität, Abteilung Pädagogische Psychologie) 1995.
- Hoffmann, Lore: Die Interessen von Schülerinnen an Physik und Technik. Mögliche Ansatzpunkte für Unterricht auf der Sekundarstufe I. In: *Die Realschule* Jg. 97, 1989, S. 201 – 206.
- & Lehrke, Manfred: Eine Untersuchung über Schülerinteressen an Physik und Technik. In: *Zeitschrift für Pädagogik* Jg. 32, 1986, S. 189 – 204.
- Holz-Ebeling, Friederike & Hansel, Sabine: Gibt es Unterschiede zwischen Schülerinnen in Mädchenschulen und koedukativen Schulen? In: *Psychologie in Erziehung und Unterricht* Jg. 40, 1993, S. 21 – 33.
- Horstkemper, Marianne: *Schule, Geschlecht und Selbstvertrauen. Eine Längsschnittstudie über Mädchensozialisation in der Schule.* Weinheim (Juventa) 1987.
- Mädchensozialisation – Jungensozialisation. Mechanismen der Diskriminierung und Förderung in der Schule. In: *Feminin – Maskulin. Konventionen, Kontroversen, Korrespondenzen.* Friedrich Jahresheft VII, 1989, S. 98 – 101.
- Zwischen Anspruch und Selbstbescheidung. Berufs- und Lebensentwürfe von Schülerinnen. In: *Die Deutsche Schule*, 1. Beiheft, 1990, S. 17 – 31.
- Jackson, Philip W.: *The Practice of Teaching.* New York (Teachers College Press) 1986.
- Jörg, Ton & Wubbels, Th.: Physics a Problem for Girls, Or Girls a Problem for Physics? In: *International Journal of Science Education* Jg. 9, 1987, S. 297 – 307.
- Johnson, Sandra: Gender Differences in Science: Parallels in Interest, Experience and Performance. In: *International Journal of Science Education* Jg. 9, 1987, S. 467 – 481.

