PHYSIKUNTERRICHT UNTER DEM GENDER-ASPEKT

Dissertation zur Erlangung des Akademischen Grades
„Doktorin der Naturwissenschaften“

Eingereicht an der
Fakultät für Physik
der Universität Wien

von
Mag. Helga Stadler

Wien, im Dezember 2004

KURZFASSUNG

Von Seiten der Wirtschaft und der Industrie wird immer wieder die Problematik der geringen Anzahl an ausgebildeten Physiker/innen und Techniker/innen diskutiert. Als einer der Gründe für den Mangel an Arbeitskräften und Wissenschafter/innen in dem genannten Bereich wird unter anderem die geringe Akzeptanz des Physikunterrichts in den Schulen genannt. In der vorliegenden Arbeit wird aufgezeigt, dass einer der Gründe für das genannte Problem darin liegt, dass Frauen diesen Bereichen weitgehend fernbleiben. Es wird gezeigt, dass Frauen in unserem Land ein gesellschaftliches Umfeld vorfinden, in dem Physik und Technik weitgehend männlich konnotiert sind, und es wird erläutert, wie der Physikunterricht dieses Bild verstärkt: durch Kontexte, die Schülerinnen für sich nicht als relevant empfinden, und durch eine Unterrichtsgestaltung, die Mädchen vielfach ausschließt. Die Folge ist, dass Mädchen ihre Fähigkeiten auf diesem Gebiet nicht erkennen und auch bei guten Leistungen geringes Selbstwertgefühl in diesen Bereichen entwickeln. Die solcherart entwickelte Distanz der Mädchen bzw. jungen Frauen zu Physik und Technik äußert sich im Wahlverhalten, insbesondere in der Wahl des Studiums und des Berufs.

Die vorliegende Arbeit gibt zunächst einen Überblick über den aktuellen Forschungsstand. An Hand von Statistiken wird die besondere Situation Österreichs aufgezeigt und ausführlich beschrieben, welche Rolle Schule und Unterricht, insbesondere aber Physikunterricht für die Entstehung der beschriebenen Problematik haben. In diesem Zusammenhang werden auch neuere Entwicklungen der Genderforschung diskutiert. Schließlich werden gängige Interventionsstrategien aufgezeigt.

Der zweite Teil der Dissertation ist den eigenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten gewidmet. Dabei lassen sich vier Bereiche unterscheiden:

1. Der erste umfasst empirische Arbeiten zum Physikunterricht, aus denen sich Interventionsansätze ableiten lassen. An Hand von Analysen der TIMSS Ergebnisse wird gezeigt, dass zu frühe Wahlmöglichkeiten die Chancen der Frauen auf naturwissenschaftliche Bildung verringern. Die Analyse einer Fragebogenerhebung an einer Schule zum Physikunterricht weist u. a. darauf hin, dass auch nach mehr als zwanzig Jahren Koedukation die Vorstellungen von Jugendlichen zu geschlechtsbezogenen Fragen im Zusammenhang mit Physik den gängigen Rollenklischees folgen. Des weiteren zeigt sich, dass die physikbezogenen Fragen der Jugendlichen durch das übliche Curriculum nicht abgedeckt werden.
   Methodisch betrachtet liegt der Schwerpunkt der vorliegenden empirischen Arbeiten nicht auf quantitativen, sondern auf qualitativen Studien. Im Mittelpunkt stehen interpretative Studien zum Thema Interaktionsmuster im Physikunterricht. Dabei wird nicht nur, wie in der Literatur bisher üblich, Frontalunterricht analysiert sondern auch Gruppenunterricht. Ein Ergebnis dieser Untersuchungen ist, dass die von Seiten der Fachdidaktiken und Erziehungswissenschaften gegebene Empfehlung, Schülerexperimente in Gruppenarbeiten durchzuführen, nur bedingt zum Aufbau von Wissen und Kompetenzen führt. Ein anderes wesentlich erscheinendes Ergebnis der durchgeführten Analysen ist, dass Mädchen vermutlich einen anderen, weiter gefassten Anspruch an „Verstehen“ stellen als dies Buben tun. Alle empirischen Analysen sind interdisziplinär angelegt und wurden gemeinsam mit einer auf Diskursanalysen spezialisierten Sprachwissenschaftlerin durchgeführt.
2. In diesem Teil werden Unterrichtskonzepte vorgestellt, die weitgehend einem gemäßigt konstruktivistischen Ansatz folgen und in einem Kontext eingebettet sind, der von Schülerinnen und Schülern als sinnvoll erlebt wird. Die Unterrichtsmodelle wurden in

unterschiedlicher Weise evaluiert. In allen Fällen zeigte sich, dass der beschriebene Unterricht insbesondere bei Mädchen auf hohe Akzeptanz stößt. Der in der Fachdidaktik häufig zitierte, von Wagenschein übernommene Ausspruch: „Wenn man sich nach den Interessen der Mädchen richtet, dann ist das auch für die Buben richtig, aber nicht umgekehrt“ (Wagenschein 1965, S 350) konnte damit zum Teil verifiziert werden. Zu vermuten ist, dass Unterricht, der einem konstruktivistischen Lernmodell folgt, geeignet ist, das insbesondere bei Mädchen wenig ausgeprägte Selbstwertgefühl gegenüber dem Fach zu erhöhen. Das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit ist, wie wir aus der fachdidaktischen Forschung wissen, der für das Entstehen von Interesse wichtigste Faktor. Aus den Rückmeldungen zu den Unterrichtseinheiten darf geschlossen werden, dass diese Erwartungen erfüllt wurden und der Unterricht tatsächlich zu einem erhöhten sachbezogenen Interesse an Physik geführt hat.

3. In einem dritten Teil wird beschrieben, wie im Schwerpunkt „Gender Sensitivity“ (Leitung Jungwirth / Stadler) des Projekts Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching (IMST², 2000-2004) Lehrkräfte für Fragen des geschlechtssensiblen Unterrichts sensibilisiert werden.

4. Der letzte Teil ist einem Schulbereich gewidmet, dem – trotz hoher Schülerzahlen – vergleichsweise wenig öffentliche Aufmerksamkeit zuteil wird. Während die Koedukation an den Allgemeinbildenden Höheren Schulen und den Pflichtschulen gelebte Realität ist, gibt es einige Bereiche der Berufsbildenden Höheren Schulen, die infolge von Asymmetrien im Wahlverhalten der Schülerinnen und Schüler de facto weitgehend monoedukativ geführt werden. Der wohl wichtigste dieser Bereiche ist jener der Höheren Technischen Lehranstalten. In den wichtigen Abteilungen Maschinenbau und Elektrotechnik liegt der Frauenanteil um die 5 %. In der vom Österreichischen Bildungsministerium in Auftrag gegebenen und von mir geleiteten und durchgeführten Studie wurde untersucht, welche Motive Mädchen dazu bewegen, sich für diese Art der Ausbildung zu entscheiden, und wie sie ihre Minderheitensituation an der Schule erleben. Dafür wurden insgesamt etwa 140 Schülerinnen und Schüler ausführlich befragt. Die Studie über „Schülerinnen an Höheren Technischen Lehranstalten“ war die erste Forschungsarbeit, die in Österreich zu dieser Frage durchgeführt wurde.

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT **1**

1. EINLEITUNG IN DIE GESAMTPROBLEMATIK **5**

1.1. Die politische Perspektive ***5***

1.2. Zur Bedeutung physikalischer Grundbildung ***9***

1.3. Zur Teilhabe von Frauen an Physik und Technik ***10***

1.4. Gender und Genderforschung ***16***

1.5. Ergebnisse empirischer Analysen ***18***

1.5.1. Internationale Leistungsvergleiche *19*

1.5.2. Einstellungen und Interessen *22*

1.5.3. Die Bedeutung von Kontext und Curriculum *24*

1.5.4. Unterrichtsmethoden, Unterrichts- und Interaktionsmuster *28*

1.5.5. Die Lehrkraft *29*

1.5.6. Selbstkonzept *30*

1.5.7. Selbstwertgefühl und Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit *31*

1.5.8. Zum Aspekt Verstehen *32*

1.5.9. Weiterführende Überlegungen *33*

1.6. Dualismus und Wissenschaft - Physik als „männliche Domäne“ ***33***

1.6.1. Zur Außen- und Innendarstellung der Physik *33*

1.6.2. Sozialisierung *36*

1.6.3. Rollenbilder, Rollenerwartungen und Berufswirklichkeit *36*

1.7. Geschlechtssensibler Unterricht und seine Rahmenbedingungen. Zum Thema Intervention ***39***

1.7.1. Allgemeine Bemerkungen zu den Zielsetzungen und Strategien *39*

1.7.2. Unterrichtsziele und Lehrpläne *41*

1.7.3. Das Curriculum aus inhaltlicher Perspektive *43*

1.7.4. Lernumgebungen, Unterrichtsmethoden und Klassenklima *46*

1.7.5. Zur Bedeutung konstruktivistisch orientierter Lernumgebungen *48*

1.7.6. Einstellungen und Werthaltungen gegenüber Physik und Technik: *50*

1.7.7. Zur Frage der Leistungsüberprüfung und Leistungsbewertung *51*

1.7.8. Zur Frage der Koedukation *52*

1.7.9. „Undoing gender“ als Thema in der Lehrerbildung *54*

1.7.10. Die Schwierigkeit des „Undoing gender“ aus Schüler/innensicht *55*

1.7.11. Zur Erhöhung des Frauenanteils in Physik und Technik *56*

1.7.12. Der Aspekt Wissenschaftskultur im Kontext Unterricht *57*

1.7.13. Lernprozesse unter dem Aspekt „Konstruktion von Identität“.....59

1.7.14. Forschung als Intervention.....61

2. VORBEMERKUNGEN ZU DEN EINZELNEN AUFSÄTZEN.....64

2.1. Physikunterricht unter dem Gender-Aspekt.....65

2.2. Empirische Studien.....66

2.3. Unterrichtskonzepte.....74

2.4. Intervention.....79

2.5. Der Gender-Aspekt in der technischen Ausbildung.....80

3. LITERATUR.....83

4. AUFSÄTZE.....98

4.1. Physikunterricht unter dem Gender-Aspekt.....98

Helga Stadler
Kann man/frau Physik verstehen ?.....98

Helga Stadler
Mädchen und Physik - Koedukation im naturwissenschaftlichen Unterricht.....103

4.2. Empirische Arbeiten.....107

Helga Stadler
Eine Analyse der Ergebnisse der TIMS-Studie aus geschlechtsspezifischer Perspektive.. 107

Gertraud Benke, Helga Stadler
Students’ positions in physics education. A gendered perspective.....140

Helga Stadler, Gertraud Benke, Reinders Duit
How do boys and girls use language in physics classes?.....146

Helga Stadler, Reinders Duit, Gertraud Benke
Do boys and girls understand physics differently?.....152

Helga Stadler, Reinders Duit
Teaching and learning chaos theory - Case studies on students' learning pathways..... 159

Helga Stadler, Gertraud Benke, Reinders Duit
Gemeinsam oder getrennt?.....185

Helga Stadler
"Schwerelosigkeit herrscht dort, wo keine Schwerkraft mehr wirkt".....197

Helga Stadler, Gertraud Benke
Naturwissenschaftliches Diskutieren und Argumentieren fördern.....204

4.3. Unterrichtskonzepte.....212

Helga Stadler
Die Bewegung der Erde.....212

Helga Stadler
„Außerhalb der Erde herrscht Schwerelosigkeit“.....227

Helga Stadler, Sonja Wenig
Solarmobile und Solarbox..... 235

Michael Komorek, Reinders Duit, Helga Stadler
Beobachten – Vermuten – Belege Sammeln – Argumentieren – Interpretieren: Ein komplexes Phänomen - ein chaotisches Magnetpendel erklären *241*

Helga Stadler
Problemorientiertes Arbeiten im Schulversuch *245*

4.4. Intervention ***248***

Helga Stadler
Videos as a tool to improve the quality of physics education in upper secondary schools *248*

Helga Stadler
Geschlechtssensibler Unterricht – Individualisierung des Lehrens und Lernens unter der „Gender"-Perspektive. Der Schwerpunkt 3 des Projekts IMST2 ..... *253*

4.5. Der Gender-Aspekt in der technischen Ausbildung ***259***

Helga Stadler
Schülerinnen an Höheren Technischen Lehranstalten. Eine Studie im Bereich Elektrotechnik und Maschinenbau *259*

VORWORT

Als ich vor nunmehr etwa zehn Jahren eine Teilanstellung am Institut für Theoretische Physik als Fachdidaktikerin für Physik bekam, hatte ich neben meiner Lehrtätigkeit Gelegenheit, mich auf ein Thema zu konzentrieren, das bislang kaum meine Aufmerksamkeit geweckt hatte. Der Berufswechsel und die universitäre Umgebung führten mich zu der Frage, warum in den Physikinstituten beinahe ausschließlich Männer beschäftigt waren. Etwa um dieselbe Zeit gründete die Österreichische Physikalische Gesellschaft die Arbeitsgruppe „Frauen und Physik". Die Mitglieder dieser Arbeitsgruppe stellten sich zunächst einmal die Aufgabe, Daten über den tatsächlichen Frauenanteil an den physikalischen Instituten zu gewinnen und in der Folge Maßnahmen zu initiieren bzw. zu unterstützen, die den Frauenanteil heben sollten. Als österreichische Delegierte einer UNESCO Tagung zu Fragestellungen der Chancengleichheit in den Bereichen Physik und Technik hatte ich Gelegenheit, einen Einblick in die Relevanz des Themas auf internationaler Ebene zu gewinnen. Der Themenbereich Frau – Physik - Technik wurde in der Folge zu einem der Schwerpunkte meiner Tätigkeit. Da es in Österreich bislang kaum Datenmaterial zu diesem Thema gab, war auch das Unterrichtsministerium (heute bm:bwk) an meiner Arbeit interessiert und einzelne Projekte wurden in der Folge auch von der zuständigen Abteilung (Leitung Frau Dr. Guggenberger) unterstützt.

In diesem Zusammenhang ist auch meine Forschungsarbeit „Schülerinnen an Höheren Technischen Lehranstalten" entstanden. Meine zunehmend intensiver werdende Auseinandersetzung mit der Fachdidaktik führte zur Frage, inwiefern das Phänomen der Distanz der Frauen zu Physik und Technik ein allgemein gesellschaftlich bedingtes ist bzw. welchen Anteil daran die Schule, insbesondere der Physikunterricht hat. Als Physikdidaktikerin war ich natürlich auch an der Frage interessiert, wie Physikunterricht, der Mädchen und Buben ihren individuellen Begabungen und Interessen entsprechend gleichermaßen stützt und fördert, methodisch und inhaltlich zu gestalten sei.

Angeregt durch ein Projekt, das am Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) der Universität Kiel entwickelt wurde, begann ich, entsprechende Unterrichtskonzepte zu entwickeln und zu erproben. Parallel dazu entstanden eine Reihe von empirischen (z.T. interdisziplinär gemeinsam mit der Sprachwissenschaftlerin Gertraud Benke durchgeführte) Studien, deren Ziel es war, mehr über die Rolle des Geschlechts im Physikunterricht zu erfahren. Diese Studien sind bislang auf dem Gebiet der Physikdidaktik die einzigen österreichischen Studien zu diesem Thema, die auch international Beachtung gefunden haben. Gleichzeitig ermöglichte es meine Tätigkeit in der Lehreraus- und Weiterbildung, insbesondere aber die Begegnung mit der Aktionsforschung, einen breiteren Kreis von Studierenden und Lehrkräften auf die „Gender"-Thematik aufmerksam zu machen. Im Zuge dieser Arbeit entwickelte ich (teilweise in Zusammenarbeit mit Helga Jungwirth) Möglichkeiten, wie Lehrkräfte ihren eigenen Unterricht unter dem Geschlechteraspekt analysieren können. Ziel dieser Arbeiten ist es, die Lehrenden dazu anzuregen, in gemeinsamer Arbeit Interventionen im Unterricht zu setzen, die dazu beitragen, Mädchen und Buben die Chance zu eröffnen, ihren Neigungen und Begabungen entsprechend zu lernen.

Bleibt die Frage, worin mein persönliches Engagement für den Themenkreis Gender und Physik / Technik begründet ist bzw. die Frage nach meinen persönlichen Zielsetzungen. Als Physikdidaktikerin, die davon überzeugt ist, dass naturwissenschaftliche Bildung für alle Menschen von Bedeutung ist, sehe ich hier Frauen benachteiligt. Im Vordergrund meiner Bemühungen steht damit ein von der (Frauen)Politik nur am Rande erwähntes Ziel: Es geht um naturwissenschaftliche Grundbildung als Teil der Allgemeinbildung und um das Bemühen, Interesse für Physik und Technik zu generieren. Vorausgesetzt wird dabei, dass ein

grundlegendes Wissensnetz und das einmal generiertes Interesse eine gute Voraussetzung dafür sind, dass Menschen auch im Erwachsenenalter Freude am Lernen haben und darin Gewinn sehen. Zwar ist auch aus meiner Sicht eine wesentlich stärkere Partizipation der Frauen in Wissenschaft und Technik wünschenswert, doch muss hier breiter angesetzt werden. Interesse an Physik und Technik und das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten korrelieren zwar mit der Vorstellung, in diesen Bereichen für sich Berufsmöglichkeiten zu sehen, doch benötigt es auch Veränderungen in der Innen- und Außendarstellung der Physik und im beruflichen Umfeld, um diesbezügliche Berufe für Frauen attraktiv zu machen. Auch dazu finden sich in der vorliegenden Arbeit einige Überlegungen und Vorschläge.

Mein Ziel ist es also, ein Stück dazu beizutragen, dass Frauen sich mehr als bisher für Physik und Technik interessieren, über eine gewisse Grundbildung in diesen Bereichen verfügen und möglicherweise darin auch Berufsmöglichkeiten für sich identifizieren können. Dass also Physik und Technik nicht, wie dies in unserer Kultur geschieht, weitgehend den Männern zugeordnet wird, sondern Frauen und Männer darin individuell für sich, aber auch in ihrer Eigenschaft als Bürgerinnen Bereiche sehen, die für sie von Bedeutung sind und wo es sich lohnt, über entsprechendes Wissen zu verfügen.

Die vorliegende Dissertation ist eine Sammlung unterschiedlicher Aufsätze und Studien zum im Titel angesprochenen Themenkreis. Um die Arbeiten einordnen zu können, wurde eine ausführliche Einleitung vorangestellt. Die Einleitung soll dem Lesenden einen Einblick in den aktuellen Forschungsstand vermitteln. Als Ausgangspunkt habe ich Statistiken ausgewählt, die die bereits angesprochenen Asymmetrien in der Beteiligung an naturwissenschaftlich-technischer Bildung aufzeigen. Ausführlich wird die Frage des „Warum“ behandelt: Wie stellen sich Differenzen zwischen den Geschlechtern aus Sicht der heutigen Forschung dar? Wie nehmen Schüler/innen Physikunterricht wahr und was können wir daraus im Hinblick auf die Geschlechterfrage entnehmen? Wie interpretiert die gegenwärtige Forschung die Distanz der Frauen zu Physik und Technik? Welche Rolle spielt dabei der Physikunterricht? In einem abschließenden Teil des Einleitungsaufsatzes folgen einige Ausführungen zu weiterführenden Interpretationen des Themas, wie sie aus Sicht der Fachdidaktik gegenwärtig diskutiert werden. Dabei wird der enge Zusammenhang zwischen unterschiedlichen, in der Physik derzeit diskutierten Theorien zu Lehr- und Lernprozessen im naturwissenschaftlichen Unterricht und Fragen der Identität des Lernenden, d.h. also auch seiner geschlechtlichen Identität aufgezeigt. Schließlich werden auf den beschriebenen Forschungsarbeiten basierende Interventionsmöglichkeiten beschrieben.

Der Hauptteil der Arbeit besteht aus bereits publizierten Aufsätzen und Studien. Es handelt sich dabei um Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. 12 der insgesamt 18 Aufsätze sind in referierten Zeitschriften oder Büchern publiziert: Bei den Aufsätzen 4.5. und 4.6. handelt es sich um Aufsätze, die zweifach referiert wurden (zunächst für die Aufnahme in den Tagungsband der ESERA[1], dann für einen Band mit ausgewählten Beiträgen), der Aufsatz 4.4. erschien in Physics Education, einer referierten englischen Zeitschrift, 4.8. in einem mittels peer review referierten Buch mit eingeladenen Beiträgen; die Aufsätze 4.9. bis 4.14. finden sich in der wichtigsten deutschsprachigen referierten praxisorientierten Zeitschrift für Lehrkräfte, die Aufsätze 4.7. und 4.16. sind referierte Tagungsbeiträge für NARST und ESERA, 4.3. ist die deutsche Langfassung eines Tagungsbeitrags.

Die ersten beiden Aufsätze behandeln eher essayistisch grundsätzliche Fragen zur Gesamtthematik. Die nachfolgenden Arbeiten habe ich thematisch in vier Gruppen zusammengefasst. Jeder Gruppe wurde eine kurze Beschreibung der einzelnen Aufsätze

[1] Die Tagungen der European Association for Research in Science Education (ESERA) und der National Association for Research in Science Edcuation (NARST) sind die weltweit wichtigsten internationalen Tagungen für auf den naturwissenschaftlichen Unterricht bezogene fachdidaktische Forschung.

vorangestellt, die darlegt, in welcher Weise diese in den in der Einleitung vorgestellten Gesamtzusammenhang der heutigen Forschung einzuordnen sind. (Weitere Hinweise dazu finden sich auch im Einleitungstext.)

In der ersten Gruppe geht es um den Aspekt Gender im Physikunterricht und damit im Zusammenhang stehende empirische Arbeiten. In der zweiten Gruppe geht es um Unterrichtskonzepte, die aufgrund der vorliegenden Forschungsergebnisse als „gender sensitive" bezeichnet werden können. Die dritte und umfangmäßig kleinste Gruppe beinhaltet zwei Aufsätze, die darlegen, wie im österreichischen Qualitätsentwicklungsprojekt „Innovations in Mathematics Science and Technology Teaching" (IMST² 2000 - 2004) im Rahmen des Programmbereichs „Gender Mainstreaming und Gender Sensitivity" Mathematik- und Naturwissenschaftslehrkräfte für die Frage Geschlecht und Unterricht sensibilisiert und zu eigenen Aktivitäten angeregt wurden. Da der Abschlussbericht noch in Arbeit ist und eine genauere Darstellung den Umfang des vorliegenden Arbeit überschreiten würde, habe ich mich auf eine skizzenartige Darstellung des Interventionsansatzes beschränkt. Eine umfangreichere Darstellung ist im Entstehen. Die letzte Arbeit ist einem bis vor kurzem im österreichischen Bildungssystem zu wenig beachteten Thema gewidmet, der Frage nämlich, welche Art von Unterstützung Mädchen, die eine technische Ausbildung für sich in Betracht ziehen bzw. die bereits an einer technischen Schule sind, benötigen. Dazu habe ich in einer umfangreichen Studie untersucht, welche Motive die Mädchen zu einer technischen Ausbildung bewegen, und in einem weiteren Schritt erhoben, wie sich die Mädchen in dem weitgehend von Männern dominierten Bereich zurechtfinden. In die Dissertation wurde die vom Auftraggeber, dem Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kunst publizierte Kurzfassung der Studie aufgenommen.

Danken möchte ich an dieser Stelle all jenen, die meine Arbeiten über lange Jahre verfolgt haben, mir Vertrauen gegeben und mich auch praktisch mit Rat und Tat unterstützt haben. Das sind

meine Kolleginnen und Kollegen am Bundesgymnasium Laaerbergstrasse, die mir über viele Jahre die Möglichkeit gegeben haben, sowohl an der Schule als auch an der Universität tätig zu sein;

meine Kolleginnen und Kollegen an der Universität Bremen, insbesondere Hannelore Schwedes und Manuela Welzel, die mich immer wieder dazu ermuntert haben, die Arbeiten zu einer Dissertation zusammenzuführen;

Alfred Pflug, der mir von Beginn an Vertrauen geschenkt hat;

Helmuth Mayr, mit dem mich viele Jahre gemeinsamer Arbeit verbinden;

Gertraud Benke für die vielen fruchtbringenden Stunden, die wir in gemeinsamer Arbeit verbracht haben;

das Institut für Theoretische Physik und Herbert Pietschmann, die die Großzügigkeit und Weitsicht haben, Fachdidaktik als für ihre Wissenschaft wesentlich anzusehen, und die daher die Arbeitsgruppe für Fachdidaktik am Institut etablierten und weiterhin stützen.

Mein besonderer Dank gilt

Reinders Duit, der seit seiner Gastprofessur in Wien mein Mentor und Freund geworden ist und mit dem mich viele gemeinsame Arbeiten verbinden, und

Helmut Kühnelt, der mir als Leiter der Arbeitsgruppe die Möglichkeit gab, mich den vorliegenden Arbeiten zu widmen, mir in meiner Tätigkeit keine Einschränkungen auferlegte und auch thematisch und methodisch jeden Freiraum gab. Ohne seine Unterstützung wäre diese Arbeit nicht zustande gekommen.

1. EINLEITUNG IN DIE GESAMTPROBLEMATIK

1.1. Die politische Perspektive

Betrachtet man die österreichischen Hochschulberichte, so zeigt sich, dass seit einigen Jahren die Anzahl der Männer und Frauen unter den Studierenden etwa gleich hoch ist. Nur in sehr wenigen Studienfächern finden sich deutliche Asymmetrien zwischen den Geschlechtern. So gibt es etwa in der Pädagogik unter den Studierenden fast ausschließlich Frauen, dagegen sind Frauen in der Physik und insbesondere in den technischen Studienzweigen eine deutliche Minderheit.[2] Während die Asymmetrie in der Pädagogik kaum thematisiert wird, wird das Thema Frauen in Physik und Technik seit den siebziger Jahren nicht nur von der Wissenschaft, sondern auch von der Politik immer wieder aufgegriffen. Auch Medienberichte beschäftigen sich mit der Frage, wie mehr Frauen für technische Studien und Berufe zu gewinnen wären.[3] Das Problem als solches findet sich nicht nur in Österreich, sondern in vielen Industrieländern der Erde, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung (Bessenrodt-Weberpals 2003, Mc Cullough & Crouch 2002).

Das Fehlen der Frauen in Physik und Technik wird von allen großen nationalen und internationalen Institutionen immer wieder thematisiert. Einige Beispiele sollen dies verdeutlichen.

In der 1999 in Budapest von der UNESCO veranstalteten World Conference on Science (WCS) war eine Arbeitsgruppe dem Themenkreis Frauen – Physik – Technik gewidmet. Zur Vorbereitung wurden auf allen Kontinenten „Preconferences“ veranstaltet und Communiques vorbereitet. Die Ergebnisse dieser Konferenzen sind in einem Tagungsband und dem im Internet veröffentlichten Abschlussbericht nachzulesen[4]:

> The World Conference on Science (WCS) (Budapest, 1999) stressed the importance of promoting women in science and technology if sustainable development is to be achieved on a planetary scale. In particular it requested that a range of priority measures be taken in order to develop scientific and educational policies that take gender equality into account; improve access of girls and women in science education, including with a view to poverty reduction; support networks of women scientists and engineers; follow-up the regional meetings on ‘Women, Science and Technology’ (1998–99) so as to strengthen regional strategies adapted to local needs (UNESCO 1999).

Während bei der UNESCO „Equity“, im Sinne von Chancengleichheit und Abbau von Barrieren als humanitäre Anliegen im Vordergrund stehen, so sehen eher wirtschaftlich oder politisch ausgerichtete Organisationen (wie etwa die OECD oder die Europäische Union) in den Frauen ein bisher kaum genutztes intellektuelles Potenzial. In diesem Sinne fordert auch die EU ihre Mitgliedsstaaten auf, Maßnahmen zu ergreifen, den Frauenanteil im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich zu erhöhen. Um diesem Ziel näher zu kommen, wurden von Seiten der EU Benchmarks vorgegeben, die von den Mitgliedsländern bis 2010 zu erreichen sind:

> Gender balance is an especially important challenge in this area. Relatively fewer women than men choose to pursue degrees in mathematics, science and

[2] Lt. Hochschulbericht 2002 betrug der Frauenanteil der Studierenden unter allen ordentlichen Hörerinnen und Hörern im WS 2001 in der Pädagogik 85%, in der Physik 20%.

[3] Vgl. etwa: „Heiß begehrt: Frauen mit Liebe zur Technik.“ Kurier, 26.4.2002

[4] http://www.unesco.org/science/index.shtml unter dem Menüpunkt „Gender and Science“

> technology and even fewer women choose careers in research. Therefore, the total number of graduates in mathematics, science and technology in the European Union should increase by at least 15 % by 2010 while at the same time the level of gender imbalance should decrease (Council of the European Union, Brussels, 7 May 2003 8981/03, Educ 83, Outcome of the Proceedings).

Initiativen, den Frauenanteil in den „hard sciences", insbesondere aber in der Technik zu erhöhen, finden sich bei fast allen westeuropäischen und nordamerikanischen Regierungen. Als Beispiel sei etwa für Deutschland die Konferenz des Bundesministeriums für Bildung und Forschung der Bundesrepublik Deutschland „Impulse setzen" genannt, die Februar 2002 im Deutschen Museum in München stattfand.[5] In den USA gründete die National Science Foundation das Forschungsprogramm „Gender in Science and Engineering" (GSE). Die Begründung lautet folgendermaßen:

> The generally low participation of women in certain fields of science, technology, engineering, and mathematics is a national concern, because it limits our economic growth, competitiveness, and quality of life. The program Research on Gender in Science and Engineering (GSE) seeks to broaden participation of girls and women by supporting research, dissemination of research, and integration of proven good practices in education that will lead to a larger and more diverse domestic science and engineering workforce. Typical projects will contribute to the knowledge base addressing gender-related differences; and how pedagogical approaches and teaching styles, curriculum, student services, and institutional culture contribute to causing or closing gender gaps that persist in certain fields. Ultimately, research informing educational practice will increase the interest, knowledge, and professional involvement of girls and women in science and engineering (National Science Foundation 2003).

Die Aktivitäten Österreichs im Bildungsbereich sind auf der Homepage des Ministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur nachzulesen.[6] Von der Abteilung für geschlechtsspezifische Bildungsfragen (Leitung Dr. Guggenberger) werden jeweils für einige Jahre geltende Aktionspläne formuliert. Der Aktionsplan 2003 („Gender Mainstreaming und geschlechtssensible Unterrichtsformen. Umsetzungszeitraum 2003 bis 2006") sieht einerseits Maßnahmen zur Förderung geschlechtssensibler Unterrichtsformen, andererseits Maßnahmen im Bereich der Berufsorientierung vor[7]:

> Initiierung von einschlägigen Fortbildungsangeboten zur genderspezifischen Sensibilisierung von Lehrpersonen.
>
> Förderung der geschlechtssensiblen Unterrichtsgestaltung, insbesondere in mathematischen und naturwissenschaftlichen Gegenständen im Rahmen von IMST / FFORTE.
>
> Berücksichtigung von Genderaspekten bei der Erstellung von Unterrichtsmitteln und Bereitstellung von Informationsangeboten.

---

[5] www.impulse-nutzen.de

[6] Eine Übersicht der von Seiten des Ministeriums für Bildung Wissenschaft und Kultur gesetzten Aktivitäten findet sich unter: http://netscience.univie.ac.at/lise/. Dort findet sich auch ein Link auf die Seite des Ministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur:
http://www.bmbwk.gv.at/start.asp?bereich=3&OID=1599&level1=18&level1name=Unterricht%2Bund%2BSchule&level2=76&level2name=Bildungsanliegen&level3=264&level3name=Gleichstellung%2Bvon%2BMädchen/Burschen%2Bund%2BFrauen/Männern

[7] ebd.

Geschlechtssensible Berufsorientierung:

Berufsorientierung und Erweiterung des Berufswahlspektrums für Mädchen im Pflichtschulalter (ESF-Projekt READY, „IT-Tage“ für Mädchen).

Erhöhung des Frauenanteils in technischen Ausbildungen/Berufen (ESF-Projekt „FiT-Frauen in die Technik“; das ESF-Projekt „MUT-Mädchen und Technik“ im Rahmen von FFORTE; Projekt „MIT-Mädchen in die Technik“).

Förderung von Mädchenberatungsstellen für einschlägige Maßnahmen zur Berufsorientierung (Kurse in den Bereichen Handwerk, Technik und IT).

Förderung von Maßnahmen zur Erhöhung des Buben/Männeranteils in sozialen und pädagogischen Ausbildungen und Berufen.

Werkerziehung (in HS und AHS-Unterstufe): Erhebung des Wahlverhaltens und dessen Auswirkungen.

Österreich zählt zu jenen Ländern, in denen der Anteil an Technikerinnen besonders gering ist. Aus diesem Grund wurde 2002 als eine gemeinsame Initiative des Rats für Forschung und Technologie und des bm:bwk und des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) das Programm „Frauen in Forschung und Technologieentwicklung“ (FFORTE)[8] gegründet Auf der Homepage von FFORTE ist zur Begründung dieser Initiative Folgendes zu lesen:

> Die Hälfte der Studierenden in der EU sind Frauen. Mit jeder Stufe der wissenschaftlichen Laufbahn verringert sich die Zahl der Frauen dramatisch. Sie "versickern" gleichsam in den traditionell auf Männer ausgerichteten Wissenschaftsstrukturen - ein Phänomen, das als "leaky pipeline" bezeichnet wird. Damit geht beträchtliches wissenschaftliches Potenzial verloren, an dem es derzeit insbesondere in Naturwissenschaft und Technik mangelt. Im EU-Vergleich liegt Österreich dabei unter den Schlusslichtern. Das Faktum der Unterrepräsentation gilt sowohl für die Anzahl von Frauen in wissenschaftlich-technischen Berufen als auch für ihre Karriereverläufe und die Entlohnung. Sowohl seitens der EU als auch national wird daher derzeit verstärkt versucht, Maßnahmen zur Verbesserung der Situation von Frauen in der Wissenschaft, insbesondere im Bereich der Natur- und Technikwissenschaften, zu setzen.

FFORTE ist eine gemeinsames Programm

> „... zur Stärkung von Frauen in Forschung und Technologie. Das Programm fördert Frauen während aller Phasen des Bildungsweges und möchte Karrierehindernisse während der beruflichen Laufbahn (Stichwort "gläserne Decke") abbauen. Es sind deshalb Maßnahmen auf allen Stufen der Ausbildung (Schule, Universität, Berufseinstieg, Weiterqualifikation), in der Forschung und in Unternehmen vorgesehen. Das Programm enthält weiters Trainings- und Sensibilisierungsmaßnahmen. Dazu gehören u.a. die Gründung von Forschungsstellen an technischen Hochschulen, eine Sommerakademie für Informatikerinnen, ein Impulsforschungsprogramm sowie Coaching und Mentoringprogramme.

In der zitierten Darstellung wird auch die spezifisch österreichische Problematik deutlich. In Österreich gibt es

> eine im internationalen Vergleich niedrige Quote an Frauen, die in Physik und Technik ausgebildet wurden;

[8] http://www.bmbwk.gv.at/womenscience/d/fforte_01.htm

einen auch im internationalen Vergleich niedrigen Anteil an Frauen, die in einem technischen Beruf arbeiten;

fehlende nationale breit angesetzte Bildungsforschung in diesem Bereich;

keine großen nationalen Programme zur Verbesserung des Zustands.

FFORTE unterstützt gemeinsam mit dem Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur eine Reihe von Initiativen. Dazu zählen die bereits im Aktionsplan 2003 genannten Programme:

FiT – Frauen in die Technik: (Informations- und Schnupperangebote über technisch-naturwissenschaftliche Studienrichtungen für Schülerinnen höherer Schulen) [9]

MUT – Mädchen und Technik: bietet 10-15-jährigen Mädchen in ausgewählten Regionen in NÖ, OÖ, K, S, St, T und V innovative Modelle zur Berufsorientierung und Technikerprobung [10]

MIT – Mädchen an den technischen Schulen: An über 20 technischen Schulen gibt es im Rahmen der Aktion Mädchen / Frauen in technischen Ausbildungen Bemühungen in Richtung Mädchenarbeit / Mädchenförderung und Chancengleichheit im Sinne des Aktionsplans 2003. Hier finden Sie auch die Adressen der Schulen und der jeweiligen Kontaktpersonen.[11]

Alle bisher genannten Programme haben gemeinsam, dass sie mit wenigen Ausnahmen nicht an den Ursachen, sondern am Phänomen ansetzen, d.h. den Versuch unternehmen, durch unterschiedliche Aktivitäten mehr Frauen dazu zu bewegen, technische Ausbildungen und Berufswege zu ergreifen. Die Interventionsansätze konzentrieren sich auf die Technik bzw. technische Ausbildungen. Dazu kommen noch allgemeine Aktivitäten im Bereich der Lehrer/innenfortbildung, wo Lehrkräfte auf Aspekte geschlechtssensibler Lernumgebungen aufmerksam gemacht werden, Auf den Physikunterricht bezogen gibt es in Österreich – vom Projekt IMST² abgesehen – nach unserem Wissensstand keine nennenswerten Aktivitäten.[12].

Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf den Physikunterricht. Es ist jener Bereich, der mir als Physikdidaktikerin ein besonderes Anliegen ist und von dem ich glaube, dass hier die Möglichkeiten, junge Menschen, insbesondere Mädchen und junge Frauen für Physik und Technik zu gewinnen, bei weitem nicht ausgeschöpft sind.

[9] http://cms.edvart.com/fit-maedchen/index.htm

[10] http://www.mut.co.at/

[11] http://netscience.univie.ac.at/lise/index1.html

[12] Ausgenommen ist hier der von verschiedenen öffentlichen Institutionen subventionierte Verein EFEU, der in seinen Publikationen diese Themenbereiche immer wieder anschneidet: http://www.t0.or.at/~efeu/

1.2. Zur Bedeutung physikalischer Grundbildung

Angesichts der Diskussion um Stundentafeln und unter dem Druck einer sich ständig mit neuen Forderungen konfrontiert sehenden Schulwirklichkeit gewinnt die Frage der Legitimation von Bildungsinhalten und Schulfächern immer mehr an Bedeutung. Welchen Sinn hat technisch-physikalische Bildung für das Leben von Männern und Frauen? Und von welcher Art von Bildung sprechen wir dabei?

Fragt man Jugendliche, so hört man von ihnen, dass es heute wichtig sei, über physikalisches Wissen zu verfügen und sie meinen, dass es wichtig ist, dass sie in diesen Fächern unterrichtet werden. Bezogen auf ihr eigenes Leben sehen sie in der Physik wenig Relevanz (Osborne 2001, Häußler & Hoffmann 2002, Benke & Stadler 2003b). Die Gründe dafür sind vielschichtig. Sie liegen einerseits in der für diese Fächer charakteristischen Unterrichtsmethode, andererseits aber auch im Curriculum, im „Was", das unterrichtet wird, in den Fragen, die erörtert werden und schließlich auch im Bild, das die Schülerinnen und Schüler von diesem Fach gewinnen. Wir werden im einzelnen darauf im Verlaufe der Arbeit immer wieder zu sprechen kommen.

Von Seiten der Fachdidaktik werden für den Erwerb physikalischen Wissens und damit in Verbindung stehender Kompetenzen vor allem folgende Gründe angeführt (vgl. u. a. Kircher, Girwidz, Häußler 2001; Häußler, Bünder, Duit, Gräber 1998)[13]:

> Frauen und Männer haben als Bürger/innen Entscheidungen zu fällen, die ein gewisses Grundwissen voraussetzen.
>
> Frauen und Männer sind Träger/innen eines kulturellen Erbes, in dem Physik und Technik einen ähnlichen Status haben wie andere Wissenschaften und kulturelle Tätigkeiten.
>
> Frauen und Männer sollen die Möglichkeit erhalten, ihr Leben so zu gestalten, dass auch – sowohl in der beruflichen als auch in der privaten Beschäftigung – Physik und Technik eine Option sind, die das individuelle Leben bereichern können.
>
> Frauen und Männer sollen die Möglichkeit haben, im wichtigen Bereich Technik an der Gestaltung unserer Welt teilzuhaben.
>
> Frauen und Männer sollen im für die Berufswelt Technik auch individuelle Karrierechancen wahrnehmen können.

Die Betonung liegt hier auf Frauen und Männer, d.h. niemand soll aufgrund seines Geschlechts von dieser Bildung ausgeschlossen sein. Dass diese Forderung nicht

---

[13] Ähnliche Formulierungen finden sich auch in anderen fachdidaktischen Werken (etwa Häußler, Bünder, Gräber, Duit 1998). Neu hinzugekommen scheint unter den Zielsetzungen bei Kircher (2001) der Gedanke, Physikunterricht auch im Sinne der Weitergabe eines kulturellen Erbes zu sehen. Dieser Gedanke findet sich auch im Grundbildungskonzept des Projekts IMST² (http://imst.uni-klu.ac.at). Die Bedeutung der Schule für die Weitergabe dessen, was wir als Kultur begreifen, ist in der Diskussion um den Erwerb von Kompetenzen seit den siebziger Jahren weitgehend verschwunden. Erst in allerletzter Zeit (etwa durch die Diskussion um Bücher, die das Wissen unserer Zeit in einem Band zusammenfassen, ohne dabei die Naturwissenschaften zu berücksichtigen; vgl. Schwanitz 2000) wurde dieser Gedanke auch einer breiteren Öffentlichkeit wieder bewusst gemacht. Zuwenig in Betracht gezogen werden noch immer die Wechselwirkungen zwischen den Kultur- und Naturwissenschaften bzw. den Künsten. Die Forderung nach einem Kulturbegriff, der die Natur- und die Kulturwissenschaften gleichermaßen umfasst und die Auseinandersetzung mit den gesellschaftlichen Folgerungen des Auseinanderfallens dieser Wissenschaftsbereiche wurde vor allem in den siebziger Jahren vielfach diskutiert (vgl. C.P. Snow 1993, Feyerabend 1976, S. Brush 1987), blieb aber für die weitere Entwicklung der Wissenschaften und deren öffentliches Bild weitgehend konsequenzenlos. Für die Fachdidaktik und für Bildung überhaupt wäre eine Wiederaufnahme dieser Diskussion fruchtbar.

selbstverständlich ist, lässt sich aus zahlreichen, inhaltlich vergleichbaren, sich allerdings ausschließlich auf Frauen beziehenden Forderungen entnehmen:

> Women´s achievement in this extremely masculine enterprise can gain status and power for women in worlds previously forbidden to them … Moreover, these achievements gain for women valuable skills and information about the natural and social worlds. They increase women´s scientific literacy, and in today´s world, that is as important as it is to teach women to read and write. (Harding, 1991 p.34)

Harding betont, dass Frauen Wissen und Kompetenzen in Physik und Technik erwerben sollen, weil sie sich damit (bezogen auf die überwiegende Mehrzahl) eine neue Welt erobern. Sie gewinnen Zugang zu neuen Berufsmöglichkeiten, aber auch (und ich würde meinen vor allem) ein erweitertes Wissen von Welt, das ihnen auf vielen Ebenen neue Möglichkeiten bietet, individuell und gesellschaftlich, wie etwa jene der Mitgestaltung ihrer Umwelt.

Wie berechtigt sind diese Forderungen? Wie steht es tatsächlich um die Teilhabe der Frauen an naturwissenschaftlichem Wissen? Und welches Wissen ist so geartet, dass es Teilhabe an der Mitgestaltung der Umwelt ermöglicht? Der letzten Frage wollen wir uns erst im abschließenden Teil zuwenden, die Beantwortung der ersteren Fragen scheint uns als Hintergrundinformation für alle weiteren Überlegungen wichtig und wir wollen sie daher als erste erörtern.

1.3. Zur Teilhabe von Frauen an Physik und Technik

Seit den siebziger Jahren ist es üblich, Statistiken geschlechtsspezifisch aufzuschlüsseln. Derart aufgeschlüsselte Statistiken geben uns im Bildungsbereich einerseits Aufschluss über Unterschiede im Wahlverhalten, andererseits gewinnen wir – wenn wir die Bedeutung der Schule und der sekundären Ausbildungen für die kognitive Entwicklung junger Menschen ernst nehmen - auch einen Einblick in geschlechtsspezifische Unterschiede in Bezug auf mögliche in der Schule erworbenen Fähigkeiten und Kenntnisse, also über das, was wir gemeinhin als Schulbildung bezeichnen. Bei den nachfolgenden Überlegungen wollen wir auch den historischen Aspekt nicht außer acht lassen. Höhere Schulen und Universitäten sind erst seit etwa hundert Jahren für Frauen zugänglich. Im 19. Jahrhundert und weitgehend auch in der ersten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts (insbesondere im Nationalsozialismus) war die Wissenschaft Angelegenheit der Männer (Rosner, R., Strohmaier, B. 2003).

Auch heute hat Frauenbildung in vielen Teilen der Erde kaum einen Stellenwert. Das Gesagte gilt in noch stärkerem Ausmaß für mathematisch-naturwissenschaftliche Bildung, speziell für Physik und Technik. Die Biographien der Pionierinnen auf diesem Gebiet, vor allem jene von Marie Curie und Lise Meitner, haben das Wissen um die historische Benachteiligung von Frauen auch in das Bewusstsein einer breiteren Öffentlichkeit gerückt. (Als Beispiel aus der allerletzten Zeit sei hier etwa die Biografie von Marietta Blau genannt. Vgl. auch Kerner 1986, Radvanyi 2003, Rosner & Strohmaier 2003).

Der österreichischen Hochschulstatistik[14] ist zu entnehmen, dass der Frauenanteil der Studierenden 2000/2001 österreichweit 50,2% betrug (vgl. Tabelle 1). An den naturwissenschaftlichen Fakultäten der Universitäten lag dieser Prozentsatz für das Fach Physik bei 22,1% (Diplom- und Lehramtsstudien; Tabelle 1 und 3). An den Technischen Universitäten waren im Studienjahr 2000/2001 insgesamt 20,0% der Studierenden Frauen (Tabelle 1 und 4). Sie konzentrieren sich auf einige wenige Fächer, insbesondere auf Architektur (38,9%), Technische Chemie (35,3%) und Technische Mathematik (24,8%). Die Elektrotechnik weist einen Frauenanteil von nur 5,7% aus; zahlenmäßig heißt das, dass es

[14] Österreichische Hochschulstatistik für das Studienjahr 2000/2001.

unter den 3873 Studierenden des Fachs nur 222 Frauen gab. Zum Vergleich noch weitere Zahlenwerte: Der Frauenanteil in der Biologie betrug 2000/2001 59,9%, in der Chemie 43,6% und in der Mathematik 41,8%. Von den Diplomabschlüssen in der Mathematik gingen 52,2% an Frauen, in der Chemie 53,5%, in der Physik nur 27,9%. Dieser Prozentanteil ist damit in Physik nur etwa halb so groß wie in den, was Anforderungen und Interessensprofile betrifft, vergleichbaren Fächern Chemie und Mathematik (Österr. Hochschulbericht 2002).

Interessant ist auch die Frage, ob und wie sich der Frauenanteil im Laufe der Jahre verändert: Der Frauenanteil der Studierenden insgesamt hat sich von 33% im Studienjahr 1975/76 auf 43% im Studienjahr 1992/93 und 50,2% im Studienjahr 2000/01 erhöht, in der Physik im entsprechenden Zeitraum von 12,2% auf 17% bzw. 22,1%. Die Steigerung in der Physik ist also in Relation zur Steigerung der Anzahl der Gesamtstudierenden zu sehen, die Sonderstellung der Physik als solche hat sich nach 25 Jahren Koedukation nicht geändert.

Die für den Bereich der Universitäten aufgezeigte Asymmetrie zeigt sich auch im Schulgeschehen. Sie wird überall dort deutlich, wo das Wahlverhalten von Schüler/innen zum Tragen kommt. Bereits 12-jährige Gymnasialschüler wählten im Schuljahr 2000/01 mehrheitlich das naturwissenschaftliche Realgymnasium, Mädchen dagegen das wirtschaftliche Realgymnasium (Mädchenanteil in Realgymnasien 39,2%, in wirtschaftskundlichen Realgymnasien 73,7%; vgl. Tabelle 2). Was die weiterführenden Schulen betrifft, ist die Asymmetrie noch stärker ausgeprägt: Betrachtet man die Maturant/innenzahlen des Jahrgangs 2001, so ergibt sich folgendes Bild: An den kaufmännischen Höheren Lehranstalten (HAK) sind knapp zwei Drittel der Schüler/innen weiblich (62,4%); an den Höheren Technischen Lehranstalten sind Frauen in vielen Bereichen noch eine verschwindende Minderheit: An den Höheren Lehranstalten des Ausbildungsbereichs Elektrotechnik-Elektronik maturierten 2001 österreichweit 60 Schülerinnen und 1904 Schüler, das entspricht einem Prozentanteil von 3,1%, an den Höheren Lehranstalten des Ausbildungsbereichs Maschinenbau waren es 66 Schülerinnen und 1169 Schüler, das entspricht einem Prozentanteil von 5,6% (Österreichische Schulstatistik 2000/01). Die zuletzt genannten Prozentanteile (3,1% für Maschinenbau und 5,6% für Elektrotechnik) haben sich in den letzten zwanzig Jahren kaum verändert und sind praktisch ident mit jenen, die wir an den Technischen Universitäten in diesen Fachrichtungen vorfinden.

Zum Wahlverhalten zählen auch Leistungskurse, wie Wahlpflichtfächer. Hier gibt es nur Zahlen aus der Bundesrepublik Deutschland: In Leistungskursen Physik liegt dort der Mädchenanteil bei 10% (Häussler & Hoffmann 2002). Bemerkenswert ist, dass bei den in Österreich üblichen Fachbereichsarbeiten aus Physik Mädchen und Buben gleichermaßen vertreten sind und es diesbezüglich keine geschlechtsspezifischen Unterschiede gibt. Bei den Preisen, die die Österreichische Physikalische Gesellschaft jährlich für die besten Fachbereichsarbeiten vergibt, sind Mädchen und Buben stets gleichermaßen vertreten.

Eine der Voraussetzungen, dass Frauen Physik oder Technik studieren, ist, dass Mädchen in der Schule überhaupt die Gelegenheit haben, dieses Fach kennen zulernen bzw. darin Kompetenzen zu gewinnen und Vertrauen in ihre diesbezüglichen Fähigkeiten aufzubauen. Ist dies nicht der Fall – weil Physik (etwa im Rahmen eines Kurssystems, wie es derzeit für die Oberstufe diskutiert wird) abgewählt werden kann – dann sinkt auch der Frauenanteil dramatisch. Bei der dritten Weltkonferenz der GASAT[15] (Gender and Science and Technology Education) wurde festgestellt, dass weltweit der Frauenanteil in Physik und Mathematik sinkt, sobald Physik und / oder Mathematik nicht mehr verpflichtend bis zur Universitätsreife unterrichtet werden (Granstam & Frostfeldt 1990, Rennie, Parker & Hildebrand 1991, beides zitiert nach Parker 1998).

[15] Ingrid Granstam, Inger Frostfeldt (Eds.): Science and technology. A future for all? European and Third World GASAT Conference, Jönköping 1990. Report book, ed. By Jängköping: Univ. College 1990.