- Kahle, Jane Butler: Gender and Science Education II. In: Fensham, Peter (Hg.): Development and Dilemmas in Science Education. London (The Falmer Press) 1988, S. 249 – 265.
- Kaiser, Astrid: Koedukation als didaktische Differenzierung. In: Faulstich-Wieland, Hannelore (Hg.): Abschied von der Koedukation? Materialien zur Sozialarbeit und Sozialpolitik, Bd. 18. Frankfurt (Fachhochschule) 1987, S. 112 – 114.
- Kulturelle Bedingungen von Geschlechterdifferenzen. Gesellschaftsbilder von Jungen und Mädchen in patriarchaler und mütterrechtlicher Kultur. In: Die Deutsche Schule Jg. 84, 1992, S. 449 – 464.
- Kegan, Robert: The Evolving Self. Problem and Process in Human Development. Cambridge (Harvard University Press) 1982.
- Kelly, Alison: The Construction of Masculine Science. In: British Journal of Sociology of Education Jg. 6, 1985, S. 132 – 154.
- Gender Differences in Teacher-Pupil Interactions: A Meta-Analytic Review. In: Research in Education Nr. 39, 1988, S. 1 – 23 (a).
- Sex Stereotypes and School Science. A three Year Follow-Up. In: Educational Studies Jg. 14, 1988, S. 151 – 163 (b).
- Klainin, Sunee, Fensham, Peter J. & West, Leo H. T.: Successful Achievements by Girls in Physics Learning. In: International Journal of Science Education Jg. 11, 1989, S. 101 – 112.
- Kreienbaum, Maria Anna & Metz-Göckel, Sigrid: Koedukation und Technikkompetenz von Mädchen. Der heimliche Lehrplan der Geschlechtererziehung und wie man ihn ändert. Weinheim (Juventa) 1992.
- Kubli, Fritz: Piagets Methode des „kritischen Interviews“ und ihre Bedeutung für die Reflexion des Physikunterrichts. In: Duit, Reinders (Hg.): Alltagsvorstellungen und naturwissenschaftlicher Unterricht. Köln (Aulis) 1981, S. 223 – 240.
- Interesse und Verstehen in Physik und Chemie. Köln (Aulis) 1987.
- Lee, Valerie E. & Bryk, Anthony S.: Effects of Single-Sex Secondary Schools on Student Achievement and Attitudes. In: Journal of Educational Psychology Jg. 78, 1986, S. 381–395.
- Levenson, Ricki: Boundaries, Autonomy and Aggression: An Exploration of Women's Difficulty with Logical, Abstract Thinking. In: Journal of the American Academy of Psychoanalysis Jg. 16, 1988, S. 189 – 208.
- Maccoby, Eleanor E.: Gender and Relationships. A Developmental Account. In: American Psychologist Jg. 45, 1990, S. 513 – 520.
- Mädchen – Frauen – Bildung. Unterwegs zur Gleichstellung. Bern (Schweizerische Konferenz der Kantonalen Erziehungsdirektoren) 1992.
- Markus, Hazel & Oyserman, Daphna: Gender and Thought: The Role of the Self-Concept. In: Crawford, Mary & Gentry, Margaret (Hg.): Gender and Thought: Psychological Perspectives. New York (Springer) 1989, S. 100 – 127.
- Martial, Ingbert von: Koedukation und Geschlechtertrennung in der Schule. In: Pädagogik und freie Schule, Heft 38. Köln (Adamas) 1987.
- McCloskey, Michael: Irrwege der Intuition in der Physik. In: Spektrum der Wissenschaft, 1983, Heft 6, S. 88 – 99.
- Meißner, Iris: Argumentation in natürlicher Sprache. Eine empirische Untersuchung geschlechtstypischer Argumentationsformen. Frankfurt (Lang) 1994.
- Nicholls, John G.: Causal Attributions and Other Achievement-Related Cognitions: Effects of Task Outcome, Attainment Value, and Sex. In: Journal of Personality and Social Psychology Jg. 31, 1975, S. 379 – 389.
- Orwoll, Lucinda & Achenbaum, W. Andrew: Gender and the Development of Wisdom. In: Human Development Jg. 36, 1993, S. 274 – 296.
- Osborne, Roger: Children's Dynamics. In: The Physics Teacher, 1984, S. 504 – 508.
- & Wittrock, Merrill C.: Learning Science: A Generative Process. In: Science Education Jg. 67, 1983, S. 489 – 508.
- Pedersen, Svend & Halldén, Ola: Intuitive Ideas and Scientific Explanations as Parts of Students' Developing Understanding of Biology: The Case of Evolution. In: European Journal of Psychology of Education Jg. 9, 1994, S. 127 – 137.