Tabelle 1: Frauenanteil an österreichischen Hochschulen (lt. Hochschulbericht 1994 und Hochschulbericht 2002)

Frauenanteil der Studierenden	**1992/93**	**2000/01**
Gesamt über alle Fakultäten	**43,1%**	**50,2%**
Naturwissenschaftliche Fakultäten der Universitäten: Physik	17,0%	22,1%
Naturwissenschaftliche Fakultäten der Universitäten: Biologie	57,0%	59,9%
Naturwissenschaftliche Fakultäten der Universitäten: Chemie	42,3%	43,6%
Naturwissenschaftliche Fakultäten der Universitäten: Mathematik	39,3%	41,8%
Diplomabschlüsse: Mathematik	41,9%	52,2%
Diplomabschlüsse: Chemie	31,6%	53,5%
Diplomabschlüsse: Physik	21,9%	27,9%
Technische Universitäten	**15,3%**	**20,0%**
Technische Universitäten: Architektur	35,4%	38,9%
Technische Universitäten: Technische Chemie	29,0%	35,3%
Technische Universitäten: Technische Mathematik	23,7%	24,8%
Technische Universitäten: Elektrotechnik	2,6%	5,7%

Tabelle 2: Anteil der Schülerinnen an der Gesamtschülerzahl der AHS und der BHS lt. Österreichischer Schulstatistik 1999 und 2002

	1997/98	**2000/01**
Mädchenanteil in den 3. und 4. Klassen des Realgymnasiums	36,4%	39,2%
Mädchenanteil in den 3. und 4. Klassen der wirtsch. Realgymnasien	75,7%	73,7%
Mädchenanteil der Maturant/innenzahlen: HAK	65,0%	62,4%
Mädchenanteil der Maturant/innenzahlen: HTL – Elektrotechnik	3,9%	3,1%
Mädchenanteil der Maturant/innenzahlen: HTL – Maschinenbau	2,8%	5,6%

Tabelle 4: Anteil der männlichen und weiblichen in- und ausländischen ordentlichen Hörer an der Gesamthörerschaft an österreichischen technischen Universitäten WS 2000/2001

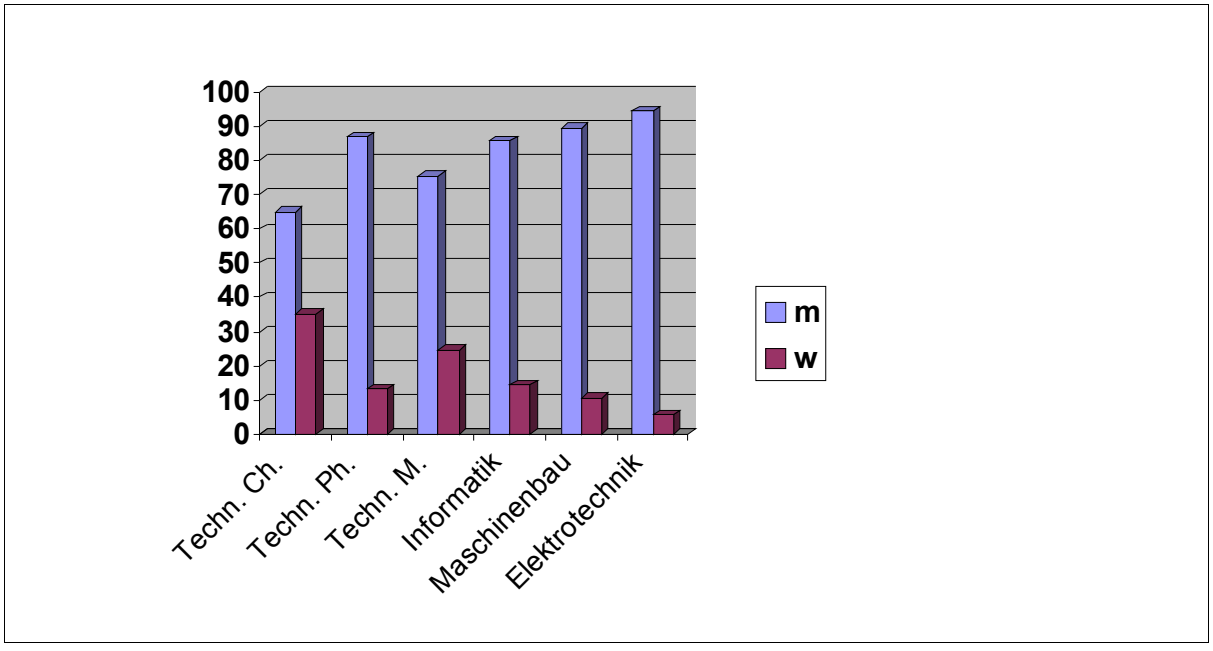
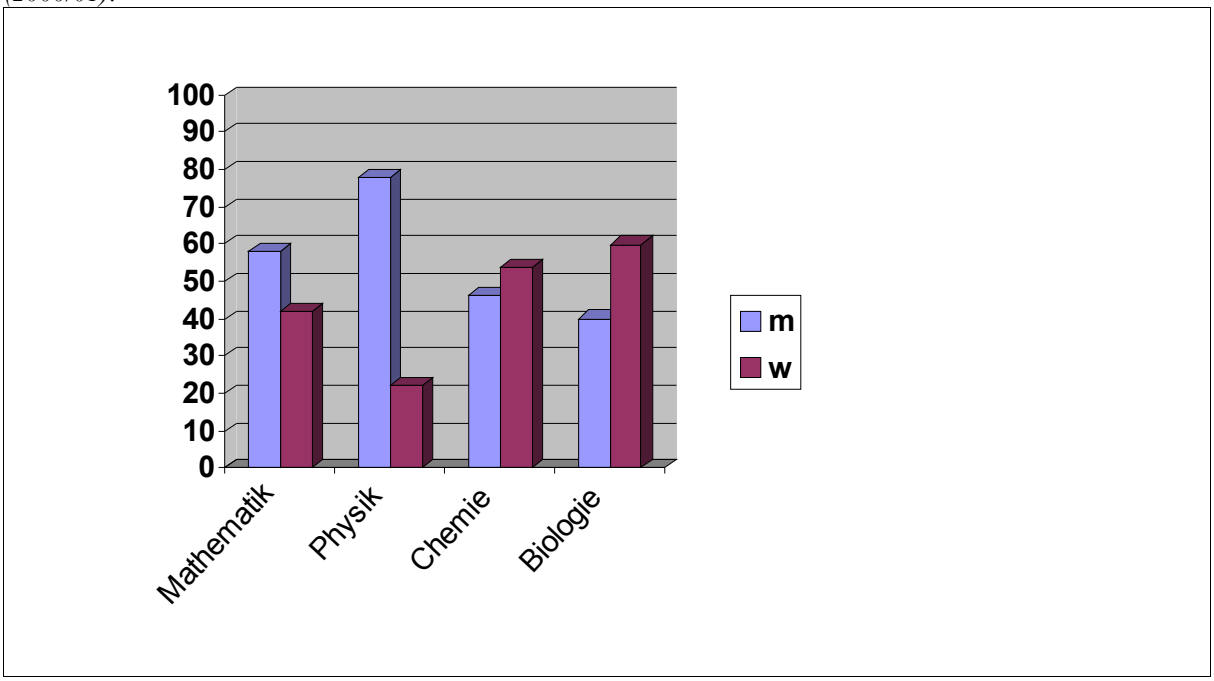


Tabelle 3: Anteil der männlichen und weiblichen in- und ausländischen ordentlichen Hörer an der Gesamthörerschaft der naturwissenschaftlichen Fakultäten an österreichischen Universitäten in Prozentanteilen (2000/01):



Die Teilhabe von Frauen an Physik und Technik im internationalen Vergleich

Ähnliche Daten wie jene aus Österreich finden sich auch in anderen Staaten. Doch ist in Österreich der beobachtete „gender gap“ noch deutlicher. Dazu ein Zitat aus einem Bericht der Europäischen Gemeinschaft:

> Record No. 7260, 29 October 2003. Gender Equality In Science : Women and Science Statistics
>
> The European Commission has published a major compilation of statistics and indicators on the participation of women in scientific education and employment. The "She Figures 2003" report provides a detailed statistical analysis of women's participation in all aspects of science (education, employment, and research), existing gender differences across scientific fields and gender equality in setting the scientific agenda. Some of the main findings presented in the report include:
>
> In six out of the 14 Member States covered by the report, there is still less than one woman for every ten men in the top echelons of academia. From 1999-2000, there was a slight overall increase from 11.6% to 13.2% women in the top grades of University staff, but in Austria and the Netherlands only 6% of senior academic staff are women.
>
> Women also appear to be blocked from membership of scientific boards. In eight out of 15 Member States and in nine out of 11 Associated Countries, less than 25% of the members of scientific boards are women. These figures are as low as 6.6% in Luxembourg, 10.3% in Belgium and 11.8% in Austria[16].

[16] S. http://www.ibeurope.com/Records/7200/7260.htm. Bei den genannten Statistiken ist die besondere Bedeutung des Begriffs Science mit in Betracht zu ziehen, der nicht mit dem Wort Naturwissenschaften übersetzt werden kann.

Tabelle 5: Frauenanteil an österreichischen Hochschulen: Professor/innen und Assistent/innen (lt. Hochschulbericht 1994 und Hochschulbericht 2002)

	1992/93	**2000/01**
Anzahl der ordentl. Professor/innen aus Physik	0	2
Frauenanteil unter den Assistenten/innen der Naturwissenschaftlichen Fakultäten der Universitäten	8,6%	23,3%

Vergleicht man die österreichische Situation mit jener in Deutschland, so sind die Daten nicht so sehr verschieden. Faulstich-Wieland (1999) schreibt dazu: „Betrachtet man die Bilanz der koedukativen Bildung in Deutschland, ergibt sich „eine beeindruckende Bildungsbeteiligung von Frauen, zugleich aber nach wie vor deutliche geschlechterdifferenzierende Schwerpunktsetzungen bei Fächer-, Berufs- und Studienwahlen.“ Diese Aussagen werden durch folgende Zahlen belegt: In der Physik betrug der Frauenanteil an deutschen Universitäten im Studienjahr 2002 im ersten Semester im Studienfach Physik 23% (1994 16%), an den Physikdiplomen 13%, bei den Doktoraten 13%, unter den Habillitierten 8% (Bessenroth-Weberpals 2003). Unter der Professorenschaft beträgt der Anteil an Frauen 3% (ebd.)[17] Genauso wie in Österreich studieren auch in Deutschland heute mehr Frauen Physik als dies noch vor zehn Jahren der Fall war, doch liegt ihr Anteil nach wie vor weit unter jenem anderer Fächer.

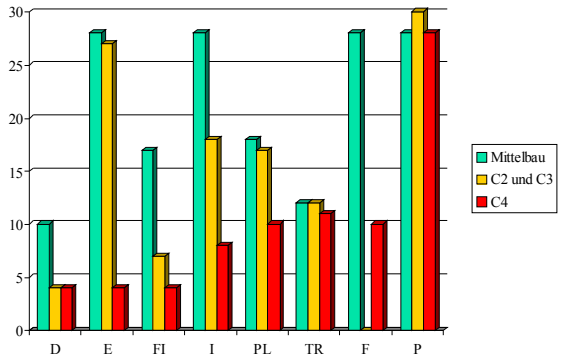


Tabelle 6: Die Teilhabe von Frauen an Physik und Technik im internationalen Vergleich (IUPAP 2002)[18]

Die Zahlen in Österreich und Deutschland vorfinden unterscheiden sich deutlich von jenen, die wir in anderen, insbesondere in südlichen Ländern Europas vorfinden (Tabelle 5 und 6).[19] In Tabelle 6 sehen wir, dass der Frauenanteil im Mittelbau (Vertragsassistenten, Assistent Professors) in allen angeführten Ländern (d.i. E Spanien, FI Finnland, I Italien, F Frankreich, PL Polen, TR Türkei, P Portugal, D Deutschland) höher als in Deutschland ist. Dasselbe gilt für C2 und C3 Professoren, was insbesondere die romanischen Länder betrifft auch für die C4 Professoren.

---

[17] Aufschlussreich ist ein Vergleich mit den Sprach- und Kulturwissenschaften: dort beträgt der Männeranteil im ersten Semester 26%, unter den Professoren allerdings 82% (Bessenroth-Weberpals 2003).

[18] Quelle: IUPAP (International Union of Pure and Applied Physics) 2002, Working Group „Women in Physics“ www.if.ufrgs.br/[Schlange]barbosa/women.html

[19] Eine, wenn auch bereits etwa zehn Jahre alte Untersuchung, zeigt ähnliche Disparitäten auch in den USA. Gemäß einer von der National Science Foundation 1994 durchgeführten Untersuchung (zitiert nach Kleinmann 1998) waren 1993 45 % der Amerikanerinnen berufstätig, unter den Ingenieuren waren allerdings nur 16% weiblich. Während bei den Bachelors und Master-Degrees Frauen etwa zur Hälfte und bei den Doktoraten zu einem Drittel beteiligt sind, sind es bei den technischen und naturwissenschaftlichen Disziplinen jeweils nur ein Drittel bzw. ein Viertel. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in den Staaten der Begriff Naturwissenschaften weit mehr Fächer umfasst (etwa gilt Psychologie in den Staaten als Naturwissenschaft). Betrachtet man die „hard sciences“, dann werden geschlechtsspezifische Differenzen noch weit deutlicher: 1972 waren etwa 4% der Physikdoktorate weiblich, 1992 waren es 5 % (Fehrs & Czujko 1992).

Lt. Österr. Hochschulbericht 2002 gab es unter den ordentlichen Professoren der Naturwissenschaftlichen Fakultäten der Universitäten zwei Frauen, unter 133 Assistenten/innen waren im Studienjahr 2000/2001 31 Frauen. An den Österreichischen Physikinstituten liegt der Frauenanteil noch weit unter dem ohnedies geringen Frauenanteil im akademischen Personal der Universitäten (Tabelle 5)[20]: Den höchsten Frauenanteil findet man unter den Vertragsassistentinnen - einer Position, die zeitlich limitiert ist. In einem OECD-Bericht wird festgestellt, dass der Anteil der Frauen unter den graduierten Akademiker/innen in den Bereichen Physik und Technik in Österreich außergewöhnlich gering ist. Das seit 1993 geltende Bundes-Gleichbehandlungsgesetz sieht eine Quotenregelung von 40% vor. Dort, wo bei gleicher Qualifikation der sich bewerbenden Personen der Frauenanteil diesen Richtwert noch nicht erreicht hat, ist die Dienstbehörde angehalten, die ausgeschriebene Stelle mit einer Frau zu besetzen. Ähnliche Quotenregelungen wurden in vielen Teilen Europas eingesetzt, ihre Wirksamkeit wird aber mittlerweile stark in Zweifel gezogen. Ergänzt wurden die Bestimmungen durch die von Seiten der EU gesetzten „benchmarks“ (s. Seite 12).

Auch der 1993 von der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft initiierte Arbeitskreis „Frauen und Physik“ widmet sich diesem Thema. Ziel des Arbeitskreises war es u. a., Stipendien nicht nur für Habilitierende sondern auch für Doktorandinnen einzurichten, unter der Annahme, dass die Entscheidung für eine wissenschaftliche Laufbahn nach dem Diplom gesetzt wird.

Es ist zu vermuten, dass eine Verstärkung des Frauenanteils an den Universitäten auch Wirkung nach innen zeigt und Frauen, die ein Studium absolviert haben, ermutigt, an der Universität zu bleiben und eine akademische Karriere für sich in Betracht zu ziehen. Die Physikerin Petra Rudolf schreibt dazu einige persönliche Bemerkungen im Physik Journal (Rudolf 2003):

> Ich selbst hatte das Glück, an der Universität La Sapienza in Rom zu studieren, wo etwa die Hälfte der 400 Erstsemester in der Physik Frauen waren. Ich weiß nicht, ob ich nicht den Spaß am Physikstudium verloren hätte, wenn ich, wie eine deutsche Kollegin, monatelang bei Vorlesungsbeginn begrüßt worden wäre mit Sätzen wie: „Guten Morgen meine Herren, und wo sitzt denn unsere Dame heute?

Die Worte von Petra Rudolf sowie Gespräche, die Mitarbeiter/innen im Rahmen einer Erstellung von Porträts mit Physikerinnen geführt haben, weisen darauf hin, dass die Minderheitensituation, die Frauen an deutschsprachigen Physikinstituten vorfinden, von vielen Frauen als belastend erlebt wird (Stadler 1997a; Janshen & Rudolph 1987; Website LISE, Physiker/innen). Um die Situation zu verbessern, wäre es wichtig, dass Männer und Frauen lernen, besser mit dieser Situation umzugehen. Langfristig führt vermutlich nur eine Erhöhung des Frauenanteils auch zu einem frauenfreundlicheren Umfeld.[21]

---

[20] Die Tabelle wurde von der Arbeitsgruppe „Frauen und Physik“ der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft nach einer Telefonumfrage an den einzelnen Instituten erstellt. Die genannten Zahlenwerte haben sich in den letzten acht Jahren kaum verändert. So gibt es derzeit keine ordentlichen Professorinnen an einem österreichischen universitären Physikinstitut. Die Anzahl der außerordentlichen Professorinnen (a.Prof.) hat sich durch Änderungen im Dienstrecht erhöht.

[21] Die völlig unterschiedliche Bedeutung des genannten Problems für einzelne Staaten wird in folgender Episode deutlich: Für die World Conference in Science 1999 in Budapest (organisiert von der IUPAP) gab es für jeden Kontinent ein von Seiten der UNESCO organisiertes Vorbereitungstreffen der Arbeitsgruppe „Women in Physics“. Ich durfte als österreichische Delegierte an der Konferenz teilnehmen. In einem der Arbeitstreffen stellte eine Delegierte aus Kasachstan fest, dass sie an den Universitäten ihres Landes in allen Fächern, auch in Physik, praktisch ausschließlich Frauen beschäftigen. Der Grund war, dass von Männern erwartet wird, dass sie eine Familie ernähren können und dafür der gebotene Lohn einfach zu niedrig war. Wie unterschiedlich sich die Frage Frauen und Physik darstellt wurde auch bei meinen Besuchen im ehemaligen Ostdeutschland deutlich. Bei einer Führung mit Studierenden im ehemaligen Ostteil von Berlin wurde uns ein Satellitenprojekt vorgestellt, das

Während die Bildungsexplosion in der zweiten Hälfte des zwanzigsten Jahrhunderts Männer und Frauen gleichermaßen betraf, ja die Frauen in vielen Fällen auch die Männer überholten, gilt dies, wie die vorangegangenen Betrachtungen zeigen, nicht für Physik und Technik. In zahlreichen Untersuchungen wird versucht, den möglichen Ursachen auf die Spur zu kommen. Die Idee dabei ist, dass das Wissen über die Ursachen der genannten Disparitäten im Bereich Physik und Technik auch Möglichkeiten der Intervention offen legt. In der vorliegenden Arbeit wird ein ähnlicher Weg beschrieben: Wir konzentrieren uns im folgenden Abschnitt auf die Beschreibung der relevanten Ursachenforschung zum Themenkreis „Frau – Physik – Technik“ um daraus Schlüsse zu ziehen, wie erfolgreiche Interventionsvorhaben gestaltet sein müssen. Die Thematik wird insofern eingegrenzt, als wir uns in unseren Ausführungen auf die für die Fachdidaktik der Physik relevanten Fragestellungen konzentrieren. Dennoch erscheint es für das Gesamtverständnis unumgänglich, dass wir - bevor wir uns dem eigentlichen fachdidaktischen Thema, nämlich der Gestaltung von „geschlechtssensiblem“ Physikunterricht bzw. den dafür relevanten Forschungsergebnissen und Interventionsansätzen zuwenden - einen Blick auf die unterschiedlichen Positionen der Frauenforschung und ihre grundsätzlichen Fragestellungen werfen.

	o. Prof.		ao. Prof.		Univ. Ass.		V. Ass.		Gastprof.		gesamt	
	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m	f	m
Gesamt	0	33	1	29	11	185	8	79	0	14	20	340
Frauenanteil	0%		3,3%		5,6%		9,2%		0%		5,5%	

Tabelle 7: Frauenanteil an Österreichs Physikinstituten der Naturwissenschaftlichen Fakultäten, Sommersemester 1995 (Ambrosch-Draxl et al. 1999)

1.4. Gender und Genderforschung

„Gender“ ist ein vergleichsweise neuer Begriff in der psychologischen und erziehungswissenschaftlichen Literatur. 1979 argumentierte Unger für eine Unterscheidung zwischen Sex, der biologisch bestimmt ist, und „gender“, einem soziologischen Ausdruck, der sich bezieht auf „those non physiological components of sex that are culturally regarded as appropriate to males and females“ (Unger 1979, p. 1986). Dabei geht es zunächst um einen Forschungsansatz, bei dem Unterschiede nicht an (möglichen, aber nicht weiter in das Blickfeld zu nehmenden) Eigenschaften einzelner Personen festgemacht werden, sondern an ihrem sozial und kulturell geprägtem Verhalten („differences on a socially or culturally determined behaviour“, ebd.) Begründet wird dieser Zugang einerseits ideologisch als Kontrapunkt zu einer biologistisch verstandenen Forschung, die letztlich Frauen immer auf ihre mögliche Mutterschaft reduziert; andererseits pragmatisch:

> It is important to distinguish sex from gender for two reasons. First, equating them can lead to the belief that differences in the traits or behaviours of men and women are due directly to their biological differences, when the traits or behaviours actually may be shaped by culture. Second keeping the concepts of sex and gender distinct can help us to analyze the complex ways they interact in our lives (Unger & Crawford 1992 p. 18).

---

von einer gerade aus der Karenz zurückgekommenen Frau geleitet wurde. Bei einer vom Bundesministerium für Bildung und Forschung der Bundesrepulik Deutschland veranstalteten Konferenz zum Thema „Gendermainstreaming als Impuls und Motor für die Studierenden in Informatik, Ingenieur- und Naturwissenschaften“ (Deutsches Museum München 2002) kamen fast ausschließlich Personen aus dem früheren Westdeutschland zu Wort. Dass es im ehemaligen Osten des Landes durchaus eine beträchtliche Anzahl von Technikerinnen gab und dieses Potenzial auch für den Westen genützt werden könnte, wurde in den Diskussionen einfach ignoriert.

Gender ist so gesehen nicht (wie man dies etwa vom biologischen Geschlecht behaupten könnte) eine Eigenschaft von Personen, sondern etwas, was ständig aktiv von den Betroffenen neu konstruiert wird, wie dies im Begriff des „doing gender“ (West & Zimmermann 1987) ausgedrückt wird. Nach Hirschauer ist das „doing gender“ nicht in jedem Kontext von gleicher Bedeutung: „... der Prozess der Geschlechtskonstruktion besteht aus Episoden, in denen Geschlecht in sozialen Situationen auftaucht und verschwindet“ (Hirschauer 1994, S 677ff.). Für den (insbesondere naturwissenschaftlichen und technisch orientierten) Unterricht bedeutsam sind nun jene Situationen, in denen Fähigkeiten (etwa jene des logisch-analytischen Denkens), Tätigkeiten (etwa der Zusammenbau von elektronischen Schaltkreisen) oder ein ganzes Gebiet (etwa Physik oder Technik) einem Geschlecht zugewiesen werden, also „doing gender“ praktiziert wird, indem bestimmte, kulturell vorgegebene Verhaltensmuster übernommen werden.

Bem (1993) spricht von “lenses of gender”, die beinahe alles erfassen können: “Our notion, that nearly everything is gendered – from ships to academic disciplines – are deeply rooted cognitive mechnism for organizing, understanding, and policing social relations” (Bem 1993, S125). Maskulinität und Feminität sind „kulturelle Linsen“ (ebd.), durch die auf beliebige Objekte ein „polarisierendes Licht“ geworfen werden kann (Herzog 1999). Wenn wir unsere kulturell und sozial vorgeformten Denk- und Handlungsmuster verändern wollen, müssen wir, „doing gender“ aufzeigen (Jungwirth & Stadler 2003b) und gezielt gegensteuern, dem „doing gender“ ein „undoing gender“ entgegensetzen (ebd., Hirschauer 1994, S 677 ff.). „Undoing gender“ bedeutet, die Situation in Hinblick auf das Geschlecht zu neutralisieren, es von seiner geschlechtlichen Konnotation zu befreien. Vorausgesetzt wird dabei, dass sich „Kulturen als aushandelbare Orientierungssysteme verstehen, mittels derer Menschen ihrer Wirklichkeit Sinn verleihen“ (Wimmer 1996).

Im Fokus des Forschungsinteresses liegt der jeweilige Prozess der Erzeugung („genderazation“) und der Prozess der Neutralisierung von Geschlecht und Geschlechterdifferenz (Herzog 1999). “Ob die Geschlechter wirklich verschieden sind und inwiefern sie sich tatsächlich unterscheiden, wird zweitrangig angesichts der Frage, wie allfällige Unterschiede und Verschiedenheiten individuell und sozial konstruiert werden. Es ginge darum zu untersuchen, wie in vermeintlich geschlechtsneutralen Institutionen, wie der Schule, Unterschiede zwischen den Geschlechtern in Benachteiligungen verwandelt werden“ (Faulstich Wieland 1991).

Die Betrachtung von Geschlecht als sozialem Konstrukt sagt zunächst noch nichts über das biologische Geschlecht und Differenzen zwischen den Geschlechtern auf Grund möglicher biologischer Unterschiede aus. Einige Forscher/innen gehen hier einen Schritt weiter (Butler 1991[22], Hirschauer 1994). Die ontologische Differenz ist lt. Hirschauer als Resultat der „Bildförmigkeit sozialer Wirklichkeit“ (Hirschauer 1994, S. 672) zu begreifen. Im Normalfall wird das Geschlecht weder erfragt noch mitgeteilt, sondern erschaut und dargestellt. Darin liegt die „Verführung zur Ontologie“ (ebd.). Das klassische Bild der Zweigeschlechtlichkeit verliert aber auch zunehmend an Bedeutung, wenn wir soziale Prozesse betrachten. Der zunehmende Einschluss von Frauen in die anonymen Systeme der modernen Gesellschaft führt zur Deinstitutionalisierung des Geschlechterverhältnisses (Heintz & Nadai 1998, nach Herzog 1999). Es wird immer schwieriger zu erkennen, inwiefern sich Frauen und Männer

[22] Gemäß Butler gibt es keine natürliche Basis für den Begriff des Geschlechts, weshalb die Unterscheidung von „sex“ und „gender“ „letztlich gar keine Unterscheidung ist“ (Butler 1991 b, S. 24). Auch das Geschlecht ist nach Butler eine diskursive Realität. Butler hält es für möglich, dass „die Geschlechtsidentität auf der instabilen Grundlage menschlicher Erfindung ruht“ (Butler 1991a, S 65, 71). Dem wird entgegengesetzt. dass „sowohl unser Körper wie die Reaktionen anderer auf unsere körperliche Existenz Grenzen markieren, an die wir bei unserer Konstruktion von Wirklichkeit anstoßen.“ (Herzog 1999).

überhaupt unterscheiden. Letztlich bleibt nur die „nackte Operation des Unterscheidens“ (ebd.).

Aus der beschriebenen Perspektive ergibt sich die Betonung der Prozessebene. Wenn über Geschlechterdifferenz nur mehr gesagt werden kann, „dass sie den einzelnen nicht mehr aufoktroyiert, sondern als ein Thema der Selbstinterpretation anheim gestellt ist“ (Nagl-Docekal, 1992, S 530), dann müsste die Verschiebung des Interesses von der Differenz auf den Prozess ihrer Erzeugung ein lohnenswerter Schritt sein“ (Herzog 1994). Wird Geschlechterdifferenz als Selbstinterpretation betrachtet, so gerät Forschung, die sich auf Differenz festlegt, in die Gefahr, mit ihren Ergebnissen diese Differenz zu perpetuieren (ebd.).

Aus der Forschungsperspektive sind die Methoden für das Aufzeigens von Prozessen zumeist qualitativer Natur. Insbesondere die auf Intervention ausgerichtete Forschung erfordert die Erhebung von qualitativem Datenmaterial (insbesondere Interviewtranskripte, Videos) und deren interpretative (etwa ethnographische) Analyse.

1.5. Ergebnisse empirischer Analysen

Das geschlechtsspezifisch unterschiedliche Wahlverhalten in physik- und technikbezogenen Fächern und in späterer Folge die im Fach Physik festgestellten Unterschiede in den Schulleistungen sind seit den siebziger Jahren – insbesondere in den USA, in England und in Australien – Ausgangspunkt für zahlreiche, z.T. sehr umfangreiche Forschungsinitiativen.[23] Ziel ist es, die beschriebenen Fakten zu erklären, mögliche Benachteiligungen ausfindig zu machen und darauf aufbauend Initiativen zu setzen, die eventuelle Behinderungen beseitigen sollen. Forscher/innen suchten zunächst nach Unterschieden zwischen den Geschlechtern, insbesondere nach Unterschieden in den kognitiven Fähigkeiten, den Einstellungen, Interessen und der affektiven Orientierung zu entsprechenden Aktivitäten. Handelte es sich bei vielen dieser Untersuchungen um quantitative Analysen, so war in den neunziger Jahren eine Bewegung hin zu mehr prozessorientierten Untersuchungen zu bemerken. Eine der Ursachen für diesen Trendwechsel ist auch in den schlechten Ergebnissen der internationalen Leistungstests zu sehen. Sie führten in den Erziehungswissenschaften von einer Input- zu einer Output-Orientierung (Helmke 2003, 11ff.). Damit trat auch das Geschehen in der Schule und im Unterricht stärker in den Vordergrund (ebd.). Dies erforderte eine stärkere Betonung qualitativer Methoden: Beobachtungen im Klassenzimmer, Interviews mit Lehrkräften und Schüler/innen und Fallstudien. Im Vordergrund steht dabei der Versuch, die komplexen Zusammenhänge zwischen der Entwicklung eines Individuums und seiner geschlechtlichen Identität auf der einen Seite und seiner jeweiligen sozialen Umgebung auf der anderen Seite zu verstehen (Baker & Leary 1995).

Diese sehr praxisorientierte Forschung ermöglicht es den Beteiligten, Schule und Unterricht, aber auch die Praxis der universitären naturwissenschaftlichen Forschung und Lehre unter neuem, (selbst)kritischem Blick zu betrachten. Die schul- und unterrichtsbezogene Forschung beschäftigt sich auch mit der Frage, wie den Lernstilen, Bedürfnissen and Wertsystemen von Mädchen und Buben im Unterricht Rechnung getragen wird. Auf Grundlage der Ergebnisse dieser Forschungen werden Lernmaterialien und Lehr-Lernstrategien entwickelt, die man als nonsexist, gender equitable oder gender inclusive bezeichnet.

Noch einige Bemerkungen sind zu den auch für die genderspezifische fachdidaktische Forschung relevanten Begriffen „Defizitansatz“ und „Differenzansatz“ zu machen. Galt bei

[23] Ein Überblick über die aktuellen Forschungsinitiativen zum Thema „Issues for ethnic minorities and women in science and engineering“ der National Science Foundation findet sich auf der Website: http://courses.washington.edu/wost/Win02/links.html. Eine Zusammenfassung der europäischen Initiativen und Forschungsarbeiten findet sich im Literaturverzeichnis der vorliegenden Arbeit. Siehe dazu auch Kapitel 4.3.

manchen der früheren Untersuchungen noch der Mann als normierende Vergleichsbasis, so erschienen notwendig Frauen als defizitär (etwas „fehlte“ ihnen, etwa das Interesse an Naturwissenschaften). Dieser „Defizitansatz“ wurde daher schon früh kritisiert und verworfen. Doch auch die alleinige Feststellung der Differenz zwischen den Geschlechtern birgt Gefahren. So kann der alleinige Blick auf mögliche Differenzen dazu führen, dass Unterschiede innerhalb der Geschlechter übersehen werden. Ist nun aber von „den Mädchen“ oder „den Buben“ die Rede, werden also Differenzen in dieser Weise betont, so kann dies nach Meinung mancher Forscher/innen (etwa Hirschauer 1994) auch bedeuten, dass diese Differenzen nicht wie intendiert aufgehoben werden, sondern eher das Umgekehrte geschieht und Differenzen solcherart erst recht festgeschrieben werden. Der Lösungsansatz, „doing gender“ aufzuzeigen und „undoing gender“ zu praktizieren, führt nur zum Teil aus dieser Problematik heraus, weil das Aufzeigen des „doing gender“ impliziert, dass (auch) Differenzen zwischen den Geschlechtern festgestellt werden müssen (Jungwirth, Stadler 2003b). Das Problem ist gegenwärtig in Diskussion. Einfache Lösungen scheinen sich hier jedenfalls noch keine anzubieten.

Bevor wir uns den Forschungsergebnissen widmen, muss noch ein weiterer Punkt festgehalten werden. Bei der Suche nach Unterschieden zwischen den Geschlechtern wird in der pädagogischen und fachdidaktischen Forschung nicht von biologisch festgelegten Unterschieden[24] ausgegangen, sondern von Unterschieden, die durch die jeweils geschlechtsspezifische Sozialisation bedingt sind bzw. im jeweiligen sozialen Umfeld immer wieder neu konstruiert werden. Vorausgesetzt wird dabei, dass Mädchen und Buben in ihrer Entwicklung jeweils unterschiedliche Erfahrungen machen und diese die Genese von Interessen und Einstellungen, die Entwicklung des Selbstkonzepts und des Selbstwertgefühls und die daraus resultierenden Handlungen beeinflussen und dass diese Einflüsse in Hinblick auf die Konstruktion von Geschlecht bedeutsam sind.

1.5.1. Internationale Leistungsvergleiche

Die Frage der geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Beteiligung an den „harten“ Naturwissenschaften wird nicht nur in der um vieles geringeren aktiven Teilhabe der Frauen an naturwissenschaftlichen Ausbildungswegen und beruflichen Möglichkeiten sichtbar. Es zeigt sich auch, dass Frauen in vielen Ländern (und auch in Österreich) nicht nur weniger motiviert sind, derartige Ausbildungsbereiche für sich zu beanspruchen, sondern der Unterschied im Wissenstand (und dem sich daraus ergebenden Selbstbewusstsein gegenüber dem Fach) manifestiert sich auch im Erwachsenenalter (Stadler 1999a, 1999b) und beeinflusst den weiteren Bildungsweg (Science 1992, 1993). Eine bereits in den Achtziger Jahren am Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) durchgeführte Studie zeigt, dass Frauen über ein signifikant geringeres Allgemeinwissen in Physik verfügen als Männer. Bei Männern und Frauen korreliert dieses Wissen mit dem Anteil an Bildung, den sie in ihrer Schulzeit gehabt haben: Je mehr Physikunterricht Schüler/innen in ihrer Schulzeit haben, umso besser ist es um ihr Wissen in diesem Bereich im Erwachsenenalter bestellt (Häußler, Hoffmann, Rost 1986, 1987). Aber auch dort, wo Schülerinnen und Schüler nach demselben Lehrplan

[24] **Biologistische Erklärungsansätze** wurden von der Wissenschaft dabei relativ früh aus dem Gesamterklärungsmuster ausgeschieden. (Dies gilt nicht für die Trivialliteratur, wo vor allem in den letzten Jahren ein auf eine biologische Basis sich gründender Differenzansatz für gute Umsätze sorgt. S. u. a. Gray 1992, Pease, A. & B. 2000) Von alleiniger Relevanz scheint hier der Unterschied in der räumlichen Wahrnehmung zu sein, die bei Buben besser ausgeprägt ist und die für technisches Verständnis sicher von Bedeutung ist. Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass diese Unterschiede durch geeignetes Spielzeug bzw. Übungen verschwinden. Umgekehrt kann auch der Mangel an verbaler Ausdrucksfähigkeit bei Buben auf Unterschiede in der Entwicklung des Gehirns zurückgeführt werden. Aus der Sicht der Unterrichts- und Curriculumplanung wäre es sinnvoll, diesbezügliche mögliche Barrieren zu beseitigen. Die neuere Gehirnforschung zeigt weitere Unterschiede, doch ist ein direkter Schluss auf das Verständnis und Interesse wohl so nicht möglich, zumal Unterschiede innerhalb eines Geschlechts weit größer zu sein scheinen als Differenzen zwischen den Geschlechtern.

unterrichtet werden, schneiden Mädchen bei externen Tests schlechter ab (Stadler 1999a, 1999b).

Im deutschsprachigen Raum waren die Ergebnisse der TIMS-Studien die ersten statistisch relevanten Daten über geschlechtsspezifische Unterschiede in den Leistungen der Schülerinnen und Schüler. In den angelsächsischen Ländern sind externe Leistungstests seit langem üblich. Die deutschsprachigen Ländern bevorzugten bis vor kurzem (vom Abitur bzw. der Matura abgesehen) lehrerzentrierte Leistungsbewertungen. Mögliche Leistungsunterschiede zwischen Mädchen und Buben waren in den deutschsprachigen Ländern vor der Veröffentlichung der Ergebnisse der TIMS-Studien daher auch kein Thema. Im Gegensatz dazu gab und gibt es in den angelsächsischen Ländern, speziell in Australien und den USA schon seit langem externe Leistungstests und der darin festgestellte „gender gap“ in Mathematik und Physik zugunsten der Buben war seit langem Thema der Fachdidaktik bzw. Erziehungswissenschaften. (z. B. Young and Fraser 1994). Die Testorganisatoren mussten sich daher auch der Frage stellen, ob die Tests selbst bestimmte Personengruppen bevorzugten oder benachteiligten. Die Ergebnisse der Analysen der Testdaten schienen darauf hinzuweisen, dass „traditional assessment practices involve forms of knowledge and ways of knowing which are more likely to be acquired by males than by females” (Parker & Rennie 1998).

Was die deutschsprachigen Ländern angeht, lässt sich aus Ergebnissen von TIMSS und PISA und den bereits vorher bekannten Fakten (insbesondere Daten zum Wahlverhalten und die Ergebnisse der Interessensbefragung des IPN Kiel) ein weitgehend konsistentes Bild ableiten. Das Gefühl, in einem Bereich gute Leistungen liefern zu können, kompetent zu sein, ist einer der wichtigsten Faktoren für das Interesse an einem Fachgebiet bzw. an einem Schulfach und ein bestimmender Faktor für das fachbezogene Selbstkonzept. Dieses bestimmt wieder das Wahlverhalten in Hinblick auf Schule und Beruf (Häussler & Hoffmann 2000, 2002, Schecker 1996).

Durchgehend lässt sich sowohl bei TIMSS als auch bei PISA feststellen, dass die Leistungen der Mädchen in Physik schwächer sind als jene der Buben. Diese in unterschiedlichem Ausmaß in beinahe allen an TIMSS beteiligten Ländern feststellbaren Unterschiede in den Leistungen nehmen mit dem Alter zu, sind in der Volks- bzw. Elementarschule geringer als in der Mittelstufe und am Ende der Oberstufe besonders ausgeprägt. Betrachtet man naturwissenschaftliche Fähigkeiten und Kenntnisse insgesamt (also inkludiert man die Biologie), so werden sowohl bei TIMSS als auch bei den nationalen Tests in den USA und in Australien erkennbare Leistungsunterschiede erst am Ende der High School, nicht dazwischen festgestellt (Becker 1989). Bei meinen Analysen konnte ich feststellen, dass dort wo Test Items zu „Science“ nicht weiter aufgeschlüsselt sind, die Testfragen also vielfach biologischen Schwerpunkt haben, international und national bei TIMSS 3 keine Unterschiede festzustellen sind. Schlüsselt man die Fragen nach den Schwerpunkten Biologie, Physik, Chemie auf, so ergibt sich wieder das alte Muster, d.h. die Buben zeigen in Physik signifikant bessere Ergebnisse als die Mädchen (Stadler 1999a).

In Österreich ist der „gender gap“ bei PISA 2000 in Mathematik höher als in allen anderen teilnehmenden Staaten, in scientific literacy befindet sich Österreich unter jenen drei Staaten, in denen der gender gap zugunsten der Buben signifikant ist (in allen anderen Staaten gibt es zwischen den Geschlechtern keine signifikanten Leistungsunterschiede in diesem Bereich). Diese Ergebnisse entsprechen auch jenen der TIMSS Studien, wo Österreich bei den 13 und 14 jährigen bzw. am Ende der Oberstufe unter jenen Ländern ist, in denen in Mathematik und in Physik die geschlechtsspezifischen Leistungsunterschiede höher sind als in den meisten anderen Staaten (bei TIMSS 3 etwa sind es fünf Staaten mit vergleichbar großen Leistungsunterschieden).

Neben dem Geschlecht gibt es noch eine Reihe anderer Faktoren, die für Leistungsunterschiede verantwortlich gemacht werden können. Insbesondere ist dies der Bildungsstand des Elternhauses bzw. die von der Elterngeneration und der Gesellschaft des jeweiligen Landes getragene Einschätzung des Werts mathematisch-naturwissenschaftlicher Bildung. Betrachtet man innerhalb eines Landes die Unterschiede in der sozialen Herkunft und die mögliche Benachteiligung ethnischer Minderheiten, so wird deutlich, dass sich diese Faktoren für Mädchen besonders nachteilig auswirken. Eine Reihe amerikanischer Projekte beschäftigt sich daher auch speziell mit diesen Gruppen (Lee 1998).

Die Einführung nationaler Tests bzw. internationaler Vergleichstests erfordert es daher, dass man sich mit „equitable assessment strategies" auseinandersetzt, mit der Frage also, wie Leistungsfeststellung („assessment") zu gestalten sei, damit Schülerinnen und Schüler – unabhängig von Geschlecht und ethnischer Herkunft – Gelegenheit haben, ihr erworbenes Wissen und Können zu zeigen und danach beurteilt zu werden.

Parker nennt drei Bedingungen für „equitable assessment" (Parker 1998):

„Curriculum fidelity" bedeutet die Kongruenz zwischen Unterricht (dessen Zielen und Gestaltung) und der Form der Leistungsfeststellung („assessment"). Vor allem angesichts der Forderung nach Selbsttätigkeit der Schüler/innen bei gleichzeitigem Fehlen adäquater und handhabbarer Überprüfungsformen stellt dieser Punkt auch für Österreich durchaus ein aktuelles Problem dar. Bei externer Leistungsfeststellung und gleichzeitiger Beschränkung der Ressourcen ist dieses Forderung vermutlich nicht zu erfüllen.

„Diversity" bedeutet, dass allen Gruppen und Individuen Gelegenheit gegeben werden muss, ihr Wissen und ihre Kompetenzen unter Beweis stellen zu können. Entscheidend dafür sind etwa Fragen, wie jene, ob es sich um formale oder informelle Tests handelt, ob um multiple choice Tests oder Tests mit offenen Fragestellungen, ob der Kontext vertraut oder fremd ist.

Die dritte Voraussetzung ist jene der Fairness und Gleichwertigkeit, was bedeutet, dass die Interpretation der Testresultate unabhängig vom jeweiligen Testformat und vom jeweils zu Beurteilenden vorgenommen werden muss. Parker nennt Studien, die zeigen, dass in UK und Australien lehrerzentrierten Beurteilungen von der Öffentlichkeit (aber auch von den Studierenden selbst) weniger Bedeutung beigemessen wird als externen Tests. Paul Black schreibt dazu:

> [A] teacher, who can record a pupil´s performance over time and in several contexts, and who can discuss idiosyncratic answers in order to understand the thinking that might lie behind gthem, can build up a record of far better reliability than any eternal test can ever achieve." (Black 1995, p. 268, nach Parker 1998).

Zu den im zweiten Punkt angesprochenen Aspekten gibt es zahlreiche Studien, insbesondere wird die Bedeutung des Testformats diskutiert. Etwa würde die alleinige Betonung von „paper and pencil tests" bestimmte Gruppen bevorzugen, andere benachteiligen (Black 1995, S 266, nach Parker 1998). Damit wird auch die Problematik, dass bestimmte Formen der Überprüfung ein Geschlecht bevorzugen bzw. benachteiligen, angesprochen. Etwa gibt es Forschungsergebnisse, die besagen, dass multiple choice tests in Physik Buben bevorzugen (Jovanovic et al. 1994, Harding 1979, u.a.). Damit in Zusammenhang stehend haben Rennie und Parker (1995) herausgefunden, dass Schülerinnen und Schüler Multiple-Choice-Tests bevorzugen, da sie sehen, dass ihnen damit – auch wenn sie das wissenschaftliche Konzept nicht verstanden haben – zumindest die Chance gegeben wird, die Frage korrekt zu beantworten. Dies könnte auch die Vermutung bestätigen, dass Mädchen durch enge Testformate wie Multiple-Choice-Tests benachteiligt sind (Murphy 1988): Mädchen tendieren dazu, Naturwissenschaften in einen breiteren Kontext zu setzen (Stadler, Benke,. Duit 2001b, 2002; Stadler, Duit, Benke 2000) und antworten, wenn keine der gegebenen Antworten ihrem

Verständnis entspricht oder sie den Eindruck haben, die Sache nicht wirklich verstanden zu haben, eher mit „ich weiß nicht“ (Linn u. a. 1987).

In der Schweiz wurde ergänzend zu der TIMSS Haupterhebung auch der TIMSS Experimentiertest (TIMSS Performance Assessment) durchgeführt (Labudde, Stebler 1999). Die 14 jährigen Jugendlichen hatten bei diesem Test die Aufgabe kleine Experimente zu planen, durchzuführen und die Ergebnisse zu protokollieren, Trends aus den Daten herauslesen und Schlussfolgerungen ziehen. Die Jugendlichen hatten dabei Gelegenheit, „authentische“ Probleme zu lösen, selbständig Versuche durchzuführen und auszuwerten sowie physikalische Vorgänge und Daten mit theoretischen Fachbegriffen zu verbinden. Des weiteren sollten sie über ihr Problemlöseverhalten diskutieren. Im TIMSS Experimentiertest wurden die Leistungserwartungen zu drei Hauptbereichen zusammengefasst: Problemlösen und Fachbegriffe anwenden, (Routine-) Verfahren einsetzen und Experimente planen, durchführen und auswerten (ebd.). Das bemerkenswerte Ergebnis war, dass Mädchen und Buben vergleichbare Leistungen erbrachten, wogegen in der Physikhaupterhebung die Leistungen der Mädchen deutlich unter jenen der Buben lagen. Labudde und Stebler schreiben zu diesem Ergebnis: „Durch Erfolgserlebnisse beim Lösen von Experimentieraufgaben, die hinsichtlich Einbezug des Vorwissens, der Fachbegriffe und der verlangten Strategien für beide Geschlechter fair sind, könnten auch Mädchen mehr Vertrauen in ihre Leistungsfähigkeit in Physik gewinnen“ (ebd.). Die beiden Autoren sehen in der Leistungsfeststellung selbst eine Möglichkeit, nicht nur Kompetenzen zu stärken sondern auch das Vertrauen in diese Kompetenzen zu entwickeln und stellen fest, dass Leistungsfeststellungen in der beschriebenen Art nicht Differenzen erzeugen, sondern dazu beitragen, diese abzubauen (ebd.).

Die Ergebnisse des TIMSS Experimentiertests weisen noch auf einen weiteren Faktor hin, nämlich auf den Kontext, aus dem heraus die Fragen formuliert werden. Studien belegen, dass der Kontext das Testergebnis mitbeeinflusst (Logen & Gallagher 1993). Analysen von Physiktests aus Kanada und Australien zeigen, dass die gewählten Kontexte eher dem Bereich männlicher Erfahrungen zugerechnet werden müssen (ebd.; ein Literaturüberblick findet sich in Parker and Rennie 1998).

Rennie und Parker (1993) stellten zusammen mit Lehrkräften eine Liste von Merkmalen für „gender inclusive“ Tests auf. Zu den Merkmalen derartiger Tests zählen die Vermeidung von Stereotypisierungen, der Bezug zum Erfahrungshintergrund der Schülerinnen und Schüler und eine besondere Sorgsamkeit in Bezug auf sprachliche Formulierungen. Um „fair and equitable assessment“ zu garantieren ist lt. Parker und Rennie (1998) neben der Beachtung der bereits genannten Punkte auch von Bedeutung, dass jene Personen, die die Tests beurteilen bzw. Testitems festlegen, auch ihre eigenen Wertvorstellungen überprüfen.

1.5.2. Einstellungen und Interessen

Wenn von Leistungen und vom Wahlverhalten die Rede ist, dann werden häufig Interesse und Motivation ins Spiel gebracht. Während dies für das Wahlverhalten zum Teil zutrifft (Stadler 1997a), lässt sich zwischen Interesse und guten Schulleistungen kein direkter Zusammenhang herstellen (entsprechende Literaturhinweise finden sich u. a. in Becker 1998). Entscheidend wird situationsbedingtes Interesse, wenn wir von intrinsischer Motivation sprechen (Deci 1998). Intrinsische Motivation ist dann gegeben, wenn eine Handlung um ihrer selbst willen durchgeführt wird, also dann, wenn es wie z.B. in informellen Lernumgebungen um die Bereitschaft geht, sich auch dann mit einer Sache zu beschäftigen, wenn keine unmittelbare Aufforderung dazu gegeben ist.

Studien sagen uns, dass das Interesse der Mädchen am Beginn der Sekundarstufe I (also etwa im Alter von zehn Jahren) bereits etwas niedriger als jenes der Buben ist. Im Verlaufe der

Sekundarstufe I fällt dieses Interesse zunehmend ab und der Abstand zu den Buben wird größer (Gardner 1998).

Besondere Bedeutung erhielt in diesem Zusammenhang die Interessenstudie des IPN Kiel (Hoffmann, Häußler 1998; Häußler , Hoffmann 2000). An der 1984 – 1989 in Deutschland durchgeführten Studie nahmen 8000 Jugendliche aus ganz Deutschland teil. In einer Längs- und einer Querschnittserhebung wurden Mädchen und Buben in den Jahrgangsstufen 5 bis 10 befragt. Um das Fachinteresse zu erheben, wurde das Interesse am Physikunterricht in Bezug zum Interesse an anderen Unterrichtsfächern gesetzt. Bei den Interessensvariablen wurde zwischen dem Interesse von Schülerinnen und Schülern am Physikunterricht (Fachinteresse) und einem Interesse, das sich in außerschulischen Kontexten äußert (Sachinteresse) unterschieden. Es zeigte sich, dass das Fachinteresse der Buben an Physik signifikant höher ist als jenes der Mädchen. Während bei Buben und Mädchen das Interesse zwischen dem 7. und 8. Schuljahr abfällt, steigt es bei den Buben bis zum Ende des 10. Schuljahrs in etwa wieder auf das Ausgangsniveau an, bei den Mädchen bleibt es konstant niedrig. Von den Buben werden alle naturwissenschaftlichen Fächer als etwa gleich interessant eingestuft und das Interessensniveau liegt relativ hoch. Mädchen interessieren sich dagegen vor allem für Biologie. (Vgl. auch die zusammenfassende Darstellung in Häussler, Bünder, Duit, Gräber, Mayer 1998, S 122ff.)

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen zwei Mitarbeiter (Greck und Bäuerle) von Heinz Muckenfuß (1995, S 76 ff): Zwischen 1991 und 1994 befragten sie etwa 1000 Realschülerinnen und –schüler (Klasse 8, 9 und 10) und stellten fest, dass Physik bei den Mädchen das mit Abstand unbeliebteste Fach war. Buben zeigten dagegen bereits am Ende der Volksschulzeit ein höheres Interesse an Physik und dieses Interesse zeigt nur einen leichten Abfall.

Die IPN Studie belegt, dass Mädchen wie Buben gleichermaßen dem Unterrichtsfach Physik in Bezug auf Allgemeinbildung eine hohe Bedeutung zuweisen, dass aber gleichzeitig insbesondere Mädchen darin keine Relevanz für sich und ihr eigenes Leben sehen. Die Ergebnisse der Interessensstudie des IPN Kiel wird durch andere Studien bestätigt. Osborne und Collins interviewten 144 16-jährige Jugendliche zum Unterrichtsfach Physik (Osborne & Collins 2001). Auch die Schülerinnen und Schüler aus England gaben an, dass es für sie wichtig sei, über Naturwissenschaften zu lernen, aber auch sie sehen darin - abhängig von Geschlecht und Kontext – wenig Relevanz für ihr eigenes Leben. Physik ist bei den befragten Mädchen unter den Naturwissenschaften jenes Gebiet, über das sie am wenigsten sprechen (ebd.), über Biologie wird nach Aussage der Mädchen am häufigsten gesprochen. Die Studie ist auch insofern interessant, als sie das homogene Bild – hier die uninteressierten Mädchen, dort die interessierten Buben – ein wenig entzerrt. So wird etwa gezeigt, dass man auch bei den befragten Buben nicht von einem homogenen Interesse sprechen kann. Insbesondere bei Burschen, die sich später nicht auf Physik und Technik spezialisieren wollen, ist das Interesse an diesen Fächern gering (s. ebd.).[25]

Anfang der Neunziger Jahre wurden im Rahmen von nationalen Tests der IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) Daten zu Einstellungen der Jugendlichen zu den Naturwissenschaften erhoben. Die Daten wiesen darauf hin, dass die befragten Jugendlichen eine positive Einstellung zu den Naturwissenschaften hatten, sie zeigten aber auch, dass Buben durchwegs eine positivere Einstellung als Mädchen haben. Der Unterschied nimmt mit dem Alter zu. Mädchen im Alter von 14 Jahren zeigen die vergleichsweise negativste Einstellung (Keeves 1992, zitiert nach Baker 1998). Wenn auch die in den USA erhobenen Daten nicht für Österreich Gültigkeit haben müssen, so sind die

[25] Dies entspricht auch den Ergebnissen der Interessensstudie des IPN, wo festgestellt wird, dass einer der beiden Hauptfaktoren für die Genese von Interesse die Möglichkeit eines zukünftigen Berufs in diesen Bereich gesehen wird.

Daten doch insofern von Interesse, als gerade in dieser Altersstufe der weiterführende Schultyp gewählt wird. Es verwundert aus dieser Sicht wenig, dass der Mädchenanteil in der HTL entsprechend gering ist bzw. realistische Schultypen an vielen Schulen, wo erst nach der vierten Klasse Gymnasium gewählt wird, kaum mehr zustande kommen.[26] Dass dort, wo das positive Image der Naturwissenschaften betont wird, etwa in der Medizintechnik, der Frauenanteil weit höher ist, bestätigt diese Überlegungen (Stadler 1997a).

In der Interessenstudie des IPN Kiel wird festgestellt, dass für das fach- und das sachbezogene Interesse an Physik zwei Faktoren ausschlaggebend sind: Zunächst ist es das Selbstwertgefühl, das Schülerinnen und Schüler in Hinblick auf die eigene Leistungsfähigkeit in diesem Fach haben; als zweiter Faktor wird genannt, dass den Jugendlichen deutlich sein muß, dass die erworbenen Kenntnisse in einem zukünftigen Beruf genutzt werden können (Hoffmann, Häußler, Lehrke 1998, S 55 ff.). Die Begleituntersuchungen zur TIMS Studie (Baumert, Lehmann 1997) zeigen nun, dass gerade bei Mädchen das Vertrauen in und das Wissen um die eigene Leistungsfähigkeit ganz allgemein geringer als jenes der Buben ist, dass dieser Unterschied aber besonders dort ausgeprägt ist, wo es um physikbezogene Leistungen geht. Was die Berufsvorstellungen angeht, wissen wir, dass sich Mädchen und Buben bereits im Alter von vier Jahren mit der Fragen der geschlechtsbezogenen Identität auseinandersetzen: Welche Objekte, Tätigkeiten passen zu mir als Junge / als Mädchen? (Koballa 1995). Mädchen schließen bereits vor dem Jugendalter einen Beruf im Bereich Physik und Technik für sich aus (Hoffmann & Lehrke 1986, Todt 1985 nach Eder 2004). Entscheidend dafür ist, dass Berufe im Bereich Physik und Technik männlich konnotiert sind (ebd.; Koballa 1995). Berücksichtigt man nun auch, dass Mädchen sich auch in ihrer Freizeit kaum mit Physik oder Technik auseinandersetzen bzw. die eine solche Auseinandersetzung fördernde peer group fehlt, so wird deutlich, warum Mädchen gerade in der Adoleszenz, wo sie ein geschlechtsbezogenes Selbstkonzept entwickeln, Physik und Technik weitgehend ablehnen, während umgekehrt die Buben ihr Interesse an der Auseinandersetzung mit diesen Gebieten nicht verlieren.