- Perry, William G.: *Forms of Intellectual and Ethical Development in the College Years. A Scheme.* New York (Holt, Rinehart & Winston) 1968.
- Räsänen, Leila: *Girls and the Learning of Physical Concepts.* In: *European Education*, 1992, S. 83 – 94.
- Redeker, Bruno: *Zum Lernen von Physik.* In: Lippitz, Wilfried & Meyer-Drawe, Käthe (Hg.): *Lernen und seine Horizonte. Phänomenologische Konzeptionen menschlichen Lernens. Didaktische Konsequenzen.* Frankfurt (Scriptor) 1984 (2. Aufl.), S. 167 – 217.
- Renshaw, Peter: *Self-esteem Research and Equity Programs for Girls: A Re-assessment.* In: Kenway, Jane & Willis, Sue (Hg.): *Hearts and Minds: Self-esteem and the Schooling of Girls.* London (The Falmer Press) 1990, S. 17 – 33.
- Rosser, Sue V.: *Female-friendly Science. Applying Women's Studies Methods and Theories to Attract Students.* New York (Pergamon Press) 1990.
- Rüstemeyer, Ruth: *Wahrnehmungen eigener Fähigkeit bei Jungen und Mädchen.* Frankfurt (Lang) 1982.
- Ryckman, David B. & Peckham, Percy: *Gender Differences in Attributions for Success and Failure Situations Across Subject Areas.* In: *Journal of Educational Research* Jg. 81, 1987, S. 120 – 125.
- Schiersmann, Christiane: *Zugangsweisen von Mädchen und Frauen zu den neuen Technologien. Eine Bilanz vorliegender Untersuchungsergebnisse.* In: *Frauenforschung* Jg. 5, 1978, S. 5 – 24.
- Simpson, Ronald D. & Oliver, J. Steve: *A Summary of Major Influences on Attitude Toward and Achievement in Science Among Adolescent Students.* In: *Science Education* Jg. 74, 1990, S. 1 – 18.
- Sjøberg, Svein & Imsen, Gunn: *Gender and Science Education I.* In: Fensham, Peter (Hg.): *Development and Dilemmas in Science Education.* London (The Falmer Press) 1988, S. 218 – 248.
- Staberg, Else-Marie: *Gender and Science in the Swedish Compulsory School.* In: *Gender and Education* Jg. 6, 1994, S. 35 – 45.
- Stachowiak, Herbert: *Allgemeine Modelltheorie.* Wien (Springer) 1973.
- Stettler, Peter: *Wie erleben Jugendliche Physik? Aufsätze im Physikunterricht.* In: *Neue Sammlung* Jg. 21, 1981, S. 246 – 262.
- *Kristalle des Verstehens.* In: *Schweizerische Lehrerzeitung*, 1989, Nr. 22, S. 14 – 18.
- Tannen, Deborah: *Du kannst mich einfach nicht verstehen: Warum Männer und Frauen aneinander vorbeireden.* Hamburg (Kobal) 1991.
- Terhart, Ewald: *Pädagogisches Wissen.* In: *Zeitschrift für Pädagogik*, 27. Beiheft. Weinheim (Beltz) 1991, S. 129 – 141.
- Tobin, Kenneth & Garnett, Pamela: *Gender Related Differences in Science Activities.* In: *Science Education* Jg. 71, 1987, S. 91 – 103.
- Tolmie, Andrew & Howe, Christine: *Gender and Dialogue in Secondary School Physics.* In: *Gender and Education* Jg. 5, 1993, S. 191 – 209.
- Trömel-Plötz, Senta: *Frauensprache: Sprache der Veränderung.* Frankfurt (Fischer) 1994.
- Turkle, Sherry: *Die Wunschmaschine. Der Computer als zweites Ich.* Reinbek (Rowohlt) 1986.
- Visser, Delene: *The Relationship of Parental Attitudes and Expectations to Children's Mathematics Achievement Behaviour.* In: *Journal of Early Adolescence* Jg. 7, 1987, S. 1 – 12.
- Wagenschein, Martin: *Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken, Bd. I.* Stuttgart (Klett) 1970 (2. Aufl.) (a).
- *Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken, Bd. II.* Stuttgart (Klett) 1970 (b).
- Weinburgh, Molly: *Gender Differences in Student Attitudes Toward Science: A Meta-Analysis of the Literature from 1970 to 1991.* In: *Journal of Research in Science Teaching* Jg. 32, 1995, S. 387 – 398.
- Weinreich-Haste, Helen E.: *The Image of Science.* In: Kelly, Alison (Hg.): *The Missing Half. Girls and Science Education.* Manchester (Manchester University Press) 1981, S. 216 – 229.

- Willis, Sue: The Power of Mathematics: For Whom? In: Kenway, Jane & Willis, Sue (Hg.): *Hearts and Minds: Self-esteem and the Schooling of Girls*. London (The Falmer Press) 1990, S. 191 – 211.
- Woike, Barbara A.: The Use of Differentiation and Integration Processes: Empirical Studies of „Separate“ and „Connected“ Ways of Thinking. In: *Journal of Personality and Social Psychology* Jg. 67, 1994, S. 142 – 150.
- Zimmerman, Barry J.: Self-efficacy and Educational Development. In: Bandura, Albert (Hg.): *Self-efficacy in Changing Societies*. Cambridge (Cambridge University Press) 1995, S. 202 – 231.

Neue Sammlung

*Vierteljahres-Zeitschrift
für Erziehung
und Gesellschaft*

Herausgegeben von Hellmut Becker †
Gerold Becker, Peter Fauser, Anne Frommann,
Jürgen Gidion, Hermann Giesecke, Hartmut von Hentig,
Lothar Krappmann und Jürgen Zimmer

Rainer Lersch

Lehrerinnen und Lehrer für das 3. Jahrtausend

Rolf Arnold

Bildende Qualifizierung

Yasuo Imai

Benjamin und Wyneken

Michael Parmentier

Der verkannte Zweck

Walter Herzog

Motivation und naturwissenschaftliche Bildung

Diemut Kucharz und Bernd Sörensen

Die Schule ist für alle Kinder da!

Anne Frommann

Was ist eine „übliche reformpädagogische Verengung“?

Kurt Edler

Die multifunktionale Schule – ein pädagogischer Leviathan?

Jürgen Diederich

Die Schule ist für alle(s) da

1

36. Jahrgang/Heft 1
Januar/Februar/März 1996

Klett-Cotta
Friedrich

Neue Sammlung

Vierteljahres-Zeitschrift für Erziehung und Gesellschaft

Herausgeber

Gerold Becker, Kurfürstendamm 214, Gartenhaus lks., IV, D-10719 Berlin / Prof. Dr. Peter Fauser, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Erziehungswissenschaften, Otto-Schott-Straße 41, D-07740 Jena / Dr. Anne Frommann, Hallstattstraße 32, D-72070 Tübingen / Prof. Dr. Jürgen Gidion, Brüder-Grimm-Allee 26, D-37075 Göttingen / Prof. Dr. Hermann Giesecke, Kramberg 10, D-37120 Bovenden-Lenglern / Prof. Dr. Hartmut von Hentig, Kurfürstendamm 214, Gartenhaus lks., IV, D-10719 Berlin / Prof. Dr. Lothar Krappmann, Lützelsteiner Weg 33, D-14195 Berlin / Prof. Dr. Jürgen Zimmer, Freie Universität, Fachbereich Erziehungswissenschaft, Psychologie und Sportwissenschaft, Institut für Interkulturelle Erziehung, Habelschwerdter Allee 45, D-14195 Berlin

Geschäftsführende Herausgeber Gerold Becker / Peter Fauser

Beiträge bitte an die Redaktion. Anschrift: Prof. Dr. Peter Fauser, Friedrich-Schiller-Universität, Institut für Erziehungswissenschaften, Otto-Schott-Straße 41, D-07740 Jena, Tel: 03641/ 63 10 67, Fax: 03641/63 10 69. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Besprechungsexemplare kann keine Haftung übernommen werden. Zuschriften, die den Vertrieb und die Anzeigen betreffen, an den Verlag erbeten. Alle Rechte für sämtliche Beiträge vorbehalten.

Erscheinungsweise

Die Zeitschrift Neue Sammlung erscheint vierteljährlich (im Februar, Mai, August, November). Sie ist durch jede Buchhandlung oder direkt beim Verlag zu beziehen.

Bezugspreis

(4 Hefte incl. Friedrich-Jahresheft) Abo-Preis: DM 145,00/ öS 2.062,00; Einzelheft DM 37,00; Vorzugspreis für Studenten und Abonnenten, die sich in der Ausbildung befinden, bei Vorlage einer Bescheinigung DM 103,00 / öS 1.465,00 jeweils einschließlich z. Z. 7 % Mehrwertsteuer, zuzüglich Porto. Abbestellungen sind nur zum Jahresende möglich und müssen bis 15. Dezember beim Verlag vorliegen.

Verlag

Erhard Friedrich Verlag, Postfach 100 150, D-30917 Seelze-Velber
ISSN 0028-3355 NC N\$ NCA

Verantwortlich für den Anzeigenteil

Bernd Schrader, Anzeigenabwicklung Friedrich Verlag, Tel.: 05 11 / 4 000 4-22 oder 23

Anzeigen

Zur Zeit ist die Anzeigenpreisliste Nr. 8 vom 1.1.1994 gültig.

Herstellung

PZ Pädagogika Zentrale, Velber

Druck

Hasse Druck GmbH, Stadthagen

Anschriften der Mitarbeiter finden sich unter „Mitteilungen“ am Ende dieses Heftes.