Bestätigt werden diese Überlegungen durch weitere Daten aus der Studie von Osborne und Collins (2001). Die Befragungen ergaben, dass sich die Jugendlichen von der Beschäftigung mit den Naturwissenschaften ein erhöhtes Prestige versprachen (Osborne & Collins 2001). Aus der Studie geht nun nicht hervor, ob dies gleichermaßen für Buben wie für Mädchen zutraf, doch ist zu vermuten, dass in Bezug auf Physik und Technik der Prestigegewinn für Buben weit größer ist als jener für Mädchen (etwa in Bezug auf die peer group oder in Hinblick auf den gewählten Beruf). Für Mädchen muss es andere Gründe geben, sich mit den Naturwissenschaften, insbesondere aber mit Physik und Technik auseinander zu setzen.

Wenn wir an mögliche Interventionen denken, so wird deutlich, dass wir uns mit den bisher genannten Ergebnissen nicht begnügen dürfen. Sie geben beschreibend wieder, was der Fall ist, doch finden wir darin keinerlei Erklärungen, warum die Dinge so sind, wie sie sind. Wir müssen also die Forschungsergebnisse etwas genauer betrachten bzw. noch weitere Aspekte hinzuziehen.

1.5.3. Die Bedeutung von Kontext und Curriculum

Eine der wesentlichen Ergebnisse der Interessenstudie des IPN Kiel war, dass das Interesse an Physik insbesondere bei Mädchen kontextgebunden ist (Hoffmann, Häußler, Lehrke 1998). Stellt man etwa Fragen aus dem klassischen Kanon der Physik (z.B. „Möchtest du mehr darüber erfahren, wie die Bewegungsenergie eines Fahrzeugs in andere Energieformen umgewandelt werden kann?“ Ebd., S 150), so ist das Interesse von Mädchen und Buben

[26] Vgl. dazu auch die von Lehrkräften verfassten Studien des Projekts IMST², etwa die Studien von den Vorarlberger Lehrkräften Mangold / Schüssling oder die Studien des BG Dornbirn (Köb, Oelz, Rigger). http://imst.uni-klu.ac.at, Innovationen des Schwerpunkts Lehr- Lernprozesse.

gering, allerdings das Interesse der Mädchen noch weit geringer als jenes der Buben. Ändert man den Kontext der Fragestellungen („Sich ein Sicherheitsfahrzeug ausdenken, in dem auch bei schweren Unfällen Fahrer und Beifahrer wenig oder nichts passiert." Ebd., S 151) so zeigt sich, dass das Interesse steigt und bei geeignetem Kontext die Unterschiede vielfach verschwinden (Häußler, Bünder, Duit, Gräber, Mayer 1998, Hoffmann, Häußler, Lehrke 1998). Mädchen und Buben interessieren sich gleichermaßen für Fragen, die, allgemein formuliert, ein besseres Weltverständnis ermöglichen. Das ist zum einen der lebensweltliche Bezug: ein besseres Verständnis für Vorgänge im eigenen Körper, ein besseres Verständnis auch von alltäglichen Phänomenen und, was die Technik angeht, ein auf das Tun ausgerichtetes Verständnis der uns umgebenden Technik. Zum anderen geht es um ein Verständnis der eigenen Rolle in der Welt (Astronomie, philosophische Aspekte der Physik). Muckenfuß spricht in diesem Zusammenhang von Orientierungswissen (Muckenfuß 1995). Deutlich wird, dass Antworten auf Fragen, die ein besseres Verständnis des Alltags und der Welt im allgemeinen generieren, komplex und in vielen Fällen interdisziplinär angelegt sind. (Insbesondere ist dies bei jenen Fragen der Fall, die unter dem Begriff „Nature of Science" (NOS) subsummiert werden und bei Fragen, die dem Umweltbereich zuzurechen sind.) In Deutschland und bis vor kurzem auch in Österreich sind alle genannten Fragen im Physikcurriculum weitgehend unterrepräsentiert.

Betrachten wir eine Schulklasse, so hat wohl jede Lehrkraft die Erfahrung gemacht, dass es unter den Schülerinnen und Schülern unterschiedliche Interessensausprägungen gibt, die nicht unbedingt mit dem Geschlecht zusammenfallen müssen. Es gibt etwa Schülerinnen, die durchaus an abstrakt formulierten Gesetzen Gefallen finden oder Schüler, die an gesellschaftlichen Aspekten der Naturwissenschaften interessiert sind. In der bereits zitierten Interessenstudie des IPN wurde der Versuch unternommen, derartige Interessensgruppierungen auszumachen. Die Forschergruppe identifizierte drei Interessenstypen: Schülerinnen und Schüler, die mehr an gesellschaftsbezogenen Inhalten interessiert sind, solche die an Naturwissenschaften eher aus interdisziplinärer Sicht interessiert sind und jene, die sich für Physik und Technik unter dem Aspekt der Anwendung interessieren. Differenziert man nun diese Daten nach Geschlecht, so finden sich Mädchen häufiger unter der am Menschen und an der Gesellschaft interessierten Gruppe, Buben häufiger unter den an Anwendungen Interessierten, während der interdisziplinäre Aspekt von beiden Geschlechtern gleichermaßen geschätzt wird. (Mit diesen Ergebnissen wird der häufig zitierte Wagenscheinsche Spruch „Was Mädchen interessiert, interessiert auch Buben, aber nicht umgekehrt" etwas relativiert.)

Aus der Vielzahl von Studien, bei denen die Differenzen zwischen den Geschlechtern im Vordergrund stehen, seien hier exemplarisch zwei weitere Studien genannt. Die erste der beiden Studien ist eine Untersuchung aus North Carolina. Wieder geht es darin um Einstellungen und Erfahrungen von Schülerinnen und Schülern zu den Naturwissenschaften. An der Befragung nahmen etwa 500 zwölfjährige Schülerinnen und Schüler teil (Jones 2000). Gefragt wurde nach ihren Erfahrungen, Einstellungen und ihrer Wahrnehmung des Fachs bzw. nach möglichen Berufsperspektiven und Karrierevorstellungen. Die Ergebnisse waren wenig überraschend. Buben berichten über mehr außerschulische Erfahrungen mit physikalisch-technischem Spielzeug bzw. Bastelarbeiten, Mädchen über Erfahrungen beim Brot-Machen, Pflanzen, Stricken. Signifikant mehr Buben interessierten sich für Atombomben, Atome allgemein, Autos, Computer, Röntgenstrahlen und Technik; signifikant mehr Mädchen waren an Tieren, Regenbogen, gesundem Essen, Wetter und AIDS interessiert. Auch was zukünftige Jobs betraf, waren die Unterschiede deutlich: Während die Buben eher dazu tendierten, berühmt werden zu wollen, viel Geld zu verdienen und Chef-Positionen einzunehmen, waren es eher die Mädchen, die angaben, sie wollen anderen Leuten „helfen".[27] Signifikant mehr

[27] Wenn Schülerinnen ein naturwissenschaftliches Fach studieren wollen, so ist dies vielfach mit dem Wunsch zu helfen verbunden (Baker & Leary 1995). Die Bereiche die sich hier aus der Kenntnis des Schulfachs anbieten

Mädchen als Buben meinten, Physik sei schwer zu verstehen. Buben sahen in den Naturwissenschaften etwas Destruktives und Gefährliches, aber auch etwas, was mehr den Buben als den Mädchen entsprach (Benke, Stadler 2003b). Was an der Studie bemerkenswert ist und worin sie die IPN Studie zum Teil bestätigt, ist, dass es innerhalb der Bubengruppe eine größere Streuung gab. Es gab Buben, die nicht ganz dem Bild des eng denkenden, technologiegläubigen Technikers entsprechen. Und ähnlich wie in der IPN Studie gab es einen breiten Bereich, worin sich die Interessen der Buben und jene der Mädchen überlappten. Auch Buben waren daran interessiert, zu erfahren, wie Radioaktivität den menschlichen Körper schädigt, wie Technik Behinderten helfen könnte und wie Wissenschaftler denken und arbeiten.

Die zweite Studie ist jene bereits mehrfach zitierte Studie von Osborne & Collins (2001). Auch in dieser Studie wurden die Jugendlichen nach ihren speziellen Interessen auf dem Gebiet der Naturwissenschaften und der Technik befragt. In der Analyse zeigte sich, dass die befragten Mädchen und Buben vor allem an konkreten, wahrnehmbaren Phänomenen interessiert waren. Buben interessierten sich besonders für Kräfte im Zusammenhang mit Autos und Flugzeugen, Mädchen für Licht und elektrische Phänomene. Alle Befragten interessierten sich für das Thema „Raum". Auch Schüler, die meinten, sie interessierten sich nicht für Physik, begannen darüber heftige Diskussionen. Schülerinnen und Schüler interessierten sich gleichermaßen für das Sonnensystem, wie es entstand und was man wusste bzw. nicht darüber wusste. Mädchen setzten diese Phänomene auch zu ihrer eigenen Existenz in Beziehung.

Die genannten Ergebnisse belegen, dass klassische philosophische Fragen, wie: „Wer sind wir und woher kommen wir" durchaus auch Jugendliche im Alter von vierzehn, fünfzehn Jahren interessieren. Im Physikunterricht behandeln wir, wenn überhaupt, diese Fragen üblicherweise erst in der zwölften Schulstufe, die Fragen selbst werden aber von den Jugendlichen schon weit früher gestellt (vgl. auch Benke, Stadler 2003b). Es geht dabei um ein Wissen, das den Jugendlichen (ähnlich wie uns Erwachsenen) hilft, „to construct versions of self, identity and our role within any cosmic order. The universal success of this topic should not be underestimated as a valuable point of engagement with science" (Osborne & Collins 2001).

Betrachtet man die über einen größeren Zeitraum hinweg publizierten Studien zum Thema Interessensunterschiede, so fällt der Unterschied in den dabei verwendeten Methoden auf. Waren die Studien der Achtziger Jahre groß angelegte statistische Untersuchungen, so begnügt man sich nun vielfach mit kleineren Schülerzahlen und statt statistischen Untersuchungen gibt es eher qualitative, interpretative Verfahren. Der für die Arbeit in der Schule wohl wichtigere Unterschied liegt allerdings im Ergebnis. Neben einem auf das Verständnis alltäglicher Phänomene ausgerichteten Lernen wird in den Ergebnissen nun auch ein Bedürfnis der Jugendlichen nach Orientierung und Weltverständnis deutlich (s.a. Benke & Stadler 2003b). [28] Ob dies an den unterschiedlichen Befragungsmethoden liegt oder daran, dass sich die Bedürfnisse der Jugendlichen geändert haben, kann hier nicht beurteilt werden.

---

sind Botanik, Zoologie, Medizin, Ökologie (ebd.). Dies entspricht auch dem tatsächlichen späteren Wahlverhalten.

[28] Noch eine Bemerkung zur grundsätzlichen Problematik der genannten Untersuchungen. Die Untersuchungen beruhen auf Befragungen und die Interpretation der Daten muss berücksichtigen, dass die befragten Jugendlichen dazu tendieren, ein Bild von sich zu entwerfen, das den Erwartungen, die an sie gestellt werden bzw. dem Bild, das sie selbst von sich entwerfen, entspricht (vgl. auch Benke & Stadler 2003b). Wenn wir die hohe Signifikanz derartiger Untersuchungen mitberücksichtigen, sollten wir diesen Aspekt jedenfalls im Auge behalten. Zu berücksichtigen ist ferner, dass die Antworten der Jugendlichen in einem engen Konnex mit dem kulturellen und sozialen Klima, in dem die Jugendlichen leben, stehen. Vor Verallgemeinerungen ist deshalb zu warnen. Dennoch, die Ähnlichkeit der Ergebnisse in praktisch allen derartigen Studien lässt vermuten, dass das Bild, das hier gezeichnet wird, zumindest für Jugendliche, die gegenwärtig in unserer westlichen Kultur aufwachsen, stimmig ist.

In den genannten, aber auch in zahlreichen weiteren Untersuchungen wird deutlich, dass speziell der Physikunterricht den von den Jugendlichen geforderten Aufgaben im allgemeinen nicht gerecht wird. "What they learned in science was not linked to their lifes" schreiben etwa Baker und Leary 1995 in einer Studie, in der sie 40 Schülerinnen über ihren Naturwissenschaftsunterricht interviewten. Speziell im Physikunterricht fehlten die Bezüge zum eigenen Leben, meinten die befragten Schülerinnen. Ihrem Bedürfnis, mit dem eigenen Wissen und Können zur Verbesserung der Welt beizutragen oder Mitmenschen zu helfen, wird nach Meinung der Schülerinnen in Physik (obwohl sich hier eine Reihe von Themen anbieten würden) nicht Rechnung getragen.

In den Schulen Großbritanniens bemüht man sich derzeit darum, NOS Aspekte („nature of science"[29]) in den Schulunterricht zu integrieren. Eines der Probleme dabei ist, dass Lehrkräfte nur wenig über diesen Bereich informiert sind. Auch in Österreich sind in der Lehrerausbildung wissenschaftshistorische, wissenschaftstheoretische oder –soziologische Momente weitgehend ausgeklammert. Dasselbe gilt für interdisziplinäre Fragestellungen (etwa das Thema globale Erwärmung). Eine Ausnahme bilden die physikalischen Aspekte der Medizin. Etwa wurde von Helmut Kühnelt eine Diplomarbeit von Christa Miller-Maresch mit dem Thema „Physikalische Grundlagen des menschlichen Herz-Kreislaufsystems" (1995) betreut und zahlreiche Publikationen zu diesem Gebiet finden sich bei der Arbeitsgruppe Wiesner an der LMU München, Wiesner 2001) und der Arbeitsgruppe Mathelitsch an der Universität Graz.

Betrachten wir die österreichischen Lehrpläne, so erkennt man beginnend mit den siebziger Jahren einen immer stärker werdenden Druck von einer abstrakten, eher linearen Darstellung des physikalischen Wissens, wo zunächst einmal Alltagsphänomene nur als „Anwendung" betrachtet wurden (und im Unterricht unter dem Aspekt des Zeitdrucks und wohl auch der mangelnden eigenen Kenntnisse wegen vielfach nur kurz am Ende einer Einheit behandelt wurden) zu einem komplexeren Ansatz, wo bereits am Beginn Fragestellungen stehen, deren Beantwortung ein besseres Verständnis der umgebenden Phänomene erwarten lassen. Wenn ein konsequentes Durchziehen dieses Prinzips aus unterschiedlichen Gründen auch nicht immer die Praxis des Unterrichts trifft, so sind doch seit nicht allzu langer Zeit die Wege vom Gesetzgeber vorgezeichnet (vgl. Lehrplan Physik für die Oberstufe 2004[30], Mayr 2000[31]). Zunehmend diskutiert man allerdings auch die sich aus einem themenzentrierten, integrierten Unterricht ergebenden Schwierigkeiten für den Lernenden. Vermutet wird, dass Schüler/innen ohne Kenntnis des systematischen Aufbaus des Gesamtgebäudes Physik bei der Erklärung komplexer Phänomene wieder auf ihr Alltagsverständnis zurückfallen (Stadler 1997c, Muckenfuß 1995, 2003). Die Entwicklung von Unterrichtskonzepten, die in der Spannung zwischen Linearität und Komplexität Lernmöglichkeiten eröffnen, die tatsächlich zu einem vertieften Verständnis führen und gleichzeitig Fragen beantworten, die für den Lernenden relevant sind, ist eine Aufgabe, die noch weitgehend zu leisten ist (vgl. dazu auch das Projekt „Physik im Kontext"[32]).

---

[29] 1965 publizierte Robinson im Journal of Research in Science Teaching einen Artikel mit dem Titel „Science Teaching and the Nature of Science." Er stellte darin Fragen wie: "Have students, as a result of doing the activieties, reading and discussing what they have read, indeed increased their "understanding of science"?" und "Can aspects of the nature of science be identified and so specified as to provide for guidance in the selection and organsiation of elements which are to be included in science curricula?" (Robinson 1965, S. 37). Dies war der Ausgangspunkt für eine Bewegung, die schließlich dazu führte, dass die wissenschaftstheoretische (und wissenschaftshistorische Diskusssion der Frage, was die Naturwissenschaften nun eigentlich ausmacht, Eingang in zahlreiche Curricula gefunden hat. Eine wichtige Rolle spielen dabei epistemologische Fragestellungen.

[30] Der hier angesprochene österreichische Lehrplan für die Oberstufe ist mit Herbst 2004 in Kraft getreten. http://pluslucis.univie.ac.at/lehrplan/lehrplan.html

[31] Helmuth Mayr bezieht sich in seinem Artikel auf den seit 1999 geltenden österreichischen Unterstufenlehrplan.

[32] http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/piko/piko.html

1.5.4. Unterrichtsmethoden, Unterrichts- und Interaktionsmuster

Welche Unterrichtsstile bevorzugen Mädchen und Buben? Beschränken wir uns auf die bisher genannten Studien, so finden sich darin eine Reihe von Antworten, die ein in sich konsistentes Bild ergeben. Methodisch schätzen Mädchen stärker als Buben Diskussionen, kooperative Lernformen; für den Physikunterricht bedeutsam ist, dass Mädchen und Buben gerne experimentieren. (Ein Überblick zu den diesbezüglichen Forschungsergebnissen findet sich in: Hoffmann, Häußler, Peters-Haft 1995. Ein Überblick über die Publikationen der IPN Interessensstudie in Hoffmann, Häußler, Lehrke 1998.). In der bereits zitierten Studie von Osborne und Collins, in der 144 Schüler/innen zu ihren Erfahrungen und Wünschen in Bezug auf naturwissenschaftlichen Unterricht interviewt wurden, wird festgestellt, dass es den Schülerinnen und Schülern wichtig war, Gelegenheit zu eigenständigem Arbeiten, zu Experimenten, eigenständigen Forschungen zu haben. Insbesondere gilt dies für jene Gruppen, die auch weiterhin ein naturwissenschaftliches Fach gewählt haben. Sie fordern in verstärktem Maße die Gelegenheit zu autonomem Arbeiten (Osborne & Collins 2001).

Auch in diesem Zusammenhang ist die bereits erwähnte Studie von Baker und Leary (1995), bei der 40 Mädchen unterschiedlichen Alters interviewt wurden, von Bedeutung: Für alle (ab der fünften Schulstufe) befragten Mädchen waren Experimente wichtig (einhergehend mit einer Abneigung gegen zuviel schreiben). Dies galt auch für die Schulstufen 8 – 11 (Laborarbeit), wobei nun auch die Arbeit in Gruppen, Partnerarbeit und Diskussionen (innerhalb der Gruppen oder mit der Lehrkraft) wichtig wurden. Experimente nach vorgegebenem Muster allein genügen den Ansprüchen der Schüler/innen nicht (vgl. auch Stadler 1984, Stadler 1993). Die von Osborne & Collins (2001) befragten Schülerinnen und Schüler vermissten die Möglichkeit im Unterricht kreativ zu werden. Jeder andere Gegenstand, meinten sie, böte dazu mehr Gelegenheit. Dasselbe gelte für Diskussionen (Osborne & Collins 2001). Dies entspricht, wie wir in einem späteren Kapitel sehen werden, durchaus auch dem Bild, das Lehrkräfte selbst von der Physik im Verlaufe ihres Studiums gewinnen müssen. Studierende (insbesondere jene des Lehramts) haben im Verlaufe ihres Studiums kaum Gelegenheit zur Diskussion von Theorien, zur Interpretation von Daten, etc. Sie beschränken sich häufig auf das Nachvollziehen von bereits als gegeben zu betrachtenden Erkenntnissen und haben im allgemeinen auch keinen Einblick in die aktuelle Diskussion der anstehenden wissenschaftlichen Fragestellungen.

Was die Schülerinnen und Schüler tatsächlich im Unterricht vorfinden, unterscheidet sich weltweit nur wenig: Frontalunterricht mit Lehrer-Schülergespräch und (für die deutschsprachigen Länder eher untypisch) individuelle Arbeit. Insgesamt ein Unterricht, der stark vom jeweiligen Unterrichtsmaterial, hauptsächlich dem Schulbuch geprägt ist (Tobin 1988, Tobin, Tippins & Gallard 1994, zitiert nach Baker 1998; Seidel u. a. 2002). Das naturwissenschaftliche Wissen wird im allgemeinen isoliert betrachtet, selten im Kontext von Alltagsfragen. In einer solchen Lernumgebung ist es üblich, dass Buben sich stärker in den Unterricht einbringen (etwa durch Herausrufen). Doch selbst wenn Mädchen sich häufiger als Buben zu Wort melden (etwa durch das Heben der Hand) neigen die Lehrkräfte dazu eher Buben aufzurufen als Mädchen (Jones 1990, Baker 1987, beides zitiert nach Baker 1998; Kelly 1988). Das Lehrer/innenverhalten stärkt das Engagement der Buben und entmutigt Mädchen (Eccles 1989, Kelly 1988, Kelly & Crawford 1997, Stadler, Benke, Duit 2001b, Stadler, Duit, Benke 2000). Sprachmuster und Interaktionsmuster sind auf das Verhalten der Buben ausgerichtet und benachteiligen Mädchen (Tobin & Gallagher 1987, Guzzetti 1996, Stadler, Duit, Benke 2000, Stadler Benke, Duit 2001b, Stadler, Benke, Duit 2002). Häufig rufen die Lehrkräfte (männliche) „target students“ auf und führen das Gespräch praktisch ausschließlich mit dieser Gruppe (Tobin & Gallager 1987). Diese Gruppen halten ihre Position über das Schuljahr hinweg und bestehende Leistungsunterschiede werden damit

verstärkt (ebd.)[33] Buben erfahren auch mehr akademische Zuwendung als Mädchen (Oakes 1990 zitiert nach Baker 1998). Wenn mehr Interaktion mit Mädchen stattfindet, so geschieht dies auf der sozialen Ebene (Baker 1987).

Für die deutschsprachigen Länder gibt es keine umfassenden Untersuchungen zu geschlechtsspezifischen Auswirkungen des Frontalunterrichts. (Für den Mathematikunterricht zeigen u. a. die Untersuchungen von Helga Jungwirth, dass im fragend entwickelnden Unterricht individuelle Lernstile nicht berücksichtigt und Buben im allgemeinen bevorzugt werden, Jungwirth 1991). Zu vermuten ist, dass die bisher genannten Ergebnisse auch für den Physikunterricht im deutschsprachigen Raum gelten. Wir wissen, dass auch in Deutschland (für Österreich liegen hier keine umfassenderen Studien vor) weitgehend der lehrerzentrierte fragend-entwickelnde Unterricht vorherrscht (Seidel et al. 2002), der durch enge Fragen gekennzeichnet ist und den Befragten nur wenig Raum zu Diskussion oder Kreativität erlaubt. Laborarbeit und Schülerexperimente, die bei geeigneter Durchführung es insbesondere den Mädchen ermöglichen würden, fehlende häusliche Erfahrungen aufzuholen und im Tun einen anderen Zugang zu Physik und Technik zu gewinnen, sind – obwohl Lehrkräfte von ihrer positiven Bedeutung für Lernprozesse überzeugt sind – nur in einem Bruchteil der Unterrichtsstunden anzutreffen (Tesch & Duit 2002).

Von deutschen Fachdidaktiker/innen kritisiert wird auch, dass den Schülerinnen und Schülern kaum Gelegenheit gegeben wird, die einzelnen Lernschritte in einen Gesamtzusammenhang zu bringen (Seidel u. a. 2002). Auch Osborne & Collins (2001) sehen in dem hier angesprochenen Fehlen eines für alle Beteiligten sichtbaren Zusammenhangs ein wichtiges Manko des naturwissenschaftlichen Unterrichts und zitieren dazu auch weitere Autoren:

> "… the experience of secondary school science was `like being on a train in carriages that had blanked our windows´ (Claxton 1991), one where only the train driver knew where you were going and nobody gave you any map or overview of the journey. In essence a magical mystery tour, which rapidly lost its initial enchantment. Likewise it confirms the critical value and significance to pupils of the opportunity to experience physical phenomena first-hand – the opportunity to engage in apparent autonomous discovery´ (Solomon 1980, zitiert nach Osborne und Collins 2991)."

Unterricht, der in der beschriebenen Weise erfolgt, kann nur wenig dazu beitragen, das Selbstwertgefühl der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf ihre Leistung zu fördern, und wie wir bereits erwähnt haben und im folgenden Abschnitt genauer erörtern werden, ist genau dieser Faktor für die Genese von Interesse entscheidend. Möglicherweise sind es die in Deutschland und z.T. auch in Österreich üblichen Rahmenbedingungen (Unterrichtsdeputate, Schülerzahlen, Ausbildung und vorhandenes Unterrichtsmaterial, keine technische Assistenz, mangelhafte Ausstattung), die es Lehrkräften erschweren, auf individuelle Lernstile einzugehen und den Unterricht so zu gestalten, dass er den Anforderungen der Schüler/innen, aber auch den eigenen Vorstellungen entspricht.

1.5.5. Die Lehrkraft

Zur Frage, wie sich Schülerinnen und Schüler einen guten Lehrer vorstellen, darf hier auf die Literatur verwiesen werden (Helmke 2003, Clausen 2002). In Bezug auf den Physikunterricht sind uns hier nur wenige relevante Untersuchungen bekannt. Die Ergebnisse der Befragung von Osborne und Collins decken sich mit jenen, die auch von Seiten der Erziehungswissenschaften und von Seiten der fachdidaktischen Literatur gefordert werden

[33] Der Umstand, dass Lehrkräfte „high achievers" also gut lernende, leistungsorientierte Schüler/innen bevorzugen wirkt sich insbesondere nachteilig auf Mädchen mit ohnedies schlechten Leistungen aus (z.B. auf Kindern mit nicht-deutscher Muttersprache) und verstärkt die genannten Effekte (Baker 1998).

und die wir in der gängigen Literatur finden: Beliebt sind Lehrkräfte, die Ordnung aufrecht halten können, die Lernen durch eine breite Fülle unterschiedlicher Aktivitäten interessant machen und eine Atmosphäre erzeugen, die von Humor getragen ist (s. a. Cooper & McIntyre 1996). Humor scheint wichtig, da damit eine für das Lernen günstige, entspannte Atmosphäre geschaffen wird. Speziell in der Altersgruppe der Vierzehnjährigen spielt die Lehrkraft eine wichtige Rolle, wenn Schülerinnen über die Beliebtheit von „science" sprechen (Baker und Leary 1995). Die beiden Autorinnen zitieren in ihrer Arbeit auch einige Äußerungen von Schülerinnen und diese bestätigen das Bild, das wir aus der Untersuchung von Osborne und Collins erhalten haben:

> I: *What makes science fun? Student: Probably Mr. X. He´s like, he´s really funny and he´s smart. He .. teaches sciences really good."*

Oder eine andere Schülerin:

> *„She was a boring teacher and she didn´t know how to teach".* Oder: *"We get points taken off if we don´t participate. We have to answer all her questions and everything, so I kind of like that part of it but sometimes she´s a little harsh, like, if you have, like, a wrong answer."*

Neben der Beziehungsebene erwarten sich die Schülerinnen und Schüler vor allem, dass der Lehrer „gut erklärt", d.h. ihnen den Eindruck zu vermittelt, eine Sache gut verstehen zu können, dass er den Unterricht gut strukturiert und dass die Anforderungen an sie nachvollziehbar und akzeptabel sind. In Physik ist allerdings gerade die wichtige Verständnisebene problematisch: Physiklehrkräfte werden in ihrer Ausbildung zu wenig auf diesen Elementarisierungsprozess hintrainiert, von den Universitätslehrer/innen selbst wird er nicht immer geleistet. Dazu stellt sich in der Physik ein grundsätzliche Vermittlungsproblem der Physik (s. a. Stadler 2000b, 1999f). Im Unterricht wird dieses Problem im allgemeinen nicht angesprochen, was zu falschen Erwartungshaltungen und Unzufriedenheit führen kann.

1.5.6. Selbstkonzept

Das Konzept, das Mädchen und Buben von sich und ihrem Leben entwerfen, entspricht weitgehend den von der Gesellschaft an sie gerichteten Erwartungshaltungen. Sie orientieren sich an dem, was unter männlich und weiblich von der Gesellschaft vordefiniert wird. Bestimmend erscheinen dabei insbesondere das Elternhaus und die „peer group". Einen möglichen Einfluss haben auch Vorbilder („role models") auf die Entwicklung des Selbstkonzepts. Der Einfluss Erwachsener auf das Selbstkonzept der Jugendlichen ist ein doppelter: Erwachsene agieren in einer bestimmten Weise, sie schaffen damit Wirklichkeit und setzen bestimmte Erwartungen in die Jugendlichen. Dies wirkt sich wieder auf die Wahl der Ausbildung und des Berufs aus: Erwachsene "act out and believe in traditional gender-role prescriptions regarding appropriate activities for males and females." (Eccles 1989, p.54, Riddell 1992). Ähnliche Erfahrungen werden in der „peer group" gemacht (Maccoby 1990). Hinzu kommt, dass (wie wir später noch ausführlich darlegen werden) Physik und Technik in unserer Gesellschaft männlich konnotiert sind und von den Heranwachsenden auch als eine in hohem Maße männlich konnotierte Aktivität wahrgenommen wird (Koballa 1995). Lässt man Kinder Naturwissenschaftler zeichnen, so zeichnen Kinder in den USA, in Australien, in Irland, Kanada oder Norwegen Männer, bärtig und lebensfremd und wenn sie eine Wissenschaftlerin zeichnen, so zeichnen sie Frauen, die eher nicht dem gesellschaftlichen Schema der attraktiven Frau entsprechen (Kahle & Meece 1994; Koballa 1995).

Die männliche Konnotation von Physik und Technik führt dazu, dass Mädchen diesen Bereich schon sehr früh ausklammern (Hoffmann & Lehrke 1986, Häußler & Hoffmann 1995), insbesondere geschieht dies aber in der Adoleszenz. Bei den Buben ist eher das umgekehrte

der Fall. Mädchen, die sich für Physik interessieren, sind in ihrer „peer group“ zumeist Außenseiterinnen (vgl. auch Stadler 1997a), ihr Wissen bringt ihnen keinen Prestigegewinn, im Gegenteil wird dieses doch in vielen Fällen noch immer als Mangel an Weiblichkeit ausgelegt (s. ebd.). Bei Buben ist das Umgekehrte der Fall, doch scheint es, dass die Zuwendung zu Physik und Technik nicht als gleichermaßen richtungsgebend erlebt wird. Buben, die sich nicht für Physik und Technik interessieren, finden auch da noch Gleichgesinnte bzw. finden sie auch genügend Vorbilder in anderen Bereichen.

Was Bildung und Einfluss von Rollenstereotypien durch die Medien angeht, ist zu sagen, dass in den Medien Naturwissenschaftlerinnen selten, Physikerinnen (mit Ausnahme von Marie Curie und Lise Meitner) praktisch überhaupt nicht präsent sind. Wenn dies dennoch geschieht, dann macht dies auf Mädchen auch einen bleibenden Eindruck (Baker und Leary 1995, Stadler 1997b). Zwar scheint mir, dass von Seiten der Medien ein Interesse an der Darstellung von Frauenthemen und auch dem Thema Frau und Physik existiert, doch ist es der geringen Anzahl wegen schwierig, Frauen, die sich medial präsentieren wollen, zu finden und letztlich wird dann eben darauf verzichtet. Allgemein ist zu sagen, dass Schülerinnen genauso wie Schüler über die Medien kein klares Bild darüber erhalten, was Naturwissenschaftler/innen tun und darüber, welche Menschen dahinterstehen (Baker und Leary 1995). Insbesondere jüngere Mädchen und Buben entwickeln daher stereotype Vorstellungen (ebd.).

Was die Schulbücher betrifft, so gibt es etwa, was die amerikanischen Schulbüchern angeht, umfangreichere Untersuchungen. Frauen sind, so deren Aussage, darin kaum vertreten bzw. wenn doch dann eher in den rollenspezifischen Klischeevorstellungen (Sadker & Sadker & Klein 1991). Für Deutschland und Österreich gibt es im Bereich Physik meines Wissens hier keine spezielle Untersuchung. Allerdings ist die Sensibilität in diesem Bereich in den letzten Jahren gestiegen. Insbesondere ist man bemüht, in Abbildungen Frauen zu zeigen, insbesondere natürlich Physikerinnen, aber auch experimentierende Mädchen.

Dem mit den gängigen Rollenklischees konnotierten Selbstkonzept der Mädchen entspricht der in der bereits zitierten Studie von Osborne und Collins (2001) angesprochene Aspekt, dass die von Osborne und Collins befragten Mädchen angaben, „helfen“ zu wollen und diesem Wunsch entsprechend ihre Ausbildungs- und Berufswahl zu treffen. Die bereits zitierte Technikfeindlichkeit der Mädchen ist so gesehen auch unter dem Gesichtspunkt des Bedürfnisses nach einer ökologisch vertretbaren Lebensgestaltung zu betrachten. Physik und Technik werden einem natürlichem Denken und Leben gegenübergestellt (ebd.). Der Zusammenhang mit ökologischen Gefahren, Verfremdung durch Technik und Technik im Dienste der Kriegswirtschaft sind hier die am häufigsten genannten Gründe. „Technikfeindlichkeit“ unter diesem Vorzeichen findet sich bei Mädchen stärker als bei Burschen (ebd.).

1.5.7. Selbstwertgefühl und Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit

Die beste Voraussagekraft für das Interesse am Schulfach Physik und an der Physik als Wissensbereich ist das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit in diesem Fach. Mädchen haben, was ihre Leistungen in der Schule betrifft, ein geringeres Vertrauen in ihre Leistungsmöglichkeiten als Buben (Baumert & Lehmann 1997). In besonderem Maße ist dies in der Physik der Fall (Hoffmann, Häußler, Peters-Haft 1995, Baumert & Lehmann 1997). Das von der Gesellschaft vielfach tradierte Bild, dass Frauen in diesem Bereich weniger kompetent sind, wird häufig von Lehrkräften und Eltern weitergegeben und von der „peer group“ bestärkt Dies äußert sich insbesondere in den Interaktions- und Sprachmustern (Näheres dazu in Kapitel 1.5.4.; Stadler, Benke, Duit 2001a, 2001b, 2002; Stadler, Duit, Benke 2000).

Zu vermuten ist, dass dieser Mangel an Selbstwertgefühl sich auch, wie bereits ausgeführt, negativ auf die Bewältigung von Test- und Prüfungssituationen auswirkt. Wenn Mädchen etwa eine Aufgabe nicht lösen können, neigen sie dazu, die Schuld daran bei sich zu suchen. Sind Aufgaben schwierig oder nicht vertraut, tendieren sie dazu anzunehmen, dass sie diese Aufgaben nicht bewältigen können (Oakes 1990 zitiert nach Baker und Leary 1995). Es wäre aus dieser Sicht verständlich, dass Mädchen dort, wo Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit gefordert wird, etwa bei Arbeiten unter Zeitdruck und bei Multiple-Choice-Aufgaben, schlechter als Buben abschneiden.

1.5.8. Zum Aspekt Verstehen

Wenn Jugendliche von der Bedeutung der Naturwissenschaften sprechen, dann auch unter dem Aspekt, dass diese „uns helfen, die Welt zu verstehen“ (Osborne & Collins 2001). Während andere Untersuchungen diesen Aspekt eher marginal behandeln, stellen Osborne und Collins diesen Aspekt in den Mittelpunkt ihrer Untersuchung. Wir wollen uns im Folgenden daher auch hier wieder auf diese Studie beziehen.

Etwas verstehen bedeutet auch, „ich kann anderen etwas erklären“ (ebd.), ein Aspekt, der für das Entstehen von Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten wichtig ist. Des weiteren gab es unter den von Osborne und Collins befragten Schüler/innen eine Übereinstimmung darüber, dass viele Aspekte der Naturwissenschaften schwer zu verstehen sind, was für Einige wieder bedeutete, dass sie nach einiger Zeit des Bemühens aufgaben und sich langweilten. („If it´s something that you want to understand and you can´t, it just gets boring after a while”, ebd.) Die Interviews geben auch Hinweise darauf, wie es dazu kommt. Die befragten Schüler/innen hatten offensichtlich wenig Gelegenheit, die gelernten Gebiete miteinander in Beziehung zu setzen (vgl. auch Solomon 1980, Seidel u. a. 2002). Sie berichten, dass sie heute das Eine und, noch kaum das Erstere verstanden, schon am nächsten Tag etwas Anderes lernen. Dazu das Gefühl der ständigen Zeitnot, keine Möglichkeit inne zu halten, etwas genauer nachzufragen. Die Schüler klagen, dass oberflächlich und hastig über die einzelnen Gebiete hinweggegangen wird. Ein Umstand, der durch das in England derzeit praktizierte „learning for the test“ sicher mitverursacht oder zumindest verstärkt wird, aber auch in unseren Unterrichtsbeobachtungen zu finden ist. Etwa wenn wir an die viel zu kurze „wait-time“ denken oder die Muster des sogenannten fragend-entwickelnden Unterrichts: Die Lehrkraft fragt nach, ein Schüler antwortet und es wird im Stoff weiter fortgeschritten (Lemke 1990, Altrichter & Posch 1998, S 188 ff.).

Ein Großteil der Schüler/innen hat solcherart nie Gelegenheit, eigenes Verständnis zu überprüfen (Stadler 2003c, 2002e, 2002g; Seidel u. a. 2002). Die befragten englischen Schüler/innen berichten, dass sie bei Nachfragen häufig auch schlicht aufgefordert werden, das Gesagte einfach zu akzeptieren, mit dem Hinweis, dass sie es für den Test so eben lernen müssten. Die Schüler/innen gewinnen so den Eindruck, bei dem Gelernten handle es sich einfach um Fakten und ihre Antworten auf Lehrerfragen seien entweder als richtig oder als falsch zu beurteilen.

Unsere bisherigen Beobachtungen und die ersten Ergebnisse der deutschen Videostudie (Seidel u. a. 2002, Seidel & Prenzel 2003) lassen darauf schließen, dass auch in den deutschsprachigen Ländern im Physikunterricht (mit geringfügigen Abweichungen) ähnliche Unterrichtsmuster durchaus üblich sind. Wenn wir nun daran denken, dass speziell Mädchen vom Physikunterricht ein vertieftes Verständnis einfordern (vgl. auch Stadler, Benke, Duit 2001b, 1999; Stadler, Duit, Benke 2000), so muss der so beschriebene Unterricht diese Gruppe eher abschrecken als zur Teilnahme ermuntern. Offen bleibt auch die Frage, welches Verständnis hier in Bezug auf physikalische Konzepte bzw. auf die Physik generiert wird bzw. generiert werden kann.

Doch auch bei konstruktivistischen Unterrichtsmodellen ist es nötig, mit den Schüler/innen Möglichkeiten und Grenzen der Physik als Wissenschaft, aber auch Möglichkeiten und Grenzen unseres Verständnisses von Physik zu diskutieren (Stadler 2000b).

1.5.9. Weiterführende Überlegungen

Die bisher genannten Aspekte erklären nur zum Teil die Tatsache, dass Frauen Physik und Technik, sowohl was die Ausbildung als auch die Berufswahl betrifft, weit weniger in Betracht ziehen als ihre männlichen Kollegen. Einige Autor/innen geben den genannten unterrichtsbezogenen Faktoren weniger als 10% an Gewicht (Ethington und Wolfe, 1989 zitiert nach Baker und Leary 1995). Wenn auch solche Zahlenangaben sehr fraglich erscheinen, so ist die grundsätzliche Diskussion dennoch zu führen. Von Bedeutung scheint in diesem Zusammenhang etwa die bereits zitierte Untersuchung von Baker und Leary (1995), die belegt, dass selbst dort, wo Mädchen und Buben sich, was ihre Interessen und Einstellungen zu Physik und Physikunterricht betrifft, kaum unterscheiden, der Anteil der Frauen, die Physikkurse oder ein Studium wählen, unverändert gering ist (ebd.). Die beiden Autorinnen meinen, dass die in den bisher genannten Forschungsarbeiten beschriebenen Unterschiede zwischen den Geschlechtern zu gering sind, um die großen Differenzen im Wahlverhalten zu erklären und sie schließen daraus, dass andere Faktoren viel stärker wirken. Dies deckt sich zum Teil mit dem Inhalt der Kommuniques , die von Seiten der seit 1981 stattfindenden Konferenzen der GASAT (Gender and Science and Technology; vor 1990 Girls and Science and Technology) immer wieder formuliert wurden[34]. Neben den schulischen Gegebenheiten werden zwei Aspekte genannt, die für das Wahlverhalten von Bedeutung sind: das gesellschaftliche Umfeld und die Physik selbst, wie sie sich nach außen und innen präsentiert. Davon soll in den kommenden Kapiteln die Rede sein.

1.6. Dualismus und Wissenschaft - Physik als „männliche Domäne“

1.6.1. Zur Außen- und Innendarstellung der Physik

Physik gilt in den meisten westlichen Ländern als männliche Domäne (Kelly 1988; MacKenzie, Wajcman 1985, Keller 1992 u. a.)[35]. Die Sexuierung der Naturwissenschaft (und hier sind insbesondere Physik und Technik gemeint) äußert sich nach Kelly in der mangelnden Partizipation der Frauen, in der Art wie sich die Wissenschaften präsentieren (in welchen Themen und Beispielen) und in einer den betreffenden Wissenschaften inhärenten Art zu denken.

Feministische Forscherinnen wie Evelyne Fox Kelly und Judy Wajcman sehen ähnlich wie zuvor Kuhn (1962) die moderne Naturwissenschaft eingebettet in einen politischen, sozialen, kulturellen und historischen Kontext (vgl. Harding 1998, Keller 1992). Kuhn beschreibt die Naturwissenschaft als eine soziale Aktivität, als ein Set von Praktiken and als einen Wissenskörper, der von einer „scientific community“ geschaffen wurde. Werte, theoretische Modelle, Methoden und Entscheidungen über neue Ideen unterliegen Kriterien, über die es in der „scientific community“ Übereinstimmung gibt. Will man dieser „community“ angehören, dann muss man diese Regeln lernen und sich ihnen unterwerfen. Longino (1993) fordert in

---

[34] S.a. Svein Sjøberg (1996): The access of girls to science and technology. Invited paper, Conference on Public Understanding of Science and Technology, University of the Western Cape, South Africa, December 4-7 1996. Printed in Ogunniui M (Ed) (1998): Promoting Public Understanding of Science and Technology in Africa SSME, Univerity of Western Cape, South Africa p 233-260

[35] Die Autor/innen aus dem angelsächsischen Sprachraum sprechen in ihren Darstellungen durchwegs von „Science“. Einige Autorinnen (wie etwa Wajcman) inkludieren in ihre Betrachtungen auch die Biologie, andere beziehen sich ausschließlich auf die sogenannten „hard sicences“, insbesondere auf die Physik.

diesem Zusammenhang, dass viele Stimmen und verschiedenste Perspektiven – etwa auch Stimmen von Frauen oder Stimmen unterschiedlicher Ethnien - in den Legitimationsprozess miteinbezogen werden sollten. Naturwissenschaftliches Wissen sollte nicht das Produkt einzelner sein, die sich dem Kanon an Regeln unterwerfen, sondern das Ergebnis von Mitgliedern der „scientific community", die sich in einem kritischen Dialog befinden. Ein kritischer Dialog braucht das Andere, alternative Positionen, auch inkompatible Theorien.

Warum werden einige Fächer als maskulin bezeichnet, andere als feminin? Ursache kann nicht sein, dass in einem Bereich mehr Männer vertreten sind, im anderen mehr Frauen. Denn wie Keller (1983) argumentiert: „Sowohl den Naturwissenschaftlern als auch der Öffentlichkeit scheint die Naturwissenschaft männlich zu sein; dies gilt aber nicht für die Malerei und die Schriftstellerei – obwohl auch dort mehr Männer als Frauen erfolgreich waren" (Keller 1983: 188). Becher (1981) meint, dass akademische Fächer nicht neutral wären, sondern dass es sich dabei um ´Kulturen´ handle, jede davon mit einer anderen Art der Weltwahrnehmung und -Interpretation. Naturwissenschaft ist demnach, genauso wie jede andere Wissenschaft, durch die Kultur der jeweiligen Gesellschaft geprägt, d.h. in den Wissenschaften und ihrer „Kultur" spiegelt sich auch die historisch geprägte Auffassung von Geschlecht wieder. Der nach Meinung einiger Autor/innen in der Aufklärung entstandene Dualismus, der zwischen Kultur und Körper, zwischen Objektivität und Subjektivität, zwischen männlich und weiblich, Vernunft und Gefühl unterscheidet, schuf eine Hierarchie, wo die jeweils ersteren Begriffe über den jeweils zweiteren gewertet wurden. Jene ersteren Werte sind auch eng mit dem Begriff des Männlichen, Masculinen verknüpft und gleichzeitig mit jenen Begriffen, die die „hard sciences" beschreiben, etwa Objektivität und Rationalität (Keller 1985, Harding 1991, Kleinmann 1998). Feministische Theorien, wie sie u. a. von Evelyne Fox Keller vertreten werden, sehen die üblicherweise als wertfrei betrachtete naturwissenschaftliche Arbeitsweisen und naturwissenschaftliche Erkenntnis eingebettet in ein kulturelles Wertesystem, d.h. auch in den Dualismus männlich – weiblich (Keller 1985, MacKenzie & Wajcman 1985). Bem schreibt, dass wir die Welt durch „lenses of gender" betrachten und diese weite Bereiche unseres Denkens bestimmen (Bem 1993).

Während in der feministischen Literatur einzelne Autor/innen der Ansicht sind, dass die Wissenschaft selbst männlich geprägt ist ("There is a growing body of feminist scholarship suggesting that the ideology of science is gendered as masculine and that this influences who persues science as well as how science is practiced – from problem formulation to data collection to data analysis. This line of feminist scholarship, like projects that recover the lost women in the history of science and like science itself, is political and has transformational potential. … that the masculinisation of science is often disadvantageous for girls and women" (Kleinmann 1998)), meinen andere, dass es am Image der Wissenschaft liege, dass kaum Frauen sich diesem Bereich widmen („.. it is necessary [to] change the image of science; I do not think that it is necessary to change science.*"* Kelly 1987:2).

Welche Bedeutung dem Image der Physik zukommt, sehen wir auch im Terminus „hard sciences". Gegensatzpaare wie hart / weich werden in entsprechender Weise auch innerhalb der Wissenschaften benutzt (wenn etwa zwischen hard sciences und soft sciences unterschieden wird), prägen vor allem aber auch das (dualistische) Bild, das wir von den Wissenschaften haben. Lässt man etwa Schüler/innen zur Physik Begriffszuordnungen vornehmen, dann zeigten sich hier gleichermaßen klare Tendenzen. In einer Schweizer Studie (Herzog, Labudde, Neuneschwander, Violi, Gerber 1997) wird gezeigt, dass Mädchen und Jungen gewisse Schulfächer mit zum Teil starken Konnotationen von Männlichkeit und Weiblichkeit belegen (Herzog 1996, S. 82f.). Herzog schreibt dazu: „In einer eigenen Studie mit semantischen Differentialen zu den Begriffen Physik, französische Sprache, Mann und Frau ergaben sich hohe Korrelationen zwischen Physik und Mann einerseits ($p=0,64$) und französische Sprache und Frau ($p=0,92$) andererseits. Was die Physik anlangt, verweisen die

Ergebnisse für die Schülerinnen – im Unterschied zu den Schülern – insofern auf ein Problem, als die Konnotationen des Fachs dem Bild des eigenen Geschlechts entgegenlaufen. Anzunehmen ist, dass der Physikunterricht ein Ausmaß an doing gender auslöst, wie kaum ein anderes Fach. Das Lernen von Physik ist unterschwellig immer auch ein Aushandeln von Geschlecht, was denjenigen Auftrieb gibt, deren Geschlecht obsiegt, während die anderen demotiviert werden." (Herzog 1996, 1998.)

Für die Frage, ob jemand ein Studium der Physik oder Technik wählt, ist nicht nur die Frage der Innen- und Außendarstellung der Physik entscheidend, sondern auch die Frage, inwiefern diese Bereiche ge-„gendert" sind. Es stellt sich auch die Frage, ob diese Wissenschaftsbereiche es verstehen, ein adäquates Bild nach außen (und auch nach innen) zu transportieren. Folgt man Martina Erlemanns Untersuchung, die sie im Rahmen des österreichischen Projekts „Science as Culture" durchgeführt hat, so ist dieses Bild, was die Physik betrifft, so geartet, dass es Frauen weitgehend ausschließt (Erlemann 2004). Martina Erlemann schreibt im Abschlussbericht der Studie:

> Die Stilisierung der Physiker-Community als eine Gemeinschaft maskuliner, vernunftgeleiteter, sozial desinteressierter Helden des Geistes schließt Frauen, sofern sie sich nicht bewusst von jeglichen sozial erwarteten Geschlechterstereotypen distanziert haben, emotional aus. Dieser Schritt der emotionalen Initiation ist für Physikstudentinnen ungleich schwieriger, wenn nicht gar unmöglich. Dies ist denn auch einer der Faktoren, die es Frauen erschweren, sich der Physik-Community zugehörig zu fühlen bzw. als Mitglied akzeptiert zu werden (Erlemann 2004)[36].

Es ist daher kaum zu verwundern, dass das Bild, das Schülerinnen und Schüler in und insbesondere außerhalb des Unterrichts von Physik gewinnen, männlich konnotiert ist. Das Bild ist nicht nur männlich geprägt, sondern ist zugleich trocken und lebensfremd. Dieser Eindruck wird von den Schülerinnen und Schülern auch auf die in der Physik tätigen Akteure projiziert. Bei einem im Rahmen des Projekts IMST² durchgeführten Interview erzählen sechzehnjährige Schülerinnen und Schüler über ihre Erfahrungen bei der Erstellung von Biografien für eine Ausstellung, dass sie sehr verwundert gewesen seien, zu hören, dass auch Physiker etwa Schifahren, Kinder haben etc. Zu diesem Bild passt auch, dass die in einer englischen Studie befragten Schülerinnen auf die Frage, was ihre Kolleginnen nun sagen würden, wenn eine von ihnen Naturwissenschaften studieren wollte: „That´s a dumb occupation" (Baker und Leary 1995). Insbesondere Physik ist für die befragten Schulkinder negativ besetzt und wird mit Krieg in Verbindung gebracht („create bombs", ebd.). Die Autorinnen sehen in diesem Image einen Grund für die Distanz der Mädchen zu Physik und Technik: es fehle das insbesonder für Mädchen bedeutsame Moment der „relationship" und „connectedness". Es scheint der Physik wenig gelungen zu sein, zumindest hinsichtlich der Inhalte ein Image nach außen zu transportieren, in dem klar wird, dass auch die Physik dazu beiträgt, das Leben der Menschen angenehmer zu gestalten bzw. Menschen zu helfen. Umgekehrt kann man die Ansicht vertreten, dass, was die Methode angeht, genau das Fehlen dieser Komponenten (und der damit einhergehende Reduktionismus) in den „hard sciences" auch deren Erfolg begründet. Mit der zunehmenden Kritik an den „hard sciences" in den sechziger und siebziger Jahren (Kuhn 1962, Feyerabend 1975, Pietschmann 1980) wurde diese Einengung problematisiert, teilweise auch durchaus so, dass die fachdidaktischen Implikationen mitgedacht wurden (etwa bei Pietschmann).

[36] Wenn auch das Bild, das Martina Erlemann hier zeichnet, für weite Bereiche charakteristisch ist, so finden sich doch immer wieder Brüche. Etwa dort, wo Physiker/innen interdisziplinär arbeiten.

1.6.2. Sozialisierung

Rollenstereotype Vorstellungen werden vor allem im Elternhaus, aber auch in der „peer group“ weitertradiert und prägen die Erwartungen, die an die Heranwachsenden gestellt werden. Sie wurden bereits von Kelly (1988) als ein wesentlicher Faktor identifiziert, der für die Distanz der Frauen zu Physik und Technik mitverantwortlich ist. Auch Eltern denken dualistisch (s. nächster Abschnitt) und geben ihre Einstellungen implizit und explizit an ihre Kinder weiter. Sie stellen, wie Studien (und eigene Erfahrungen aus meiner Unterrichtszeit) belegen, häufig unterschiedliche Erwartungen an ihre Söhne und ihre Töchter und behandeln ihre Kinder so, dass Rollenstereotype verstärkt werden (Baker und Leary 1995). Sie beeinflussen ihre Kinder auch dahingehend, dass sie die Vorstellung vertreten, dass Mathematik und Physik schwer zu verstehen seien und wenn doch, eher Buben dafür geeignet seien. Eltern sind es auch, die vielfach für Mädchen wenig Möglichkeiten eröffnen, außerschulische Lernerfahrungen in diesen Bereichen zu sammeln (s. u. a. Johnson 1987, Oakes 1990, Sutton 1991) und damit vor allem den Mädchen die Möglichkeit verwehren, eigenständig und selbstbewusst in diesen Bereichen Wissen und Fähigkeiten zu erwerben. Wie wichtig der außerschulische Einfluss der Eltern oder der Verwandten ist, zeigt auch die Tatsache, dass unter jenen Mädchen, die eine akademische Laufbahn in den Naturwissenschaften, speziell aber in den „hard sciences“ anstreben, sich vor allem jene finden, die Verwandte haben, die in diesen Gebieten arbeiten (Baker und Leary 1995, Stadler 1997a). Die Gründe dafür sehen Baker und Leary darin, dass über Verwandte nicht nur alternative Rollenmodelle erlebbar sind, sondern auch ein früher affektiver Bezug zu diesen Wissenschaften hergestellt wird (s.a. Stadler 1997a). “Changing of parental attitudes towards the education of daugthers in traditional cultures only will occur when the roles of women are expanded beyond the spheres of wife and mother. Even in some developed countries stereotypical notions of the roles of women still hold.” (Baker 1998.)

Das Elternhaus prägt weitgehend die Einstellung zu den Naturwissenschaften. B.J. Becker (1989) stellte in einer am Ende der achtziger Jahre durchgeführte Untersuchung fest, dass die von ihm befragten Mädchen und Buben in der achten Schulstufe etwa dieselben Leistungen zeigten, doch hatten Buben eine positivere Einstellung und beschäftigten sich im Gegensatz zu den Mädchen auch außerhalb der Schule mit Tätigkeiten, die mit Naturwissenschaften in Verbindung stehen (Catsambis 1995, Greenfield zeigte dies für die Schulstufen 3 to 12).

Das Elternhaus ist auch der für die Leistung der Schülerinnen und Schüler maßgebliche Faktor, insbesondere die elterliche Erziehung und der Bildungsstand der Eltern (der sich etwa auch darin ausdrückt, wie viel Bücher im Elternhaus vorhanden sind). Diese bereits vor etwa zehn Jahren in der zweiten IEA Studie gefundenen Ergebnisse bestätigten sich auch in der letzten PISA Studie (Postletwaite & Wiley 1992 nach Baker 1998, Baumert 2001). Inwiefern das Elternhaus auch für den „gender gap“ in den Leistungen verantwortlich ist, lässt sich aus den vorliegenden Daten nicht entnehmen. (Möglicherweise geben die Analysen der auf Physik bezogenen PISA Ergebnisse des Jahres 2006 diesbezügliche Hinweise.) Es gibt allerdings Belege dafür, dass die Tradierung von gängigen Rollenmustern umso größer ist, je geringer das Bildungsniveau der Eltern ist. Mädchen, die in einer Umgebung aufwachsen, die wenig oder keine Bildungsmöglichkeiten offerieren und gleichzeitig stereotype Rollenmuster tradieren, sind aus diesen Gründen besonders benachteiligt (Baker 1998).

1.6.3. Rollenbilder, Rollenerwartungen und Berufswirklichkeit

Wenn nun gilt, dass Physik und Technik als weitgehend männliche Domänen angesehen werden und gleichzeitig diese Zuweisung immer wieder neu in vielfacher Weise konstruiert und aktualisiert wird, so verwundert kaum, dass Rollenbilder und Rollenerwartungen dem so

gezeichneten Bild entsprechen. Die Berufsrealität lässt sich nur schwer mit weiblichen (und zunehmend auch auch männlichen) Lebensentwürfen vereinen. Der Leistungs- und Konkurrenzdruck, die Arbeit in Labors, die Forderung nach räumlicher und zeitlicher Flexibilität lassen nur wenig Raum für Privates, insbesondere für die Erziehung von Kindern. „The ideology of science constitutes and influences the practice of science in many ways that are disadvantegous for prospective and practicing women scientists." (Kleinmann 1998.) Die so gesetzten Erwartungen sind für die Wahlmöglichkeiten des oder der einzelnen Person mitentscheidend (Klim 1990).

Gleichzeitig finden Jugendliche, insbesondere aber Mädchen kaum Physikerinnen oder gar Technikerinnen, die ihnen als Identifikationsfigur bzw. „role model" dienen könnten oder Lebensentwürfe vorleben, die für sie erstrebenswert sind. Lernen sie dennoch – etwa im Unterricht oder über die Medien – eine dieser Frauen kennen, so hinterlässt dies häufig einen nachhaltigen Eindruck. „Und sie hat sogar Kinder gehabt, wie sie das unter einem Hut bringen konnte, das ist kaum zu glauben!" (Aussage einer 16jährigen Schülerin in einem von mir geführten Interview, Stadler 1997b).[37]

Die Erfahrung des eigenen Geschlechts und die Entwicklung eines Selbstkonzepts als geschlechtliches Wesen erreicht im Zuge der Pubertät eine besonders kritische Phase. Physik und Technik werden von Mädchen in dieser Entwicklungsphase verstärkt abgelehnt. Wenn in dieser Altersstufe – wie häufig möglich – Physik abgewählt werden kann, Mädchen dies auch tatsächlich tun (Stadler 1999a, Baker 1998.) Es sei in diesem Zusammenhang nochmals darauf hingewiesen, dass eine Abwahl von Physik notwendigerweise dazu führt, dass Frauen auch langfristig weniger Bildung in Physik haben und auch die Anzahl der weiblichen Studierenden in diesem Fach sinkt.

Solange der Prozentanteil von Frauen in der Physik (im Mittelbau und unter den Hochschulprofessoren) und in der Technik (unter den Studierenden) nicht erhöht wird, sind Frauen in diesen Ausbildungszweigen bzw. Berufen mit einer Reihe von Problemen konfrontiert. Sie hängen mit der Position der Minderheit und des Außenseitertums zusammen. An dieser Stelle sei nur ein Problem herausgegriffen, jenes der sozialen Isolation. Von HTL Schülerinnen wird etwa der Verlust des bisherigen Freundeskreises als belastend erlebt (Stadler 1997a). Auch später ist Einsamkeit für Frauen in typischen Männerberufen ein im allgemeinen unterschätztes Problem (Baker 1998, Stadler 1997a). Frauen, die aus der Wissenschaft aussteigen, tun dies häufig nicht deshalb, weil sie den intellektuellen Anforderungen nicht gewachsen sind, sondern weil die eher isolierte, konkurrenzorientierte Arbeit in der Wissenschaft nicht ihre psychologischen Bedürfnisse befriedigt (Eccles 1986 zitiert nach Baker und Leary 1995).

> Imagine how much easier it is to drop out of physics if you are a woman who has never seen a woman physics professor, or any woman physicist for that matter …. Imagine how many men would become physicists if the situation were reversed – if they never met a male physicist, if 99% of the references to physicists, living or dead, were to women, and if one´s "fellow" students were all female. (Fehrs & Czujko 1992, p.36)

Eine vom Arbeitskreis Chancengleichheit der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) initiierte und im Jahre 2000/01 durchgeführte Untersuchung (Könekamp u. a. 2002) geht der Frage nach, warum Physikerinnen so selten in Spitzenpositionen der Forschung und

[37] Dass unter den wenigen Bereichen, in denen man Frauen vermehrt findet, gerade die Kernphysik eine besondere Rolle spielt, hängt sicher auch mit der Vorbildwirkung von Marie Curie zusammen. Deutlich wird dies etwa an dem von Stefan Mayer in der Zwischenkriegszeit geführten Wiener Radiuminstitut, wo zahlreiche junge Kernphysikerinnen beschäftigt waren. Mit dem Anschluss Österreichs an Deutschland verloren diese Frauen – zumeist Jüdinnen – ihre Anstellung und emigrierten (s.a. Rosner und Strohmeier 2003, Kerner 1986).

Wissenschaft zu finden sind. Ich gebe im Folgenden diese Studie deshalb so ausführlich wieder, weil darin deutlich wird, welche Strukturen Frauen vorfinden, die sich für den Berufsweg der Physikerin (oder den der Technikerin) entscheiden. Die Studie belegt, dass diese Strukturen mitverantwortlich für die extreme Unterrepräsentanz von Frauen in naturwissenschaftlichen Berufen sind.

Es wurden Fragebögen an etwa 3000 in der DPG vertretene Physikerinnen und an eine Vergleichsgruppe von etwa 800 Physikern geschickt (Rücklaufquote etwa 40%). Hintergrund der Untersuchung war, dass der prozentuale Frauenanteil an den Physikinstituten zwar von 12% (1990) auf ca. 20% (1999) gestiegen war, aber dennoch unter jener vergleichbarer Fächer, etwa in der Mathematik lag. Die Untersuchung zeigt, dass Frauen im Berufsleben und auch in der Ausbildung nicht dieselben Chancen haben wie Männer. Bei gleicher Qualifikation sind 43% der Männer in leitenden Positionen tätig, gegenüber nur 23% der Frauen. Männer verdienen deutlich mehr und werden auch in der Ausbildung deutlich stärker gefördert (vergleicht man etwa kinderlose Frauen und kinderlose Männer, so haben mehr Männer als Frauen ganze Stellen). Physikerinnen, insbesondere ältere, kommen häufiger aus Haushalten mit höherem Bildungsniveau als Männer. Es bedarf also der Förderung des Elternhauses, damit Frauen es sich zutrauen, in diesem Fach zu bleiben und eine wissenschaftliche Laufbahn für sich in Aussicht zu nehmen. (vgl. auch Stadler 1997a). Ein relativ hoher Anteil der befragten Physikerinnen besuchte Mädchenschulen (etwa 20%). Während nach den Angaben der Befragten für Männer in der Jugend Basteln und die Beschäftigung mit populärwissenschaftlicher Literatur entscheidend für den Berufswunsch waren, fand die Entscheidungsfindung der Frauen in beinahe der Hälfte aller Fälle erst nach dem 14. Lebensjahr statt. Beide, sowohl Männer als auch Frauen (etwa 50%) sehen in der Physiklehrerin bzw. dem Physiklehrer einen entscheidenden Faktor. Etwa doppelt so viele Mädchen wie Burschen geben an, von einer Lehrerin unterrichtet worden zu sein.

Die Studie belegt, dass bei der Berufs- und Studienwahl der befragten Physikerinnen dem Unterricht in der Sekundarstufe 2 bzw. in Österreich der Oberstufe, eine große Bedeutung zukommt. Dieser Umstand sollte uns zu denken geben, wenn an vielen unserer Gymnasien derzeit überlegt wird, ob der Physikunterricht in der Oberstufe gekürzt werden soll (vgl. auch Stadler 1999a,b).

In der von der DPG in Auftrag gegebene Studie wurden die Physikerinnen und Physiker auch befragt, wie sie angesichts der hohen beruflichen Belastungen ihr Privatleben gestalten. Die Mehrheit der Physiker bevorzugte eher traditionelle Partnerschaften: die Frau ist für den Haushalt und die Kinder zuständig und hat, wenn sie berufstätig ist, eine niedrigere soziale Position. Bei den Frauen hat die größte Gruppe keine Familie, etwa 70% (im Gegensatz zu 50% der Männer) haben keine Kinder. Bei jenen Frauen, die Kinder und Partner haben, ist etwa in der Hälfte der Fälle dieser auch Physiker, bei den Männer ist das nur etwa bei einem Zehntel der Fall. Allein leben etwa 40% der Frauen, aber nur 16% der Männer. Bemerkenswert ist, dass Frauen mit Kindern beruflich kaum weniger erfolgreich sind als Frauen ohne Kinder. Die in dieser Analyse gefundene Benachteiligung im Beruf ist nicht, wie häufig angenommen wurde, durch die Entscheidung für Kinder bedingt, sondern entsteht aufgrund von Vorbehalten der Arbeitgeber gegen Frauen als Dienstnehmerinnen. Diese Diskriminierung beginnt nach Meinung der Autorinnen der Studie bereits während der Promotion und setzt sich bei vielen Frauen in ihrem Berufsleben fort. Männer mit Kindern erhalten die größten Chancen im Beruf, gefolgt von Männern ohne Kinder, Frauen ohne Kinder und schließlich dem Schlusslicht der Frauen mit Kindern.

Abschließend plädieren die Autorinnen der Studie für einen „reflektierten Umgang mit eigenen Wertungsmustern“ und eine „Toleranz von anderen Lebensentwürfen.“

1.7. Geschlechtssensibler Unterricht und seine Rahmenbedingungen. Zum Thema Intervention

1.7.1. Allgemeine Bemerkungen zu den Zielsetzungen und Strategien

Interventionen unterscheiden sich sowohl in Hinblick auf die Zielsetzungen als auch in ihren Methoden und Strategien. Es kann dabei um den Aspekt der Chancengleichheit in der Bildung gehen, um eine Verbesserung der Bildungssituation oder auch um eine höhere Beteiligung von Frauen im naturwissenschaftlich-technischen Bereich.

Die Zielsetzungen bestimmen auch die zugrundeliegenden Theorien der Forschung und der sich daraus ergebenden Interventionsansätze. Aus historischer Sicht hat sich ein Großteil der bisherigen Forschung – wie wir in den vorhergehenden Abschnitten gesehen haben – mit dem Thema der Abwesenheit der Mädchen in den Naturwissenschaften in Bezug auf Ausbildungen und auf Karrieren im naturwissenschaftlichen Bereich beschäftigt. Hintergrund dieser Projekte war die grundsätzliche Idee der Fairness und Chancengleichheit. Mädchen und Buben sollten die selben Berufs- und Karrierechancen haben (Harding 1998, Brickhouse 1998). Die späten 90iger Jahre brachten eine neue Perspektive in die Debatte: Rollenmuster und geschlechtsspezifisches Handeln wurden nun nicht allein als Ergebnis der individuellen sozialen Entwicklung und als gesellschaftlich bedeutsames Resultat betrachtet, sondern als Konstruktion der Beteiligten, wo geschlechtsspezifische Betrachtungsweisen in Interaktion, Sprache etc. immer wieder aufs Neue hergestellt werden. Die Auflösung dieser Muster und die Befreiung des Individuums aus den damit verbundenen Verflechtungen machte es notwendig, dass Männer und Frauen gleichermaßen in die Pflicht genommen wurden. Im pädagogischen Feld führte dies zu einer Neuformulierung dessen, was geschlechtssensibles Handeln bedeutet. Seit den neunziger Jahren gibt es zu diesem Themenkreis zahlreiche Studien und Schriften unter unterschiedlichen Bezeichnungen, wie gender-inclusive, equal opportunities, equity, antisexist, girl friendly, gender neutral, gender fair, non sexist (vgl. auch Harding & Parker 1995). Buben und Mädchen sind seither gleichermaßen miteingebunden. Individualisierung bedeutet unter diesem Aspekt, nicht das Geschlecht und darauf aufbauende Stereotypisierungen in den Mittelpunkt der Betrachtung zu stellen, sondern das Individuum unter Absehung des Geschlechts.

Die genannten Zielsetzungen müssen sich nicht auschliessen. Sie lassen sich so interpretieren, dass sie einander nicht widersprechen sondern einander ergänzen. Langfristiges Ziel aller Projekte und Interventionen ist es, Interesse und Bildungsstand von Frauen im technisch-physikalischen Bereich zu heben und mehr Frauen in die entsprechenden Berufs- und Wissenschaftsbereiche hineinzubekommen. Was die Strategien zur Erreichung der genannten Ziele betrifft, lassen sich nach Baker vier Gesichtspunkte unterscheiden (Baker 1998):

- Strategien zur Erzielung von „cultural equity",
- Entwicklung und Verbreitung geeigneter Unterrichtsmaterialien bzw. deren Umsetzung in der Schule,
- Entwicklung von politischen Richtlinien und Programmen

Die Strategien zur Realisierung der genannten Punkte konzentrieren sich auf die Verbesserung des Unterrichts, insbesondere auf die Hebung des Selbstbewusstseins von Mädchen, auf das Aufzeigen von Berufsperspektiven und die Sensibilisierung der Lehrkräfte bzw. Eltern. Stellvertretend für viele Projekte sei hier das Projekt GIST erwähnt, das zum Vorbild für viele andere Projekte wurde (ein zusammenfassender Überblick über die wichtigsten europäischen Projekte findet sich in Stadler 1999a). „Girls into Science and Technology" (GIST) begann als Längsschnittstudie, in der eine Kohorte von 2000 Schülerinnen der Sekundarstufe über fünf

Jahre begleitet wurden (1979-84)[38]. Ergänzt wurde das Forschungsprojekt durch Aktions- und Interventionsprogramme, durch Angebote von Kursen für Mütter und Schülerinnen, von Unterrichtsmaterialien und Fortbildungen für Lehrkräfte. Im Unterricht bemühte man sich, Mädchen möglichst früh positive Erfahrungen machen zu lassen und zu ermutigen. Lehrkräfte wurden darauf hingewiesen, dass sie Buben und Mädchen gleiche Lernmöglichkeiten geben sollten, d.h. zu experimentieren, Gelegenheit zu sprechen (Fragen zu stellen, Antworten zu geben, Überlegungen anzustellen) und auch schwierige Aufgaben zu lösen. Berühmt wurden die „roadshows", wo Wissenschaftlerinnen, Technikerinnen und Studentinnen Schulen besuchten, Experimente zeigten und die Schülerinnen zu eigenen Arbeiten anregten. Auch heute existieren noch GIST Netzwerke, wo sich Lehrkräfte in regionalen Netzwerken austauschen, Aktionsforschungsvorhaben planen und publizieren. Lehrkräften und Schüler/innen wird – ähnlich wie dies beim österreichischen Projekt FIT der Fall ist – die Möglichkeit des Kontakts mit Physikerinnen oder Technikerinnen gegeben. Das Programm GIST wurde zum Vorbild für andere Interventionsprogramme. Etwa finden sich die aufgrund der Resultate des GIST Projekts gegebenen Empfehlungen auch in den Empfehlungen der American Association of University Women (AAUW, 1992) wieder.

In den letzten Jahren ist die Arbeit mit Buben stärker ins Blickfeld gerückt (Weaver-Hightower 2003). Begründet wird dies einerseits durch die bei der PISA Studie deutlich gewordenen Defizite der Buben im Bereich Lese- und Sprachkompetenz, andererseits durch die grundsätzliche Überlegung, dass das Geschlecht in der Interaktion von Männern und Frauen „konstruiert" wird, und daher beide Geschlechter an der „Dekonstruktion" arbeiten müssen. Dies gilt insbesondere für jene Bereiche, die wir als geschlechtsneutral definieren, also die Beschäftigung mit den Wissenschaften. Für Bubenarbeit gibt es wenige praktische Beispiele.[39] Diese beschränken sich eher auf das soziale Verhalten, seltener auf die Reflexion von unterrichtsrelevantem Rollenverhalten.[40]

Noch einige ergänzende Bemerkungen zu den Besonderheiten schulischer Interventionen. Schule lässt sich nicht nur als Abbild der gesellschaftlichen Realität begreifen, sondern Schule trägt auch dazu bei, gesellschaftliche Realität zu formen. Dass es einzelnen Lehrkräften immer wieder gelingt, vorgegebene Rollenmuster aufzubrechen, Mädchen für Physik zu begeistern und ihr diesbezügliches Wahlverhalten mit zu beeinflussen, belegt, welche Bedeutung Schule und Unterricht im Gesamtkontext haben können. Schule ist jener Ort, wo Jugendliche Gelegenheit haben, über kulturelle und gesellschaftliche Entwicklungen nachzudenken, sie zu prüfen und auch von der gerade vorherrschenden Meinung sich unterscheidende Einstellungen und Werte kennen zu lernen. Schule reflektiert zugleich gesellschaftliche Normen und wir dürfen es daher nicht als selbstverständlich voraussetzen, dass Schule dieser Aufgabe aus sich

---

[38] Thema der Forschung war die Frage, warum Mädchen „hard sciences" abwählen. Als Ergebnis wurde festgehalten: „the perceived difficulty of physics, the absence of social and human implications, girls´ relatively lesser experiences with scientific toys and games, the expectations for future lives and the paucity of role models of women in science and engineering" (Whyte 1986).

[39] Dass wenige Mädchen Physik wählen, wenige Buben Sprachen, war schon in den Achtziger Jahren Gegenstand der Diskussion. Kelly (1981b), Harding (1983), Whyte (1986) argumentierten, dass ein Reduktion dieses Ungleichgewichts ein wichtiger Schritt in Richtung Aufhebung der Ungleichheiten wäre. Allerdings wurden die Initiativen nur in eine Richtung gesetzt: Girls should do as well as boys. Initiativen wie WISE (Women into Science and Engeneering), GIST (Girls into Scince and Technology) and INSIGHT hatten das Ziel, mehr Mädchen für die Naturwissenschaften zu gewinnen. Aus heutiger Sicht könnte diesen Initiativen unterstellt werden, dass sie in der stillschweigende Annahme gehandelt hätte, dass Mädchen gemessen an Buben nicht begabt genug wären (d.h. spezieller Förderungen bedürfen), aber auch, dass Physik und Chemie wichtiger sind als Englisch, Sprachen, Geschichte oder Biologie (Klim 1990).

[40] Ein Versuch der Dekonstruktion von geschlechtsspezifischem Rollenverhalten wird im Schwerpunkt „Gender Sensitivity" des Projekts IMST² unternommen (Leitung Jungwirth, Stadler), wo wir mit Lehrkräften Unterricht analysierten und dabei Situationen aufzeigten, in denen Geschlecht für Lehr- Lernprozesse relevant wird.

heraus nachkommt. Dies betrifft auch Fragen der (geschlechtsbezogenen) Identität in Bezug auf Physik und Technik. Es heißt also, hier die Betroffenen gezielt zu informieren und gegebenenfalls bei der Entwicklung von (Gegen) Strategien zu unterstützen.

Schulbezogene Interventionen werden entweder von einzelnen Lehrkräften durchgeführt, von Gruppen oder von ganzen Schulen (Stadler 2004a, 2003c, 2002c, 2002f). Selten werden sie von Seiten der Lehrkräfte dokumentiert oder gar evaluiert. Dokumentation und Evaluation von Interventionen haben als Hintergrund daher zumeist universitäre und / oder staatlich geförderten Projekte. (Als Beispiel sei hier das Projekt Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching erwähnt.)

Interventionen können an einzelnen Punkten des Unterrichts ansetzen, am Gesamtsystem Schule und Unterricht (wie etwas das Projekt GIST) und / oder auf außerschulische Aktivitäten. Um einen Überblick zu gewinnen, habe ich auf den nachfolgenden Seiten mögliche Interventionsschwerpunkte thematisch zusammengefasst. Von Interesse ist dieses Kapitel auch für jene, die nicht explizit an Gender-Fragen interressiert sind. Zeigt sich doch, dass mädchengerecht gestalteter Unterricht auch die Forderungen erfüllt, die von Seiten der Fachdidaktik in Hinblick auf Unterrichtsqualität.

1.7.2. Unterrichtsziele und Lehrpläne

In Kapitel 1.4. haben wir über die Teilhabe von Männern und Frauen am naturwissenschaftlichen und technischen Wissen unserer Zeit gesprochen. Nicht erörtert haben wir die Frage, um welche Art von Wissen es sich dabei handeln sollte. Oder anders formuliert: Was soll an Schulen in den naturwissenschaftlichen Fächern, speziell aber in Physik unterrichtet werden? Die Erörterung dieser Frage scheint mir für den Themenkreis Gender und Physik wichtig, wird doch häufig die Frage gestellt, warum Frauen sich in diesen Bereichen Wissen erwerben sollen, wenn dieses Wissen weder beruflich „verwertet“ wird, noch Interesse für diese Gebiete besteht.

In der Nachkriegsära war Naturwissenschaftsunterricht von dem Ziel geprägt, zukünftige Wissenschaftler heranzuziehen (Bryce 1996). Diesem Ziel entsprach ein weitgehend linearer, am historisch gewachsenen System der Physik orientierter Aufbau der Lehrpläne. Der Schwerpunkt lag auf dem Verstehen wesentlicher physikalischer Konzepte, um darauf ein Studium aufzubauen, in dem dieses Verständnis erweitert oder vertieft wird oder in anderen Wissenschaftsbereichen seine Anwendung findet. Heute dient selbst die Langform des Gymnasiums nicht mehr ausschließlich der Vorbereitung auf ein Universitätsstudium, sondern ist eher der Versuch, den Jugendlichen eine breite Bildungsbasis zu vermitteln und den Erwerb möglichst zahlreicher Kompetenzen zu ermöglichen mit dem Ziel, Jugendliche auf eine sich ständig verändernde Arbeits- und Lebenswelt vorzubereiten. In Bezug auf den Naturwissenschaftsunterricht wird das Bildungsziel vielfach unter dem Begriff „scientific literacy“ zusammengefasst (Millar 1996, Jenkins 1997b, Millar and Osborne 1998). „Scientific Literacy“ soll zukünftige Generationen bei der Lösung der wichtigen politischen, ethischen und moralischen Fragen der Zukunft helfen (Independent 1998, Financial Times 1999). Neben der Akkumulation von (für den einzelnen oder für die Gesellschaft relevantem) Wissen sollen im naturwissenschaftlichen Unterricht auch “thinking skills“ erworben werden.

Unter einem ganz anderen Gesichtspunkt sehen manche Erziehungswissenschaftler den naturwissenschaftlichen Unterricht. Ein häufig zitierter Ansatz ist jener von Dewey (1938, zitiert nach Wong 2001): Aufgabe des Erziehers sei es, “to select the kind of present experiences that live fruitfully and creatively in subsequent experiences“ (Dewey 1938, p. 28). Führt man diesen Gedankengang weiter (Wong 2001), so sind “skills“ nicht Ziele an sich, sondern Mittel zu mehr befriedigenden Erlebnissen zu kommen. Gutes Leben ist ein Leben

mit „worthwile experiences“. Durch „powerful ideas“ können Schüler beginnen, für sich Gedanken, Gefühle, Identitäten zu entdecken (ebd.).

In den letzten Jahren ist zu beobachten, dass sich auch in den deutschsprachigen Ländern die Lehrpläne von einem fachsystematischen Ansatz wegbewegen und an dem Begriff Scientific Literacy orientieren. Ein Beispiel dafür ist das im Rahmen des bereits genannten Projekts IMST² erarbeitete Grundbildungskonzept, an dem sich in der Folge auch der ab Herbst 2004 geltende Lehrplan der Oberstufe orientiert (vgl. Lehrplan 2004[41]). Im Mittelpunkt steht dabei einerseits Kompetenzgewinn (etwa die Kompetenz physikalische Probleme zu lösen), andererseits geht es um Inhalte, die sowohl kulturelle als auch alltagspraktische Aspekte in den Vordergrund rücken. Damit wird ein Ansatz verfolgt, der den Nutzen der Physik und dem des Lernens von Physik auch für jene sichtbar macht, die weder am systemimmanenten Denken des Fachs selbst noch an dessen praktischen Nutzen (etwa im Freizeitbereich oder berufsbezogen) interessiert sind. Dieser Ansatz schließt Mädchen nicht aus und kann durchaus als gender-inclusive bezeichnet werden. Offen bleibt, wie Lehrkräfte diese Lehrpläne umsetzen bzw. ob nicht durch Standards bzw. externes Testing und ein sich möglicherweise daraus ergebendes „learning for the test“ gute Absichten zunichte gemacht werden. Offen sind auch Fragen der Lehrerausbildung, wo etwa im Rahmen der universitären Ausbildung Astronomie nicht zwingend vorgeschrieben ist (ein Gebiet, von dem man weiß, dass dieser Bereich Mädchen und Buben gleichermaßen interessiert und an dem praktisch alle Bereiche der Physik demonstriert werden können.). Ungelöst auch die Frage, wie problemorientiertes Denken, Alltagsfragen und interdisziplinäre Themen von Lehrkräften unterrichtet werden sollen, wenn sie diese in ihrer Ausbildung kaum kennen gelernt haben. Ein denkbarer Weg ist, dass Lehrkräfte ihre Ressourcen vernetzen. Auch dazu gibt es in Österreich Ansätze, etwa die Schaffung der regionalen Netzwerke im Rahmen des Projekts IMST³ oder das Internetportal von Andrea Mayer.[42]

Problematisch wird von allen relevanten Didaktiker/innen die Situation des britischen Bildungssystems beurteilt, wo Unterricht durch das National Curriculum und laufende externe Überprüfungen dominiert werden. Die übermäßige Betonung des „assessments“ und deren methodische („paper and pencil tests“) und inhaltliche Gestaltung führt dazu, dass das Hauptgewicht des Unterrichts auf dem Erlernen der physikimmanente Konzepte liegt, dadurch aber die Schüler/innen keinen Überblick über die zentralen Themen, Prozesse und sozialen Praktiken der jeweiligen Naturwissenschaft erhalten (Osborne & Collins 2001). Beklagt wird dabei vor allem die Einschränkung der persönlichen Autonomie der Lehrkraft, die nun nicht mehr die Möglichkeit hat, auf einzelne Personen und auf die jeweilige Situation in der Klasse adäquat einzugehen:

> And just as the removal of the opportunity for personal autonomy is resented by pupils, so it is likewise by teachers who become simylarly alienated and disengaged. We would therefore, suggest, that national curricula that left more of the detail open to interpretation by individual teachers, by prescribing areas of content only in broad terms and offering at least limited opportunities for choice and selection, would be more likely tro result in a positive appropriation by the science teaching force, and in a postive outcome for pupils (Osborne & Collins 2001).

Die Curricula werden im allgemeinen von Naturwissenschaftler/innen und Didaktiker/innen erstellt. Osborne betont, dass dabei vor allem die Interessen der Schüler/innen und jene der Elternschaft nicht berücksichtigt werden (ebd.). Dies berge u. a. die Gefahr, dass affektive

[41] Der hier angesprochene österreichische Lehrplan für die Oberstufe tritt mit Herbst 2004 in Kraft. http://pluslucis.univie.ac.at/lehrplan/lehrplan.html

[42] http://www.physicsnet.at

Unterrichtsziele zu kurz kommen (ebd.) Das am abstrakten Lehrgebäude der Physik orientierte Lernen trifft bei den in der Studie von Osborne und Collins befragten Schüler/innen weitgehend auf Ablehnung[43]. Dies entspricht auch einer von Miller und Tesser dargestellten Hypothese, nach dem Unterrichtskonzepte, die ihre Zielsetzungen im kognitiven Bereich setzen, eher negative Auswirkungen im affektiven Bereich haben (Miller & Tesser 1986). Gleichzeitig weiß man, dass affektives Lernen zu nachhaltigeren Ergebnissen führt als rein kognitives Lernen (vgl. auch Roth 2002[44]; Petty & Cacioppo 1986). Wenn eines der wesentlichen Ziele naturwissenschaftlichen Unterrichts ist, dass nachhaltiges Interesse und Engagement in Bezug auf Naturwissenschaften erzielt werden soll, dann muss naturwissenschaftlicher Unterricht positiv erlebte affektive Komponenten mit einschließen.[45]

Alle hier genannten Überlegungen führen dazu, dass auch jene für die Physik gewonnen werden, die aus welchen Gründen auch immer, am systemimmanenten Denken der Physik nicht primär interessiert sind, also Personen (und das sind insbesondere Frauen), die für sich den Sinn der Physik nicht in der Physik selbst sehen, sondern Physik erst in Bezug auf für sie bedeutsame Kontexte als relevant erleben (Stadler, Benke, Duit 2001b; Stadler, Duit, Benke 2000; Hoffmann, Häußler, Lehrke 1998). Wenn Unterrichtsqualität am Ergebnis und an der Motivation der Schülerinnen und Schüler gemessen wird, so kann die Beteiligung von Mädchen und Frauen und deren Unterrichtserfolg als ein Kriterium für Unterrichtsqualität betrachtet werden.

Spricht man von Lehrplänen bzw. Curricula,[46] so ist auch in diesem Zusammenhang wieder die Frage zu stellen, für wen diese Curricula verpflichtend sind. Wenn etwa Physik abgewählt werden kann und Mädchen aus Gründen, die wenig mit dem Unterricht selbst zu tun haben, dies auch in ihrer Mehrzahl tun, dann wird auch eine inhaltliche und methodische Qualitätsverbesserung nur wenig dazu beitragen, das Bildungsniveau und langfristig auch das Wahlverhalten von Frauen zu ändern. Zu fordern ist daher ein – wenn auch eingeschränktes – Curriculum, das für nahezu alle Schülerinnen und Schüler verpflichtend („core curriculum approach"; Lee 1998, S 48, Stadler 2000a, 1999a, 1999b).

1.7.3. Das Curriculum aus inhaltlicher Perspektive

Bei der Erstellung von Lehrplänen und Unterrichtsmaterialien zeichnen sich im allgemeinen zwei Ansätze ab: Jener, wo versucht wird, an den Interessen und Bedürfnissen der Jugendlichen anzuknüpfen und ein anderer, der von dem ausgeht, was von Seiten der Gesellschaft bzw. den für Unterricht Verantwortlichen gewünscht ist. In letzter Zeit wurden in Deutschland und Österreich Projekte entwickelt, die versuchen, Unterrichtspraktiker stärker in die Entwicklung von Materialien mit einzubeziehen. Praktiker/innen sind mit den Wünschen

---

[43] Die Ablehnung des am abstrakten System der Physik orientierten, Unterrichts finden wir auch durchgängig in allen Interviews, die ich tw. gemeinsam mit Mitarbeiter/innen im Rahmen unterschiedlicher Projekte mit Schüler/innen geführt habe. Eine Zusammenfassung dieser Ergebnisse ist in Arbeit.

[44] G. Roth, Warum sind Lehren und Lernen so schwierig. Vortrag 20. Juni 2002, Bremen. http://www.uni-koblenz.de/~odsssfg/seminar/wahlmodule2003/unterlagen/b07/b07.4.pdf und „Wie das Gehirn die Seele macht." Vortrag am 22. April 2001 bei den 51. Lindauer Psychotherapiewochen.
http://www.lptw.de/vortraege2001/g_roth.html

[45] Diskutiert wird in diesem Zusammenhang auch die Frage des Spiral-Curriculums (Bruner 1960). Dabei besteht allerdings die Gefahr, dass die Schüler sich bei den immer wiederkehrenden Wiederholungen langweilen. Hier ergibt sich auch in Bezug auf die Gestaltung der Curricula in Österreich die Frage, ob wir derartige Curricula haben wollen, bzw. wenn ja, wie sie so zu gestalten sind, dass sie auch bei „Wiederholungen" noch intellektuell fordernd sind und die Neugierde der SchülerInnen genutzt wird.

[46] Im Gegensatz zu unserem Sprachgebrauch, wo sich die Begriffe Lehrplan und Curriculum decken, versteht man unter Curriculum im angloamerikanischen Raum darunter auch Materialien, also methodische und inhaltliche Vorgaben.

ihrer Schüler/innen vertraut und versuchen in ihrer täglichen Arbeit, die beiden Pole gesellschaftliche Anforderungen einerseits und die Möglichkeiten und Bedürfnisse der Lernenden andererseits miteinander in Bezug zu setzen. Beispiele für derartige Projekte sind das IPN Projekt „Physik im Kontext", das Projekt IMST² und die „Naturwissenschaftswerkstatt" (NWW), wo Lehrkräfte ihre Materialien und Innovationen dokumentierten und gleichzeitig (etwa im Schwerpunkt Grundbildung) ihre Arbeit an vorgegebenen Qualitätskriterien maßen.

Im Projekt „Physik im Kontext" geht man davon aus, dass Jugendliche eher bereit sind, Physik zu lernen, wenn der Kontext für sie interessant und von Bedeutung ist. Sowohl die bereits genannte Interessenstudie Kiel (Hoffmann, Häußler, Lehrke 1998) als auch das daran anschließende Interventionsprojekt (Faißt, Häußler, u. a. 1994) zeigten, dass Kontexte (in Verbindung mit geeigneten Unterrichtsmethoden) das Interesse an Physik und die Bereitschaft sich damit auseinander zusetzen signifikant verbessern. Dieses Ergebnis war bei Buben und Mädchen gleichermaßen zu erkennen, doch bei den Mädchen besonders deutlich. Der Kontext ist – und das wurde durch die Evaluation der Interventionsstudie bestätigt - für Mädchen bedeutsamer als für Buben. Ähnliche Ergebnisse zeigt auch das Projekt „Supporting Learning in Physics" (SLIP), wo Physikkonzepte entwickelt wurden, die auf Alltagskontexte Bezug nahmen (Whitelegg & Edwards 2001). Neben der Bedeutsamkeit und der Sinnhaftigkeit des Kontexts scheint es in Hinblick auf das Selbstwertgefühl auch wichtig, dass der Kontext so geartet ist, dass das diesbezügliche Vorwissen der Buben und Mädchen nicht allzu sehr differiert (Stadler & Duit 1998a, 1998b).

Etwas unterschiedlich, doch mit ähnlichem Ergebnis wird die Bedeutung des Kontexts in der bereits zitierten Untersuchung von Osborne und Collins (2001) beurteilt. Osborne und Collins stellen fest, dass (zumindest in GB) der instrumentelle Charakter naturwissenschaftlicher Bildung höher eingeschätzt wird als der intrinsische. Die Autoren stellen gleichzeitig fest, dass den Schülerinnen und Schülern mehr als bisher deutlich gemacht werden sollte, warum und in welcher Hinsicht dieses instrumentelle Wissen auch für sie persönlich von Bedeutung sein könnte. Ich halte diesen Schluss nur zum Teil für gerechtfertigt. Während instrumentelles Wissen für Buben, die über mehr Vorwissen verfügen und möglicherweise an einen Beruf in diesen Bereich denken, durchaus Sinn macht, ist dies bei Mädchen kaum der Fall. Dies bedeutet, dass der instrumentelle Charakter der Naturwissenschaften insbesondere Mädchen kaum zur Beschäftigung mit Physik motivieren wird, es sei denn das instrumentelle Wissen wird unmittelbar mit lebensnahen Kontexten (etwa der Medizintechnik) in Verbindung gebracht. Darüber hinaus sollten den durchaus auch in der Physik zu findenden Möglichkeiten der intrinsisch motivierten Auseinandersetzung mehr Beachtung geschenkt werden.

Betrachtet man die österreichischen Lehrpläne bis Ende der neunziger Jahre, so nehmen sie im allgemeinen wenig Rücksicht auf die (als solche ausgewiesenen) Interessensgebiete der Mädchen (bzw. der nicht ohnedies an Physik und Technik interessierten Buben). Erst in den Lehrplänen 2000 und 2003 wurden verstärkt interdisziplinäre Bereiche aufgenommen und der Alltagszusammenhang betont.[47] In den genannten Lehrplänen wird deutlich, dass der Physikunterricht neben interdisziplinären Fragen (hier wäre eine stärkere Betonung ökologischer Fragen wünschenswert gewesen) auf ein besseres Verständnis von Alltagsphänomenen (und technischen Zusammenhängen) ausgerichtet sein sollte, den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit gebend, einen am Phänomen und / oder allgemein kulturell oder philosophisch interessierenden Fragen orientierten Zugang zur Physik zu finden (vgl. auch Stadler, Duit 1998b; Stadler 1998a; Muckenfuß 1995). Mit den vorliegenden

[47] Leider ist zu erwarten, dass angesichts der Kürzung von Wochenstunden nur wenig davon in den Unterricht einfließen wird. Braucht es doch ein Minimum an Zeit, bis Konzepte auch verstanden werden (Muckenfuß 1995, S 182ff.). Wenn, wie mehrere Studien behaupten, insbesondere Mädchen ein vertieftes Verständnis fordern, so ist es doch sehr fraglich, ob unter den derzeit gegebenen Rahmenbedingungen ausreichend Zeit dafür vorhanden ist.

Lehrplänen sind auch die von Hoffmann und Häußler genannten Richtlinien für die Inhalte bzw. Kontexte eines mädchengerechten Unterrichts weitgehend abgedeckt (Hoffmann, Häußler, Peters-Haft 1995):

- Reflexion und Diskussion über die gesellschaftliche Bedeutung von Physik und Technik)
- Physik im Zusammenhang mit Anwendungen sehen
- Zusammenhang zwischen Physik und dem menschlichen Körper aufzeigen

Gleichwertig zu behandeln sind auch (im Sinne eines Orientierungswissens, s. Muckenfuß 1995, S 210 ff., Stadler 1998a; Stadler, Duit 1998a) Astronomie und Astrophysik bzw. Kosmologie, genauso wie philosophisch-wissenschaftstheoretische und wissenschaftshistorische Fragestellungen und die grundlegenden Fragestellungen der Physik, insbesondere jener des 20. Jahrhunderts (Stadler, Duit 1998a). Eine von mir befragte Schülerin eines Dornbirner Gymnasiums meint zu dem letztgenannten Punkt (Oelz 2002b)[48]:

> Physik beschäftigt sich doch auch mit existenziellen Fragen, bei denen es um Wesentliches geht. Zum Beispiel: Gibt es überhaupt Materie? Was ist Materie? Das interessiert uns ungemein. Kurz gesagt, das Thema Physik wird zuwenig allgemein behandelt oder doch zu allgemein. Zuwenig allgemein im Sinne eines Überblicks bzw. der übergeordneten Prinzipien, und zu allgemein in dem Sinn, dass einfach irgend ein kleines Einzelthema zusammenhanglos herausgegriffen wird und quasi stellvertretend als „Physik" behandelt wird.

Der mit September 2004 in Kraft tretende österreichische Lehrplan für die Oberstufe wird den von der Schülerin genannten Anforderungen an Stringenz und Konzentration auf die wesentlichen Bereiche gerecht. Auch ein (an einem klassischen, sich an der historischen Entwicklung der Physik orientierenden Lehrplan gemessenes) Vorziehen einzelner Themenbereiche wie etwa Relativitätstheorie und Quantenmechanik, wie es eine unserer Studien nahe legt (s. Benke & Stadler 2003b), ist im Oberstufenlehrplan 2004 durch das zusammenlegen der Lehrpläne für die 11. und 12. Schulstufe zumindest angedacht.

Problematisch und kontraproduktiv sind die im Laufe der letzten Jahre erfolgten (und im Rahmen der Schulautonomie ausweitbaren) Stundenkürzungen. Wurden schon bisher die genannten Gebiete kaum unterrichtet[49], so besteht die Gefahr, dass in dem nun engeren Zeitrahmen Gebiete, die nicht unmittelbar für ein (wenn auch vereinfachtes) Verständnis des Systemaufbaus der Physik nötig zu sein scheinen, aus dem Unterricht herausgenommen werden. Wenig förderlich ist in diesem Zusammenhang auch die Ausbildung der zukünftigen Physiklehrkräfte, wo (an den Universitäten, aber zum Teil auch an Pädagogischen Hochschulen) vor allem interdisziplinäre sowie alltagsrelevante Themen kaum eine Rolle spielen. Ein weiterer problematischer Punkt ist, dass in der gegenwärtigen Ausbildung auch kaum die Gelegenheit für eine Zusammenschau gegeben ist, d.h. die zukünftigen Lehrkräfte nach Absolvieren des Studium häufig keinen Überblick über die relevanten Konzepte und ihre Zusammenhänge haben.

---

[48] Die Arbeit von Gerda Oelz ist aus mehreren Gründen interessant: Ein Kollege von Gerda Oelz, Gebhard Köb, hatte in seiner Klasse eine Diskussion zum Thema Gender und Physik geführt und diese Diskussion aufgezeichnet. Im Rahmen des Projekts IMST² wurde die Diskussion transkribiert (Stadler 2002g). Das anonymisierte Transkript wurde auf meine Anregung hin von Frau Oelz in ihrer Klasse eingesetzt, um zur Diskussion über das Thema anzuregen. Die Idee dabei war, Materialien, die an der Schule entstanden sind, für Interventionen in Bezug auf die Genderthematik zu nützen und die Schüler/innen in diese Arbeit miteinzubeziehen.

[49] In einer derzeit am Institut von Helmut Kühnelt betreuten Diplomarbeit wurde im Rahmen einer Fragebogenerhebung festgestellt, dass der weitaus überwiegende Teil der Physiklehrkräfte das Thema Quantenmechanik (insbesondere jene Bereiche, die auch aus wissenschaftstheoretischer Perspektive von Interesse sind, wie etwa das EPR Paradaxon) kaum unterrichten.

Auch der Aufbau des Curriculums ist für den Lernenden von Bedeutung. Ist das Curriculum linear oder spiralförmig aufzubauen? (Bruner 1960). Die TIMSS Studie der Population 3 hat gezeigt, dass sinnvoll gestaltete Wiederholungen gerade für Mädchen von Bedeutung sind, da sie wohl sonst kaum Gelegenheit haben ihr Wissen außerschulisch zu erweitern oder zu vertiefen (Stadler 1999a). Dies würde meines Erachtens für einen spiralförmigen Aufbau sprechen. Eine weitere Frage: Stehen Themen (wie bei vielen der österreichischen Schulprojekte) oder Konzepte im Vordergrund? Geht man von der Bedeutung des Kontexts aus, so wird wohl dem themenzentrierte Unterricht den Vorzug gegeben werden. Die damit verbundenen Schwierigkeiten hat Muckenfuß (2003) aufgezeigt, der dafür eintritt, dass ohne Verständnis der physikalischen Grundkonzepte und deren Zusammenhänge auch kein Verständnis des Phänomens oder eines Themas erreicht werden kann. Er fordert ein System, das beides beinhaltet: linearen Aufbau und Themenzentriertheit (vgl. auch Stadler 1997c).

1.7.4. Lernumgebungen, Unterrichtsmethoden und Klassenklima

Neben den Inhalten werden Lernprozesse vor allem durch die verwendeten Methoden bestimmt. Geht man von einem konstruktivistischen Lernbegriff aus, entscheidet die Art und Weise, wie Schülerinnen und Schüler Gelegenheit gegeben wird zu lernen, ob die Inhalte oder Konzepte auch verstanden werden können bzw. Fähigkeiten entwickelt werden und Interesse generiert wird. Das komplexe Geschehen im Unterricht, das durch Unterrichtsmethode, Interaktion und Sprache charakterisiert ist, ist letztlich auch mitentscheidend, wenn es darum geht, ob Schülerinnen und Schüler den Eindruck gewinnen, in diesem Bereich auch etwas leisten zu können. Da das Selbstbewusstsein gegenüber dem Fach und den eigenen Leistungen (neben den beruflichen Perspektiven) der wichtigste Faktor für die Entwicklung von Interessen in einem Bereich ist (Häussler und Hoffmann 1998), gleichzeitig aber das fachbezogene Selbstbewusstsein der Mädchen in Physik besonders wenig ausgeprägt ist (Baumert & Lehmann 1997, Baumert, Klieme u. a. 2001) setzen neuere Unterrichtskonzepte (Faißt u. a. 1994, Labudde 2000, Stadler 1998a, 2002b, 2003, Stadler & Wenig 2003) insbesondere an diesem Punkt an.

Geeignete Methoden können im Unterricht hilfreich sein, wenn es darum geht, ein besseres Verständnis zu generieren. Richtig eingesetzt wirken sie in den meisten Fällen auch motivierend. Wir wissen, dass sowohl Schülerinnen als auch Schüler Methodenvielfalt schätzen. Insbesondere Schülerinnen bevorzugen die sozialen Möglichkeiten der Arbeit in Gruppen, wo der Wettbewerbscharakter weniger deutlich als im Frontalunterricht ist (Baker 1998). Gruppenarbeiten bieten auch in koedukativen Klassen die Möglichkeit in geschlechtshomogenen Gruppen zu arbeiten.

Baker (1998) empfiehlt auf dem Gebiet der Unterrichtsmethoden:

- Kleingruppenarbeit und kooperative Lernformen Voraussetzung dafür ist, dass die Gruppen gelernt haben, kooperativ zu arbeiten, d.h. jedes Gruppenmitglied eine Rolle zugewiesen bekommt und diese nach Fertigstellung einer Aufgabe wieder gewechselt wird.
- Gruppenarbeiten mit anschließender Diskussion (s.a. Stadler 2003) und von der Lehrkraft gesteuerte Diskussionen

Für den Frontalunterricht betont Baker die Notwendigkeit einer verlängerten „Wait time“. [50]

[50] Das Faktum, dass die „Wait time“, d.h. die Zeit zwischen Fragestellung der Lehrkraft und Antwort der Schüler/innen zu kurz ist, bestätigen auch Lehrkräfte, die im Rahmen des Universitätslehrgangs „Pädagogik und Fachdidaktik für Naturwissenschaftslehrer/innen“ ihren eigenen Unterricht mittels Aktionsforschungsmethoden untersuchen.

Neben den Methoden und den Inhalten gibt es einen weiteren Punkt, der mitentscheidet, ob Schüler oder Schülerinnen aufgrund ihres Geschlechts benachteiligt sind. Interaktionen zwischen Schüler/innen untereinander und zwischen Schüler/innen und der Lehrkraft entscheiden wesentlich, ob sich Schüler/innen in einer Klasse wohl fühlen, ob sie gefordert sind, ob sie sich anerkannt und ernst genommen fühlen. Sie bestimmen das Klassenklima und die Lernbereitschaft.

Wir wollen uns im Folgenden auf diesen letztgenannten Punkt konzentrieren und betrachten dabei ausschließlich Mädchen. (Viele der genannten Faktoren sind durchaus auch für Buben relevant. Buben gehen allerdings meiner Beobachtung nach weit unabhängiger von dem sozialen Arrangement ihren Interessen nach).

Was die Interaktion angeht, scheint es für ein mädchengerechtes oder „gender sensitives" Klassenklima bzw. Lernumgebung wichtig, dass

- es Lehrkräften gelingt, Mädchen in ihren Argumenten ernst zu nehmen
- Mädchen nicht von Buben verspottet oder in ihren Denk- und Handlungsmustern beeinträchtigt werden
- von Zeit zu Zeit auf die Koedukation verzichtet wird
- Lehrkräfte den Mädchen das Gefühl vermitteln, für das Fach begabt zu sein, d.h. bei entsprechendem Bemühen auch sehr gute Leistungen erzielen zu können.

(S.a. Stadler, Benke 2003; Stadler, Duit 1998a, Stadler, Benke, Duit 2001a; Stadler, Wenig 2003; Labudde, Herzog, Neuenschander, Violi, Gerber 2000, Häußler, Hoffmann 2002, Hoffmann, Häußler, Peters Haft 1995).

In den letzten Jahren wird auch die Rolle der Buben in der Interaktion näher betrachtet. Corey, van Zee, Minstrell, Simpson und Stimpson (1993) betonen etwa, dass Diskussionen auch so gesteuert sein können, dass nicht nur Mädchen, sondern auch sonst eher stille Buben daran teilnehmen. Etwa indem eine von einer Schülerin geäußerte Idee von der Lehrkraft wiederholt und zur Diskussion gestellt wird oder indem eine nicht beurteilende Haltung eingenommen wird und solcherart auch Diskussionen zwischen den Schüler/innen forciert werden können (Stadler, Duit 1998b; Stadler, Benke, Duit 2001a; Stadler & Benke 2003).

In der bereits genannten Interventionsstudie des IPN (Hoffmann, Häußler, Peters-Haft 1995) wird auf die Koedukation verzichtet und in Halbklassen unterrichtet. Die Lehrkräfte wurden speziell ausgebildet und ein entsprechendes Curriculum entwickelt. Aufgrund der Ergebnisse wurden in Hinblick auf die zu wählenden Unterrichtsmethoden sieben Richtlinien verfasst, die dazu beitragen sollen, das Interesse an Physik für Mädchen und Buben zu stärken (Häußler,.Hoffmann 2002; Hoffmann, Häußler, Peters-Haft 1995). Hier seien jene wiedergegeben, die sich auf die methodische Gestaltung des Unterrichts beziehen.

- Gelegenheit geben, besonders gut zu sein
- Einfache selbst durchzuführende Experimente
- Zeigen, dass es nützlich sein kann, quantitative Zusammenhänge herzustellen

Methodisch und inhaltlich relevant sind auch die Punkte:

- Sich auf Vorerfahrungen und Vorkenntnisse beziehen
- Gelegenheit zu außerschulischen Erfahrungen
- Reflexion und Diskussion gesellschaftlicher Auswirkungen der Physik.

Die genannten Hinweise finden sich auch in anderen Studien (s.a. Stadler, Duit 1998b; Stadler 1997b, 1998a, 2002f; Labudde 1999). Sie lassen sich aus der Evaluation von Unterrichtsmodellen ableiten und auch theoretisch begründen (s. Kapitel Unterrichtskonzepte).

Labudde weist in einer Studie noch auf einen weiteren Aspekt hin. Die Studie (Labudde, Herzog, Neuenschwander, Violi, Gerber 2000) zeigt, wie in einer Gymnasialklasse der Physikunterricht in Richtung Geschlechtssensibilität geändert wurde, indem u. a. mehr Wert darauf gelegt wird, ein enges Gebiet genau zu bearbeiten, als zu sehr in die Breite zu gehen. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass dies eine der Voraussetzungen dafür war, dass Mädchen und Buben besser abschneiden. Die Ergebnisse decken sich mit jenen einer Studie, die ich mit Gertraud Benke und Reinders Duit durchgeführt habe (Stadler, Benke, Duit 2001b, Stadler, Duit, Benke 2000), wo wir (wie bereits in einem früheren Abschnitt erwähnt) darauf hingewiesen haben, dass Mädchen und Buben möglicherweise unterschiedliche Ansprüche an das Verstehen der Physik stellen, Mädchen sich um ein Gesamtverständnis bemühen, das auch in die Tiefe geht, Buben häufig eher zufrieden sind, wenn sie erfolgreich im Kontext des Fachs agieren.

Aus den Erfahrungen mit den von mir entwickelten Unterrichtskonzepten würde ich noch folgende Punkte ergänzen:

- Kompetenzgewinn deutlich machen (Stadler, Wenig 2003)
- Aha Erlebnisse schaffen (Stadler 1998a; s.a. Labudde 2000)
- Affektive Komponenten des Lernens (Stadler 1998, 1994)
- Konstruktivistische Lernelemente (Stadler 1998a, 2002b, Labudde 2000, Stadler, Duit 1998a und 1998b)

1.7.5. Zur Bedeutung konstruktivistisch orientierter Lernumgebungen

Seit Mitte der Siebziger Jahre beschäftigt sich die Fachdidaktik mit der Frage, mit welchen Vorstellungen (kognitiven und affektiven) Schüler/innen und Schüler in den Unterricht kommen. In den Achtziger Jahren entwarf man (unter dem Terminus „conceptual change“) Unterrichtsmodelle, um die Vorstellungen der Schüler/innen auf korrekte wissenschaftliche Vorstellungen hin zu korrigieren (Duit, Treagust 1998). Konstruktivistische Positionen existieren in der Fachdidaktik der Naturwissenschaften seit Anfang der Neunziger Jahre: Der Mensch schafft selbst sein Wissen und seine Wirklichkeit. Im Unterricht galt (zumindest in den Fachdidaktiken) von nun ab die Aufmerksamkeit mehr den von Schülerinnen und Schülern geäußerten Ideen. Die Lehrkraft ist in diesem Modell weniger Wissensvermittler/in, sondern jemand, der oder die wie eine Hebamme anderen dazu verhilft ihr eigenes Wissen zu entwickeln (Belenkey u.a. 1997). Durch geeignete Lernumgebungen unterstützen sie die Lernprozesse ihrer Schülerinnen und Schüler. Mitte der Neunziger Jahre wurde dieser Gedanke etwas modifiziert: Der Mensch lernt inmitten bestimmter gesellschaftlicher und sozialer Umwelten und in bestimmten sozialen Beziehungen. Wissen wird „sozial konstruiert“ (co-construction), in einer Gruppe ausgehandelt und von dieser Gruppe geteilt (Ein überblicksmäßige Darstellung dieser Entwicklung findet sich in Treagust, Duit, Fraser 1996)

Konstruktivistisch unterrichten bedeutet auch eine Änderung der Rolle der Autorität. Das von Autoritäten übermittelte Wissen wird nicht einfach übernommen, sondern individuell (oder auch sozial) neu konstruiert. Für einen feministisch orientierten Unterricht ist dies insofern von Bedeutung, als die sich auf Autorenschaft begründende Autorität in der Physik zunächst eine maskuline ist. D.h. in einem konstruktivistischen Lehr- / Lernmodell gilt es auch, Hierarchien aufzuzeigen und gegebenenfalls zu ändern. Autorität wird nicht einer Sache oder

einer Person per se zugeschrieben, sondern wechselt zwischen Fach, Lehrkraft und Studierenden. Konstruktivistische Unterrichtsmodelle tragen so gesehen auch dazu bei, (männlich geprägte) Hierarchien abzubauen und den Lernenden ein neues Selbstverständnis im Lernprozess zu vermitteln. Sie scheinen daher auch besonders geeignet, Mädchen verstärkt für das Fach zu motivieren.

Der Erfolg einer Reihe von Unterrichtskonzepten, die wir nach konstruktivistischen Lernvorstellungen geplant haben, bestätigt diese Überlegungen (Stadler 1997b, 1998a, 2002b, 2003, Stadler, Wenig 2003; Stadler, Duit 1998a). Aus methodisch-inhaltlicher Perspektive haben diese Unterrichtskonzepte gemeinsam, dass es um Fragen geht, für die es zunächst anscheinend keine Lösung gibt. Bei den an die Erprobungsphase anschließenden Befragungen betonten insbesondere die Mädchen, dass es für sie wichtig war, Gelegenheit zu haben „selbst auf etwas draufzukommen“ (Stadler, Duit 1998b, Stadler 1998a[51], Stadler 1997b, Stadler 2002b).[52] Aus dieser Sicht ist auch der Erfolg jener Unterrichtsmodelle, die einen forschend-experimentellen Ansatz verfolgen, zu verstehen (Stadler 1994, Kühnelt, Mayr, Stadler 1996, Mayr 2002). Die sehr offen formulierten Forschungsaufgaben, die keine eindeutigen Lösung vorgeben und dem Lernenden auch Kreativität abfordern, Zeit zum Staunen, Betrachten und Überlegen geben, zum Diskutieren und freiem Experimentieren, motivieren – wie unsere Befragungen ergaben – Mädchen und Buben gleichermaßen. Die genannten Unterrichtsmodelle entsprechen auch einem weiteren Kriterium von geschlechtssensiblem Unterricht: Sie fordern den Jugendlichen und sind leistungsorientiert. Nur so gelingt es, eigene Kompetenzen aufzubauen und Vertrauen dazu zu gewinnen. (Dieses fordernde Element wird auch von Osborne und Collins (2001) betont.)

Den genannten Kriterien entspricht auch das „Austrian Young Physicist Tournament“ (AYPT), wo (im Unterschied zu den Physikolympiaden) etwa die Hälfte der Teilnehmer/innen weiblich ist (Pagana Hammer 2002). Im AYPT gibt es neben dem forschenden Moment noch ein weiteres Element, das für Mädchen attraktiv ist. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten in Teams. In Teams entwickeln sie Experimente, prüfen Hypothesen und müssen schließlich ihre Lösungen gemeinsam nach außen vertreten. Während es bei den Physikolympiaden um Wettbewerbe zwischen Einzelnen geht, geht es hier um einen Wettbewerb zwischen Teams. Das bedeutet, dass auch Mädchen mit einem weniger ausgeprägtem Selbstbewusstsein durch das Team gestärkt werden. Ein weiteres Moment besteht darin, dass die physikalischen Lösungen auch verbal verteidigt werden müssen, d.h. dass auch das sprachliche Können hier eine Rolle spielt. Die Probleme selbst sind häufig an scheinbar einfachen Alltagsphänomenen orientiert. Die für die Lösung nötigen Kenntnisse können sich die Schülerinnen und Schüler während ihrer über mehrere Monate dauernden Arbeit erwerben. Es geht nicht um ein oberflächliches, sondern um ein vertieftes Verstehen von Phänomenen. Das Vorwissen spielt bei dieser Arbeit keine Rolle. Das alles sind Faktoren, die Mädchen nicht ausschließen, sondern als „gender inclusive“ bezeichnet werden können, d.h. für beide Geschlechter gleichermaßen günstige Rahmenbedingungen schaffen.

Konstruktivistische Ansätze implizieren allerdings nicht, dass damit auch Gender-Anliegen vertreten werden. Konstruktivismus ist individualistisch orientiert (Garrison 1997, Matthews 1994) und berücksichtigt nicht größere Zusammenhänge, die das Individuum in seiner Beziehung zu sozialen und politischen Strukturen sieht (Brickhouse 1998).

---

[51] „Physikunterricht im Einführungsunterricht der gymnasialen Oberstufe unter besonderer Berücksichtigung der Interessen der Mädchen." Vortrag gehalten bei der Zwischentagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDCP), Arbeitsgruppe Physik in der gymnasialen Oberstufe. Universität Dortmund, 2.März 1998

[52] Dies bestätigt sich auch in weiteren Interviews, die wir im Rahmen des Projekts IMST² durchgeführt haben und die derzeit ausgewertet werden.

Konstruktivistisch orientierter Unterricht benötigt auch mehr Zeit als herkömmlicher Unterricht. Angesichts eines in vielen Fällen geringer werdenden Zeitbudgets, das naturwissenschaftlichen Unterricht zur Verfügung hat, wird damit auch die Frage, was unterrichtet wird, bedeutsam und auch die Frage, ob und welcher Bezug zu dem jeweiligen politischen und gesellschaftlichen Kontext hergestellt wird.

1.7.6. Einstellungen und Werthaltungen gegenüber Physik und Technik:

Physik und Technik werden vielfach negativ konnotiert und einem natürlichem Denken und Leben gegenübergestellt. Der Zusammenhang mit ökologischen Gefahren, Verfremdung durch Technik und Technik im Dienste der Kriegswirtschaft sind hier die am häufigsten genannten Gründe. „Technikfeindlichkeit“ unter diesem Vorzeichen findet sich bei Mädchen stärker als bei Burschen (Carlone 1999, Eisenhart & Finkel 1998). Dennoch wird – wie im Kapitel 1.5.2. bereits ausgeführt – auch von Seiten der Schülerinnen naturwissenschaftlicher Bildung ein hoher Wert beigemessen. Wie schon mehrfach ausgeführt, haben Schülerinnen dabei allerdings nicht die Intention, Expertinnen auf dem Gebiet der Physik zu werden. Einen der Gründe haben wir bereits genannt: Die in der Physik arbeitenden Personen erscheinen vielfach zu „eng“ (Carlone 1999, ebd.).

Zu untersuchen wäre, wie derartige Einstellungen und Haltungen entstehen. Ein Ansatz dazu ist das bereits erwähnte Projekt „Science as Culture“ (IFF Wien, 2000-2002, Projektleitung Roland Fischer), wo der Versuch unternommen wurde, aus der Sicht der universitären Lehre zu untersuchen, welches Innen- und Außenbild einzelne Wissenschaften vermitteln und wie die sich so ergebenden Bilder immer wieder neu konstruiert werden (Erlemann 2004). Auf Grund des in der Studie vorgenommenen Vergleichs unterschiedlicher Wissenschaftskulturen (etwa wurden Physik und Geschichtswissenschaften einander gegenübergestellt) könnte man überlegen, wo anzusetzen wäre, um das so konstruierte Bild mehr den tatsächlichen Gegebenheiten zu nähern. Dies erscheint deshalb wichtig, weil zu vermuten ist, dass solcherart insbesondere Lehrkräfte, die häufig kaum Gelegenheit haben, selbst wissenschaftlich tätig zu sein, ein Bild über die Wissenschaft generieren, das nur teilweise den Realitäten entspricht. Martina Erlemann beschreibt die Praktiken der Wissensvermittlung in der Lehre folgendermaßen (ebd.):

> Ein Lehrender reagiert auf das Aufzeigen eines Studierenden, der einen Fehler entdeckt hat, mit: ”Hab ich schon wieder etwas Falsches gemacht [...]. Aber das freut mich, Sie passen auf.” (B 102,1). Im Aufzeigen von Fehlern sieht dieser Vortragende den Beweis, dass die Zuhörer das bisher Referierte verstanden haben. Somit gewinnt er eine Rückversicherung, dass seine ”Novizen” den in der Physik maßgeblichen Argumentationsstil zur Aushandlung von Wissen einüben und für sich übernehmen und nach erfolgreichem Studium in der Lage sind, selbst nach diesen Prinzipien an der Anhäufung physikalischen Wissens mitzuwirken
>
> In der Physik zeigt sich die Strategie des Beweisens und des Nachrechnens in der Aufforderung an die Studierenden, auf etwaige Fehler zu achten. Jeder Hinweis auf Fehler ist damit auch ein Commitment an die Gültigkeit des Wissenskorpus, denn in der Physik zeichnet sich das anerkannte Wissen durch eindeutige Gültigkeiten aus. In den Geisteswissenschaften gilt es dagegen, im Zuge der Argumentationen um Wissen immer neue, nachvollziehbare Differenzierungen herauszuarbeiten. Was für die Geisteswissenschaften die Diskussion bedeutet, kann für die Physik die Fehlersuche sein: ein Weg für die innerdisziplinäre Aushandlung von dem, was im jeweiligen Kontext als anerkanntes Wissen gilt.

In der Ausbildung hat der Studierende, ähnlich wie ein Lehrling, sich ein Wissensgebiet durch Nachahmung anzueignen. Seine Handlungen können richtig oder falsch sein. Es bedarf nicht

der Interpretation, sondern es geht um bereits Bekanntes, als korrekt Anerkanntes, das nun nachahmend erworben wird. Dies zeigt sich auch in den physikalischen Eingangspraktika (ebd.):

> Die Interpretation der Messwerte kommt der Validierung einer physikalisch als schon gesichert geltenden Erkenntnis gleich, die durch die Demonstrationsübungen nur ein weiteres Mal reproduziert werden.
>
> Nicht alle interviewten Studierenden empfinden diese Lehrveranstaltungen als angenehm: ... Die Schwierigkeiten bestehen zum einen im Umgang mit technischen Geräten und Maschinen sowie in der Bedienung der Messapparaturen.

Auch beim Experimentieren in den Labors steht nicht das Staunen über Phänomen, die Suche nach Erklärungen im Vordergrund, sondern das Einfügen in bereits vorgegebene Konzepte. Es verwundert wenig, wenn Schülerinnen und Schüler von der Physik ein Bild gewinnen, wo sie keine Möglichkeit haben, sich als Individuum wiederzufinden. Dass dieses Bild durch geeignete Unterrichtskonzepte aufgebrochen werden kann, wurde bereits gezeigt (vgl. u. a. Benke, Stadler 2003b), doch bedarf es hier auch eines Umdenkens bei den Lehrenden der Universitäten, insbesondere was die zumeist ungeliebte Arbeit mit zukünftigen Lehrkräften betrifft.

Was das öffentliche Bild der Physik angeht, sind gerade in den letzten Jahren zahlreiche Aktivitäten gesetzt worden. Zu erwähnen ist hier „Physics on Stage“, „University Goes Public“ oder die „Science Week“. In den Medien, so mein persönlicher Eindruck, ist Physik nun verstärkt präsent, doch vielfach in einer Form, die Distanz erzeugt, statt vermindert. Es werden Ergebnisse beschrieben, aber weniger der Prozess ihrer Entstehung vermittelt, so dass die Möglichkeit besteht, dass damit das Tun selbst mystifiziert wird. Es erstaunt wenig, wenn Vorarlberger Jugendliche anlässlich einer von ihnen gestalteten Physiker/innengalerie meinten, sie wären erstaunt gewesen, zu sehen, dass Physiker auch einmal jung gewesen sind, Schi gefahren sind oder sich auch einmal den Fuß gebrochen haben. Der Lehrerin scheint es (wie unsere nicht publizierten Interviews belegen) gelungen zu sein, mit der Organisation dieser Galerie (es wurden Paare vorgegeben, jeweils ein Mann und eine Frau wurden von den Schüler/innen porträtiert, Oelz 2002) Vorurteile aufzubrechen und über ein geändertes Bild der Menschen, die diese Wissenschaft betreiben, auch die Einstellung zur Wissenschaft zu ändern.

1.7.7. Zur Frage der Leistungsüberprüfung und Leistungsbewertung

Angesichts der nationalen und internationalen Tests stellt sich u. a. die Frage, ob bestimmte Gruppen durch das Testformat, die gewählten Kontexte oder andere Gegebenheiten benachteiligt sind. An unserem Zusammenhang interessiert uns die Frage, ob Mädchen durch bestimmte Formen der Leistungsüberprüfung und -bewertung bevorzugt oder benachteiligt sind bzw. welche Formen der Leistungsüberprüfung und -bewertung beiden Geschlechtern gegenüber fair ist (Rennie 1998.)

Wir dürfen annehmen, dass zwischen der Kompetenz, Prüfungssituationen optimal zu bewältigen, und dem Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit ein Zusammenhang besteht. Es ist aus dieser Sicht zu vermuten, dass dort, wo Selbstbewusstsein gefordert wird, etwa bei „multiple choice“-Aufgaben, die unter Zeitdruck zu bewältigen sind, Mädchen schlechter abschneiden als Buben. Diese Vermutung wird von einigen Autor/innen bestätigt, von anderen verworfen. Darüber hinaus neigen Mädchen dazu, Aufgaben eher als Gesamtes zu betrachten und Lösungen erst dann aufzuschreiben, wenn sie das Problem aus ihrer Sicht gelöst haben. Das kann dazu führen, dass sie eher keine Lösung angegeben als eine falsche (s. a. Jungwirth 1991).

Ein wichtigerer Faktor scheint zu sein, dass bei traditionellen Testformen nur einige wenige Kompetenzen erfasst werden. Labudde hat gezeigt, dass dann, wenn unterschiedliche Kompetenzen in die Leistungsbeurteilung mit eingehen, Mädchen bessere Ergebnisse zeigen als bei einfachen „Multiple-Choice" Aufgaben (vgl. Kapitel 1.5.1., Labudde, Stebler 1999). Dem schweizer Ansatz entsprechen auch die Erfahrungen unserer Arbeitsgruppe mit Fachbereichsarbeiten. Es zeigt sich, dass bei den von der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft zur Prämierung eingereichten Fachbereichsarbeiten etwa gleich viele Mädchen wie Buben vertreten sind. Die Möglichkeit, sich ein Thema nach eigenem Interesse zu wählen und daran weitgehend selbständig zu arbeiten verbunden mit dem Umstand der Sicherheit, die Mädchen vielfach in der Verschriftlichung haben, gibt den Mädchen die Möglichkeit, ihre Kompetenzen in diesem Bereich zu zeigen. Unter demselben Aspekt sind auch die Erfolge der Mädchen bei den Wettbewerben im Rahmen des AYPT zu bewerten (s.a. Kapitel 1.7.5., Pagana Hammer 2002).

Lt. Parker und Rennie (1998) sind eine Reihe von Bedingungen zu erfüllen, wenn Beurteilung und Tests, vor allem nationale Tests niemanden aufgrund ihres oder seines Geschlechts oder der sozialen Herkunft bevorzugen oder benachteiligen sollen. Das sind insbesondere folgende Punkte:

> Tests sollten den vorangegangenen Lehr-/Lernprozessen entsprechend gestaltet werden und deren Zielen entsprechen.
>
> Damit jeder Student und jede Studentin Gelegenheit hat, sein Wissen und Können unter Beweis zu stellen, sollte eine größtmögliche Vielfalt von Testsituationen und Testformaten gegeben sein.
>
> Die pädagogischen Implikationen eines Tests sollten mittels Aktionsforschung analysiert werden.
>
> Der Kontext, aus dem die Textaufgaben gewählt werden, sollte ein Spektrum umfassen, das der Weltsicht und den Anliegen der Jugendlichen entspricht.
>
> Allen mit den jeweiligen Tests Befassten sollte Gelegenheit gegeben werden, ihre eigenen Werthaltungen und Zielvorstellungen zu überprüfen.

Zur Frage, wie „gender inclusive" Tests zu formulieren wären, habe ich aus demselben Aufsatz bereits zitiert (s. Kapitel 1.5.1.)

1.7.8. Zur Frage der Koedukation

In den 70er Jahren setzte sich in den deutschsprachigen Ländern der koedukative Unterricht durch. Heute gibt es kaum noch monoedukative Schulen. Die Koedukation wurde zunächst als Errungenschaft angesehen und kaum in Frage gestellt. Forscher/innen wiesen auf die mit der Koedukation verbundenen Probleme hin (Jungwirth 1991). Erst in den letzten Jahren wurden diese Fragen auch in einer breiteren Öffentlichkeit diskutiert.

Es gibt Belege für die Vermutung, dass koedukativer Unterricht dazu führt, dass Mädchen und Buben eher Rollenstereotypen folgen als im monoedukativen Unterricht.[53] Dies wirkt sich auf der Interaktionsebene aus, wo vielfach Buben den Unterricht dominieren und die Beteiligten den Eindruck gewinnen, dass Buben im technisch-physikalischen Bereich interessierter und begabter sind (vgl. dazu auch Hoffmann, Häußler 1998, Stadler, Benke, Duit 2001b). Vor allem im fragend-entwickelnden Unterricht ergibt sich eine Dynamik, der sich Lehrkräfte nur

[53] Helga Jungwirth (1990) zeigt in einer Studie, dass mehr Mädchen aus nichtkoedukativ geführten Mathematik studieren als aus koedukativen Schulen. Die Studien von Benke und Stadler (2003) weisen auf die Existenz von physikbezogenen Rollenstereotypen in koedukativen Schulklassen hin.

schwer entziehen können (Kenway & Gough 1998). Die gleiche Studie bestätigt die im Vergleich zu Buben weniger günstige Selbstwertentwicklung bei Mädchen (s. a. Horstkemper 1987, Baumert & Lehmann 1997).

Experimente mit monoedukativem Unterricht wurden in den späten Achtzigerjahren durchgeführt und evaluiert. Was nachhaltige Verbesserungen der Leistung und Motivation von Schülerinnen betrifft zeigen diese Studien durchwegs positive Effekte, allerdings unter der Voraussetzung, dass auch der Unterricht „mädchengerecht" ist. So zeigt etwa die Studie des IPN Kiel (Häußler & Hoffmann 1995), dass getrennte Erziehung und ein adäquates Curriculum einen positiven Effekt auf der kognitiven und der affektiven Ebene (interest, self competence) hat. Eine Berliner Studie weist darauf hin, dass derartige Effekte nur zu erzielen sind, wenn sowohl die Koedukation aufgehoben wird als auch das Curriculum geändert wird (Kessels 2002). Auch die Verkleinerung der Klassengröße hat einen Einfluss auf die Genese von Interesse, es zeigt sich aber kein Unterschied in Hinblick auf die kognitive Leistung (ebd.). In beiden Interventionsstudien wurden auch die Lehrkräfte, die in den betroffenen Klassen unterrichteten, geschult und insbesondere mit den entwicklungsbedingten besonderen emotionalen Bedürfnisse junger Mädchen / Frauen vertraut gemacht. In der Berliner Studie konnte gezeigt werden, dass unter den beschriebenen Voraussetzungen – Monoedukation, speziell geschulte Lehrkräfte, die begleitet und beraten werden und geeignete Kontexte – das Interesse der Mädchen an Physik nachhaltig gefördert werden konnte, so dass auch dann, als die Klassen wieder koedukativ unterrichtet wurden, dieses Interesse stabil blieb.

Die meisten Autor/innen weigern sich allerdings, die Koedukation zugunsten der Monoedukation aufzugeben. Die vermuteten positiven Effekte des frühen sozialen Miteinander, die Vorbereitung auf eine spätere Zusammenarbeit im Berufsleben sind nur einige Gründe, die für die Koedukation sprechen. Einen Ausweg aus diesem Dilemma sehen Forscher/innen heute in der zeitweiliger Trennung. Diese scheint allerdings nur sinnvoll, wenn sie (wie etwa die Berliner Studie, die IPN Studie von Häußler und Hoffmann oder auch die Schweizer Interventionsstudie von Labudde und Herzog zeigen; vgl. Kessels 2002; Häußler, Hoffmann 2002; Labudde, Herzog u. a. 2000) mehr sind als bloße Sortierung von Kindern, d.h. wenn sie eingebunden sind in die Reflexion einer veränderten Koedukation. Gemeint ist damit „reflexive Koedukation", die nach Marianne Horstkemper und Faulstich- Wieland folgendermaßen definiert ist:

> Reflexive Koedukation heißt für uns, dass wir alle pädagogischen Gestaltungen daraufhin durchleuchten wollen, ob sie die bestehenden Geschlechterverhältnisse eher stabilisieren oder ob sie eine kritische Auseinandersetzung und damit ihre Veränderung fördern. Getrennte Gruppen sind dabei keineswegs ausgeschlossen. Ihren Stellenwert erhalten sie jedoch nur dann, wenn eine Stärkung des Selbstbewusstseins von Mädchen und jungen Frauen bzw. eine antisexistische Entwicklung von Jungen tatsächlich erreicht werden. Beides stellt sich aber nicht von selbst her, quasi ´natürlich´ durch das schlichte Zusammensein von nur Mädchen oder nur Jungen. Auf der Seite der Lernenden erscheint uns das Kriterium der Freiwilligkeit sehr hoch zu veranschlagen. Auf der Seite der Lehrenden erfordert die pädagogische Arbeit in solchen Gruppen neben hoher sozialer Sensibilität und didaktischer Kompetenz vor allem eine intensive Auseinandersetzung mit eigenen Rollenvorstellungen und Verhaltensmustern. (Horstkemper, Kraul 1999). [54]

[54] Wie Jungwirth (1991) bemerkt, macht ein großer Teil der Koedukationsforschung die Mädchen zu Opfern und verfestigt damit das Stereotyp weiblicher Passivität. Auch Herzog betont: „Auch eine ´reflexive Koedukation´ kann nicht machen, was allein in der Kompetenz der Schülerinnen und Schüler liegt. Wenn die Koedukationsforschung nicht selbst zur Krankheit werden will, als deren Heilung sie sich versteht, dann muss sie von der Suche nach dem Was der Geschlechterdifferenz Abschied nehmen und sich derjenigen nach dem Wie ihrer Erzeugung zuwenden." (Herzog 1999).

Betrachtet man die Schule als System, so ist die Lösung der Frage Koedukation neben der Frage, ob und inwiefern technisch-physikalischer Unterricht für alle verpflichtend ist, wohl der wichtigste Beitrag zum Abbau von möglichen geschlechtsspezifischen Barrieren. Doch gibt es noch eine Reihe anderer Rahmenbedingungen, die dazu beitragen können, ein Umfeld zu schaffen, das speziell für Mädchen (aber auch für Buben) ein Klima erzeugt, in dem gerne und effizient gelernt wird. Leistung und Motivation werden durch folgende Gegebenheiten positiv beeinflusst (Lee 1998):

- geringe Schulgröße.
- mehr soziale Beziehungen zwischen Schulmitgliedern (im Sinne von „communities of practice“, Wenger 1998).
- mehr verbindlicher Unterricht, der Schüler/innen in höherrangige Denkprozesse einbezieht; Lehren mehr als konstruktivistisches, denn als didaktisches Vorgehen, bei dem von den Schüler/innen erwartet wird, dass sie sich aktiv um ihre eigenen Lernprozesse kümmern und sie dazu auch ermutigt werden.
- Ein Muster verbindlichen Unterrichts, das für die ganze Schule gilt und nicht nur für einzelne Klassen, in denen Lehrkräfte zufällig und isoliert in einer bestimmten Weise unterrichten.
- Eine allgemeine Bereitschaft auf Seiten der Lehrkräfte, persönliche Verantwortung für das Lernen ihrer Schüler/innen zu übernehmen, einschließlich der Überzeugung, dass alle ihre Schüler/innen lernen können, was sie gelehrt werden (Lee 1998, S 48).

Schule ist Teil des gesellschaftlichen Systems, in dem wir leben. Auch die Unterscheidung zwischen dem, was von der Gesellschaft als männlich oder als weiblich bezeichnet wird und der sich darauf aufbauende Dualismus macht vor den Schultoren nicht halt und beeinflusst die scheinbar objektive Darstellung und Wahrnehmung von Wissenschaften. Im Folgenden wird überlegt, wie wir diesem Aspekt begegnen und die sich daraus ergebenden Barrieren abbauen können.

1.7.9. „Undoing gender“ als Thema in der Lehrerbildung

Viel Aufmerksamkeit wurde darauf verwendet, die durch Rollenstereotypen bestimmte Wahrnehmung von Physik, den „hard sciences“ und der Technik offen zu legen und Strategien zu entwickeln, um diesen Festlegungen entgegenzuwirken. (Eine übersichtliche Darstellung findet sich in Harding & Parker 1995).

Ein Beispiel auf universitärer Ebene ist das an zehn Universitäten und von der National Science Foundation finanzierte Programm „Promoting Women and Scientific Literacy“ (Bianchini 2002). Es handelt sich dabei um ein zwei Jahre dauerndes Professionalisierungsprogramm zum Themenbereich „equity“ und „diversity“ für Universitätslehrer/innen der Ingenieurwissenschaften und der Mathematik unter Teilnahme von Soziolog/inn/en. Ziel des Programms ist einerseits die Weiterbildung bzw. Professionalisierung der Lehrenden vor dem Hintergrund einer transfakultären, interdisziplinärer Diskussion, andererseits die Entwicklung von „gender sensitiven“ Curricula. Soziologen sollen dabei interessierte Fachwissenschafter/innen in ihrem Bemühen Gruppen, die bisher in diesem Bereich kaum vertreten waren, zu gewinnen und zu unterstützen. Ein in der Intention vergleichbares Projekt wurde vom Vizerektorat für Lehre an der Technischen Universität Graz initiiert, wo Lehrende der beiden Grazer Universitäten ihre Lehrveranstaltungen in Hinblick auf Geschlechtssensibilität analysierten. (Ein Seminar dazu fand unter der Leitung von Gertraud Benke und mir im Studienjahr 2002/2003 statt.) Dabei wurde der Versuch unternommen, auf universitärer Ebene Situationen und Bereiche des

„doing gender“ zu identifizieren und der Versuch unternommen – wie Bem es formuliert – „to look at the culture´s gender lenses rather than through them” (Bem 1993, S. 2).

Auch Rennie betont die Bedeutung der Lehrer/innenausbildung:

> The major challenge in implementing a gender-inclusive pedagogy in science methods classes is to find ways that enable teacher candidates to have a perspective on gender equity and science which make them want to promote gender equity and to have the strategic and theoretical tools that enable them to do so. (Rennie 1998).

Dem Anliegen, zukünftige Lehrkräfte bereits in der universitären Ausbildung auf die Gender Problematik aufmerksam zu machen, tragen die an der Wiener Universität seit 2000 geltenden Studienpläne Rechnung. Zukünftige Physiklehrkräfte lernen im Rahmen ihrer fachdidaktischen Ausbildung in der von mir geleiteten Lehrveranstaltung u. a. Unterricht unter dem Aspekt „doing and undoing gender“ zu analysieren und gemeinsam mit Lehrkräften Alternativen zu entwickeln und zu erproben. (Ein ähnliches Modell wurde auch von Richmond, Howes, Kurth und Hazelwood (1998) entwickelt, wo Studierende, ähnlich wie in der Wiener Lehrveranstaltung, eigene Forschungsarbeiten durchführen.)

Wichtig scheint mir nicht nur ein geschlechtssensible Lehre an den Universitäten (wie dies etwa im Grazer Beispiel intendiert ist), sondern es sollten Fragen zur Thematik Geschlechtssensibilität – ohne sie immer als solche direkt anzusprechen – auch in nicht explizit dem Gender-Thema zuzuordnenden Lehrveranstaltungen mit hinein genommen werden. Auch dies bedürfte es einer diesbezüglichen Weiterbildung der Lehrenden. Entsprechende Angebote fehlen derzeit an der Universität Wien.

1.7.10. Die Schwierigkeit des „Undoing gender“ aus Schüler/innensicht

Jugendliche äußern bei Befragungen (Stadler, Soswinski 2004, in Arbeit), dass es in ihrer Schulklasse hinsichtlich Leistungen und deren Anerkennung angeht keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern gebe. Erst bei intensiverer Befragung oder der Konfrontation mit Daten werden solche deutlich. Es zeigt sich dann auch, dass das „doing gender“ seitens der Buben weit stärker forciert wird als dies bei den Mädchen der Fall ist. Das „doing gender“ zeigt sich auch darin, dass Buben von ihren Kompetenzen in Naturwissenschaften mehr überzeugt sind als Mädchen, selbst wenn sie leistungsmäßig eindeutig den Mädchen unterlegen sind (Faulstich-Wieland 1991, S. 63ff., Herzog 1996, S. 77ff., Stadler 1997a). Buben und Männer zeigen auch ein stärkeres Bedürfnis als Mädchen und Frauen, ihre Identität vom anderen Geschlecht abzugrenzen (Maccoby 1995, S. 351; Hentz / Nadaj 1998, S. 82). Herzog (1999) verweist in diesem Zusammenhang auf eine Untersuchung, nach der 17 jährige Buben praktisch keine Gemeinsamkeiten zwischen den Geschlechter zu erkennen vermögen ($r = 0{,}07$), während aus der Sicht der Mädchen eine vergleichsweise hohe Übereinstimmung besteht ($r = 0{,}41$). Herzog (ebd.) schreibt dazu:

> Die Angleichung der Geschlechter scheint den Jungen bedeutend mehr Angst zu machen als den Mädchen. Die Schülerinnen stoßen im Physikunterricht somit nicht nur auf ein männlich konnotiertes Fach, sondern auch auf ein Verhalten der Mitschüler, das die Sexuierung des Fachs durch geschlechtliche Grenzziehung zusätzlich akzentuiert. Ein undoing gender ist von Seiten der Schülerinnen auch deshalb nicht zu erwarten, weil sie in einem Alter mit Physik konfrontiert werden, in dem sie ihre eigene Geschlechtsidentität zu finden haben. Geht es darum sich selbst als geschlechtliches Wesen zu erkennen, können Schülerinnen in einem als männlich perzipierten Fach in ein unlösbares Dilemma geraten. Erfolg in Physik kann bedeuten, die eigene Geschlechtsidentität als Frau zu verlieren. Misserfolg

> kann geradezu zur Bestätigung der eigenen Geschlechtidentität werden. (Herzog 1999)

Bestätigt werden die in diesem Zitat zuletzt geäußerten Vermutungen durch die Ergebnisse einer Studie, die ich an vier österreichischen Höheren Technischen Lehranstalten durchgeführt habe (Stadler 1997a, s. a. Kapitel 2.4. und 4). Auch dort habe ich ein hohes Aggressionspotential gegenüber den Mädchen der Schule festgestellt, verbunden mit einer Abwertung der Mädchen als möglichen Partnerinnen.

„Undoing gender" impliziert das Aufzeigen von „Doing Gender". Auf Schulklassen bezogen heißt dies, den Schülerinnen und Schülern die Sexuierung des Fachs und die damit einhergehenden Rollenmuster deutlich zu machen, vor allem aber zu zeigen, wie sich die daraus ergebenden Zuschreibungen und Muster in der Klasse wiederfinden. Dafür wurden im Rahmen des Projekts IMST² von mir geeignete Methoden entworfen. Beim „Videofeedback" wurden Schulklassen mit Videoszenen aus ihrem Unterricht konfrontiert und überlegten etwa, warum sich beim Frontalunterricht oder in Gruppenarbeiten bestimmte Partizipationsmuster ergeben. Die Diskussion mit Schülerinnen und Schülern kann auch durch Materialien wie etwa Transkripten oder Fragebogenauswertungen initiiert werden (Oelz 2002a, 2002b).

1.7.11. Zur Erhöhung des Frauenanteils in Physik und Technik

Zu vermuten ist, dass sich das Außen- und Innenbild von Physik und Technik durch einen höheren Frauenanteil ändert. Was das Innenbild betrifft, ist zu erwarten, dass insbesondere dort, wo der Frauenanteil bisher sehr gering war, zusätzliche Perspektiven eingebracht werden, möglicherweise auch Hierarchien gelockert werden. In der Außendarstellung ist zu erwarten, dass eine Erhöhung des Frauenanteils wohl der wichtigste Schritt ist, um die in unserem kulturellem Umfeld gegenwärtig männliche Konnotation und das damit verbundene dualistische Denken in Bezug auf die Physik aufgebrochen wird.

Frauen erleben ihre Minderheitenposition vielfach doppelt: Zum einen geht es um die Minderheitensituation an den jeweiligen Arbeits- oder Ausbildungsstätten. Weil es so wenig Frauen in Physik und Technik gibt, werden sie dort verstärkt wahrgenommen (was sich für die betreffende Frau positiv oder negativ auswirken mag, zumeist aber, wie uns etwa die im Rahmen des Projekts IMST² befragten Physiker/innen erzählen, als Belastung erlebt wird, Stadler, Brunner, Durstberger, Rihaji 2004). Das in anderen Lebensbereichen als bereichernd empfundene Aufeinanderprallen unterschiedlicher Kulturen führt vielfach dazu, dass es die Frauen sind, die sich als Minderheit den Gegebenheiten anpassen (ebd., vgl. auch Stadler 1997a). Eine Auflösung dieser Situation durch eine Erhöhung des Frauenanteils würde dazu beitragen, dass sich auch für jene, die diese Situation zu vermeiden suchen, ein Platz in der scientific community eröffnet bzw. das Berufsfeld als solches (bei gegebenen Rahmenbedingungen, wie etwa Kindergärten) mit ihrer Rolle als Frau durchaus vereinbar erscheinen lassen.

Eine Erhöhung des Frauenanteils würde bedeuten, dass der Eindruck der Öffentlichkeit, dass dieses Feld von Männern besetzt ist, gemildert wird und junge Frauen Vorbilder („role models") vorfinden, die zeigen, dass Physik und Technik durchaus Bereiche sind, in denen Frauen arbeiten und in dieser Arbeit Befriedigung finden. Ein in praktisch allen Programmen gewählter Weg ist es daher, Frauen, die Physik oder Technik als Berufsfeld gewählt haben, öffentlich vorzustellen und ihre Arbeit und ihre Leistungen in diesen Gebieten sichtbar zu machen. Beispielgebend dafür ist das Projekt FIT (Frauen in die Technik), das es insbesondere Schülerinnen ermöglicht, Frauen kennen zu lernen, die als Physikerin oder Technikerin arbeiten. Eine mögliche Kritik ist, dass „Karrieretage", wo Schülerinnen Kontakt mit Physikerinnen oder Naturwissenschaftlerinnen bekommen, möglicherweise zu spät angesetzt sind (Baker und Leary 1995).

Auf der von mir betreuten Website LISE[55] werden österreichische Physikerinnen und Technikerinnen, die gegenwärtig in der Industrie oder der Wissenschaft arbeiten, in Kurzporträts vorgestellt. Auch dieser Menüpunkt der Website verfolgt langfristig das Ziel, ein Bild von Physik und Technik zu entwickeln, in dem Männer und Frauen gleichermaßen selbstverständlich in diesen Berufsfeldern arbeiten. Aus diesem Grund wird die Seite gegenwärtig um Porträts männlicher Physiker erweitert.

Wünschenswert wäre, dass auch von Seiten der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft den Medien ein dementsprechendes Angebot gemacht wird (z.B. eine Liste von Forscherinnen mit der Nennung des entsprechenden Arbeitsbereichs.)

1.7.12. Der Aspekt Wissenschaftskultur im Kontext Unterricht

In den 70er Jahren entwickelte sich im Zusammenhang mit der von Feyerabend und Kuhn eingeleiteten Kritik am Wissenschaftsbegriff der Physik auch von Seiten der Feministinnen eine wissenschaftstheoretisch und wissenschaftssoziologisch orientierte Kritik an den „hard sciences“ (MacKenzie & Wajcman 1996, Keller 1985, zusammenfassender Überblick s. u. a. in Bianchini 2002). Auch unter diesem Ansatz betrachtet ist es von Bedeutung, dass sich die Wissenschaften und ihre Lehre öffnen und vielen Perspektiven und Stimmen Raum geben (Keller 1985, Harding 1998, Brickhouse 1998). Die genannten Wissenschaftler/innen sehen es als ihre Aufgabe an, Alternativen zu dem vorherrschenden dualistischen System (objektiv-subjektiv, Körper-Geist, maskulin-feminin) zu entwerfen, um solcher Art eine Wissenschaft zu entwickeln, die von und für jedermann ist.

Die von der Wissenschaftskritik an die Wissenschaft geäußerten Fragen sind allerdings auch durchaus von Interesse, wenn wir Physikunterricht betrachten. Zum einen, weil sich das Bild der „hard sciences“ auch bei den Jugendlichen wieder findet. Dies belegen u. a. Untersuchungen mit semantischen Differentialen, wo Jugendliche Begriffen wie Physik oder Physiker in Begriffspaaren wie hart und weich einordnen müssen (Labudde 1999, Muckenfuß 1995). Zum anderen entwirft meiner Beobachtung nach der Unterricht weitgehend ein Bild der Physik, das den Entwicklungen in der Wissenschaft nachhinkt – was durchaus nachvollziehbar ist, wenn man überlegt, dass Lehramtsstudierende in ihrer Ausbildung kaum mit der aktuellen Forschung in Berührung kommen und auch später nur über die allgemein zugänglichen Medien darüber erfahren. Die von der Wissenschaftskritik in den fünfziger Jahren geäußerten Fragen können daher durchaus zur kritischen Reflexion des heutigen Unterrichts dienen. Eine übersichtliche Darstellung dieser Kritik finden wir bei Lemke (Lemke 2001) und sie sei im Folgenden kurz wiedergegeben.

Forschung wird nach Lemke am besten durch die Art von Fragen charakterisiert, die sie stellt. Eine Reihe von Fragen sind sowohl für Wissenschaftler als auch für Lehrende (bzw. jene, die sich mit der Lehre wissenschaftlich auseinandersetzen) von Interesse (ebd.):

> What practices, beliefs, and values constitute the culture of science / science education?
>
> How does the subculture of science / science education fit into the overall cultural ecology of a larger community? With what other subcultural systems is it allied or in conflict?
>
> How is the specialized language of science / science education and its forms of writing and discourse similar to those of other subcommunities and different from them? Why? With what larger-scale social consequences?

[55] http://lise.univie.ac.at

> How do the metaphors and practices of the scientific community influence the kinds of research questions that are asked in particular historical periods, or help determine which kinds of people feel attracted to or excluded from its culture?
>
> How does science / science education as an institution and a culture define the kinds of personal identities it welcomes and supports, and in what respects is science / science education more and less compatible with masculine versus feminine identities, middle class versus working-class identities, and the global spectrum of national and ethnic cultural identities?
>
> How has science / science education as a culture, including its beliefs about legitimate methods and questions, and its beliefs about its objects of study, been shaped historically by the overrepresentation and underrepresentations in its ranks of different social categories of people: men and women, Europeans and non-Europeans, wealthier and poorer classes, young and old?

Lemke schreibt weiter:

> "Each of these questions can be posed both about science and about science edcuation, and about the latter both as a teaching practice and as a research field. What sorts of implication would various answers to these questions have for the teaching of science and for research on science education?"

Weiterführend und bezogen auf unser Thema fragt Lemke[56]:

> Was bringt es, wenn wir die Naturwissenschaften so unterrichten, dass kein Zusammenhang mit der Welt unserer Schüler/innen hergestellt wird? Welche Art von Persönlichkeiten sprechen wir mit dieser Art von Zugang an? Wenn „science for all" ein gesellschaftliches Anliegen ist, was bedeutet es so gesehen für unser Bildungssystem, wenn wir ein bestimmtes (maskulines) Bild der Wissenschaft entwerfen, mit dem sich viele nicht identifizieren wollen? Wenn unser Zugang ein technischer, abstrakter, formalistischer ist und die Bedürfnisse unserer Schüler ganz anders geartet sind? Wenn unsere Schülerinnen und Schüler ästhetische, sinnliche Erfahrungen suchen? Humanistische Ideale haben? Pragmatisch denken? Und allgemeiner formuliert: Was macht man mit Schülerinnen und Schülern, die nicht an Voraussagbarkeit, an Zahlen, Abstraktheit interessiert sind, die Maschinen benutzen aber sich nicht dafür interessieren, wie sie funktionieren? Die ein anderes Bild ihrer Persönlichkeit für sich entworfen haben? Welche affektiven Komponenten spielen mit, wenn sich Jugendliche im Zuge ihres Erwachsen-Werdens von der Physik distanzieren? Was ist unsere Antwort, wenn unsere Sicht von Wissenschaft mit der Sicht, die Jugendliche auf ihr eigenes Ich entwickeln, in Konflikt gerät? Antworten wir mit Zwang? Oder verzichten wir und arbeiten nur mit einigen wenigen?

Lemke plädiert für eine Öffnung der Physik. Als Erzieher dürften wir uns nicht in den Dienst jener stellen, die ausschließlich daran interessiert sind, zukünftige Techniker oder Wissenschaftler auszubilden:

> „Our rationalization for imposing a single scientific attitude and identity on all students and ignoring the many possible other ways of viewing and using science is neither honest nor believeable from a sociocultural perspective. It is too easy to see how obviously low economic interests dictate our inbound trajectory for student identity. We are too often being paid to make more scientists, engineers, and technicians, not better poets or wiser human beings." (Lemke 2001).

[56] Übersetzung Stadler

Diese Sätze mögen für nord-amerikanischen Verhältnisse charakteristisch sein, doch müssen auch wir uns fragen, inwiefern sie auch für uns als Lehrerinnen und Lehrer Gültigkeit haben und welche Haltung wir zu diesen Fragen einnehmen.

Die Wissenschaft Physik ist so vielfältig ist und bietet so viele Möglichkeiten des Denkens und Tuns, dass Lernende mit den unterschiedlichsten Fragen und Bedürfnissen sich in ihr wiederfinden können. Unsere Aufgabe als Fachdidaktiker/innen ist es, Programme zu entwickeln, diese Breite zu nutzen, unterschiedlichste Bilder der Physik zu entwerfen, verschiedenste Möglichkeiten aufzuzeigen, die erkennen lassen, welches Erklärungspotenzial die von der Wissenschaft entwickelten Konzepte haben, kurz Angebote zu liefern, die das Bild, das Jugendliche von sich und ihrem Leben entwerfen, bereichern. So dass Frauen und Männer, Mädchen und Buben die Chance sehen, sich einzuklinken.

1.7.13. Lernprozesse unter dem Aspekt „Konstruktion von Identität“

In jüngster Zeit haben sich feministische Forscherinnen mit der Literatur zu „situated cognition“ auseinandergesetzt, um Lehr- Lernprozesse besser zu verstehen. „Situated cognition“ wird dabei als ein guter Zugang gesehen, um Lernen als solches und Lernen im Zusammenhang mit individueller Identitätsentwicklung zu verstehen. Dabei lässt sich nach Brickhouse (2001) zeigen, wie soziale Kategorien wie „Gender“ für Lehr- Lernanalysen zu zentralen Kategorien werden.

Folgt man der Theorie der “situated cognition”, dann ist Lernen nicht bloß ein Akt, der stattfindet, wenn jemand neues Wissen erwerben will, oder wenn es einen guten Vortrag gibt, oder wenn man in der Schule ist (Wenger 1998). Lernen findet ununterbrochen statt, bei jeder Aktivität, die ein Mensch setzt. Dem Lernen kann man nicht entkommen. Lernen ist die Voraussetzung dafür, dass jemand zu einer bestimmten Person heranwächst. Lave sagt in diesem Zusammenhang (1992):

> Lerning is, in this pure view, more basically, a process of coming to be, of forging identities in activity in the world. In short, learners are never only that, but are becoming certain sorts of subjects, with certain ways of participating in the world. … Subjects occupy different locations, and have different interests, reasons and understandings of who they are and what they are up to (Lave 1992, p. 3)

Das Konzept der Identität fokussiert auf das Individuum, aber sieht dieses Individuum auch als ein solches, das sich selbst in einer bestimmten sozialen Umgebung immer wieder neu konstruiert. Wenger beschreibt Identität in diesem Sinn folgendermaßen:

> An identity, then is a layering of events of participation and reification by which our experience and its social interpretation inform each other. As we encounter our effects on the world and develop our relations with others, these layers build upon each other to produce our identity as a very complex interweaving of participative experience and reificative projections. Bringing the two together through the negotiation of meaning, we construct who we are (1998, p.151).

Der Prozess der Identitätsbildung ist ein individueller, aber einer der in einem bestimmten gesellschaftlichen, sozialem Umfeld situiert ist. Die Handlungen der Schüler/innen oder der Studierenden sind Ausdruck ihrer geschlechtsmäßigen (im Sinne von gender gedachten) Identität, da es diese Identität ist, die ihre Aktivitäten organisiert (Lloyd & Duveen, 1992). Das bedeutet, dass ein Mädchen, das in Physik ruhig ist, sich nicht zu Wort meldet, so handeln mag, weil sie z.B. bestrebt ist, eine gute Studentin zu sein und nicht, weil sie der Gegenstand an sich nicht interessiert. Möglich ist etwa, dass ein Schüler für sich entscheidet, jemand zu sein, der sich nicht zu jenen Schülern zählen möchte, die sich für Physik interessieren, etwa weil er findet, dass dieser Gegenstand für sein Leben ohne Bedeutung ist.

Infolgedessen entscheidet er, sich nicht für diesen Gegenstand zu engagieren und nichts zu lernen. Die Entscheidung, sich nicht zu engagieren, Widerstand zu leisten, nichts wissen zu wollen, dies zu verstehen, ist wichtig, wenn wir Lernen im Zusammenhang mit Identitätsbildung sehen. Wenger schreibt in diesem Zusammenhang:

> But in a complex world we must find a livable identity, ignorance is never simply ignorance, and knowing is not just a matter of information. In practice, understanding is always straddling the known and the unknwon in a subtle dance of the self. It is a delicate balance. Whoever we are, understanding in practice is the art of choosing what to know and what to ignore in order to proceed with our lives (1998, p.41).

Identität ist nicht stabil. Ein Individuum gehört üblicherweise vielen „communities" an. Es wechselt die „community", die „communities" verändern sich. In diesem Sinne hat ein Individuum auch unterschiedliche soziale Identitäten. Wir müssen verstehen lernen, wie sich ein Individuum konstruiert bzw. wie es konstruiert wird, und wie dieser Gesamtkomplex Individuum daraus seine Identität in Bezug auf die Naturwissenschaften formt bzw. wie diese geformt wird. In diesem Sinne ist es wichtig zu sehen, dass

> .. different gender identities are available within sex groups. Masculinity and femininity have a variety of definitions, and these different social gender identities provide children with a means for orienting themselves in the social world of the classroom in the present, and with a pathway towards the development of their gender identities in the later years (Lloyd & Duveen, 1992, p. 179).

Wenn wir über naturwissenschaftlichen Unterricht nachdenken, genügt es nach Wenger nicht, an Curricula, Didaktiken und Methoden zu denken. Wir sollten auch darüber nachdenken, „how learning can change students identities by changing their ability to participate in the world." (Wenger 1998.) Es genüge nicht, wie es vielfach geschieht, sich damit zufrieden zu geben, eine kleine Gruppe von Personen z.B. für Physik zu begeistern. Oder in exemplarischen, außercurricularen Lernumgebungen, wo „doing science" im Vordergrund steht, den Schülerinnen und Schülern Möglichkeiten zu eröffnen, Kompetenzen im Bereich naturwissenschaftlichen Tuns zu erwerben. Wenger beschreibt, was wir beachten müssen, wenn wir Räume schaffen, die geeignet sind, Schülerinnen und Schüler zu „transformieren". Dies entspricht seiner Auffassung von Erziehung:

> Whereas training aims to create an inbound trajectory targeted at competence in a specific practice, education must strive to open new dimensions for the negotiation of self. It places students on an out bound trajectory toward a broad field of possible identities. Education is not merely formative, it is transformative (1998, p. 263).

Unterricht, der diesen Anforderungen entspricht, müsste nach Wenger

> komplexe soziale Beziehungen aufbauen bzw. nützen,
>
> Gelegenheit zu langfristigem Engagement geben,
>
> Schüler/innen dazu auffordern, bereits vorhandene Kompetenzen zu entdecken, neue zu entwickeln und damit neue Territorien für sich zu entdecken.

Dies würde für die Jugendlichen bedeuten, Möglichkeiten zu sehen und wahrzunehmen, sich selbst und die Umgebung, in der sie leben, neu zu erfinden. Die Aktivitäten der jeweiligen community sollen solcherart für den einzelnen Möglichkeiten eröffnen, sich mit anderen „communities of practice" austauschen, wobei die Lehrkraft eine Art Mediator zwischen den „communities" inner- und außerhalb der Schule ist.

Die Schule würde ihre Schüler besser für das Leben außerhalb der Schule vorbereiten, wenn Gemeinschaften innerhalb der Schule enger mit jenen, die außerhalb stehen, zusammenarbeiten oder sich mit diesen in Beziehung setzen würden, wenn naturwissenschaftliches Schulwissen „played a more significant role in the construction of identities in practice“ (ebd.). Naturwissenschaftlicher Unterricht könnte jener Platz sein, wo Lernende ihre Identität als Gesundheitsexperte, als Feminist, als Umweltschützer finden können. Nach Brickhouse (1998) ist es Aufgabe der Lehrkraft, die Verbindung zu den jeweils relevanten „communities“ außerhalb der Schule herzustellen.

> A feminist perspective on learning should account for the way in which gender shapes learning. The idea of learning as a transformation of identity-in-practice provides a way of thinking about learning that is gendered, but does not regard gender as a stable, uniform single attribute. We are not born with gender. We do gender. This view of learning also avoids the problem encountered when we attempt to understand learning as something that is separate from other activities we engage in. Feminist perspecvtive on learning need to account for the complexity of human action in schools in order to better address and transform the diversity of identities society needs to thrive. (Brickhouse 1998)

1.7.14. Forschung als Intervention

Die bisher genannten Interventionsvorschläge sind so geartet, dass von Seiten der Fachdidaktik bzw. Erziehungswissenschaften Empfehlungen an die Lehrenden gegeben werden. Diese werden dann (z.T. im Rahmen von Projekten) durchgeführt und ihr Erfolg evaluiert. Eine Alternative bilden Aktionsforschungsvorhaben, wo Lehrkräfte ihre Praxis selbst erforschen. Unter Aktionsforschung verstehen wir im Folgenden in Anlehnung an John Elliott die „... die systematische Untersuchung beruflicher Situationen, die von Lehrerinnen und Lehrern selbst durchgeführt wird, in der Absicht, diese zu verbessern.“ (Elliott 1981,1 zitiert nach Altrichter, Posch 1988, S13)

Sinnvoll scheint eine von uns im Rahmen des Programmschwerpunkts „Lehr- und Lernprozesse“ des Projekts IMST² entwickelte Methode, wo der Versuch unternommen wurde, Aktionsforschungsvorhaben nicht nur zu begleiten sondern auch durch professionelle Forschung zu ergänzen (Stadler 2004a, 2004b, 2003b, 2002c, 2002f). Dabei wird das von den universitären Forscher/innen entwickeltes Material (d.s. Forschungsinstrumente und Ergebnisse) den Beteiligten für Forschungs- und Interventionsvorhaben zur Verfügung gestellt. Gilt für Aktionsforschungsvorhaben, dass jedes Forschungsvorhaben zugleich auch Interventionscharakter hat, so wurde dieser Ansatz in diesem Programm um einen Schritt weitergeführt. Die Gefahr, dass Ergebnisse von Forschungsvorhaben für die Beteiligten weitgehend irrelevant bleiben, wurde so weitgehend vermieden. Ein ähnlicher Weg wurde auch im Programmbereich „Gender Mainstreaming und Gender-Sensitivity“ desselben Projekts beschritten: Einerseits wurden darin Lehrkräfte zu Aktionsforschungsvorhaben im Bereich geschlechtssensibler Unterricht ermutigt, andererseits wurde das Vorhaben durch Begleitforschung des Projektteams unterstützt. Der gleichfalls bereits im Programmbereich Lehr- Lernprozesse entwickelte Ansatz, auch Schülerinnen und Schüler in das Geschehen zu involvieren (ebd.) war für die Arbeit in „Gender Sensitivity“ von Bedeutung. Insbesondere scheint das in dem Schwerpunktprogramm Lehr-Lernprozesse des gleichnamigen Projekts entwickelte Verfahren der kooperative Analyse von Szenen des eigenen Unterrichts eine erfolgversprechende Möglichkeit Unterricht langfristig zu verbessern (ebd.) Die Möglichkeit des „kogenerativen Dialogs“ (Roth & Tobin 2002, S 271 ff.) wurde erst in allerletzter Zeit entwickelt und Erfahrungen dazu, insbesondere in Hinblick auf Gender-Aspekte des Unterrichts werden erst gesammelt (Stadler 2004a, 2003b, 2002f). Der Vorschlag, dass Lehrkräfte ihren eigenen Unterricht durch Videographieren dokumentieren und zusammen mit

Kolleg/innen geschlechtsspezifische Muster in den Interaktionen ermitteln (etwa durch Zählen) wurde bereits von Baker (1998) gemacht. Dabei blieb es allerdings bei der Interaktionsanalyse. Im dem von Helga Jungwirth und mir geleiteten Projekt IMST²-GE wurde darüber hinaus der Versuch unternommen, weitere Fragestellungen mit einzubeziehen, etwa: „Welchen Einfluß haben bestimmte Interaktionsmuster auf den Status bestimmter Gruppen in der Klassengemeinschaft?“ (vgl. auch Stadler, Benke, Duit 2001a) oder „Wie wirken sich Mikro- und Makrostrukturen des Unterrichts auf das Bild aus, das Schülerinnen und Schüler vom Fach selbst gewinnen?“

Beispielgebend erscheint mir auch ein von Kleinmann (1998) beschriebenes Projekt. Ziel des 1993-94 durchgeführten Projekts war es, ein Curriculum[57] zum Thema E-Lehre zu erstellen. Dabei wurde der Versuch unternommen,

> den Kontext so vielgestaltig zu wählen, dass Interessen und Erfahrungen auf unterschiedlichste Typen von Lernenden Bezug nahm;
>
> die Leistungsfeststellung so zu gestalten, dass auch auf die Nützlichkeit des Gelernten für die Lernenden klar zu Tage tritt und
>
> einen pädagogischen Ansatz zu wählen, in dem die Konstruktion von Geschlecht im Klassenzimmer gemeinsam mit der Klasse diskutiert wird.

Der Unterricht sollte so ablaufen, dass

> die Schüler/innen die Erfahrung machen konnten, dass sie zu guten Leistungen fähig waren;
>
> die Schüler/innen die Erfahrung machen konnten, dass das Gelernte interessant und relevant auch für das Leben außerhalb der Schule ist;
>
> die Schüler/innen Gelegenheit hatten, selbständig zu arbeiten;
>
> die Schüler/innen Gelegenheit hatten, ihre besonderen Begabungen und Interessen einzusetzen;
>
> die Schüler/innen ihre Lernziele weitgehend selbst bestimmten;

Das Projekt wurde in drei verschiedenen Formen evaluiert:

Im ersten Fall wurde mit Vor- und Nachinterviews evaluiert, wobei insbesondere auf Unterschiede zwischen Mädchen und Buben geachtet wurde. Dabei wurde weder auf die Diversität innerhalb der einzelnen Gruppen geachtet, noch berücksichtigt, wie Gender in der aktuellen Situation von den Beteiligten konstruiert wurde oder wie die Beteiligten überhaupt ihre (geschlechtliche Identität) konstruieren, d.h. welche Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen sozialen Gefügen innerhalb und außerhalb der Schule bestehen, in denen die Jugendlichen ihre Identität formen.

In einem zweiten Bericht wurde mehr Aufmerksamkeit den Aussagen der Studierenden geschenkt. Insbesondere wurde den Studierenden die Möglichkeit gegeben, über die für sie relevanten Aspekte im Klassenzimmer zu diskutieren: „They identified the difficulties to find a language to talk about gender issues in the classroom.“ (McLaren & Gaskell, 1995). Die Jugendlichen haben dabei zumindest im Ansatz gelernt, eigene Erfahrungen zu distanzieren und zu lernen, dass die Bedeutungen, die sie Begriffen und Erfahrungen zuweisen, von ihnen

[57] In diesem Zusammenhang zu erwähnen ist, dass in den USA der Begriff Curriculum nicht nur eine Ansammlung von Inhalten mit einigen methodischen Hinweisen ist, wie das etwa in Österreich der Fall ist. Ein Curriculum ist im angloamerikanischen Raum ein Lehrgang, wo Inhalte und Methoden (ähnlich einem Lehr- und Arbeitsbuch) bereits relativ detailliert vorgegeben sind.

selbst und ihrem Umfeld konstruiert wurden und dass diese auch durchaus andere sein könnten.

Auch in der dritten Geschichte wurden der Versuch unternommen, die soziale Konstruktion von Geschlecht sichtbar zu machen und im Klassenzimmer darüber eine Diskussion zu initiieren. Dabei wurde einerseits die Mädchen und Bubengruppe sichtbar, andererseits aber auch die Unterschiede innerhalb dieser Gruppen. Die Idee dabei war, dass sowohl Lehrkräfte als auch Schüler/innen und Forscher/innen dazu angeregt werden sollten, über ihre eigene Identität und über die Weise, in der sie ge-gendered war, mehr zu erfahren. Es wurden geschlechtsspezifische Unterschiede bei Gruppenarbeiten beobachtet und diese Beobachtungen den Schüler/innen (zehnte Schulstufe) in einer weiteren Unterrichtseinheit mitgeteilt. Dabei wurde klar, dass sich die „peer groups" im wesentlichen entlang des Geschlechts formten, d.h. auch die Schüler und Schülerinnen sprachen von „den Buben" und „den Mädchen". Die Beobachtung der Gruppen ergab, dass sich Mädchen und Buben unterschiedlich verhielten. Mädchen schauten darauf, dass die verlangten Aufgaben erledigt wurden. Es waren ausschließlich Mädchen (wenn auch nicht alle so agierten), die diese soziale Expertise hatten, nie Buben. Die Buben waren diejenigen, die um Auskunft gefragt wurden, wobei das Selbstbewusstsein, das sie bei den Antworten gaben, nicht immer der Qualität der Antwort entsprach. Diese Beobachtungen wurden den Schüler/innen mitgeteilt. Waren sie derselben Ansicht? Die Mädchen schätzten die Möglichkeit über diese Fragen sprechen zu können. Bei den Buben war das nicht der Fall. Einige meinten, das sei ja recht interessant, aber hätte keine Bedeutung. Derartige Klassendiskussionen können dazu beitragen, Stereotypen zu bestärken, aber auch sie in Frage zu stellen. Buben sahen darin wenig Relevanz für ihr Leben, mag aber auch sein, dass sie ungern die Vorteile, die ihnen ihre traditionelle Rolle brachte, eingestanden.

Das eingangs erwähnte von mir geleitete Projekt IMST² GE (Nawi) geht ähnliche Wege. Stärker als in den eben beschriebenen Projekten wird dabei der Versuch unternommen, die einzelnen Personen selbst zu Wort kommen zu lassen. Den Jugendlichen soll dabei deutlich werden, dass Gleichheit nicht bereits dadurch gegeben ist, dass alle gleich behandelt werden und dass unterschiedliche Individuen und unterschiedliche Soziäteten unterschiedliche Bedürfnisse haben.

Das von einer Gruppe amerikanischer Forscher/innen formulierte Ziel bleibt dasselbe:

> "We designed these varied assignments to help students feel comfortable with science, to understand and critique the many ways, science has been powerfully shaped and has marginalized significant groups of individuals and to begin to deconstruct scientific knowledge and to construct alternative views of science and science education that are gender and culture sensitive." (Richmond, Howes, Kurth, Hazelwood 1998)

2. VORBEMERKUNGEN ZU DEN EINZELNEN AUFSÄTZEN

Während meiner Tätigkeit als Fachdidaktikerin und Lehrerin für Physik habe ich innerhalb der letzten sechs Jahre mehr als fünfzig Arbeiten zum Themenkreis Physik – Technik – Unterricht – Geschlecht publiziert. Einige der Arbeiten sind eher essayistisch verfasst, bei anderen handelt es sich um die Darstellung der Ergebnisse umfangreicher Forschungsarbeiten, bei anderen wieder um Unterrichtsvorschläge oder um die Beschreibung von Interventionen. Für die vorliegende Arbeit habe ich meine wichtigsten Arbeiten zu den in der Einleitung entsprechenden Themenkreisen ausgewählt und sie den nachfolgenden Gesichtspunkten entsprechend geordnet.

- Die beiden einleitenden Aufsätze charakterisieren meine grundsätzliche Position zur Thematik.
- Von den empirischen Aufsätzen habe ich jene ausgewählt, die in referierten Zeitschriften, Büchern oder referierten Tagungsbänden publiziert wurden. Eine Ausnahme bildet der Aufsatz zu den TIMSS Ergebnissen. Es handelt sich dabei um einen für das Österreichische Bildungsministerium geschriebenen Projektbericht; eine Kurzfassung davon erschien in einem referierten Tagungsband. Bei allen anderen Aufsätzen handelt es sich um vergleichsweise kurz gefasste Ergebnisse umfangreicherer Studien. Die letztgereihte Studie beschäftigt sich nicht explizit mit der Gender-Thematik, sondern mit Schülervorstellungen. Ich habe sie deshalb in die Arbeit mitaufgenommen, weil sie einerseits auf große Resonanz stieß, andererseits zu einem Unterrichtskonzept führte, das auch in diesem Band enthalten ist. Zu den empirischen Studien zählt auch die Arbeit über HTL Schülerinnen. Es handelt sich dabei um einen (bereits gekürzten) Projektbericht für eine Studie, ich im Auftrag des Bundesministeriums für Unterricht und Kunst (heute bmbwk) durchgeführt wurde. Diese Studie war die erste ihrer Art in Österreich und hat zu einer Reihe von Folgeprojekten geführt. Die Studie über HTL-Schülerinnen ist wegen ihres Umfangs hier nur in Auszügen wiedergegeben und steht aus diesem Grund auch am Ende der Arbeit.
- Anders ist dies bei dem zweiten Schwerpunkt, bei jenen Arbeiten, die sich mit der Entwicklung von neuen Unterrichtskonzepten beschäftigen. Hier konnte ich auf meine eigenen Erfahrungen als Lehrerin zurückgreifen. Die Arbeiten wurden in der im deutschsprachigen Raum auflagenstärksten Zeitschrift „Naturwissenschaft im Unterricht – Physik“ publiziert.
- Ein letzter Teil umfasst einige wenige Aufsätze zum Thema Intervention. Es geht dabei um die konzeptuelle Beschreibung jener Arbeit, die ich als Verantwortliche für das Subprojekt Gender Mainstreaming und Gender Senibility im Projekt IMST² durchgeführt habe (Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching, 2000-2004, Gesamtleitung Prof. Dr. Konrad Krainer, Universität Klagenfurt, Leitung des Subprojekts Gender Mainstreaming und Gender Sensitivity Helga Jungwirth und Helga Stadler). Ziel des Subprojekts war es, Lehrkräfte bei der Entwicklung von situationsgerechten Lehr- und Lernformen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht zu unterstützen. Da das Projekt erst September 2004, also kurz vor der Abgabe dieser Arbeit abgeschlossen wurde, habe ich für die vorliegende Sammlung nur zwei Aufsätze aufgenommen. Diese konzentrieren sich vor allem auf die Beschreibung der Interventionslogik. Nicht inbegriffen sind jene Arbeiten, die sich mit der Aus- und Weiterbildung von Physiklehrkräften unter dem Aspekt Geschlecht beschäftigen.

Noch einige allgemeinere Bemerkungen sind dem Gesagten hinzuzufügen. Fachdidaktische Forschung ist im Verständnis der internationalen Wissenschaftlergemeinde ein

interdisziplinärer Bereich und erfordert auch Kenntnisse auf dem Gebiet anderer Wissenschaften, die sich mit Unterricht befassen, etwa der Soziologie, der angewandten Linguistik, insbesondere aber auch der empirischen Pädagogik. In Österreich steht fachdidaktische empirische Forschung auf Gebiet auf dem Gebiet der Physik noch in den Anfängen und es fehlen die für wissenschaftliche Arbeit üblichen Strukturen.[58] Diese beiden Voraussetzungen, also Interdisziplinarität einerseits, fehlende Strukturen andererseits haben dazu geführt, dass einige der vorliegenden fachdidaktischen Forschungsarbeiten nur in Zusammenarbeit mit Kolleginnen und Kollegen aus anderen Disziplinen bzw. anderen Universitäten entstehen konnten.

Ich hoffe, dass es mit der vorliegenden Arbeit gelingt, auch Nicht-Physiker/innen einen Einblick in die Komplexität des Aufgabenbereichs der Fachdidaktiken zu geben. Widerspiegelt sich doch in dieser auch die Komplexität dessen, worum es der Fachdidaktik letztlich geht: Um das Unterrichtsgeschehen und um die Suche nach Wegen, wie Männer und Frauen, Mädchen und Buben ein besseres Verständnis dafür bekommen, worum es in der Physik geht, sie dieses Wissen als Bereicherung für ihr Leben erfahren und die so erworbenen Kompetenzen vielfältig nutzen können. Des Weiteren hoffe ich, dass diese und die laufenden Arbeiten einen Beitrag dazu liefern, dass mehr Frauen den Beruf der Physikerin oder Technikerin für sich in Betracht ziehen und für sie befriedigende Ausbildungswege vorfinden.

2.1. Physikunterricht unter dem Gender-Aspekt

Der Aufsatz **„Kann man / frau Physik verstehen?“ (Stadler 2000)** entstand im Rahmen der interdisziplinären Lehrveranstaltung „Wissenschaft und Entscheidung“. Die Veranstalter (Gesamtleitung Roland Fischer) gingen dabei davon aus, dass die Kompetenz der „Kommunikation zwischen Fachexperten und Laien und das dafür notwendige Allgemeinwissen im herrschenden Bildungs- und Universitätssystem für gewöhnlich nicht oder nicht ausreichend vermittelt werden.“[59]

Eine der grundlegenden Aufgaben der Physikdidaktik ist jene der Vermittlung zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit, zwischen Physiker/innen und Laien. Physikunterricht ist eine spezielle Ausformung dieser grundlegenden Aufgabe, das Anliegen als solches bleibt dasselbe. In der Kommunikation mit der Öffentlichkeit werden – vielleicht stärker als im Unterricht – auch die eigentlichen Probleme der Vermittlung deutlich. Diese Probleme sind eng mit dem, was Physik ausmacht und der Art und Weise wie sie arbeitet verbunden. Im Aufsatz wird der Frage „Was bedeutet Verstehen in der Physik?“ nachgegangen und gezeigt, dass diese Frage nicht nur eine Frage der Kompetenz des Vermittelnden (etwa der Lehrkraft) ist, sondern eine grundsätzliche, der Wissenschaft immanente. Die Distanz der Frauen zur Physik ist so gesehen (auch) Ausdruck dieser grundsätzlichen Problematik.

Der zweite Aufsatz **Mädchen und Physik – Koedukation im naturwissenschaftlichen Unterricht (Stadler 2002)** ist die Verschriftlichung eines Vortrags, den ich am Deutschen Museum in München im Rahmen der vom Bundesministeriums für Bildung und Forschung der Bundesrepublik Deutschland veranstalteten Konferenz „Impulse nutzen“ gehalten habe. Bei der Konferenz ging es um die Frage, welche Voraussetzungen geschaffen werden müssen, damit sich mehr Frauen für das Studium mathematisch-naturwissenschaftlicher Fächer entscheiden. Ich war eingeladen über das Thema Koedukation im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht zu sprechen. In den letzten Jahren wurde immer wieder die Frage gestellt, ob eine Trennung der Geschlechter in der Ausbildung, also die vollständige oder

[58] Dies zeigt sich u.a. darin, dass ich mir die für diese Arbeiten nötige Literatur aus Deutschland bzw. den USA besorgen musste.

[59] Grossmann, R., Ragl, C.: Editorial. In: Arnold, M., Fischer, R., Studium Integrale. Wien, New York: Springer 2000, S 5

partielle Aufhebung der Koedukation geeignet wäre, die Entwicklung geschlechtsspezifischer Rollenmuster und -zuteilungen (insbesondere in Physik und bei den Sprachen) bei Kindern und Jugendlichen zu verhindern bzw. in ihrer Relevanz zu mildern. Wichtig war es mir darauf hinzuweisen, dass durch die vielfach diskutierte Aufhebung der Koedukation diese Fragen nicht gelöst werden können. Ein wichtiger Grund ist, dass Mädchen und Frauen, was die Vermittlung angeht, Qualität einfordern. Physikunterricht für Mädchen und Buben zu öffnen bedeutet, die Qualität des Unterrichts zu verbessern.

2.2. Empirische Studien

Beim ersten Teil dieses Abschnitts, der Darstellung der **Ergebnisse TIMS- Studie aus geschlechtsspezifischer Perspektive (Stadler 1999)**, handelt es sich um eine Analyse der TIMSS Ergebnisse der österreichischen Maturanten und Maturantinnen. Die Analysen wurden im Rahmen des Projekts IMST (1999 - 2000, Gesamtleitung Prof. Dr. Konrad Krainer, IFF Universität Klagenfurt) erstellt. Ich hatte die Aufgabe, zu überprüfen, ob Benachteiligungen durch die Teststruktur gegeben waren und weiters herauszufinden, ob sich aus der Analyse der Daten Erklärungsansätze für den auch im internationalen Vergleich beachtlichen Gender-Gap ablesen ließen. Die Resultate der Analysen sind in zwei kurzen, hier nicht wiedergegebenen Aufsätzen dokumentiert (Stadler 1999a, 1999b).

Der Bericht gliedert sich in verschiedene Bereiche. Zunächst werden die nationalen Ergebnisse den internationalen Ergebnissen gegenübergestellt und erläutert, welche Fragestellungen sich für die Studie daraus ergeben. Die internationalen Vergleichsanalysen von TIMSS-3 hatten ergeben, dass Mädchen bei diesen Tests in allen OECD Ländern (mit einer Ausnahme) schlechter abgeschnitten haben. In den von mir durchgeführten Analysen wird auf folgende Fragestellungen Bezug genommen:

> Welche Leistungsunterschiede zwischen Mädchen und Burschen lassen sich aus der TIMS-Studie ablesen?
>
> Bei welchen Aufgaben sind die Unterschiede besonders stark ausgeprägt?
>
> Wie sind Unterschiede zwischen den Leistungen im internationalen Kontext zu sehen?
>
> Welche Erklärungsansätze bietet die Analyse der Ergebnisse?
>
> Welche geschlechtsspezifischen Stärken und Schwächen lassen sich aus den Ergebnissen ableiten.
>
> Welche Vorschläge für Interventionen im österreichischen Bildungssystem lassen sich aus den Ergebnissen der Analysen ableiten?

Aus dem vorliegenden Material ließen sich erste Antworten ablesen. Die zeitliche und finanzielle Begrenztheit der Studie erlaubte es allerdings nicht, die sich so ergebenden Thesen durch weitere Analysen zu überprüfen.

Zu den wichtigsten Ergebnissen der Studie zählt, dass eine zu frühe Wahlmöglichkeit – wie sie etwa derzeit auch an einigen österreichischen Gymnasien diskutiert wird – Mädchen benachteiligt. Wenn Mädchen die Chance haben, Physik abzuwählen, dann tun sie dies auch. Die Analyse der TIMS Studie zeigt, welche katastrophalen Folgen eine mögliche Abwahl des Fachs für das gesamte Bildungssystem hat. Mädchen, die keinen Physikunterricht in der Schule haben, verfügen über kein Wissen in diesem Bereich. Zu folgern ist, dass sie in diesem Fall auch nicht die Chance haben, zu erkennen, dass es möglicherweise doch Bereiche gibt,

die sie interessieren oder dass sie schlicht auf diesem Gebiet begabt sind[60]. Da Frauen heute verstärkt auch Entscheidungsträgerinnen sind, ist ihre Distanz und ihr Nicht-Wissen in diesem Bereich auch politisch relevant.

Des weiteren gibt es Belege dafür, dass Mädchen länger zurückliegende Lerneinheiten schneller vergessen als Buben. Eine Erklärung dafür mag sein, dass Mädchen nicht – wie dies bei Buben häufig der Fall ist – ein soziales Umfeld vorfinden, wo über Physik und Technik auch außerhalb der Schule gesprochen wird. Damit ist die Chance Schul- und außerschulisches Wissen zu verbinden bei Mädchen entsprechend geringer und auch wohl die Motivation, sich mit diesen Fragen auseinander zusetzen, bringen sie doch in der „peer group" keinen Prestigegewinn.

Die Studie belegt, dass für Mädchen die Schule bei der Generierung von Interesse und dem Aufbau von Wissen und Kompetenzen im Bereich Physik und Technik eine weit größere Bedeutung hat als dies für Buben der Fall ist.

Die letzten drei Kapitel beschreiben Reformansätze auf nationaler und internationaler Ebne. Für Österreich leitet sich aus den vorliegenden Ergebnissen ein Maßnahmenkatalog ab.

Bei den folgenden Arbeiten handelt es sich um Studien, die ich gemeinsam mit Gertraud Benke, einer Sprachwissenschaftlerin, die sich auf Interaktionen im Unterrichtsgeschehen spezialisiert hat, durchgeführt habe. Diese Zusammenarbeit hat sich als sehr fruchtbar für uns beide erwiesen, konnten wir doch Unterricht und das uns zur Verfügung stehende Datenmaterial aus unterschiedlichen Perspektiven betrachten. Alle aus dieser Zusammenarbeit entstandenen Aufsätze wurden in referierten Büchern oder Zeitschriften publiziert.

Der erste dieser Aufsatzreihe **„Students´ positions in physics education. A gendered perspective" (Benke, Stadler 2003)** entstand im Rahmen meiner langjährigen Zusammenarbeit mit Lehrkräften des Bundesgymnasiums Dornbirn. Die Lehrkräfte[61] haben ihren Unterricht in vielfacher Weise dokumentiert und wurden von mir in ihren Analysen unterstützt (s.a. Stadler 2002e, 2002f). Ziel meiner Arbeit mit den Lehrkräften war es u. a., Analysemethoden zu entwickeln, die Lehrkräfte bei der Reflexion ihres eigenen Unterrichts unterstützen sollten und / oder zu vorhandenen Analyseergebnisse eine weitere Perspektive hinzufügten. In diesem Sinne habe ich mit Gertraud Benke einen Fragebogen entwickelt, der einen besseren Einblick in die affektiven und kognitiven Elemente des Denkens der Schülerinnen und Schüler bieten sollte. Der Fragebogen wurde anderen Lehrkräften (s. u. a. Stütz 2002) zur weiteren Verwendung zur Verfügung gestellt. Im gegebenen Fall wurden Schülerinnen und Schüler der Schule mit den (anonymisierten) Ergebnissen des Fragebogens konfrontiert, um in der Folge ein Gespräch über Genderfragen in Gang zu bringen.

Der Fragebogen umfasste verschiedene Gebiete: Einstellungen und Interessen; epistemologische Momente; das Verständnis einfacher physikalischer Konzepte; die Frage der Wahrnehmung möglicher geschlechtsspezifischer Differenzen. Wir befragten die Schülerinnen und Schüler dreier Klassen (etwa 60 fünzehn- bis sechzehnjährige Schülerinnen und Schüler). Da der Fragebogen auch der Evaluation einer Unterrichtseinheit diente (s. Kapitel „Bewegung der Erde") wurde er mit geringfügigen Änderungen vor und nach der Unterrichtssequenz ausgeteilt. Die Ergebnisse unterzogen wir einer einfachen statistischen Analyse.

---

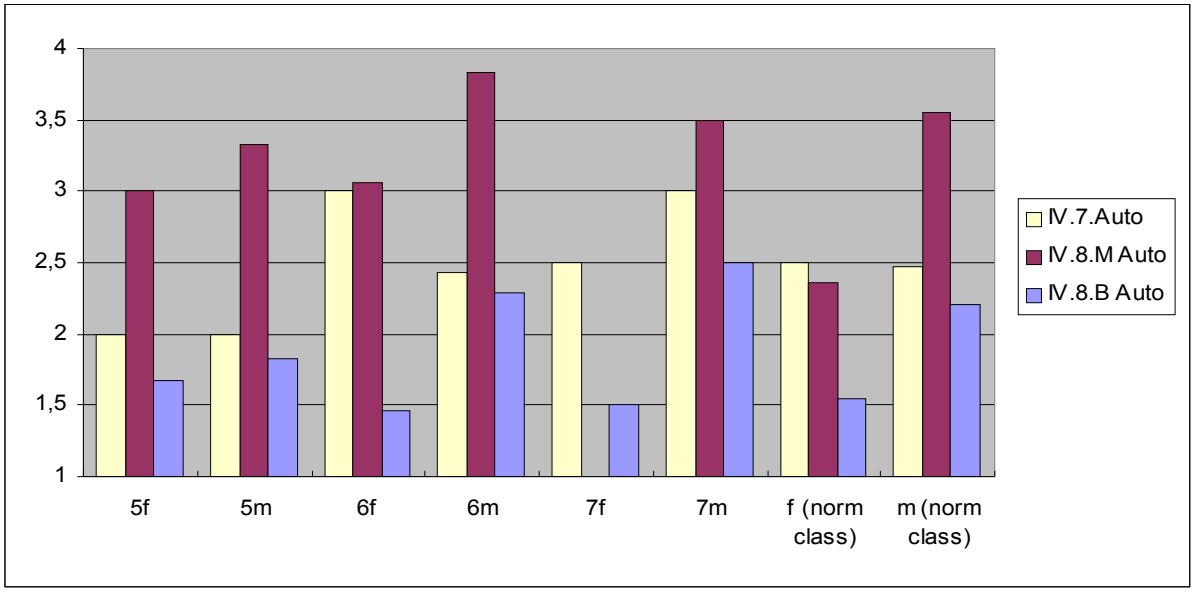
[60] An dieser Stelle sei auf die biografische Skizze der theoretischen Physikerin Dr. Beatrix Hiessberger hingewiesen. Sie betont, dass sie erst relativ spät in der Oberstufe etwas über Quantenmechanik erfahren hat. Dieses Gebiet hat sie so fasziniert, dass sie auf diesem Gebiet dissertiert hat und heute weiter in der Forschung arbeitet. (Website LISE: http://lise.univie.ac.at)

[61] Gerda Oelz, Gebhard Köb, Walter Rigger, s.a. http://imst.uni-klu.ac.at, Innovationen des Schwerpunkts 3

Ein sowohl für uns als auch für die beteiligten Lehrkräfte überraschendes Ergebnis waren die großen Interessensunterschiede zwischen den einzelnen Klassen. Die befragten Schüler/innen standen am Anfang ihres Oberstufenunterrichts in Physik und kamen dennoch mit sehr ausgeprägten Vorlieben und Vorurteilen über einzelne Fächer in den Unterricht. Dies bedeutet, dass die Lehrkraft am Beginn des Oberstufenunterrichts völlig verschiedene Gegebenheiten vorfindet und ihren Unterricht darauf abstimmen muss. Es zeigt sich auch, dass die üblicherweise kolportieren Ergebnisse der Interessensuntersuchungen nur gültig sind, wenn die Anzahl der betrachteten Personen genügend groß ist. Innerhalb der einzelnen Klassen ließen sich die von der Forschung identifizierten großen Interessensunterschiede an Physik zwischen Mädchen und Buben nicht finden, im Gegenteil: die Mädchen im naturwissenschaftlichen Realgymnasien interessierten sich sogar mehr für Physik als die Buben dieser Klasse.

Ein weiteres, auch für die Arbeiten mit Schülerinnen interessantes Ergebnis dieser Befragung waren die Rollenklischees, die wir bei Schülerinnen und Schülern in Bezug auf die Einschätzung ihrer Interessen vorfanden. So schätzten Schüler das Interesse der Buben an der Frage „Wie funktioniert ein Auto?“ wesentlich höher ein, als es tatsächlich war, und das Interesse der Mädchen niedriger, als es tatsächlich war. Das Umgekehrte war bei den Mädchen der Fall.

Grafik 1: Möchtest Du wissen, wie ein Auto funktioniert? Wie sehr glaubst Du, sind Buben daran interessiert? Wie sehr glaubst du, interessiert diese Frage Mädchen? Rankingskala 1-4: 1 bedeutet hohes Interesse, 5 bedeutet kein Interesse. 5f: Mädchen 10te Schulstufe, 5m: Buben 10te Schulstufe, 6f: Mädchen 11te Schulstufe usw.



Die folgenden vier Arbeiten haben als Datengrundlage Material, das Reinders Duit in Zusammenarbeit mit mir bei seiner Gastprofessur in Wien im Sommersemester 1997 erhoben hat. Am IPN Kiel hatte Reinders Duit mit zwei Mitarbeitern Unterrichtssequenzen zum Thema Einführung in die Chaostheorie entwickelt. Als theoretische Basis wurde dafür die Theorie der „Didaktische Rekonstruktion“ (Kattmann, Duit, Gropengießer, Komorek 1997) genutzt. Unter "Didaktischer Rekonstruktion" wird ein theoretischen Rahmen zur Planung, Durchführung und Auswertung fachdidaktischer Lehr-Lernforschung verstanden (vgl. Grafik 2).

Grafik 2:

Ulrich Kattmann, der gemeinsam mit Reinders Duit das Modell der didaktischen Rekonstruktion entwickelt und umgesetzt hat, beschreibt das Vorgehen folgendermaßen[62]:

> Die Untersuchungsaufgaben des Modells sind fachliche Klärung, Erfassung von Lernerperspektiven und didaktische Strukturierung, sie beziehen sich jeweils auf einen ausgewählten Themenbereich. Die drei Untersuchungsaufgaben stehen in Wechselwirkung zueinander und sind damit voneinander abhängig. Das Vorgehen ist iterativ, so dass die jeweiligen (vorläufigen) Ergebnisse für die weiteren Forschungsschritte genutzt werden können.
>
> Die Gegenstände des Schulunterrichts sind als solche nicht vom Wissenschaftsbereich vorgegeben, sie müssen vielmehr in pädagogischer Zielsetzung erst hergestellt, d. h. didaktisch rekonstruiert werden. Ausgehend von dieser Sichtweise zielen die Vorhaben der Didaktischen Rekonstruktion darauf, fachliche Vorstellungen und Schülerperspektiven so in Beziehung zu setzen, dass Unterrichtsgegenstände entwickelt werden, mit denen fruchtbar gelernt werden kann. Auf der einen Seite geht es um Lernen, auf der anderen Seite um Wissenschaft. Beide Seiten gehören in der Fachdidaktik zusammen. Bisher wurden in der internationalen fachdidaktischen Forschung hauptsächlich Schülervorstellungen untersucht. Dies ist eine wichtige Aufgabe fachdidaktischen Arbeitens. Die fachliche Klärung - also die kritische Untersuchung der fachlicher Vorstellungen unter fachdidaktischer Perspektive - ist die zweite. Die Vorstellungen von Schülern und Wissenschaftlern müssen in Vermittlungsabsicht zusammengebracht werden. Schülervorstellungen sind dabei nicht einfach als "fehlerhaft" und wissenschaftliche Vorstellungen als "richtig" anzusehen, vielmehr sind sie in ihrem jeweiligen Kontext und in ihren besonderen Funktion zu sehen.
>
> Die dritte Untersuchungsaufgabe - die didaktische Strukturierung - ist zentral für jede Unterrichtsplanung. Sie kann mit den Ergebnissen der beiden anderen Untersuchungsaufgaben auf einer neuen Basis durchgeführt werden. Hier liegt ein Schwerpunkt unserer zukünftigen Arbeit. Die Aufgabe der Didaktischen Rekonstruktion entspricht der Auffassung, dass fachdidaktisches Arbeiten mehr

[62] http://www.uni-oldenburg.de/biodidaktik/didrekonf.html

> ist als effektives methodisches Umsetzen oder motivierendes Einkleiden von wissenschaftlicher Erkenntnis. Grundlegend ist dabei das Verständnis der Biologiedidaktik als Teil und Gegenüber der Biologie. (Ebd.)

Unterrichtsentwicklung ist in diesem Modell eng mit fachdidaktischer Forschung verbunden. Auf Grund der jeweils von der Fachdidaktik zu erhebenden Lernvoraussetzungen auf Schüler/innenseite und der gegebenen Fachstruktur werden Lernumgebungen geschaffen, in denen Schülerinnen und Schüler (auf der Basis einer (gemäßigt) konstruktivistischen Lerntheorie) grundlegende Fähigkeiten und Kenntnisse zu einem gegebenen Thema bzw. einem physikalischen Konzept erwerben können.

Aufgrund dieser theoretischen Basis wurden am IPN unter der Leitung von Reinders Duit von Michael Komorek und Jens Wilbers eine Unterrichtssequenz zum Thema Chaos unterrichtet. Das Konzept wurde von Reinders Duit und mir in gemeinsamer Arbeit für zwei Wiener Schulklassen (Schulstufe 10 und 11) adaptiert und von mir in einer sechsten und einer siebenten Klasse eines Wiener Gymnasiums unterrichtet. Im Folgenden wird das Konzept kurz vorgestellt und anschließend auf die empirischen Arbeiten, die ich in Kooperation mit Gertraud Benke und Reinders Duit durchgeführt habe, näher eingegangen. Eine genauere Darstellung des Unterrichtskonzepts erfolgt in Kapitel Unterrichtskonzepte (Komorek, Duit, Stadler 2003).

Im Mittelpunkt der rund sechs Unterrichtsstunden umfassenden Unterrichtseinheit stand ein chaotisches Magnetpendel. Ziel des Unterrichts war es, die Schülerinnen und Schüler mit der so genannten „eingeschränkten Vorhersagbarkeit“ vertraut zu machen, d.h. mit Systemen, deren mittelfristigen Verlauf man nicht vorhersagen kann und bei denen sich ein überraschend komplexes Verhalten zeigt. Die Schülerinnen und Schüler wurden im Unterricht dazu aufgefordert, eigenständig das chaotische Verhalten des Pendels zu erklären. Dabei wurden sie durch von der Lehrkraft bereitgestellte Materialien unterstützt. Dazu zählte u. a. eine Chaosschüssel, deren drei Grate den Mittellinien zwischen den drei Magneten entsprechen. Zu den verwendeten Elementaranalogien zählte auch das Bild eines Walls.

Der Unterricht fand über weite Strecken in Gruppenarbeit statt. Klassengespräche dienten der Einführung in das Phänomen und der Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse. Zunächst wurden die Schüler/innen im Klassengespräch mit dem Verhalten des Pendels vertraut gemacht. Die Schüler/innen hatten in der Folge ausführlich Zeit, die Vorhersagbarkeit des Systems zu untersuchen. In der Folge untersuchten sie, welche Kräfte die Bewegung des Pendels beeinflussen. Die Chaosschüssel und die Wallanalogie gaben den Schüler/innen schließlich die Möglichkeit, selbst die Erklärung für das Verhalten des Pendels zu finden. Ein Programm simulierte das Magnetpendel und erlaubt mannigfaltige Variationen der Versuchsbedingungen. Gemeinsam wurden die Ergebnisse zusammengefasst und schließlich in Gruppen eigene chaotische Systeme entwickelt bzw. Phänomene in Hinblick auf ihr chaotisches Verhalten untersucht (s.a. Duit, Cornilsen, Komorek, 1993; Duit, Komorek, Wilbers, Roth, Stadler 1997).

Die Schülerinnen und Schüler wurden vor und nach dem Unterricht von Reinders Duit interviewt, der gesamte Unterricht videografiert und die Videos später transkribiert. Zusätzlich verfassten wir Fragebögen und sichteten die von den Schülerinnen und Schülern ausgefüllten Arbeitsblätter.

Die Fülle des Datenmaterials war Grundlage für eine Reihe von Studien. Ausgehend von der durch die Interviews bestätigten Beobachtung, dass insbesondere die Schülerinnen Interesse an diesem Unterricht zeigten, entstand die Frage, welche Faktoren dieses Interesse hervorriefen. Die Videoaufnahmen des Unterrichts und die Transkripte erlaubten es, die Mikroebenen des Unterrichts zu analysieren und folgende Fragestellungen zu formulieren:

Welche Unterschiede zwischen den Geschlechtern lassen sich auf der Mikroebene des Unterrichts beobachten?

Wie lassen sich die beobachteten Unterschiede erklären?

Welche Empfehlungen können wir aufgrund unserer Ergebnisse Lehrkräften geben?

Die Ergebnisse der ersten beiden Studien: **„How do boys and girls use language in physics classes?“ (Stadler, Benke, Duit 2001)** und **„Do boys and girls understand physics differently?“ (Stadler, Duit, Benke 2000)** werden im Folgenden kurz zusammengefasst.

In den beiden genannten Studien konzentrieren wir uns zunächst auf das Antwortverhalten von Buben und Mädchen im Frontalunterricht. Obwohl ich als Lehrerin durchaus versuchte, die auch hier sichtbare Dominanz der Buben einzuschränken, gelang mir dies nur zum Teil. Es zeigt sich, dass ich die Antworten der Buben stärker positiv rückkoppelte als jene der Mädchen. Eine Interpretation dieses Verhaltens ist, dass die Antworten der Buben eher der Erwartungshaltung der Lehrerin (z.B. durch die nachweislich häufigere Verwendung von Fachvokabular) entsprechen als dies bei den Mädchen der Fall ist. Erst bei den geschlechtshomogenen Gruppenarbeiten gewannen die Mädchen an Sicherheit. Diese wurde durch die anschließenden Präsentationen deutlich verstärkt.

Des Weiteren zeigt sich, dass die beobachteten Mädchen eher auf offene (und nicht auf geschlossene) Fragen antworteten. Bei Buben war das Umgekehrte der Fall. Mädchen formulierten ihre Antworten häufig in Form von Analogien und Metaphern, drückten sich nicht „fachgerecht“ aus. Die Lehrkraft neigte eher dazu, den Kommentare und Fragen der Mädchen auszuweichen, erfordert dies doch Zeit und birgt die Gefahr des Abweichens vom „Script“ (vgl. auch Seidel u. a. 2002). Die nachfolgende Aufstellung ist das kurz gfaßte Ergebnis der Analysen. Es handelt sich dabei um tendenzielle Unterschiede im Verhalten der Mädchen und Buben im beobachteten Physikunterricht.

Mädchen	Jungen
Stellen inhaltliche Fragen.	Stellen prozedurale Fragen
Sind prozessorientiert.	Sind ergebnisorientiert.
Verknüpfen Physik mit ihrem Alltagswissen (verwenden Alltagssprache)	Leben in der “Fachwelt“ (verwenden Fachsprache)
Suche nach einer externen Sinnstiftung von Physik und Technik	Akzeptieren Physik und Technik als Wert an sich.

Die aufgrund der Gesamtinterpretation der Daten und der vorliegenden Literatur geäußerte Vermutung, dass Buben und Mädchen einen anderen Anspruch an Physikunterricht stellen, weil Verstehen von Physik für Buben und Mädchen eine jeweils unterschiedliche Bedeutung hat, darf wohl als das wichtigste Ergebnis dieser Arbeiten betrachtet werden. Die am Ende der Studien genannten sich aus der Studie ergebenden Folgerungen für den Unterricht konzentrieren sich auf Sprache und Interaktion im Unterricht, aber auch auf Methoden und Inhalte.

Bei den bisher genannten Arbeiten handelt es sich – genauso wie die folgenden – um Fallstudien. Fallstudien sind seit etwa Anfang der Neunziger Jahre als Forschungsmethode anerkannt. Die Gründe, die für Fallstudien sprechen, sind vielfältig. Einerseits ist es die Situiertheit des Unterrichtsgeschehens, die nur bedingt Verallgemeinerungen erlaubt. Fallstudien ermöglichen einen genauen Blick auf dieses Geschehens. Die Studien sind häufig explorativ, nicht die Überprüfung von Hypothesen steht am Anfang, sondern das Entdecken von möglichen Zusammenhängen, die in der Folge überprüft werden. Interpretative Verfahren, wie sie in Fallstudien unumgänglich sind, können auch Voraussetzungen für

umfangreichere quantitative Forschungsunternehmen sein, was allerdings eher selten geschieht.

Auch die Studie „**Gemeinsam oder getrennt**“ **(Stadler, Benke, Duit 2001)** stellt die generelle „Untersuchungsleitfrage“: Wie wirken sich Unterschiede zwischen Mädchen und Buben im Interaktionsverhalten bzw. in der Kommunikation im Klassenzimmer im Rahmen des Physikunterrichts auf das Verständnis und die Motivation von Mädchen und Buben aus? Im vorliegenden Artikel wird ein Teilaspekt dieser Fragen behandelt, nämlich Analysen von Gruppeninteraktionen und geschlechtsspezifische Partizipationsformen bei Gruppenarbeiten. Gerade im Physikunterricht ist Gruppenunterricht dort, wo Schüler/innen experimentieren, die gebräuchliche Sozialform. Der Frage, welche Richtlinien bei der Gestaltung von Gruppenarbeiten zu beachten sind, wenn niemand aufgrund seines Geschlechts benachteiligt werden soll, wird üblicherweise wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Die Forschungsfragen der Studie wurden von uns folgendermaßen eingeschränkt:

> Wie viele und welche Arten von Fragen stellen Mädchen und Buben in den Gruppendiskussionen? Was ist die Funktion/der Grund der gestellten Fragen für die Mädchen und die Buben?
>
> Wie bestimmt bzw. vorsichtig werden Behauptungen/Vermutungen bzw. Antworten auf Fragen von den Mädchen und den Buben formuliert? Wer antwortet auf Fragen?
>
> Wie und von wem wird in der Gruppe die gemeinsame Vorgangsweise festgelegt?

Die Analysen zeigen, dass in den beobachteten Gruppenarbeiten Jungen potentiell zu Dominanz führenden Sprechakte der Anweisungen benutzen, bzw. Fragen vermeiden, die sie als unwissend erscheinen lassen können. Die beobachteten Mädchen stellen dagegen auch in Gruppenarbeiten inhaltliche Fragen, zeigen Unsicherheiten im Verständnis von Phänomenen und suchen Diskussionen, um diese zu bewältigen. Auch Buben stellen Fragen, doch sind ihre Fragen - insbesondere in Gruppenarbeiten - eher prozedural und dienen damit auch der Kontrolle (zumindest der Geschwindigkeit) des Arbeitsablaufes. Sie geben Antworten und Erklärungen. Verallgemeinert lässt sich vermuten, dass dieses Gesprächsverhalten letztlich zur Aufrechterhaltung einer Disparität zwischen Mädchen und Jungen in der Klasse bzw. in Gruppenarbeiten führt. Mädchen fragen, Jungen antworten und verstärken damit sowohl den Mitschüler/innen als auch der Lehrkraft gegenüber den Eindruck kompetent zu sein.

Wir wissen, dass das Vertrauen in die eigene Kompetenz, d.h. das Wissen, in einem Fach etwas leisten zu können, der für die Förderung von fachbezogenem Interesse wichtigste Faktoren ist (Häußler, Hoffmann 1995). Die vorliegenden Arbeiten zeigen, dass es gerade die untersuchten Mikrostrukturen des Unterrichts sind, die das Entstehen eines Vertrauens in die eigenen Möglichkeiten stärken oder schwächen können. Es sind diese Mikrostrukturen, die mitverantwortlich dafür sind, ob das Fach Physik männlich konnotiert ist oder nicht.

Die Studie „**Teaching and learning chaos theory. Case studies on students´ learning pathways**“ **(Stadler, Duit 1997)** ist die letzte der in die vorliegende Dissertation aufgenommenen Studien, die auf der Grundlage des Datenmaterials aus dem Unterricht zum Thema Chaos entstanden. Bei dieser Studie ging es um die Analyse von Lehr- und Lernprozessen, die in der Folge zu einer Verbesserung des Unterrichtskonzepts führen sollten. Wieder handelt es sich um eine Fallstudie. Wir filmten eine Gruppe von drei Schülerinnen über die gesamte Unterrichtseinheit (also fünf Stunden). Neben den Videoaufnahmen und deren Transkripten hatten wir die ausgefüllten Arbeitsblätter und die Vor- und Nachinterviews für unsere Analysen zur Verfügung.

Die Studie widmet sich einer der Grundprobleme des heutigen Physikunterrichts. Einerseits soll Unterricht den Schüler/innen die Möglichkeit geben, eigenständig zu arbeiten, insbesondere auch zu forschen, selbst zu entdecken. Gelingt dies, werden nicht nur Sozialkompetenzen, (Selbst)Organisationskompetenz etc. gefördert, sondern es wird vielfach auch die Motivation für weitere intensive Auseinandersetzung gestärkt. Dem gegenüber wird auch von Lehrkräften immer wieder hervorgehoben, dass ein derart gestalteter Unterricht nicht nur sehr zeitintensiv ist, sondern auch die Ergebnisse vielfach nicht den Erwartungen entsprechen. Die Gestaltung des Unterrichtsdesigns sollte einem konstruktivistischen Ansatz folgen (d.h. ausgehend von den Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler wird den Schüler/innen die Gelegenheit zu eigenständigem Aufbau von Wissen und Kompetenzen gegeben), zugleich aber auch einen strikten Rahmen vorgegeben. Durch geeignete Unterrichtsmaterialien und Rahmenbedingungen sollte der Gefahr, dass Schüler/innen sich in ihren Überlegungen verlieren und schließlich den Lernprozess abbrechen, entgegnet und das Erreichen des Lernziels unterstützt werden.

Die Studie zeigt, dass die verwendete Strategie – ein durch Arbeitsmaterialien und Strukturen vorgegebener Rahmen – insgesamt zu einem besseren Ergebnis führt als ein ausschließlich auf eigenes Forschen ausgerichtetes Unterrichtskonzept. Besondere hilfreich waren die Materialien, die mittels Analogien den Schüler/innen Anregungen zum Weiterdenken boten (s. a. Duit, Roth, Komorek, Wilbers 2001). Die Schülerinnen gewannen in diesem Unterricht ein gutes Verständnis dessen, was ein chaotisches System ausmacht. Ein weiterer Aspekt der Arbeit war die durchgängig zu beobachtende hohe Motivation, mit der insbesondere die Mädchen arbeiteten. Das besondere Interesse an diesem Unterricht wurde von Seiten der Mädchen auch in den Interviews geäußert. Im letzten Teil der Studie habe ich versucht, jene Faktoren ausfindig zu machen, die für das hohe Interesse der Mädchen an diesem Unterricht verantwortlich waren. Neben den methodischen Elementen (Zeit haben für Diskussionen, eigene Ideen einbringen, Gruppenarbeiten) und der Möglichkeit „selbst auf etwas draufzukommen“ (Zitat aus einem Interview; s.a. Stadler 1998a, 1997b), sind es auch die Inhalte, die für das besondere Interesse der Mädchen verantwortlich zu machen sind. Während die Mädchen in den Interviews angaben, dass ihnen die Physik üblicherweise als „etwas Kompaktes“ erschien, wo das Geschehen durch Naturgesetze vorherbestimmt ist, gewannen sie nun ein offeneres Bild. Zwar sahen sie die Naturgesetze nach wie vor für das Geschehen verantwortlich, doch war das Geschehen selbst nicht mehr in derselben Weise vorherzusagen. Die daraus resultierende Faszination, die sich etwa in der Freude an der Beobachtung des chaotischen Verhaltens des Pendels und den daraus resultierenden Diskussionen äußerte, wurde von den Mädchen auch formuliert. Sie gaben an, ein neues Bild von der Physik gewonnen zu haben. Die Arbeit bestätigt die Ergebnisse der zuvor angeführten Studien: Wenn Mädchen sich mit Physik auseinandersetzen, dann sind es nur zum Teil praktische Kenntnisse, die sie sich davon erwarten. Schülerinnen und Schüler erhoffen sich von der Auseinandersetzung mit Physik auch ein umfassenderes Verständnis der Welt.

Insgesamt belegt das Konzept, dass es, was die inhaltliche und methodische Gestaltung angeht, sehr wohl Unterricht gibt, der Mädchen anspricht. Er bestätigt auch, die Bedeutung dessen, was Muckenfuß (1995) „Orientierungswissen“ nennt, für die Genese von Interesse.

Das umfassende Datenmaterial und meine über mehrere Schuljahre gewachsene Kenntnis der besonderen Charktere der drei Schüler/innen machte es möglich, die Lernwege dieser drei Schülerinnen genau nachzuzeichnen. In der Studie konnten wir deutlich machen, dass „Conceptual change“ nicht ein individueller Prozess ist, sondern in ein soziales und materiales Umfeld eingebettet und durch dieses geprägt ist.

Unterrichtsmodelle, die auf einem konstruktivistischen Ansatz beruhen, wo also Schülerinnen und Schüler ausgehend von eigenen Vorstellungen situativ in Gruppenarbeit neue Konzepte entwickeln und erproben können, motivieren insbesondere Mädchen zu einer aktiveren Teilnahme am Physikunterricht bzw. sind sie geeignet, auch nachhaltig Interesse am Fach zu generieren (Stadler 1998a, 2002b, 1997b, Labudde 2000) . Die folgenden Studie ist nicht darauf angelegt, geschlechtsspezifische Unterschiede in Schülervorstellungen zu verifizieren. Die Studie ist als Ausgangspunkt und Grundlage eines konstruktivistisch orientierten Unterrichtskonzepts zu verstehen.

Im Artikel **„Schwerelosigkeit herrscht dort, wo keine Schwerkraft mehr wirkt" (Stadler 2002)** geht es um die Erhebung von Schülerkonzepten zum Thema Schwerelosigkeit. Das Thema ergab sich aus einem Modul eines Seminars des Universitätslehrgangs „Pädagogik und Fachdidaktik für Naturwissenschaftslehrkräfte", wo Lehrkräfte Gelegenheit hatten, Schülerinnen und Schüler einer nahen Schule zu befragen. Für den Physikteil wählte ich Fragen aus dem (vergriffenen) Buch „Mathematische Planetenzaubereien" von Gardener (1980). In diesem Buch werden zahlreiche Fragen zur Astronomie gestellt, darunter auch Geschichten mit physikalischen Fehlern. Ich wählte zwei Fragen aus. Bei der ersten ging es um die Frage, was geschehen würde, wenn ein starker Mann[63] die Erde auf einen großen, im Weltall schwebenden Tisch legt. Im zweiten Fall ging es um die Frage, was Astronauten am Mond erleben können. Hier interessierte mich ein Ausschnitt, wo es um die Frage ging, ob der Astronaut einen Meter hoch springen könne und was dann wohl passiere. In den Antworten der Schülerinnen und Schüler waren in Bezug auf die zugrundeliegenden Konzepte bestimmte Muster erkennbar. Ich beschloss daher, diese Arbeit weiterzuführen. In einem ersten Schritt legte ich die Fragen Studierenden vor, die ihrerseits anschließend Schülerinnen und Schüler dazu interviewten. Hauptdatenquelle sind etwa dreißig Interviews, die ich mit vierzehn- bis fünfzehnjährigen Schülerinnen und Schülern einer niederösterreichischen Hauptschule führte. Alle in der Studie benutzten Interviews wurden mittels Tonband festgehalten und transkribiert. Die Interviewstranskripte wurden nach unterschiedlichen Gesichtspunkten geclustert und geordnet. Eine Frage war, ob sich die Vorstellung, dass außerhalb der Erde Schwerelosigkeit herrsche, auch bei den befragten Schülerinnen und Schülern finde. Dies bestätigte sich. Ich wollte herausfinden, wodurch diese Vorstellung zustande kam und welche Vorstellungen allgemeinerer Natur die Schülerinnen und Schüler mit den Begriffen Schwere und Gravitation verbanden. Es zeigte sich, dass die Schülerinnen ein komplexes Muster an Vorstellungen zu diesen Themen hatten, das in sich durchaus konsistent war („conceptual frameworks", Driver & Erickson 1983). Zusammen mit den durch Alltagsbilder und Sprachgebrauch entwickelten Mustern ist es daher nicht verwunderlich, dass (wie in der vorliegenden Arbeit dargestellt) diese Vorstellungen sehr gefestigt sind und wir sie auch immer wieder beispielsweise in der populärwissenschaftlichen Literatur oder in Berichten von Journalisten finden.

2.3. Unterrichtskonzepte

Die in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Unterrichtskonzepte wurden von mir nach den Gesichtspunkten einer geschlechtssensiblen Unterrichtsgestaltung entwickelt. Alle Konzepte wurden mehrfach erprobt. Die Konzepte wurden (mit einer Ausnahme) von Lehrkräften mit Methoden der Aktionsforschung evaluiert. Im Zentrum der Evaluation stand den Interessen der Lehrkräfte gemäß die Frage, ob die Unterrichtskonzepte geeignet waren, das Sach- und Fachinteresse der Schülerinnen und Schüler zu erhöhen. Dies war bei allen hier dargestellten Unterrichtskonzepten der Fall. Die Effektivität in Hinblick auf das Lernergebnis wurde nicht evaluiert. Es ist allerdings davon auszugehen, dass Unterricht, den Schülerinnen und Schüler

[63] In der Folge sprachen wir aufgrund einer Idee von Thomas Stern von Superman

als interessant und anregend empfinden, auch die Bereitschaft erhöht, sich ausführlicher mit dem Gegenstand auseinander zusetzen.

Die Ergebnisse der Studie „Schwerelosigkeit herrscht dort, wo keine Schwerkraft mehr wirkt“ (Stadler 2002a) war Ausgangspunkt für das Unterrichtskonzept „**Ein Unterrichtsmodell zum Thema Schwerelosigkeit“ (Stadler 2002)**, das ich für etwa vierzehnjährige Schülerinnen und Schüler entwickelte und mehrfach erprobte. Es ging in diesem Konzept darum, die Schülerinnen und Schülern dabei zu unterstützen, sich ihrer Präkonzepte bewusst zu werden, gemeinsam eine physikalisch korrekten Vorstellung zu erarbeiten und diesen in unterschiedlichen Kontexten anzuwenden. In einem ersten Schritt wurden die zum Teil unterschiedlichen Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler einander gegenübergestellt und Widersprüche aufgezeigt. Insbesondere wurden Experimente durchgeführt, die mit den Erklärungsmustern der Schüler/innen nicht in Einklang zu bringen waren. Der so hervorgerufene „kognitive Konflikt“ (Duit & Confrey 1996) weckte die Neugierde der Schülerinnen und Schüler und motivierte sie zu einem tieferen Eindringen in die Materie. Schrittweise entwickelten sie, unterstützt von der Lehrkraft, eine korrekte physikalische Vorstellung und wendeten diese schließlich auf andere Problemstellungen an. In einer späteren Erhebung zeigte sich, dass – durchaus im Einklang mit der Literatur zu Schülervorstellungen (s. u. a. Schecker, Niedderer 1996) – nur wenige Schüler/innen sofort auf die korrekten Konzepte zurückgriffen, dass sie aber bei einer näheren Befragung und mit genügend Zeit zum Nachdenken diese wieder zur Verfügung hatten.

Zu den Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler im Unterricht erwerben und vertiefen sollen, zählt auch die Fähigkeit, eigene Standpunkte durchzuargumentieren bzw. auf Argumente anderer adäquat zu antworten. Die Fähigkeit korrekt zu argumentieren ist ein wichtiger Bereich naturwissenschaftlicher Arbeit und steht insbesondere seit PISA auch im Mittelpunkt des fachdidaktischen Interesses. Bürgerinnen und Bürger eines Staates bzw. einer Gemeinde müssen erkennen, ob Argumente im Bereich der Naturwissenschaften stichhaltig sind, wenn es darum geht, Entscheidungen zu fällen. Diesem Bereich naturwissenschaftlichen Unterrichts wurde daher vor allem in letzter Zeit viel Aufmerksamkeit geschenkt (vgl. Simon, Erduran, Osborne 2002). In der dem Artikel **„Naturwissenschaftliches Diskutieren und Argumentieren fördern“ (Stadler, Benke 2003)** zugrundeliegenden Studie (Benke, Stadler 2003a) ging es uns darum, im Physikunterricht „Orte der Argumentation“ ausfindig zu machen: Welche Rahmenbedingungen braucht es, damit Schülerinnen und Schüler argumentieren? Bei unseren Videoanalysen von Unterrichtsszenen stellte sich heraus, dass Gruppenarbeiten in der üblichen Art (Arbeitsblätter, die gemeinsam in der Gruppe ausgefüllt werden bzw. Experimente mit genauen Handlungsanweisungen, vgl. auch Stadler 1983) die Argumentation in der Gruppe nicht unterstützen. Dagegen gibt es eine Reihe von Szenarien, die Schüler/innen zur Argumentation veranlassen, insbesondere dann wenn es gilt eine in der Gruppe gewonnene Position nach außen zu verteidigen. Neben dem Setting ist es wichtig, geeignete Aufgaben zu formulieren. Unterrichtsformen, in denen auf Argumentation Wert gelegt wird, machen zugleich auch Kompetenzen, die eher den Mädchen zugeordnet werden (insbesondere sprachliche Fähigkeiten) sichtbar und geben damit Mädchen die Chance, fachbezogenes Selbstbewusstsein aufzubauen.

Bei der **Bewegung der Erde (Stadler 1998)** handelt es sich um ein Unterrichtskonzept, das Schülerinnen und Schüler in die Mechanik einführen soll. Das Unterrichtsdesign wurde zunächst von mir für eine sechste Klasse entwickelt, danach in einer weiteren Klasse erprobt und in einzelnen Bereichen geändert. Evaluiert wurde der an diesem Konzept orientierte Unterricht von zwei Lehrkräften am BRG Realschulstraße Dornbirn: Gerda Oelz besuchte den

Universitätslehrgang Pädagogik und Fachdidaktik für Naturwissenschaftslehrkräfte und evaluierte das Konzept im Rahmen ihrer Studie (Oelz 2000); Gebhard Köb unterrichtete nach diesem Konzept einer fünften und zwei sechsten Klassen und videographierte diesen Unterricht. Die von Gebhard Köb unterrichteten Schülerinnen und Schüler wurden von Gertraud Benke und mir mittels umfangreicher Fragebögen vor und nach der Unterrichtseinheit befragt (Benke, Stadler 2003b). Ich interviewte am Ende der Unterrichtssequenz einige Schülerinnen und Schüler. Die Ergebnisse der Videoanalysen und der Interviews sind in mehreren Aufsätzen (Stadler 2002f, 2003c) wiedergegeben. Die Fülle des Datenmaterials wurde noch nicht vollständig ausgewertet.

Das Unterrichtsmodell ist so gestaltet, dass in jeder Unterrichtsstunde eine Frage bearbeitet wird. Diese Frage steht am Beginn der Stunde und soll auch am Ende der Stunde beantwortet werden. Die nächste Stunde baut auf den in den vorangegangenen Stunden gewonnenen Erkenntnissen auf. Die Fragen orientieren sich – auch was ihre Reihenfolge betrifft – an jenen Fragen, die am Beginn der neuzeitlichen Physik standen: Woran merken wir, dass sich die Erde bewegt? Können wir beweisen, dass sich die Erde bewegt? Und wenn ja, wie? Die Fragen der Schüler/innen entsprechen jenen, die wir auch in der Geschichte finden. Dies wird im Unterricht (etwa durch das Lesen von Auszügen aus historischen Büchern wie dem Dialog von Galilei) deutlich gemacht. Das Verfahren entspricht einem historisch genetischem Ansatz, wie ihn bereits Wagenschein vertreten hat (Wagenschein 1988). Methodisch habe ich einen sozial konstruktivistischen Unterrichtsansatz gewählt, d.h. Schülerinnen und Schüler sollen aufgrund ihrer bisherigen Vorstellungen und unterstützt durch Materialien ihr Wissen selbst konstruieren. Dieses Wissen wird im vorgestellten Unterrichtskonzept großteils in der Gruppe generiert, d.h. im Austausch mit Anderen. Bei der Arbeit in der Gruppe soll gewährleistet sein, dass jede/r die Chance hat, zu Wort zu kommen, eigene Ideen zu formulieren und diese zu diskutieren. Die anschließenden Präsentationen zwingen, diese Ideen auch nach außen zu vertreten und zu verteidigen.

Konstruktivistischer Unterricht ist geeignet, das Selbstbewusstsein der Mädchen zu fördern. Da das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit und das Wissen um die eigenen Leistungsmöglichkeiten der wichtigste Parameter für das Genese von Interesse ist, kann solcherart das fehlende Selbstvertrauen der Mädchen ausgeglichen und Interesse geweckt werden.

Die Aussagen in den Interviews, die wir in Dornbirn durchgeführt haben, bestätigen diese Vermutung. Die Mädchen berichten, dass es für sie wichtig war „selbst auf etwas draufzukommen“, und sie schätzten, dass sie dafür Zeit hatten, Zeit zum Nachdenken und zum Diskutieren[64]. Kompetenzen in der Gruppe aufzubauen und die spätere Bewährung in der Klasse gemeinsam mit den Buben war für sie wichtig.

Dieses „Selbst auf etwas draufkommen“ erfordert Zeit, es braucht Zeit zum Nachdenken, zur Diskussion in der Gruppe, Zeit, Fragen zu stellen und sich mit Lösungswegen auseinander zusetzen. Unterrichtsvideos, die wir in einem so gestalteten Unterricht aufnehmen, bestätigen, dass sich die Mädchen nach den Gruppenphasen auch in den Frontalphasen aktiv mit ihren Vorschlägen und Ideen einbringen.

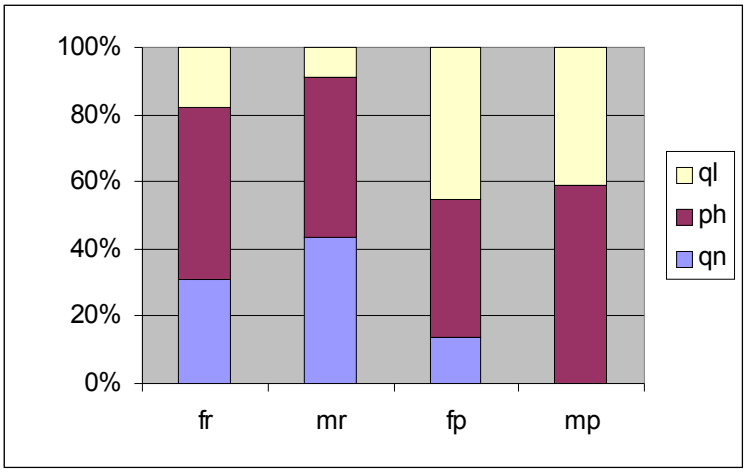
[64] Die Bedeutung der Möglichkeit, „selbst auf etwas draufkommen“ zu können, bestätigt sich auch in zahlreichen weiteren Interviews zu Unterrichtskonzepten, die nach einem ähnlichen Modell vorgehen. Eine Schülerin einer sechsten Wiener Gymnasialklasse sagte (unveröffentlichtes Interview, Wien 2001):
„...ich glaub, fast – deswegen, weil ich dann gesehen hab, dass man doch selber auch auf was draufkommen kann. Ich hab nie gedacht, dass ich da selber auf irgendwelche Gesetzmäßigkeiten draufkommen kann, dass es eher zu kompliziert ist, und jetzt sind wir aber doch draufgekommen zum Beispiel dass eben das Auge sich nicht isometrisch skalieren kann und so.“
Oder eine siebzehnjährige Schülerin einer anderen Klasse (des selben Lehrers):
„...ja, genau, weil man doch fast alles selber machen musste und so also Physik irgendwie selber entdecken, und das war dann so – doch recht interessant...“

Der Lehrer, der nach dem Unterrichtskonzept „Bewegung der Erde“ unterrichtete, berichtete schließlich auch von Elternaussagen, wonach auch im Elternhaus über die im Unterricht auftretenden Fragen gesprochen wurde. Die Eltern berichten, dass sich die Mädchen noch nie so sehr für dieses Fach begeistert hätten. Der Kontext war nicht nur für das schulische Lernen von Relevanz, sondern geeignet, auch außerhalb der Schule „ins Gespräch zu kommen“, die gewonnenen Kompetenzen waren auch im sozialen Umfeld von Bedeutung (ein Umstand, der für Buben häufig selbstverständlich ist, nicht jedoch für Mädchen).

Wir (d.h. Gertraud Benke und ich) evaluierten Aspekte des Unterrichts in drei Parallelklassen. Die Auswertung der Fragebögen über alle drei Klassen ergab, dass sich seitens der Mädchen das Bild von Physik geändert hatte (Benke, Stadler 2003b). In den Nachtests wurden die Schüler/innen etwa gefragt, unter welchen Voraussetzungen sie eine physikalische Erklärung für wahr oder falsch halten. Verglichen mit den Vortests antworteten nun weniger Schüler/innen von einem subjektiven Standpunkt aus. Sie waren nun eher der Ansicht, dass Meinungen argumentiert oder (in geringerem Ausmaß) zumindest durch eine Autorität bestätigt werden müssten.

In unserer Fragebogenerhebung stellten wir auch Fragen, wie etwa: Was möchtest du gerne über die Sonne wissen. Dabei stellte sich heraus, dass die nach der Unterrichtseinheit gestellten Fragen nun eher qualitativer Art waren, während sie vorher mehr quantitativer Natur waren. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich das Bild, das Schülerinnen und Schüler von der Physik und ihrer Arbeitsweise geändert hatte bzw. auch ihre Position zu physikalischen Fragestellungen.

Grafik 3: Die Grafik zeigt die relative Verteilung der Fragestellungen, die von den Schülerinnen und Schülern im Fragebogen geäußert werden. Die Frage lautete: Was möchtest du über die Sonne wissen. Waren vor der Unterrichtseinheit (fr, mr) die Fragen eher quantitativer Natur (etwa: „Wie weit weg ist die Sonne?“), so war nach dem Unterricht (fp, mp) eher qualitativ (etwa: „Warum ist die Sonne so heiß?“).



Zu erwähnen ist auch, dass der Unterricht mit diesem Konzept einen der beiden Lehrkräfte dazu veranlasst hat, über tiefergreifende Änderungen seines Unterrichtsstils nachzudenken. Das Zur-Verfügung-Stellen geeigneter Unterrichtskonzepte kann so gesehen auch ein Beitrag zur Professionalisierung von Lehrkräften sein (Stadler 2002f).

Solarmobile und Solarbox (Stadler, Wenig 2003) ist eine zusammenfassende Darstellung einer Arbeit, die ich gemeinsam mit einer Diplomandin des Instituts, Frau Sonja Wenig, durchgeführt habe und auch in meiner Eigenschaft als Lehrerin betreut habe. Die letzten Teile des vorliegenden Konzepts habe ich allein durchgeführt. Auch die vorliegende Zusammenschau der Arbeit und die Herausarbeitung der geschlechtssensiblen Aspekte stammen von mir.

Der Untertitel „Ein handlungsorientierte Unterrichtsprojekt zum Thema Photovoltaik für Mädchen“ weist darauf hin, worum es uns in diesem Konzept ging: Um einen handlungsorientierten, eher technisch orientierten Zugang in einem Kontext, von dem wir annehmen konnten, dass er für Jugendliche bedeutsam ist. Die Unterrichtsziele umfassten verschiedenste Ebenen: neben der Erarbeitung einzelner Bereiche der Elektrizitätslehre und Fragen der Energie ging es um das Gewinnen von ersten Erfahrungen im handwerklichen Bereich und schließlich auch um eine Auseinandersetzung mit ökologischen Fragen. Im Vordergrund stand dabei weniger kognitives, konkret fassbares Wissen, sondern das Fördern von Interesse und Motivation für die Auseinandersetzung mit einem Themenbereich, der den Mädchen sonst eher verschlossen bleibt, nämlich der Elektrizitätslehre. Das Wissen selbst manifestierte sich eher im „Können“, denn in der verbalen Formulierung. Diese Kompetenz sollte erst zu einem späteren Zeitpunkt erarbeitet werden. Das heißt, dass in diesem Konzept der übliche Weg, der von der Theorie zur Anschauung führt, umgekehrt verlief. Damit wurde erreicht, dass die Sinnhaftigkeit des Lernens (und das zeigen auch die in einem kurzen Fragebogen[65] formulierten Rückmeldungen) den betroffenen Schülerinnen deutlich wurde

Der Aufsatz **„Beobachten – Vermuten – Belege Sammeln – Argumentieren – Interpretieren: Ein komplexes Phänomen - ein chaotisches Magnetpendel erklären“ (Komorek, Duit, Stadler 2003)** wurde hier nur der Vollständigkeit halber aufgenommen. Er stellt das Unterrichtsmodell zum Thema Chaos dar. Die Idee zu diesem Unterrichtsmodell stammen von Michael Komorek, Jens Wilbers und Reinders Duit (alle IPN Kiel). Ich habe an der Umsetzung des Modells für den Unterricht in der Klasse mitgearbeitet.

Der Aufsatz **„Problemorientiertes Arbeiten im Schulversuch“ (Stadler 1994)** ist eine erste Evaluation des Unterrichts von Helmuth Mayr. Helmuth Mayr gründete an seiner Schule, dem BRG 16, Schmelz (Wien) einen Schulversuch, in dem die Schüler/innen Gelegenheit hatten, nicht nur Experimente durchzuführen, sondern diese auch selbst zu entwickeln, Hypothesen zu generieren und sie experimentell zu überprüfen. Ich habe alle Schüler/innen einer sechsten Klasse interviewt und insbesondere nach der Akzeptanz dieser Unterrichtsform bei Schülerinnen und Schülern gefragt. Diese Arbeit stellt den Anfang einer langjährigen Zusammenarbeit mit dem Lehrer dar, die im Projekt IMST² in zahlreichen von mir begleiteten Studien des Lehrers ihre Fortsetzung fand.

Der Unterricht von Helmuth Mayr ist konstruktivistisch angelegt und lässt den Schülerinnen und Schülern sehr viel Freiraum. Die Schüler/innen sind diese Vorgangsweise gewohnt und arbeiten sehr selbständig. Die Ergebnisse dieser Arbeit werden auf Arbeitsblättern festgehalten und auch beurteilt. Sie sind Grundlage der theoretischen Erarbeitung des jeweiligen Stoffgebiets. Bei Schülerinnen und Schülern trifft der Unterricht, wie die Interviewergebnisse und auch später durchgeführte Erhebungen belegten, gleichermaßen auf hohe Akzeptanz. Dieses Ergebnis steht in Übereinstimmung mit dem bereits in der Einleitung ausführlich dargelegten Thesen, die besagen, dass konstruktivistisch orientierte Unterrichtsformen geeignet sind, bei Schülerinnen Interesse zu generieren und zu einer intensiveren Auseinandersetzung mit physikalischen Konzepten zu führen.

[65] Hoffmann, Häuler, Lehrke 1998, S 205 ff.

2.4. Intervention

Dieser Abschnitt ist bewusst kurz gehalten. Hier geht es um die Arbeit mit Lehrkräften und Studierenden. Heute wird durchwegs die Meinung vertreten, dass Unterrichtsqualität nur dann zu verbessern ist, wenn Lehrkräfte die Qualität ihres Unterrichts verbessern (Helmke 2003). Dies gilt auch, wenn wir von geschlechtssensiblem Unterricht sprechen.

Die in der Literatur beschriebenen Interventionen verlaufen so, dass Lehrkräfte methodisch geschult und für Interaktionen bzw. affektiv-emotionale Faktoren, die für das Unterrichtsgeschehen wichtig sind, sensibilisiert werden. Darauf aufbauend werden Unterrichtskonzepte erstellt und ihr Erfolg evaluiert. Zusätzlich wird die Koedukation für den Versuchsablauf zumeist partiell aufgehoben (Labudde, Herzog, Neuenschander, Violi, Gerber 2000, Hoffman, Häußler, Peters-Haft 1995). Im Unterschied dazu, sind die vorliegenden Interventionen so aufgebaut, dass der „Normalunterricht" ins Blickfeld rückt und gemeinsam mit den Lehrkräften tägliche Routinen analysiert und gemeinsam im Kreis von Kolleg/innen Alternativen entwickelt werden. (Eine umfassende Beschreibung der Arbeiten mit Lehrkräften und der theoretischen Grundlagen dieser Arbeit findet sich in Jungwirth, Stadler 2004).

Im Rahmen der vorliegenden Dissertation beschränke ich mich auf eine kurze Beschreibung der von mir initiierten und geleiteten Arbeiten zum Thema „Gendersensitivity" im Projekt Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching (IMST², 2000 – 2004). Das Projekt IMST² war ein Qualitätsentwicklungsprogramm zur Verbesserung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Unter den vier Schwerpunkten gab es in der ersten Phase das Schwerpunktprogramm „Geschlechtssensibler Unterricht", in einer weiteren Phase ein eigenes Subprojekt „Gender Mainstreaming und Gender Sensitivity" (Leitung Helga Jungwirth und Helga Stadler). Im Mittelpunkt der Projekte stand die Unterstützung der Professionalisierung von Lehrkräften. Die Lehrkräfte wurden bei der Dokumentation und der Evaluation ihres Unterrichts unterstützt. Weiters sollte den Lehrkräften Möglichkeiten der Vernetzung zur Verfügung gestellt werden. Der Aufsatz **„Geschlechtssensibler Unterricht – Individualisierung des Lehrens und Lernens unter der Gender-Perspektive. Der Schwerpunkt 3 des Projekts IMST²" (Stadler 2002)** gibt einen kurzen Überblick über die Aktivitäten des Schwerpunktprogramms Geschlechtssensibler Unterricht.

Im Verlaufe des zwei Jahre dauernden Projekts „Gender Mainstreaming und Gender Sensitivity" haben sich sechs Schulen mit dem Thema Geschlechtssensibilität auseinandergesetzt. Bei der Betreuung dieser Schulen gab es eine Reihe von Schwierigkeiten zu bewältigen. Darunter fallen der geringe öffentliche Status einer Auseinandersetzung mit dem Thema Geschlecht und die Schwierigkeiten, die Lehrkräfte aufgrund ihres Engagements an ihren Schulen zu erwarten haben.

Bei der Arbeit mit Lehrkräften griff ich auf ein Modell zurück, das ich gemeinsam mit Helga Jungwirth im Rahmen des Schwerpunkts „Lehr- Lernprozesse" des Projekts IMST² entwickelt hatte: Die Lehrkräfte videografierten ihren eigenen Unterricht und analysieren diese Videos gemeinsam mit anderen Kollegen und dem Betreuerteam. Der Artikel **"Videos as a tool to improve the quality of physics education in upper secondary schools" (Stadler 2002)** beschreibt die Methode dieser Arbeit. (Eine ausführliche Beschreibung findet sich in Stadler 2003b, 2003c, 2002e, 2002f, 2002g). Die Ergebnisse der Arbeiten im Rahmen des Subprojekts „Gender Mainstreaming und Gender Sensitivity" werden an anderer Stelle beschrieben (Jungwirth, Stadler 2004; Stadler 2004a). Erwähnt soll hier nur werden, dass es mittlerweile auch von Seiten der im Rahmen des Projekts betreuten Lehrkräfte Publikationen gibt, in denen sich praktische Hinweise finden, wie Lehrkräfte und Schüler/innen gemeinsam ihren Unterricht in Hinblick auf Geschlechtssensibilität analysieren und Möglichkeiten

aufzeigen, in welcher Weise Unterricht geändert werden kann, um beiden Geschlechtern gerecht zu werden[66].

2.5. Der Gender-Aspekt in der technischen Ausbildung

Die Studie über **Schülerinnen an Höheren Technischen Lehranstalten (Stadler 1997)** wurde 1995-97 durchgeführt. Es handelt es sich dabei um eine Auftragsarbeit des damaligen Unterrichtsministeriums, heute Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kunst. Die hier vorliegenden Fassung ist eine gekürzte Version der für die Öffentlichkeit bestimmten Kurzfassung.

Ausgangspunkt der Arbeit war eine Lehrveranstaltung, bei der die Studierenden den Auftrag hatten, Schülerinnen und Schüler der jeweiligen Schule zu Fragen des Physikunterrichts zu interviewen. Beim Besuch einer HTL fiel den Studierenden auf, dass in vielen Klassen kaum Mädchen anwesend waren. Es entstanden Fragen, wie die Schülerinnen aber auch die Schüler diese Situation wohl empfinden, wie es kommt, dass so wenige Frauen diese Schulen wählen u. a. Die Beantwortung dieser Fragen schien auch mir als Physikdidaktikerin in Hinblick auf meine Tätigkeit in der Lehreraus- und Weiterbildung wichtig.

Die Studie wurde an vier Höheren Technischen Lehranstalten im Bereich Maschinenbau und Elektrotechnik durchgeführt. Diese Ausbildungsbereiche haben einerseits eine besonders hohe Anzahl von Schüler/innen, andererseits ist der Mädchenanteil gerade in diesen Bereichen besonders gering. Mittels Fragebogen wurden 76 Schülerinnen (d.s. etwa 10% aller Mädchen in Österreich, die diese Ausbildungszweige besuchen) und eine gleich hohe Anzahl von Burschen befragt. Die einzelnen Items wurden aus dem in offenen Interviews gewonnenen Datenmaterial generiert. Der Fragebogen diente zur Absicherung der aus den ersten Interviews generierten Hypothesen. Zur Veranschaulichung und Absicherung der aus den Fragebögen gewonnenen Ergebnisse wurden etwa 25 weitere Interviews durchgeführt. Der Interviewleitfaden entsprach dabei weitgehend den Items des Fragebogens. Die Transkripte wurden themenzentriert ausgewertet. Aufgrund der Ergebnisse wurde ein umfangreicher Maßnahmenkatalog formuliert.

In Österreich handelte es sich um die erste Studie zum Thema Schülerinnen in technischen Ausbildungen. In Deutschland existiert zwar keine vergleichbare Ausbildung, doch gibt es eine Studie über Technikstudentinnen. In dieser Studie (Janshen, Rudolph 1987) ging es darum, herauszufinden welches soziale Umfeld Frauen, die sich später einem technischen Beruf zuwenden, in ihrer Kindheit vorgefunden haben, welche Motive sie zu dieser Berufswahl veranlassten und welches Hindernisse für sie diesbezüglich zu überwinden waren; schließlich auch die naheliegende Frage, wie sie mit dem Leben in einer „Männerwelt“ zurechtkamen. Die vorliegende Studie unterscheidet sich von der Studie von Rudoph und Janshen vor allem dadurch, dass nicht erwachsene Frauen befragt wurden, sondern zum Teil noch sehr junge Mädchen. Auch die Interviews waren mit etwa einer Stunde deutlich kürzer. Allerdings wurden in der vorliegende Studie wesentliche Ergebnisse durch einen ausführlichen Fragebogen abgesichert. Zudem wurde in der österreichischen Studie der Fragebogen einer gleich großen männlichen Kontrollgruppe vorgelegt. Deutlicher als in der Studie von Rudolph / Janshen war auch der Interventionscharakter. Die Befragungen wurden während der Unterrichtszeit an den Schulen durchgeführt und die Ergebnisse den Lehrkräften zur Verfügung gestellt. Dieser Interventionscharakter äußerte sich letztlich auch darin, dass von Seiten des österreichischen Bildungsministeriums in der Folge die Arbeit mit Lehrkräften technischer Schulen zu geschlechtsspezifischen Fragen als Schwerpunkt betrachtet wurde und eine Reihe von Seminaren und anderen Initiativen zu diesem Thema stattfand. Auch an den

[66] http://imst.uni-klu.ac.at/gm/innovationen

Schulen, insbesonders an der HTL Pinkafeld, wurde dem Thema mehr Aufmerksamkeit geschenkt. Die Einrichtung einer speziellen interdisziplinären Fachrichtung, Tage der offenen Tür für Schülerinnen und andere Maßnahmen führten zu einem erheblichen Anstieg der Anzahl der Schülerinnen.

Die Ergebnisse der Studie von Janshen und Rudolph (1987) decken sich in weiten Bereichen mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie. Insbesondere zählt dazu die Habitusambivalenz, die Frauen in technischen Bereichen zeigen: einerseits bezogen auf das anerzogene bzw. gesellschaftlich eingeforderte Konzept der Weiblichkeit und andererseits in Hinblick auf die habituellen Anforderungen des männlich dominierten Ingenieurberufs. Stärker als in der Studie von Rudolph und Janshen wird in der österreichischen Studie das Ineinandergreifen unterschiedlicher Momente deutlich: Die Widersprüchlichkeiten in den jeweiligen Rollen werden auch in der unmittelbaren „peer group" deutlich, und führen letztlich in vielen Fällen zur Isolation der Schülerinnen, aber auch insbesondere in den ersten Jahrgangsstufen zu Aggressionen seitens der Schüler (etwa in Bezug auf Fähigkeitszuschreibungen, in einzelnen Fällen auch sexistischen Äußerungen oder Handlungen, s.a. Rudolph & Janshen S 180 ff.). Dass diese Komponente in der Studie von Rudoph / Janshen weniger deutlich als in der österreichischen Studie ist, liegt wohl am Alter der Befragten. Auf universitärer Ebene ist zu erwarten, dass derartige Mechanismen weniger zum Tragen kommen bzw. von den beteiligten Personen auch Gegenstrategien entwickelt wurden. Die beiden Untersuchungen decken sich insbesondere aber auch dort, wo es um die Frage geht, welche entwicklungspsychologischen und sozialen Momente für die spätere berufliche Orientierung mitentscheidend waren. In beiden Studien wird die besondere Bedeutung des Vaters deutlich, der das Interesse der Tochter an Technik und Handwerk fördert (ebd. S 59 ff.). Auch die Rolle der Mutter, die, häufig eher traditionell ausgerichtet, für die Töchter andere Lebensentwürfe wünscht (ebd. S 60). Die Mädchen beschäftigen sich in ihrer Kindheit mit Spielen, die schon früh auf ein technisches Interesse hinweisen, doch das Spiel mit Puppen dabei nicht ausschließen (ebd. S 78 ff.). Gesucht wird eher die Gesellschaft der Buben, dort finden die Mädchen eher Gesprächspartner und gemeinsame Interessen (S111 ff.). Die Mädchen passen sich – ähnlich wie die Studentinnen an den technischen Hochschulen (ebd. S 119 ff, S 179.) auch im Habitus dem der männlichen Kollegen an. Zur „Mädchenkultur" wird häufig eine Distanz entwickelt (ebd. S 113 ff.), die, wie die österreichische Studie zeigt, zusammen mit dem geringen Zeitbudget, das HTL Schüler/innen haben, in vielen Fällen das Gefühl der Isolation verstärkt. Wichtig erscheint, dass sich – trotz der räumlichen und zeitlichen Unterschiede zwischen den beiden Studien und trotz der Tatsache, dass es sich in dem einen Fall um Studentinnen, im anderen Fall um Schülerinnen handelt, sich die Ergebnisse der beiden Studien weitgehend decken.

Auch die Frage, welche Bedeutung der Schule und inbesondere den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern zukommt, wird in beiden Studien in gleicher Weise beantwortet: Schule und Unterricht werden eher fördernd erlebt, Mathematik und Physik werden früh zu Lieblingsfächern. Gleichzeitig ist aber (im Gegensatz zu der Mehrzahl der Burschen, die eine HTL wählen) die breite Begabung der Mädchen auffällig (ebd. S 93ff.). Das Interesse ist deutlich breiter angelegt als jenes der männlichen Schulkollegen, was sich wie die österreichische Studie zeigt, etwa später darin äußert, dass HTL Schülerinnen eher Abteilungen wählen, die interdisziplinär angelegt sind.

In der österreichischen Studie werden eine Reihe von Maßnahmen genannt, die einerseits dazu führen sollen, dass Mädchen ihre Begabungen im Bereich der Technik erkennen und auch den Mut entwickeln, eine männerdominierte Schule zu besuchen bzw. sich gegen gesellschaftliche Erwartungen zu entscheiden. Andererseits muss den Mädchen an den Schulen auch ein Umfeld geboten werden, das sie aus ihrer Isolation herausführt, sie weniger zwingt, sich anzupassen, sondern die Entwicklung ihrer individuellen Persönlichkeit fördert

und den spezifischen Begabungen und Interessen gerecht wird. Es ist anzunehmen, dass durch die am Ende der Studie angeführten Maßnahmen auch Buben gefördert werden, die (wie einige Interviews und auch die Auswertung der Fragebögen zeigt) zwar nicht die belastende Minoritätsposition erleben müssen und gesellschaftlich als zukünftiger Techniker ein positives Image haben, aber in vielen Fällen doch mit ähnlichen Problemen kämpfen wie ihre Kolleginnen.

Auch die einige Jahre später durchgeführte Studie von Christine Wächter (Wächter 2003) bestätigt die vorliegenden Ergebnisse. Die Studie, mit der sich Christine Wächter habilitierte, stützt sich auf Interviews mit Schüler/innen, Lehrkräften, Eltern und Absolventinnen der HTL Villach. Der Fragenkatalog ist, was die Befragung der Schülerinnen betrifft, weitgehend identisch mit demjenigen meiner Studie und auch die Ergebnisse decken sich weitgehend. Alle wesentlichen Ergebnisse meiner Studie werden im Ergebnisteil auch in der Studie von Christine Wächter angeführt und es macht daher wenig Sinn, darauf im Einzelnen zu verweisen. Quantitative Erhebungen wurden von Christine Wächter keine vorgenommen. Auch der von Christine Wächter vorgeschlagene Maßnahmenkatalog deckt sich in weiten Bereichen mit meinen Vorschlägen.

3. LITERATUR

AAUW Report (1992): How Schools Shortchange Girls. Washington D.C.

Altrichter, H., Posch, P. (1998): Lehrer erforschen ihren Unterricht. Dritte Auflage. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Ambrosch-Draxl C., Stadler H. et al. (1999). Frauen in der Physik. In: Hey, B. (Hrsg.), Innovationen. Standpunkte feministischer Forschung und Lehre. Materialien zur Förderung von Frauen in der Wissenschaft. Band 9/II, Wien 1999, 393-408.

American Association for the Advancement of Science (1993). Benchmarks for Scientific Literacy (Washington, DC: AAAS).

Baker, D., Leary, R. (1995). Letting Girls Speak Out about Science. Journal of Research in Science Teaching vol. 32, Number 1, 3-28.

Baker, D.R. (1998). Equity issues in science education. In B.J.Fraser & K.G.Tobin, (Eds.), International handbook of science education, 869-895. Boston: Kluwer.

Baker, jD.R. & Leary, R. (1995). Letting girls speak out about science. Journal for Research in Science Teaching, 32(1), 3-28.

Barr, J., & Birke, L. (1998). Common Science? Women, Science, and Knowledge. Bloomington: Indiana University Press.

Barton, A.C. (1998). Teaching science with homeless children: Pedagogy, representation and identity. Journal of Research in Science Teaching, 35, 379-394.

Baumert, J., Eds. (1998). Interest and learning, 41-57. IPN-Schriftenreihe 164. Kiel: Institute for Science Edcuation (IPN).

Baumert, J. & Lehmann, R. / u. a. (1997). TIMSS – Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Opladen.

Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., Stanat, P., Tillmann, J. & Weiß, M. (2001). PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich.

Becker, B. J. (1989). Gender and science achievment: A reanalysis of studies from two metaanalyses. Journal of Research in Science Teaching, 26, 141-169.

Belenkey, M., Clinchy, B., Goldberger, M., & Tarule, J. (1986). Women´ s ways of knowing. New York: Basic Books.

Bem, S. (1993). The lenses of gender. Transforming the debate on sexual inequality. New Haven, CT: Yale University Press.

Benke, G., Stadler, H. (2003a): Places of argumentation in physics class. Paper presented at the annual conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), August 2003

Benke, G., Stadler, H. (2003b). Students´ positions in Physics Education. A Gendered Perspective. In: Psillos, D. u. a. (Hrsg.) Science Education Research in the Knowledge Based Socienty. Dordrecht: Kluwer, 81-87.

Benke, G., Stadler, H. (2003c): Students´epistemologies in physics education. A gendered perspective. In: Psillos, D. Kariotoglou, P. (Eds.) Proceedings of the Third International Conference Science Education Research in a Knowledge Based Society, 766-768.

Bessenrodt-Weberpals, M.: Physikerinnen in Deutschland. Potenzial und Fakten. In: Physik Journal 2 (2003) Nr. 11, 31 – 36-

Bianchini, J.A., Hilton-Brown, B.A., Breton, T. (2002). Professional Development for University Scientists around Issues of Equity and Diversity: Investigating Disent within Community. Journal of Research in Science Teaching, 39, 738-771.

Black, P.J. (1995). Assessment and Feedback in Science Education. Studies in Educational Evaluation 21, 257-279

Black, P.J. (1994). Performance Assessment and Accountibility: The Experiences in England and Wales. Educational Evaluation and Policy Analysis 16, 191-203.

Boaler, J. & Greeno, J. G. (2000). Identity, Agency and Knowing in Mathematics Worlds. In: Boaler, J. (Ed), *Multiple Perspectives on Mathematics Teaching and Learning*. Ablex Publishing: Westport, CT.

Brickhouse, N.W. (2001). Embodying Science: A Feminist Perspective on Learning. Journal of Research in Science Teaching 38, 282-295

Brickhouse, N.W. (1998). Feminism(s) and science edcuation. In: Fraser, B.J. & Tobin, K.G. (Eds.), International handbook of science education,.1067-1081. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Bruner, J. (1990). Acts of meaing. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Bruner, J.S. (1960). The Process of Education. Cambridge, MA: Harvard University Prress.

Brush, S. (1987): Die Temperatur der Geschichte. Wissenschaftliche und kulturelle Phasen im 19. Jahrhundert. Braunschweig, Wiesbaden: Friedrich Vieweg & Sohn.

Butler, J. (1991). Das Unbehagen der Geschlechter. Frankfurt: Suhrkamp.

Bybee, R. W. (1997). Towards an undertanding of scientific literacy. In: W. Gräber und C. Bolte (Eds.), Scientific Literacy. Kiel: Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel.

Carlone, H. (1999). Identifying and expanding the meanings of "scientist" in school science. Implications for the participation of girls. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Researfh Association, Montral, April 1999.

Catsambis, S. (1995). Gender, race, ethnicity, and science education in the middle grades. Journal of Research in Science Teaching, 32, 243-257.

Cazden, C. (1988). Classroom discourse: The language of teaching and learning. Portsmouth, NH: Heinemann.

Clausen, M. (2002). Unterrichtsqualität: Eine Frage der Perspektive? Münser, New York, München, Berlin: Waxmann.

Claxton, G. (1991). Educating the Inquiring Mind: The Challenge for School Science. London: Harvester Wheatsheaf.

Cole, M. (1996). Cultural psychology. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Deci, E. (1998): The Relation of Interest to Motivation and Humen Needs – The Self-Determination Theory Viewpoint. In: Hoffmann, L, Krapp, A., Renninger, K.A., Baumert, J. (Eds.), Interest and Learning. Kiel: IPN, S 146-162

Derrida, J. (1976): Die differance. In: Ders. Randgänge der Philosohpie. Frankfurt: Suhrkamp, 6 - 37.

Dewey, J. (1938). Experience and education. New York: Collier.

Driver, R., Erickson G.L (1983). Theories-in-action: Some theoretical and empircal issues in the study of student´s conceptual frameworks in science. In: Studies in Science Education 10, 37-60.

Duit, R., Confrey J. (1996): Reorganizing the Curriculum and Teaching to Improve Learning in Science and Mathematics. In: Treagust, D., Duit, R., Fraser, B. (Eds.), Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics. New York, London: Teachers College Press, 79-93.

Duit, R., Cornilsen, C. & Komorek, M. (1993). „Chaostheorie“ in Klasse 10. Von der eingeschränkten Vorhersagbarkeit chaotischer Systeme. Naturwissenschaften im Unterricht Physik 4, Nr. 19, 37-40.

Duit R., Komorek M., Roth W.-M, Stadler H., Wilbers J. (1997). Eine Unterrichtseinheit zur eingeschränkten Vorhersagbarkeit chaotischer Systeme für das 10.Schuljahr. In: Tagungsband der Jahrestagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft DPG, März 1997, Berlin.

Duit, R., Komorek, M., Wilbers, J., Roth, W.M., Stadler, H. (1997). Eine Unterrichtseinheit zur eingeschränkten Vorhersagbarkeit chaotischer Systeme für das 10. Schuljahr. In: J. Willer, Didaktik der Physik - Vorträge Physikertagung 1997 in Berlin. Berlin: Technische Hochschule Berlin, Institut für Fachdidaktik Physik und Lehrerbildung, 276-281.

Duit, R., Roth, W.M., Komorek, M. & Wilbers, J. (2001). Fostering Conceptual Change by Analogies - Between Scylla and Carybdis. Learning and Instruction 11, 283-303.

Duit, R., Treagust, D. (1998): Learning in Science – From Behaviourism Towards Social Cosntructivism and Beyond. In: Fraser, B., Tobin, K. (Eds.), International Handbook of Science Education. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 3 - 25

Eccles, J.S. (1989). Bringing young women to math and science. In: M.Crawford & M. Gentry (Eds.), Gender and thought: Psychological perspectives. New York: Springer, 36-58.

Eder, F. (2004). Pädagogische Psychologie – Entwicklungspsychologie. Vorlesungsskriptum für das WS 2003/04, S 43 ff. http://paedpsych.jk.uni-linz.ac.at/INTERNET/ORGANISATIONORD/EDERORD/HTMLFILES/Lehrmaterial/24-MotivationaleMerkmale.pdf

Elliott, J.: Action-research: A framework for self-evaluation in schools. TIQL-Working Paper No. 1. Institute of Education: Cambridge 1981.

Embacher F., Müller R., Stadler H., Weihs G.: Paradoxien erkennen - Quantenmechanik in der Schule. In: Praxis der Naturwissenschaften, Physik, Heft 8/49, Dezember 2000, 49. Jg. Aulis Verlag, Köln, S 15 - 21.

Erlemann, M.: Inszenierte Erkenntnis. Beobachungen zur Wissenschaftskultur im universitären Lehrkontext. In: Arnold, M. (Hrsg.), Disziplinierungen. Turia und Kant 2004 (In Vorbereitung)

Faißt, W., Häussler, P., Hergeröder, Ch., Keunecke, K..-H., Milanowski, L. & Schöffler-Waltmann, M. (1994). Physik-Anfangsunterricht für Mädchen und Jungen. IPN-Materialien. Kiel: Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).

Faulstich-Wieland, H. (1999). Koedukation heute – Bilanz und Chance. In: Horstkemper, M., Kraul, M. (Hrsg.), Koedukation. Erbe und Chancen. Weinheim: Studienverlag, 124-135.

Faulstich-Wieland, H. (1991). Koedukation – Enttäuscht Hoffnungen? Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgemeinschaft.

Faulstich-Wieland, H.& Horstkemper, M. (1996): 100 Jahre Koedukationsdebatte – und kein Ende. In: Ethik und Sozialwissenschaften 7 (1996), 509-520.

Faulstich-Wieland, H. & Horstkemper, M. (1995): „Trennt uns bitte nicht!“ Koedukation aus Mädchen- und Jungensicht. Opladen 1995.

Fehrs, M. & Ctzhjimr (1992). Women in physics: Reversing the exclusion. Physics Today 8, 33-40.

Feyerabend, P. (1975). Against Method. London: Verso. Übersetzt: Wider den Methodenzwang. Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1976

Financial Times (1999). The perversion of science. The Financial Times 20, February, 8.

Gardner, P.L. (1998). The development of males´ and females´ interests in science and technology. In Hoffmann, L., Krapp, A., Remninger, K.A. & Baumert, J. (Eds.). Interest and learning (pp. 41-57). IPN-Schriftenreihe 164. Kiel: Institute for Science Edcuation (IPN).

Garrison J. (1997). An Alternative to von Glasersfeld´s subjecitvism in science education: Dewey and social constructivism. Science & Education, 6, 301-312

Gilligan, C. (1991). Moralische Orientierung und moralische Entwickung. In: Nummer-Winkler, G. (Hrsg.), Weibliche Moral. Die Kontroverse um eine geschlechtsspezifische Ethik. Frankfurt, S. 79-100.

Glasersfeld, E. von (1996). Radikaler Konstruktivismus. Ideen, Ergebnisse. Probleme. Frankfurt.

Gray, J. (1992): Männder sind anders. Frauen auch. Männer sind vom Mars. Frauen von der Venus. München: Goldmann Verlag.

Greenfield, T.A. (1996). Gender, ethnicity, science achievement, and attitudes. Journal of Research in Science Teaching, 33, 901-933.

Guzzetti, B.J. (1996). Gender, text and discussion: Examining intellectual safety in the science classroom. Journal of Research in Science Teaching, 33, 5-20.

Guzzetti, B.J. (1996). Gender, text and discussion: Examining intellectual safety in the science classroom. Journal of Research in Science Teaching, 33, 5-20.

Hannover, B., Bettge, S. (1993). Mädchen und Technik. Göttingen: Hogrefe.

Harding, S. (1998). Is science multicultural? Bloomington, IN: Indiana University Press.

Harding, S. (1991). Whose science? Whose knowledge? Thinking from womens´ lives. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.

Harding, J. & Parker, L.H. (1995). Agents for change: Policay and pracitice towards a more gender-inclusive science education. International Journal of Science Edcuation, 17, 538-553.

Harding, S. (1991). Whose science, whose knowledge? Thinking from women´s lives. Ithaca, N.Y.: Cornell University Press.

Harding, J. & Parker, L.H. (1995). Agents for change: Policay and pracitice towards a more gender-inclusive science education. International Journal of Science Edcuation, 17, 538-553.

Häußler, P., Hoffmann, L. (2002). An Intervention Study to Enhance Girls´ Interest, Self Concept, and Achievement in Physics Classes. In: Journal of Research in Science Teaching, 39, 870-888.

Häußler, P. & Hoffmann, L. (2000). A curricular frame for physics education: Developement comparison with students´ interests, and impact on students´ achievement and self-concept. Science Education, 84, 689-705.

Häußler, P., Hoffmann, L. (1995). Physikunterricht – an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert. In: Unterrichtswissenschaft 23/2 (1995), 107 – 126.

Häußler, P., Hoffmann, L. & Rost, J. (1987). Langzeitwirkungen von Physikunterricht. Physik und Didaktik, 4, 1987, 326-328.

Häußler, P., Hoffmann, L., Rost, J. (1986). Zum Stand Physikalischer Bildung Erwachsener - eine Erhebung unter Berücksichtigung des Zusammenhangs mit dem Bildungsgang. Kiel: IPN 105.

Häußler, P., Bünder, W., Duit, R., Gräber, W., Mayer, J. (1998). Naturwissenschaftsdidaktische Forschung. Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Kiel: IPN.

Hazael, E., Logan, P., & Gallagher, P. (1997). Equitable assesssment of students in physics: Importance of gender and language background. International Journal of Science Edcucation, 19, 365-380.Kelly, A. (Ed.) (1987). Science for girls? Milton Keynes/Philadelphia: Open University Press.

Heintz, B. & Nadai, E. (1998). Geschlecht und Kontext. De-Institutionalisierungsprozesse und geschlechtliche Differenzierung. In: Zeitschrift für Soziologie 27 (1998), 75-93.

Helmke, A. (2003): Unterrichtsqualität. Erfasse – Bewerten – Verbessern. Seelze: Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung.

Herzog, W., Labudde, P., Neuenschwander, M., Violi, P., Gerber, C. (1997): Koeudkation im Physikunterricht. Schlussbericht zuhanden des Schweizer Nationalfonds. Universität Bern. Abteilung Pädagogische Psychologie und Höheres Lehramt.

Herzog, W. (1999). Wird die Koedukationsdebatte überleben? Das Geschlecht als kulturelle Ressource. In: Horstkemper, M., Kraul, M. (Hrsg.), Koedukation. Erbe und Chancen. Weinheim: Studienverlag, 136-156.

Herzog, W. (1998). Chancengleichheit und naturwissenschaftliche Bildung. Zur Förderung von Mädchen im koedukativen Physikunterricht. In: Nadai, E. & Ballmer-Cao, T.-H. (Hrsg.): Grenzverschiebungen. Zum Wandel des Geschlechterverhältnisses in der Schweiz. Chur: Rüegger, 119-146.

Herzog, W. (1996). Motivation und naturwissenschaftliche Bildung. Kriterien eines „mädchengerechten“ koedukativen Unterrichts. In: Neue Sammlung 36 (1996), 61-91.

Hirschauer, S. (1994). Die soziale Fortpflanzung der Zweigeschlechtlichkeit. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 46, 668-692.

Hirschauer, S. (1989).: Die interaktive Konstruktion von Geschlechtszugehörigkeit. In: Zeitschrift für Soziologie 18 (1989), 100 – 118.

Hoffmann, L., Häußler, P., Lehrke, M. (1998). Die IPN-Interessenstudie Physik. Kiel: IPN.

Hoffmann, L., Häußler, P., Peters-Haft, S.(1995). An den Interessen von Mädchen und Jungen orientierter Physikunterricht. Kiel: IPN.

Hoffmann, L., Lehrke, M. (1986). Eine Untersuchung über Schülerinteressen an Physik und Technik. Zeitschrift für Pädagogik, 32, 189 - 204

Horstkemper, M., Kraul, M. (Hrsg., 1999). Koedukation. Erbe und Chancen. Weinheim: Studienverlag, 124-135.

Hyde, J. & Jaffee, S. (1998). Perspectives from social and feminist psychology. Educational Researcher, 27(5), 14-16.

Independent (1990). The real challenges of the next century are scientific. The Independent, 2 January, 3.

Janshen, D., Rudolph H. (1987). Ingenieurinnen. Frauen für die Zukunft. Berlin, New York: de Gruyter.

Johnson, S. (1987). Early-developed sex differences in science and mathematics in the United Kingdom. Journal of Early Adolescence, 7, 21-33.

Jones, M.G. (2000). Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. Sci. Educ. 84(2), 180-192 (2000).

Jungwirth, H. (2003): What Is a Gender-Sensitive Mathematics Classroom? In: Burton, L. (Hg.): Which Way Social Justice in Mathematics Education? Westport/London: Praeger 2003, 3-27

Jungwirth, H. (2001): Geschlechtssensibel statt geschlechtsspezifisch. In: Kaiser, G. (Hg.): Beiträge zum Mathematikunterricht. Vorträge auf der 35. Tagung für Didaktik der Mathematik. Hildesheim/Berlin 2001, 324 – 327.

Jungwirth, H. (1996): Symbolic Interactionism and Ethnomethodology as a Theoretical Framework for the Research on Gender and Mathematics. In: Hanna, G. (Hg.): Towards Gender Equity in Mathematics Education. Dordrecht: Kluwer, 49-70

Jungwirth, H (1994).: Die Forschung zu Frauen und Mathematik - Versuch einer Paradigmenklärung. In: Journal für Mathematikdidaktik (15), 1994, Heft 3/4, 253-276

Jungwirth, H. (1993): Koedukation - ein Hindernis für Frauen, sich der Mathematik (und Naturwissenschaften und Technik) zuzwenden - Ergebnisse einer österreichischen Untersuchung. In: mathematica didactica (16), 1993, Heft 1, 37-59

Jungwirth, H. (1991a): Interactive and gender findings of a micro-ethnographical approach to classroom discourse. In: Educ. Studien in Mathematics 22 (1991, p. 263-284

Jungwirth, H. (1991b): Die Dimension "Geschlecht in den Interaktionen des Mathematikunterrichts. In: Journal für Mathematikdidaktik (12), 1991, Heft 2/3, 133-171

Jungwirth, H., Stadler, H. (2004): Ergebnisbericht zum IMST² Subprojekt „Gender Sensitivity und Gender Mainstreaming“. Herbst 2004, Österreichisches Bildungsministerium.

Jungwirth, H., Stadler, H. (2003a). Ansichten - Videoanalysen zur Lehrer/-innenbildung. Innsbruck: StudienVerlag 2003. CD-Rom.

Jungwirth, H., Stadler, H. (2003b). Positionspapier zum Subprojekt „Gender Sensitivity und Gender Mainstreaming“. In: http://imst.uni-klu.ac.at

Jungwirth H., Stadler H. (2000). Der Geschlechteraspekt in TIMSS - Ergebnisse, Erklärungsversuche, Konsequenzen. In: Plus Lucis 3/2000, 15 - 20.

Jungwirth, H., Stadler, H. & Stern, T. (2002). Wege zur Weiterentwicklung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts [New developements in mathematics and science teaching]. In: Einblicke in Prozesse der Forschung und Entwicklung im Bildungsbereich. StudienVerlag: Innsbruck-Wien-München-Bozen, 231-248.

Kattmann, U.; Duit, R.; Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 3 (3), 3-18.

Kelly, A. (1988). Sex stereotypes and school science: A three year follow-up. Educational Studies, 14, 151-163.

Kelly, A. (Ed., 1987), Science for giris? Milton Keynes: Open Univcrsity Press

Kelly, G.J. & Crawford, T. (1997). An ethnographic study of the discourse processes of science. Science Education, 81, 533-560.

Kenway, J. & Gough, A. (1998). Gender and science edcuation in schools: A review ´with attitude´. Studies in Science Edcucation, 31, 1-30.

Keller, E.F. (1985). Reflexions on gender and science. New Haven, CT: Yale University science, Science Education, 81, 533-560.

Kerner C., Lise (1986). Atomphysikerin. Die Lebensgeschichte der Lise Meitner. Weinheim & Basel: Beltz Verlag.

Kessels, U. (2002). Undoing gender in der Schule. Eine empirische Studie über Koedukation und Geschlechtsidentität im Physikunterricht.Weinheim/München: Juventa.

Kim, T. (1990). Gender and Subject in Higher Edcuation. Buckingham, MK and Bristol, USA: Society for Research in Higher Education & Open University Press.

Kircher, E., Girwidz, R., Häußler, P. (2001). Physikdidaktik. Eine Einführung. Berlin: Springer.

Kleinman, S.S. (1998). Overview of Feminist Perspectives on the Ideology of Sciennce. Journal of Research in Sciene Teaching 35, 837-844.

Koballa, T. R. (1995). Children´s attitudes toward learning science. In: Glynn, S.W., Duit, R. (Eds.) Learning Science in the Schools: Research Reforming Pracitice. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, 59 – 84.

Komorek, M., Duit, R., Stadler, H. /2003). Ein chaotisches System erklären. In: Unterricht Physik 14 (2003), Heft 74, S 30-31.

Könekamp, B., Krais, B., Erlemann, M., Kausch, C. (2002). Chancengleichheit für Männer und Frauen in der Physik? In: Physik Journal 1 (2002) Nr. 2, S. 22-27.

Krapp, A. (1992). Das Interessenskonstrukt. Bestimmungsmerkmale der Interessenshandlung und des individuellen Interesses aus der Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In Krapp, A. & Prenzel, M. Eds.), Interesse, Lernen, Leistung. Münster: Aschendorff. Besorgen, 297-329.

Kuhn, T.S. (1962). The structure of scientific revolution. Chikago: Chikago Press 1962. Übersetzung: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 15. Auflage 1999

Kühnelt H., Mayr H., Stadler H.(1996). Learning by Inquiry - Looking into the Physics of a Wheelchair. GIREP-Tagungsband. Ljubljana 1996, 213-215.

Kühnelt, H., Stadler, H., Stern, T. (2001). Innovating Science Education in Austria. In: Psillos, D. Kariotoglou, P. (Eds.) Proceedings of the Third International Conference Science Education Research in a Knowledge Based Society, 823-825.

Kühnelt H., Stadler H., Stern T. (2000). PFL-Science - An In-Service Program for Science Teachers. In: Physics teacher education beyond 2000. Tagungs-CD zu GIREP 2000.

Kühnelt H., Stadler H. (1999). Assessing an Assessment. Lessons from TIMSS3 in Austria. TIMSS - ESERA. In: Research in Science Education. Past, Present, and Future. Proceedings of the Second International Conference of the European Science Education Research Association (E.S.E.R.A.), Kiel 1999.

Kühnelt H., Stadler H. (1997). Combined updating on science and pedagogy for experienced teachers. In: Research in Science Education (RISE), 1997, 27(3), 425-444.

Krainer K., Jungwirth H., Stadler H. (2000). Fostering self-evaluation of Austrian mathematics and science teachers. In: OECD (Ed.): Education at a Glance 2000

Labudde, P. (2000): Konstruktivismus im Physikunterricht der Sekundarstufe II. (2000). Bern, Stuttgart, Wien: Verlag Paul Haupt.

Labudde, P. (1999): Mädchen und Jugen auf dem Weg zur Physik. Reflexive Koedukation im Physikunterricht. In: Unterricht Physik 10 (1999) Nr. 49, 4 - 10

Labudde, P., Herzog, W., Neuenschander, M.P., Violi, en. Gerber, C. (2000). Girls and pyhsics: teaching and learning straeties tested by classroom interventions in grade 11. International Journal of Science Education, 22, 143-157.

Labudde, P., Stebler, R. (1999): Lern- und Physikaufgaben für den Physikunterricht. Erträge aus dem TIMSS-Experimentiertest. In: Duit, R. (Hrsg.), Naturwissenschaften im Unterricht - Physik, Heft 54, 23 – 31.

Lee, V.E. (1998): Is Single-Sex Secondary Schooling a Solution to the Problem of Gender Inequality? In: AAUW (Hrsg.): Separated by sex – a critical look at single-sex education for girls. Washington D.C., 41-52.

Lemke, J.L. (2001). Articulating Communities: Sociocultural Perspectives on Science Education. Journal of Research in Science Teaching, 38, 296-316.

Lemke, J. (1990). Talking science. Language, learning and values. Norwood, N.J.: Ablex.

Linn, M.C., de Benedictus, T. Delucchi, K. Harris, A. & Stage, E. (1987). Gender differences in National Assessment of Educational Progress Items: What does Í don´t Know´really mean?. Journal of Research in Science Technology 24, 267-278.

Lloyd, B. & Duveen, G. (1992). Gender identities and education: The impact of starting school. New York: St. Martin´s Press.

Longino, H. (1993). Subject, power and knowledge: Description and prescription in feminist philosophies of science. In Alcoff L. & Potter E. (Eds.), Feminist epistemologies. New York: Routledge, 101 – 120.

Luhmann, N. (1996). Frauen, Männerund George Spencer Brown. In: Ders.: Protest. Systemtheorie und soziale Bewegungen. Frankfurt, 107-155.

Maccoby, E.E. (1995). The two sexes and their social systems. In: Moen,P. & Elder, G.H., Lüscher, K. (Hrsg.) Examining Livesin Context. Washington.D.C.: American Psychological Association, 563-597.

Matthews, M. (1994). Science teaching: The role of history and philosophy of science. New York: Routledge.

Mayr, H.: Der Lehrplan, nur Rahmen und Auftrag? Ein Beitrag zur Kontroverse rund um den neuen Physiklehrplan. Plus Lucis 1/2000, S 2 – 4.
http://pluslucis.univie.ac.at/PlusLucis/001/Physik_LP99.pdf

Meece, J.L. & Jones, M.G. (1996). Gender Differences in motivation and strategy use in science: Are girls rote learners? Journal of Research in Science Teaching, 33, 393-406.

Maccoby, E. (1990). Gender and relationships: A developmental account. American Psychologist, 45, 513-520.

McCullough, L., Crouch, C. (2002). Gender, Educational Reform and Instructional Assessment. AAPT, Philadelphia 2002. S.a.: http://physics.uwstout.edu/staff/mccullough/AAPTJan02Philly.pdf

McLaren, A., & Gaskell, P.J. (1995). No you see it, now you don´t: Gender as an issue in school science. In: J.Gaskell & J. Willinsky, (Eds.), Gender in/forms curriculum: From enrichment to transformation. New York: Teachers College Press, 136-156.

MacKenzie, D., Wajcman, J. (Eds. 1985)- The social shaping of technology. Buckingham, Philadelphia: Open University Press .

Mayr, H. (2002): Untersuchend-forschender Physik-Unterricht mit Labor-Charakter. http://imst.uni-klu.ac.at/schwerpunktprogramme/s3/innovationen/

Millar, M.G. & Tesser, A. (1986). Effects of affective and cognitive focus on the attitude-behaviour relation. Journal of Personality and Social Psychology, 51, 270-276.

Millar, R. & Osborne, J. F. (eds.) (1998). Beyond 2000: Science Education for the future. London: King´s College London.

Miller-Maresch, C. (1995). Physikalische Grundlagen des menschlichen Herz-Kreislaufsystems. Diplomarbeit am Institut für Theoretische Physik der Universität Wien 1995. http://pluslucis.univie.ac.at/Diplom/

Muckenfuß, H. (2003). "Themenorientierung und Fachsystematik - wie geht das unter einen Hut?". Vortrag gehalten bei der IMST²-NWW Tagung, Salzburg, 2. Oktober 2003

Muckenfuß, H. (1995). Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts. Berlin: Cornelsen.

Nagl-Docekal, H..(1992): Von der feministischen Transformation der Philosophie. In: Ethik und sozialwissenschaften. Opladen: Westdeutscher Verlag, 523-531.

National Science Foundation (1994). Women, minorities and persons with disabilities in science and engeneering: 1994. Arlington, VA: National Science Foundation (NSF94-333).

National Science Foundation (2003): NSF 03-207, http://www.ehr.nsf.gov/EHR/HRD/pge.asp

Noddings, N. (1998). Perspectives from feminist philosophy. Educational Researcher, 27, 17-18.

Oelz, G. (2002a): Physikerinnen-Gallerie. http://imst.uni-klu.ac.at/schwerpunktprogramme/gm/innovationen/

Oelz, G. (2002b): Einstellungen von Buben und Mädchen zum Physikunterricht. http://imst.uni-klu.ac.at/schwerpunktprogramme/gm/innovationen/

Osborne, J., Collins, S. (2001). Pupil´s views of the role and value of the sciene curriculum: a focus-group study. International Journal of Science Edcuation, 443 –467.

Osborne, J. F. & Collins, S. (2000). Pupil´s and Parent´s view of school science curriculum. London: King´s College London.

Österreichische Schulstatistik 01/02. Hrsg. Vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kunst in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt Statistik Österreich: http://www.bmbwk.gv.at/medien/8752_PDFzuPubID422.pdf

Österreichischer Hochschulbericht 2002. Bd. 2. Hrsg. vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kunst in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt Statistik Österreich. Wien 2002.

Pagana-Hammer, B.(2002): Neue Wege im Physikunterricht: Was kann das AYPT für die „good practice liefern? http://imst.uni-klu.ac.at/schwerpunktprogramme/s3/innovationen/

Parker, L., Rennie, L.: Equitable Assessment Strategies. In: B.J. Fraser und K.G. Tobin, International Handbook of Science Education. Kluwer Academic Publishers, 897-910.

Pease, A., Pease, B.: Warum Männer nicht zuhören und Frauen schlecht einparken. Ganz natürliche Erklärungen für eigentlich unerklärliche Schwächen. München: Ullstein.

Pietschmann, H. (1980). Das Ende des naturwissenschaftlichen Zeitalters. Wien, Hamburg: Zsolnay Verlag.

Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Towards a theory of conceptual change. Science Education, 66(2), 211-227.

Radvanyi, P.(2003). Die Curies. Spektrum Verlag Biografie.

Rennie und Parker (1993): Assessment in Physics: Further exploration of the implication of item context. Australien Science Teacher Journal 39, 28-32.

Rennie, L.J. (1998): Gender Equity: Towards Clarification and a Research Direction for Science Teacher Education. Journal of Research in Science Teaching, 35, 951-961.

Richmond, G., Howes, E., Kurth, L., Hazelwood, C. (1998). Connection and Critique: Feminist Pedagogy and Science Teacher Education. Journal of Research in Science Teaching 35, 897-918.

Robinson, J.T. (1965): Science Teaching and the Nature of Science. In: Journal of Research in Science Teaching 3, 37-50.

Rosner, R., Strohmaier, B. (2003). Marietta Blau - Sterne der Zertrümmerung. Biographie einer Wegbereiterin der modernen Teilchenphysik. Wien: Böhlau- Verlag.

Roth, W.-M., Tobin, K. (2002). At the Elbow of Another. Learning to Teach by Coteaching. Per Lang: New York.

Roychoudhury, A., Tippins, D.J., & Nichols, S.E. (1995). Gender-inclusive science teaching: A feminist-constructivist approach. Journal of Research inScience Teaching, 32, 897-924.

Rudolf, P. (2003). Mehr Frauen in die Physik! Die Frauenförderung fängt im Kleinen an. In: Physik Journal 2 (2003) Nr. 11, 3.

Schecker, H. et al. (1996). Naturwissenschaftlicher Unterricht im Kontext allgemeiner Bildung. In: Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht 49 (1996), 8, 488-492. http://didaktik.physik.uni-bremen.de/

Schecker, H., Niedderer, H. (1996). Contrastive Teaching. A Strategy to Qualitative Conceptual Understanding of Science. In: Treagust, D., Duit, R., Fraser, B., Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics. New York, London: Teachers College Press, 141-151.

Schwanitz, D. (2000). Bildung. Alles was man wissen muss. Frankfurt a. M.: Eichborn.

Seidel, T., Prenzel, M., Duit, R., Euler, M., Geiser, H., Hoffmann, L., Lehrke, M., Müller, C., & Rimmele, R. (2002). "Jetzt bitte alle nach vorne schauen!" - Lehr-Lernskripts im Physikunterricht und damit verbundene Bedingungen für individuelle Lernprozesse. Unterrichtswissenschaft, 30(1), 52-77.

Seidel, T., & Prenzel, M. (2003). Mit Fehlern umgehen - Zum Lernen motivieren. Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule, 52(1), 30-34.

Simon, S., Erduran, S., Osborne, J.F. (2002). Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. Paper presented at the Annual Conference of the National Association of Research in Science Teaching, New Orleans, April 7-10. http://www.kcl.ac.uk/depsta/education/publications/NARSTArgpaper2002fin.do.pdf

Snow, C.P. (1993). The two cultures. Canbridge: Cambridge University Press.

Solomon, J. (1997). Girls´science education: choice, solidarity and culture. International Journal of Science Education, 19, 407-417

Solomon, J. (1980). Teaching Children in the Laboratory. London: Croom Helm.

Stadler, H. (2004a): Unterricht verbessern. Fallstudien aus der Arbeit mit Naturwissenschaftslehrkräften. In: Ergebnisbericht Projekt IMST² für 2002/03, IFF Klagenfurt.

Stadler, H. (2004b). Videos as a tool to foster the professional development of science teachers. Paper presented at the annual conference of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), April 2003 (der Aufsatz wird bei ERIC erscheinen).

Stadler, H. (2003a). Videos as a tool to foster the professional development of science teachers. Paper presented at the 4th conference of the European Association of Science Education (ESERA), August 2003, Noordwijkerhout.

Stadler, H. (2003b). Unterrichtsvideos in der Lehrerbildung. In: Zur Didaktik der Physik und Chemie: Probleme und Perspektiven. Vorträge auf der Tagung für Didaktik der Physik / Chemie in Flensburg, September 2002. Leuchtturm-Verlag, Kiel 2003.

Stadler, H. (2003c). Videos als Mittel zur Qualitätsverbesserung von Unterricht. In: E.J. Brunner u. a.(Hrsg.). Diagnose und Intervention in schulischen Handlungsfeldern. Münster; New York; München; Berlin: Waxmann, 175 - 193.

Stadler H. (2002a). Schwerelosigkeit herrscht dort, wo keine Schwerkraft mehr wirkt. In: Schneider, Lotze, K. (Hrsg.) Wege in der Physikdidaktik, Bd. V, Palm & Enke, Erlangen, 158-164.

Stadler H. (2002b). Ein Unterrichtsmodell zum Thema Schwerelosigkeit. In: Schneider, Lotze, K. (Hrsg.) Wege in der Physikdidaktik, Bd. V, Palm & Enke, Erlangen 2002, S 165-173.

Stadler, H. (2002c). Österreichische Qualitätsentwicklungsprogramme im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich - Reformansätze für Schule und Lehrerausbildung. In: Hilligus, A.H., Rinkens, H., Friedrich, C. (Hg.): Europa in Schule und Lehrerausbildung. Entwicklungen - Beispiele - Perspektiven. Münster: LIT 2002, S 221 – 231.

Stadler, H: (2002d). Mädchen und Physik - Koedukation im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: Impulse nutzen. Zukunftschancen furch eine neue Vielfalt in Studium und Lehre. Dokumentation zur Tagung "Impulse nutzen" des Bildungsministeriums für Bildung und Forschung der Bundesrepublik Deutschland. München 2002, 49-52.

Stadler, H. (2002e). Lehr- und Lernprozesse unter der Lupe - Videos als Grundlage für die Verbesserung von Physikunterricht. In: Krainer, K., Dörfler, W., Jungwirth, H., Kühnelt, H., Rauch, F. & Stern, T. (Hrsg.): Lernen im Aufbruch: Mathematik und Naturwissenschaften. Pilotprojekt IMST2. StudienVerlag: Innsbruck-Wien-München-Bozen, 116-127.

Stadler, H. (2002f). Physikunterricht am Anfang der Oberstufe - Analysen und ein Beginn. Innovation am BG Realschulstrasse in Dornbirn. In: Krainer, K., Dörfler, W., Jungwirth, H., Kühnelt, H., Rauch, F. & Stern, T. (Hrsg.): Lernen im Aufbruch: Mathematik und

Naturwissenschaften. Pilotprojekt IMST². StudienVerlag: Innsbruck-Wien-München-Bozen, 196-205.

Stadler, H. (2002g). Lehr- und Lernprozesse unter der Lupe - Videos als Mittel zur Qualitätsverbeserung von Unterricht. In: Tagungs-CD der Jahrestagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Leipzig 2002.j

Stadler H. (2002h). Geschlechtssensibler Unterricht - Individualisierung des Lehrens und Lernens unter der „Gender"-Perspektive [Gender sensitive learning - individualisation of learning and teaching in science class]. In: Niedderer, H., Hrsg., Didaktik der Physik, Vorträge Frühjahrstagung Bremen. Bad Honneff: Deutsche Physikalische Gesellschaft , 2002 (Tagungs-CD).

Stadler H. (2001a). Schülerinnen an Höheren Technischen Lehranstalten. In: PC-News Nr. 71, Februar 2001, 23-24.

Stadler H. (2001b). Außerhalb der Atmosphäre herrscht Schwerelosigkeit. Physikunterricht zum Thema Schwerelosigkeit. In: Naturwissenschaft Unterricht Physik, 12 (2001) Nr 65, S 33-37.

Stadler, H. (2000a).: Physik und Technik - kein Thema für Mädchen? Modelle zur schulischen Förderung von Technikkompetenz und Technikinteresse bei Mädchen. In: Wächter, Ch. (Hrsg.) Auf den Spuren der Frauen in der technologischen Zivilisation. Profil-Verlag München, 75 - 87.

Stadler H. (2000b): Kann man/frau Physik verstehen? Über eine Schwierigkeit der Rezeption von Physik durch die Öffentlichkeit. In: Arnold, M.: Studium Integrale, iff-Texte. Springer Wien New York, 77-82.

Stadler, H. (1999a): TIMSS 3. Das Physikwissen österreichischer Maturant/innen. Eine Analyse der Ergebnisse der TIMS-Studie aus geschlechtsspezifischer Perspektive. Abschlußbericht des Projekts IMST, Klagenfurt 1999. http://netscience.univie.ac.at/lise/index1.html.

Stadler H. (1999b): TIMSS 3 in Österreich- geschlechtsspezifische Aspekte. In: Tagungsband der 62.Physikertagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Didaktik der Physik, Ludwigsburg 1999.

Stadler H. (1999c): Aktionsforschung in der Ausbildung von Physiklehrerinnen. In: Didaktik 2/99, 14-15.

Stadler H. (1999d): Schülerinnen an Höheren Technischen Lehranstalten. In: Soziale Technik 3/99, 3-5.

Stadler H. (1999e): Physik und Technik - kein Thema für Mädchen? In: Erziehung und Unterricht, Heft 7/8 1999, 635-651.

Stadler H. (1999f): Kann man Physik verstehen? In: Mitteilungsblatt der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft 4 / 99, S 3 - 7.

Stadler H. (1999g). LISE. Website zum Thema Mädchen und Physikunterricht. Im Auftrag des Bundesministeriums für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten, 1999 - 2004 http://lise.univie.ac.at

Stadler H. (1998a). Die Bewegung der Erde. Ein Einführungsunterricht in die Mechanik. In: Unterricht Physik 9 (1998) Nr. 46, S 24 – 34.

Stadler H. (1998b). Aktionsforschung und Physikdidaktik in der Lehrerausbildung. In: Schulinnovationen, Ausgabe 13. IFF, Klagenfurt 1998, 24-26.-

Stadler H. (1998c). PFL-Naturwissenschaften. Ein postgradualer Hochschullehrgang für Lehrer/innen. In: Zur Didaktik der Physik und Chemie, Probleme und Perspektiven, Band L18. Hrsg. GDCP, Leuchtturm-Verlag, Kiel-

Stadler H. (1998d). Schwerelosigkeit herrscht dort, wo keine Schwerkraft mehr wirkt. In: Tagungsband der 61. Physikertagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Didaktik der Physik, Regensburg.

Stadler H. (1997a). Schülerinnen an Höheren Technischen Lehranstalten. Eine Studie im Bereich Elektrotechnik/Elektronik und Maschinenbau. BMUK, Wien 1997.

Stadler H. (1997b): Mädchen im Physikunterricht. Eine Studie zu einem österreichischen Schulversuch. In: Plus Lucis 2/97.

Stadler H. (1997c). Buchbesprechung zu Muckenfuß, H.: Lernen im sinnstiftenden Kontext. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 3.Jg., Heft 2/97, 85-86, Kiel 1997.

Stadler H. (1996a). Pupils´ Conceptions about Gravity. GIREP-Tagungsband. Ljubljana 1996, 378-380.

Stadler H. (1996b). Schülerinnen an Höheren Technischen Lehranstalten. In S.C.H.U.G. Informationsblatt für Schulbildung und Gleichstellung. Bundesministerium für Unterricht und kulturelle Angelegenheiten. Wien 1996

Stadler H. (1995a). Arbeitsblätter zur Mechanik. In: Plus Lucis 1/95.

Stadler H. (1995b). Schülerinnen an Höheren Technischen Lehranstalten. Eine Studie im Bereich Elektrotechnik / Elektronik und Maschinenbau. Endbericht zum gleichnamigen Projekt. BMUK, Wien 1995.

Stadler H. (1994). Mädchen im Physikunterricht. Eine Studie zu einem österreichischen Schulversuch. In: Tagungsband der DPG, Didaktik der Physik, Hamburg 1994.

Stadler, H. (1983). Wissenschaftstheoretische Überlegungen zur Rolle des Experiments im Unterricht. In: Tagungsband der Jahrestagung der Arbeitsgruppe Fachdidaktik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. Gießen 1983.

Stadler, H.., Benke, G. (2003). Naturwissenschaftliches Diskutieren und Argumentieren fördern. In: Unterricht Physik 14 (2003b), Heft 74, S 26-29.

Stadler, H., Benke, G., Duit, R. (2002). How do boys and girls use language in physics classes. In: Duit, R. (Hrsg.), Research in Science Education in Europa. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. Ebook 2002.

Stadler H.; Benke G.; Duit R. (2001a). Gemeinsam oder getrennt? Eine Videostudie zum Verhalten von Mädchen und Buben bei Gruppenarbeiten im Physikunterricht. In: Aufschnaiter St., Welzel M. (Hrsg.), Nutzung von Videodaten zur Untersuchung von Lehr-Lernprozessen. Waxmann Münster / New York / München / Berlin, 203 – 218.

Stadler, H., Benke, G., Duit, R. (2001b). How do boys and girls use language in physics classes. In: Duit, R. (Hrsg.), Research in Science Education in Europa. Dordrecht: Kluwer Publishers, 283-288.

Stadler H., Benke G., Duit R. (1999). How do boys and girls use language in physics classes? In: Research in Science Education. Past, Present, and Future. Proceedings of the Second International Conference of the European Science Education Research Association (E.S.E.R.A.), Kiel 1999, 531-533.

Stadler H., Benke, G., Duit, R. (1998). Wie nutzen Mädchen und Jungen Sprache in physikalischen Argumentationen? Tagungsband der Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik (GDCP), Essen 21.September 1998.

Stadler, H., Brunner, I., Durstberger, K., Rihaji, N., (2004): Interviews mit Physikerinnen und Physikern. Nicht publiziertes Rohmanuskript. Teilauszüge finden sich auf der Website LISE http://lise.univie.ac.at

Stadler H., Duit R., Benke G. (2000). Do boys and girls hold different notions of understanding in physics? In Physics Education 35, Nr. 6, November 2000, 417 – 422.

Stadler H., Duit R. (1998a): Konstruktivistische Unterrichtsanalysen. In: Zur Didaktik der Physik und Chemie, Probleme und Perspektiven, Band L18. Hrsg. GDCP, Leuchtturm-Verlag, Kiel 1998.

Stadler H., Duit R. (1998b): Teaching and learning chaos theory. Case studies on students´ learning pathways. Paper presented at NARST, San Diego, April 1998.

Stadler, H., Wenig, S. (2003): Solar-Mobile und Solar-box. Ein handlungsorientiertes Unterrichtsprojekt zum Thema Photovoltaik für Mädchen. In: Unterricht Physik 77, 2003, 21 – 24.

Stadler H., Wenig S. (1999): That´s the right kind of physics teaching. Promoting the interest of girls in physics by playful activities. In: Proceedings of 17. International Conference of the Groupe International de Recherche sur l´Enseignement de la Physique / International Commission on Physics Education (GIREP-ICPE), Duisburg 1999.

Tesch, M. & Duit, R. (2002). Zur Rolle des Experiments im Physikanfangsunterricht. Beitrag auf der Tagungs-CD zur Tagung des Fachverbandes Didaktik der Physik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Leipzig 2002.

Todt, E. (1985): Die Bedeutung der Schule für die Entwicklung der Interessen von Kindern und Jugendlichen. In: Unterrichtswissenschaft 13, 362 – 376

Treagust, D., Duit, R., Fraser, B. (1998): Overview: Research on Students´ Preinstructional Conceptions – The Driving Force for Improving Teaching and Learning. In: Treagust, D., Duit, R., Fraser, B. (Eds.): Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics. New York, London: Teachers College, 1 - 14

UNESCO (1999): Women Science and Technology. Towards a new development? UNESCO 1999. S.a. http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001181/118131e.pdf

Unger, R. & Crawford, M. (1992). Women and gender. A feminist psychology. Philadelphia : Temple University Press.

Unger, R. (1979). Towards a redefinition of sex and gender. American Psychologist, 34, 1085-1094.

Vygotsky, L. (1963) Thoght and language. Cambridge, MA: MIT Press (Translation of Russian original, published 1934).

Wächter, C. (2003). Technik-Bildung und Geschlecht. Wien: Profil-Verlag.

Wagenschein, M. (1988). Naturphänomene sehen und verstehen. Genetische Lehrgänge. Stuttgart: Klett .

Wagenschein, Martin (1965): Der Ruf des Raben. In: Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken, Bd. 1. Stuttgart

Weaver-Hightower, M. (2003): The “Boy Turn” in Research on Gender and Education. In: Review of Educational Research, 2003, Vol. 73, No. 4, pp. 471-498

Wenger, E. (1998). Communities of practice. New York: Cambridge University Press.

West, C.& Zimmermann, D.H.(1987). Doing Gender. In: Gender and Society 1 (1987), 125-151.

Whitelegg, E. & Edwards, C. (1999). Beyond the laboratory: Learning physics using real-life contexts. In Komorek, M., Behrendt, H., Dahncke, H., Duit, R., Gräber, W., Kross, A.: Reserach in Science Education. Past, Present, and Future. Proceedings of the Second International Conference of theEuropean Science Education Research Association (ESERA). Kiel, 312 – 314.

Wiesner, H. (2001). Physik und Medizin – Eine Steiergerung der Motivation im Physikunterricht. In: Didaktik der Physik, Beiträge zur 65. Physikertagung, Bremen 2001.

Wong, D., Pugh, K. (2001). A Deweyan Perspective. Journal of Research in Science Teaching, 38, 317-336.

Wimmer, A. (1996). Kultur. Zur Reformulierung eines sozialanthropoligischen Grundbegriffs. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsyhcologie 48 (1996), S 401 – 425.

4. AUFSÄTZE

4.1. Physikunterricht unter dem Gender-Aspekt

In: iff Texte, Bd. 6, Studium Integrale, Hrg. Arnold, M., Fischer, R. Springer Wien New York, 2000, S. 77 - 82

Kann man/frau Physik verstehen ?

Über eine Schwierigkeit der Rezeption von Physik durch die Öffentlichkeit

HELGA STADLER

In einer Zeit, in der Wissenschaftler es gewohnt sind, daß ihre Tätigkeit auf ihre Nützlichkeit für die Gesellschaft hin überprüft wird, mag es auch sinnvoll sein, nach dem Transfer des Wissens zu fragen: Wie kann ein Laie möglichen Nutzen für sich und die Gesellschaft erkennen, wenn er oder sie nicht mehr erkennen, was und wie in dieser Wissenschaft gedacht wird? Diese Schwierigkeit stellt sich im besonderen im Falle der Physik. Die nachfolgende Arbeit hat eine der Ursachen der Verständnisschwierigkeiten der Physik auf seiten der Öffentlichkeit zum Thema und sie ist dabei geleitet von der Überzeugung, daß die Analyse dieser Schwierigkeiten neue Wege der Auseinandersetzung mit der Physik eröffnet.

Einleitung

Unterschiedlichst sind die Assoziationen, die ein Österreicher oder eine Österreicherin mit dem Begriff Physik verbinden. Unangenehm ist meist die Erinnerung an den Schulunterricht, in späteren Jahren das Gefühl, daß Physik eigentlich sehr spannend wäre, wenn man "das alles" verstehen könnte. So hört man immer wieder: "Die Physiker? Menschen, die sich in einer Sprache ausdrücken, die man nicht versteht und geheimnisvolle Kürzel an Tafeln schreiben – kleine Götter, die sich mit dem Ursprung des Universums beschäftigen und mit der Frage, woraus wir eigentlich bestehen. Und dann gibt es ja noch diese witzigen Experimente. Interessant. Obwohl, wirklich verstanden habe ich das nie. Und die alten Fragen: Warum der Himmel blau ist, woher die Blitze kommen, warum Schnee weiß aber Wasser durchsichtig ist. So richtig erklären konnte mir das noch niemand. Und die Technik? Verstehen können das nur Spezialisten. Es reicht doch, wenn man weiß, wie man die nötigsten Apparate benutzt. Und die Kriege, die haben doch auch etwas mit Technik zu tun!"

Beginnende Neugierde, die in frühen Jahren des Lebens durch unverständliche oder nie gegebene Antworten wieder verblaßt. Formelartige Kürzel, Begriffe und Sätze, die gelernt wurden, ohne daß Zusammenhänge erkannt und verstanden wurden, schließlich in Vergessenheit gerieten. Später dann manchmal mühsames Einlesen in Literatur über Fragen, die wieder an die eigenen Fragen der Kindheit anknüpften – Fragen nach dem Ende des Universums und dem Anfang der Zeit. Doch ließen die Bücher selbst bei jenen, die Physik irgendwann einmal in ihrem Leben studiert haben, mehr Fragen offen, als sie beantworteten.

Was ist das Geheimnis um diese Wissenschaft? Warum ist es so schwierig, in sie einzudringen? Kann ein Laie überhaupt Physik verstehen? Versteht ein Physiker (die) Physik? Und wenn es gelingen sollte: Lohnt sich die Mühe? Aus Sicht der Öffentlichkeit formuliert: Ist es wichtig, daß die erwachsene Bevölkerung etwas von Physik versteht? Und wenn ja: Was sollte sie verstehen: den Hebel? Stromkreise? Die Energiebilanz einer Photovoltaikanlage? Schwarze Löcher? Oder genügt es etwa nicht, diese Fragen den Experten zu überlassen? Genügt es nicht, einen Hebel benutzen zu können, zu wissen, daß das Berühren von Hochspannungsleitungen tödlich sein kann? Mehr noch: Muß ein Elektriker wissen, was Strom ist, um elektrische Leitungen richtig zu verlegen? Muß es sein Ausbildner oder Lehrer

wissen? Anders gefragt: Sollen wir uns um Verständnis bemühen, wo der Alltag doch nichts anderes als den sachgerechten Umgang mit Geräten erfordert? Und: Was heißt Verstehen? Um welche Art von Verständnis sollen wir uns sinnvollerweise bemühen?

Fragt man Physiker (oder, so dies gelingt, eine Physikerin), wie es ihnen gelungen sei, in die Physik so einzudringen, daß sie sich nun darin bewegen können, so hört man des öfteren die Antwort, sie hätten sich eben mit der Zeit an die Sprache und die Denkmuster gewöhnt. Ist Physik-Verstehen ein Gewöhnungsprozeß? Eine Frage der Dauer, des Ausmaßes der Beschäftigung mit dem Gegenstand? Gewöhnung schließt ein, daß ich mich um die wahre Bedeutung von Begriffen nicht mehr bemühe, über die Regeln ihrer Verknüpfungen untereinander im allgemeinen nicht mehr nachdenke. Aus der Sicht des Physikers/der Physikerin bedeutet dies Entlastung. Die Verbindlichkeit der Bedeutungszuweisungen – gewährleistet durch die scientific community –schafft dem Tun eine sichere Basis. Für den Außenstehenden, den Laien, ergibt sich ein doppeltes Problem: Wie kann jemand, der mit der Sprache nicht vertraut ist, Zugang zu diesem Wissenschaftsgefüge gewinnen? Und wie lassen sich seine Fragen – und die sind für den Nichtphysiker letztlich immer Fragen nach der Struktur der Realität – beantworten, wenn er doch bestenfalls die Strukturen der Sprache erlernen kann?

Um die genannten Fragen zu erörtern, bedarf es differenzierterer Überlegungen. Sie betreffen die Fragen des Zusammenhangs zwischen Physik und Realtität überhaupt, die Frage, ob und inwiefern wir mit Hilfe der Physik die Welt verstehen oder sie bloß erklären können und welche Rolle in diesem Zusammenhang der Sprache zufällt. Es sind Fragen, die die Geschichte der Physik vor allem dieses Jahrhunderts mitgeprägt haben. Wir wollen uns an dieser Stelle diesen Fragen nur insoweit nähern, als sie auch von didaktischer Relevanz sind.

Ein kurzer Rückgriff auf die Geschichte

Ein erfolgversprechender Weg, sich schwierigen Fragen zu nähern, ist stets der historische:

Aus der Geschichte der Physik lernen wir, daß sich die Problematik des Verstehens der Physik nicht, wie es bereits angeklungen ist, immer in der hier angedeuteten Weise dargestellt hat. Wir wollen dies an einem der fundamentalen Begriffe der Physik erläutern: dem Kraftbegriff. In der Aristotelischen Physik war dieser Begriff noch eng mit der Erfahrung verbunden: Kräfte bewirken, daß Körper sich bewegen. Solange die Kraft wirkt, bewegt sich der Körper. Der "Fachbegriff " entsprach zunächst weitgehend auch dem Alltagsverständnis. Galilei postulierte, daß Kräfte Ursachen nicht von Bewegungen, sondern von Bewegungsänderungen sind, und Newton formulierte daraus seine bis heute für die Physik grundlegenden Axiome. Waren für Aristoteles Axiome "das, was jeder, der etwas lernen will, voraussetzen muss", so entstanden die Axiome der neuzeitlichen Physik durch Definition. Nicht nur, daß nun Alltags- und Fachbegriff auseinanderfielen und damit – die eigene Erfahrung ausklammernd – Verständnis erschwerten; mit Newton rückte auch eine Denkstruktur ins Zentrum, die mit jener unseres Alltags nichts gemein hat: die Logik der Mathematik. In der weiteren Entwicklung gelang es, die grundlegenden Kräfte des Naturgeschehens aus der Vielfalt der Ereignisse herauszufiltern, zugleich zeigte es sich, wie schwierig es ist, die komplexen Erfahrungen unseres Alltags im einzelnen auf diese Kräfte zurückzuführen und exakt zu beschreiben. In unserem Jahrhundert entwickelte die mathematische Physik eine Art Eigendynamik: sie beschreibt Gegebenheiten in Raum und Zeit, deren tatsächliche Existenz oft erst zu einem späteren Zeitpunkt überprüft werden kann. Sie ermöglicht dort exakte Voraussagen, wo – wie etwa in der Quantenmechanik – unsere Logik "versagt", d.h. daß für Geschehnisse eigene Wortkonstrukte entwickelt werden müssen, weil in unserer Sprache keine geeigneten Begriffe zur Verfügung stehen.

Das Problem des Verstehens der Physik ist neuerdings – wie etwa Roger Penrose in seinem letzten Buch "Schatten des Geistes" sinngemäß schreibt – komplexer zu sehen, nämlich: Was heißt es für den "menschlichen Physiker" (S. 469), Physik zu verstehen?

Ist das herkömmliche Verständnis der Physik überhaupt haltbar? Roger Penrose stellt in dem genannten Buch die Frage, "was sich im Prinzip mit Hilfe menschlichen Verstehens, Schließens und menschlicher Einsicht erfassen läßt" (S. 263ff.). Er versucht dieser Frage nahezukommen, indem er unseren intelligenten Apparat, unser Gehirn unter die Lupe nimmt. Gegen Ende des Buches schließlich formuliert er jene Fragestellungen, die auch für unsere Überlegungen von Bedeutung sind: Er postuliert in Anlehnung an Popper drei Welten: Die Welt der Mathematik (oder die platonische Welt), die physikalische und die geistige Welt. Jede davon scheint auf rätselhafte Weise aus einem kleinen Bereich ihrer Vorgänger hervorzugehen – oder zumindest in enger Beziehung mit ihm zu stehen (S. 520). Er meint, daß in uns Menschen die Fähigkeit angelegt sei, etwas zu begreifen, ganz gleich auf welcher Stufe. Unsere bewußten Gehirne sind physikalisch auf irgendeine subtile Weise aufgebaut, die es letztlich ermöglicht, die grundlgende Organisation unserer mathematisch untermauerten Welt zu nutzen – so daß wir durch die platonische Qualität des ´Verstehens´ einen direkten Zugang zur Welt und ihren vielfältigen Verhaltensweisen auf unterschiedlichen Ebenen haben." (Ebd.)

Ist die Physik eine hermeneutische Wissenschaft?

Im gängigen Verständnis sind Geisteswissenschaften gewöhnlich hermeneutische, Naturwissenschaften erklärende Wissenschaften. In Hinsicht auf das Erkennen wird dabei dem Begriff des Verstehens der Begriff der Erklärung gegenübergestellt. Bedeutet Erklären die argumentative Rückführung auf bekannte bzw. anerkannte Sachverhalte, so heißt Verstehen, den Sinn oder die Bedeutung von etwas faßbar werden lassen. In diesem Sinne ist es für den Physiker nicht notwendig, das Verhalten eines Elektrons in einem Atom (aus seiner Alltagsbegrifflichkeit heraus) zu verstehen, es genügt (für das Erklären), konsistent mit dem Gesamtsystem die damit in Zusammenhang stehenden Phänomene, etwa die Emission oder Absorption von Licht zu erklären. Fragen nach der realen Bewegung des Elektrons liegen außerhalb dieses Bereichs. Dennoch – von der Frage nach der Realtität (auf die wir später noch zurückkommen wollen) nun einmal abgesehen – tritt auch der Physiker aus dem Erklärungsschema heraus: Nehmen wir an, er (und ich sage hier der Einfachheit halber "er", weil es sich hier tatsächlich – und dies hängt, wie wir sehen werden, unmittelbar mit unserem Thema zusammen – nur äußerst selten um eine "sie" handelt), also: der Physiker formuliere folgenden Satz: "Beim Wechsel des Energiezustands emittiert oder absorbiert das Atom Licht". Damit hat der Physiker nicht nur Beobachtungen an Apparaten (etwa Spektrometern) interpretiert, er hat auch mathematische Zeichen und Algorithmen in Sprache übersetzt, dabei spezielle Begriffe geschaffen (wie z.B. Energie) oder umgedeutet (Emission oder Absorption), andere in ihrer Alltagsbedeutung belassen und uns eine wenn auch sehr abstrakte sprachliche Metapher geliefert. Der Verlust an Abstraktheit bedeutet zugleich einen Verlust an Exaktheit der Darstellung; je bildhafter die Metapher (etwa wird bei der Erläuterung der Lichtemission auch von zwischen den Schalen des Atoms "hin- und herspringenden" Elektronen gesprochen), umso "falscher" wird sie. Dennoch – dies vermeidend – hat der Wechsel der mathematischen zur sprachlichen Ebene bereits Interpretation miteingeschlossen und den hermeneutischen Prozeß eröffnet.

Das didaktische Problem ist nun, daß für den Physiker die Erklärung als solche Sinn macht, für den Nichtphysiker der Sinn über den Bezug zur eigenen Erfahrungswelt erst hergestellt werden muss. Sinngebung schließt Verstehen ein, insofern die Sinngebung immer über eine außenstehende erkennende Instanz erfolgt. Vom Blickwinkel der Sprache her betrachtet, erhält der Physiker damit die Aufgabe, zweimal zu übersetzen: von der Mathematik in die

Fachsprache, von der Fachsprache in die Alltagssprache. (Dies gilt in etwas anderer Weise auch für den experimentell arbeitenden Physiker.) Ist der Weg von der Mathematik zur Fachsprache noch durch die scientific community abgesichert, so ist jener viel gefährlichere zur Alltagssprache völlig offen. Der Begriff der Welle etwa ist mathematisch präzise definiert, die Verbindung zur Alltagssprache dagegen erfolgt zumeist über Analogie zum Wellenbegriff des Alltags; ob und wie das geschieht, bleibt dem einzelnen überlassen. Gute Lehrer (wie etwa Richard Feynman) zeichnen sich dadurch aus, daß sie besonders treffende und anschauliche Analogien bereitstellen.

Was das Verstehen der Physik mit Geschlecht zu tun hat

Wenn auch die Natur als Physis – ihrem griechischem Ursprung gemäß – weiblich ist, so ist Physik als Wissenschaft von Männern geprägt: Zu keiner anderen Wissenschaft (von der Technik abgesehen) ist die Distanz der Frauen so groß wie zur Physik. Sieht man einmal von Rollenmustern und Machtverhältnissen ab, so ist eine der Ursachen für die Distanz der Frauen in unseren bisherigen Überlegungen zu finden. Insofern Physik erklärende Wissenschaft ist, behaupte ich, macht sie für Frauen wenig Sinn: Frauen können weniger mit ihrem Physikwissen anfangen als Männer; ihr Wissen erhöht nicht ihr Prestige, ermöglicht in der Frauengruppe keine Kommunikation und Berufe, die mit Physik und Technik zu tun haben, hat frau schon früh ausgeklammert. Bleibt der Aspekt der Nützlichkeit. Doch haben wir gesehen, daß Verstehen von Physik für die Bewältigung des Alltags nur von marginaler Bedeutung ist. Der Bezug zur eigenen Existenz reduziert sich auf die Sinnfrage, auf das Verstehen des eigenen Seins über das Verstehen der Welt – auf einen Anspruch, mit dem die Schulphysik weitgehend überfordert sein muss, haben wir doch die grundsätzlichen Schwierigkeiten erörtert, die damit verbunden sind. Die Klärung dieses Dilemmas durch eine genauere Erörterung des hermeneutischen Prozesses sowie eine Öffnung des Zugangs zu Gebieten der Physik, die für das Verständnis des menschlichen Seins von Bedeutung sind, könnte also dazu beitragen, die Reserve der Frauen der Physik gegenüber zu verringern. Zudem hat sich gezeigt, daß gerade jene Gebiete der Physik, die nicht im selben Maße deterministisch sind wie die klassische Physik – z.B. Chaosphysik und Quantenmechanik – gerade junge Frauen (und im allgemeinen Jugendliche) in besonderem Maße ansprechen.

Einige abschließende Bemerkungen

Der Umstand, daß beim Weg in die Alltagssprache als abgesichert betrachtetes und vertrautes Terrain verlassen werden muss, mag mit ein Grund sein, warum nur wenige Physiker bereit sind, diesen Weg auch tatsächlich zu beschreiten. Der Verlust an Exaktheit, für manche auch der mögliche Verlust an Wissenschaftlichkeit und damit verbundenem Prestige, ist gewiß ein Grund, warum derartige Pionierleistungen zumindest in Mitteleuropa von der scientific community noch immer scheel angesehen und nur wenig honoriert werden.

Möglich wäre auch eine andere Wertung: Jene Popularisierung nicht als lästiges Übel zu betrachten, sondern als ständigen Ansporn, aus seiner Abstraktion herauszutreten und den hermeneutischen Prozeß der Interpretation mit allen Risken bewußt auf sich zu nehmen, um so nicht nur dem Sinn seines Tuns auf die Spur zu kommen, sondern auch die Perspektivenänderung für allfällige Korrektur (z.B. der Wegrichtung) zu nutzen.

Gründe für den Laien, sich der Mühe des Lernens zu unterziehen? Nun, das muss jeder für sich beantworten. Will man Physik auf Lebensbewältigung im weitesten Sinn (d.h. mit Einschluss auch der technologischen Entwicklungen) reduzieren, dann ist auch das Vermittlungsproblem (sieht man vom verkraftbaren zeitlichen und finanziellen Aufwand ab) vergleichsweise unproblematisch. Will man Physik als das begreifen, was eigentlich gemeint ist – als Verstehen der Natur – dann wird es des direkten Gesprächs mit jenen, die Physik betreiben, bedürfen und auch der notwendigen Zeit: nicht um Gewöhnung zu fördern, sondern

um durch gewissenhafte Übersetzung und Interpretation die Grenzen und Möglichkeiten des Denkens auszutasten.

Literatur:

Penrose, Roger: Schatten des Geistes. Wege zu einer neuen Physik des Bewußtseins. Spektrum Verlag. Heidelberg/Berlin/Oxford 1995.

Vortrag gehalten auf der High Level Konferenz „Gender Mainstreaming“ am 2.2.2002 München, Deutsches Museum. Publiziert in: Dokumentation zur Tagung "Impulse nutzen" des Bildungsministeriums für Bildung und Forschung der Bundesrepublik Deutschland. München 2002, S 49-52.

Mädchen und Physik - Koedukation im naturwissenschaftlichen Unterricht

HELGA STADLER

Als Physikdidaktikerin möchte ich mich in meinem Vortrag auf das Thema Physik und Schule konzentrieren, dabei insbesondere die Frage der Koedukation diskutieren und kurz einige mir in diesem Zusammenhang wichtig erscheinende österreichische Projekte vorstellen.

Wenn von mangelnder Akzeptanz des naturwissenschaftlichen Unterrichts die Rede ist, dann ist immer die Physik gemeint, zu einem geringeren Teil die Chemie, nicht die Biologie. Sieht man sich die Zahlen genauer an, dann sieht man dass die Physik vor allem bei Mädchen und Frauen unbeliebt ist: wo immer möglich wird Physik von den Schülerinnen abgewählt – bei der Wahl des Schultyps, des Wahlpflichtfachs, des zukünftigen Studiums bzw. der Berufsausbildung. Und wir sollten dabei auch nicht die kulturelle Bedingtheit des Problems im Auge haben. In Kasachstan etwa, wo in der Physik arbeitende Wissenschaftler geringen Lohn und geringen gesellschaftlichen Status haben, gibt es in Physik Departments der Universitäten fast ausschließlich Frauen. Umgekehrt wählen in vielen Ländern der Erde (etwa in Australien und Schottland) Mädchen die Mathematik ab, während bei uns in Österreich etwa die Hälfte aller beginnenden Studierenden weiblich ist. Auch die große Anzahl der Ingenieurinnen in den ehemaligen GUS Staaten, etwa der ehemaligen DDR, sollte uns zu denken geben. Welche gesellschaftlichen und politischen Maßnahmen haben dazu geführt, dass Mädchen und Burschen gleichermaßen Berufe, die mit diesen Fächern in Verbindung stehen, gewählt haben?

In Österreich liegt der Frauenanteil seit Jahren in der Physik ziemlich konstant unter 20% (da sind auch bereits die Lehramtsstudierenden inkludiert) und ist damit weit geringer als in allen unter allen Studienfächern. In Elektrotechnik und Maschinenbau sind weniger als 5% der Studierenden Frauen, unter den Assistenten und Professoren der betreffenden Fächer sind Frauen eine verschwindende Minderheit. Die Einführung der Koedukation hat diese Situation nicht verändert, wie manche meinen eher verschlechtert. Wir wissen heute auch recht gut, wo die Gründe zu suchen sind. Seit den 70iger Jahren gibt es umfangreiche Forschungen auf diesem Gebiet und wir alle kennen die Ergebnisse: Physik und Technik haben in ihrer Außen und Innendarstellung eine Kultur entwickelt, die in unserer Gesellschaft mit männlichen Eigenschaften in Verbindung gebracht wird. Physik und Technik werden daher auch bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt von Mädchen und Buben als männlich identifiziert, was dazu führt, dass Mädchen sich im Verlaufe ihrer geschlechtsspezifischen Sozialisation zunehmend davon distanzieren und Buben sich verstärkt diesem Gebiet zuwenden. Zugleich wachsen Buben und Mädchen in einer Welt auf, wo die Kategorie Geschlecht zu einer zentralen Kategorie unseres Lebens gemacht wird, wobei die Rolle der Medien und der Werbung in diesem Zusammenhang nicht unterschätzt werden kann. Was vielleicht noch wichtiger ist, Geschlecht wird stets neu hergestellt – in jeder Situation, die das Individuum durchlebt, durch Habitus, Interaktion, Aktivitäten erfahren eine rollenspezifische Zuordnung und unterliegen ihrerseits wieder den gängigen Schemata. Mädchen und Buben – so sie sich nicht gegen ihre soziale Umgebung agieren, sondern in und mit ihr – klammern daher auch Lebensbereiche, diedem jeweils anderen Geschlecht zugeordnet werden, für sich aus. Sie sind daher auch nicht mehr in der Lage, ihre mögliche Kompetenzen in diesen Bereichen zu erkennen oder auch zu entwickeln. Wobei Männer den größeren Teil des öffentlichen Raums für sich reklamieren, sieht man von den sozialen Bereichen und den damit verbundenen Berufen ab, gibt es wohl kaum Bereiche der Öffentlichkeit, die als unmännlich gelten, während Frauen sich weitgehend

auf diese Bereiche zurückziehen, in den anderen Bereichen eher zuarbeiten und ihren Lebenssinn noch immer zumeist im nicht-öffentlichen Bereich suchen. Ein Verhalten, dass noch immer vielerorts als „natürlich“ bezeichnet wird, den Frauen werden Begabungen in diesem Bereich zugesprochen, und im gleichen Zuge den Männern ihre Begabung im technischen Bereich attestiert. Der sich derart abzeichnende Zirkel kann auch nicht durch Auf- oder Abwertung des einen oder anderen Felds durchbrochen werden (wie dies immer wieder in der feministischen Literatur geschieht), beide Bereiche sind für das Leben der Menschen wichtig und unverzichtbar, die Problematik ist zunächst jene des „gendering“, der Zuweisung dieser Bereiche zum jeweils anderen sozialen Geschlecht.

Die Frage ist, was können wir tun, um derart festgewachsenen Strukturen zum Einsturz zu bringen. Vor etwa 30 Jahren wurde auf einer GASAT Konferenz festgestellt, dass es drei Säulen sind, die diese Strukturen tragen: Erstens das Verhältnis der Geschlechter zueinander, zweitens unsere Ausbildungsstätten und drittens ist es die Wissenschaft selbst, also Physik und Technik, d.h. die spezifische Art, in der sie sich selbst wahrnehmen und ihr Bild nach außen geben. Wir müssen in jeden dieser Bereiche investieren, wenn wir die Strukturen nachhaltig verändern wollen und ich denke, dass die Chancen dafür heute günstig stehen. Zum einen, weil die politischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen so sind, dass die Poltik bereit ist, in dieses Thema zu investieren, zum anderen, weil Physik und Technik in den letzten Jahrzehnten das lange geübte „alles ist machbar“ – Schema verlassen haben, offener geworden sind auch für Interdisziplinarität. In der Gesellschaft ist vor allem in der Kunst und in der intellektuellen Diskussion die Abkehr vom traditionellen Bild der Geschlechter sichtbar geworden und in die traditionelle Rollenverteilung in der Familie doch vielfach nicht mehr so selbstverständlich wie etwa vor fünfzig Jahren.

Betrachten wir die Schulen und speziell den Physikunterricht so geht aus dem bisher Gesagten hervor, dass wir unser besonderes Augenmerk dorthin lenken müssen, wo soziales Geschlecht konstruiert wird. Politisch betrachtet – und das betrifft etwa auch die Frage der Koedukation – agieren wir dabei in einer scheinbar nicht auflösbaren Spannung: Einerseits gilt es, alles was dazu beiträgt, Differenzen zwischen den Geschlechtern herzustellen, zu vermeiden, andererseits bestehende Ungleichheiten und Benachteiligungen zu beseitigen. Bezogen auf die Frage Koedukation bedeutet dies, dass monoedukative Einrichtungen Differenzen herstellen, zugleich Individuen festlegen und in ihren Möglichkeiten einschränken, andererseits wissen wir, dass auch Koedukation in der üblichen, praktizierten Form jeweils Mädchen oder Buben, und in der Physik insbesondere die Mädchen, massiv benachteiligt.

Der heute übliche Ausweg aus diesem Dilemma heißt reflexive Koedukation, auf die Physik bezogen bedeutet dies, Lernumgebungen anzubieten, in denen Mädchen und Buben ihren jeweiligen individuellen Begabungen und Interessen entsprechend Lernmöglichkeiten vorfinden, gleichzeitig aber darauf geachtet wird, dass niemand – etwa aufgrund des Geschlechts – benachteiligt wird. Der so definierte Qualitätsanspruch an Unterricht ist sehr hoch gegriffen und die Realisierung bedarf der Stützung von außen. Oder umgekehrt formuliert: Mädchen sind i. a. ein guter Sensor für die Qualität von naturwissenschaftlichen Unterricht, da alles, was Buben motiviert, d.h. Statusgewinn, Kommunikation in der peer group, Berufsperspektiven, fehlt.

Wir wissen heute recht gut, wie qualitätsvoller Unterricht auszuschauen hat, die Problematik liegt auf Seiten der Realisierung. Ich möchte Ihnen von einigen, derzeit in Österreich laufenden Programmen berichten, die eine Hebung der Qualität des naturwissenschaftlichen Unterrichts zum Ziel haben, d.h. teilweise zumindest in einer noch in Entwicklung befindlichen Definition der Programme, auch den Aspekt „gender“ unter dem Titel „Gender-Mainstreaming“ mitdenken. Da ist zunächst das größte, jeweils für den

naturwissenschaftlichen Unterricht konzipierte Programm Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching (IMST²), wo ich denke, dass vor allem zwei Schwerpunkte für unsere Fragestellung von Interesse sind. Anlass für diese Initiative waren die TIMSS-Befunde in der Gruppe der MaturantInnen, wo Österreich nicht nur im internationlen Vergleich im Bereich mathematischen und physikalischen Fachwissen schlecht abgeschnitten hat, sondern auch der „gender gap" im Leistungsvergleich zwischen Buben und Mädchen international betrachtet besonders groß war. Kennzeichnend für das Programm ist die Stützung und Förderung von Initiativen, die von einzelnen Schulteams gesetzt werden (ähnlich wie im BLK Modell). Im nun laufenden zweiten Jahr arbeiten etwa 150 Schulen, davon mehr als 50 im Kooperationsstatus am Projekt mit. In einem der Schwerpunkte werden Lehrerteams unterstützt, die einen naturwissenschaftlichen Schwerpunkt an ihrer Schule setzen wollen, sich etwa die Einrichtung von Laborklassen zum Ziel setzen. Dabei ist es durchaus möglich, auch die Koedukation teilweise aufzuheben. Ein weiterer Schwerpunkt („Lehr- und Lernprozesse") ist im wesentlichen ein Professionalisierungsprogramm. Die Zielsetzungen dieses Schwerpunkts (Leitung H. Jungwirth & H. Stadler) entsprechen jenen der reflexiven Koedukation. Einerseits geht es darum, Idee und Realisierungsmöglichkeiten einer stärkeren Individualisierung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts zu verbreiten, d.h. u. a. auch qualitätsvolle Unterrichtkonzepte sichtbar zu machen und zu vernetzen, andererseits aber auch Strukturen entwickelt werden, die eine Reflexion der am Unterricht Beteiligten über Unterricht fördern und unterstützen. Etwa wurde in diesem Rahmen ein Videofeedbackverfahren entwickelt, wo SchülerInnen zusammen mit ihrer LehrerIn anhand von Leitfragen eine Videoaufnahme ihre Unterrichts analysieren und gemeinsam Verbesserungen überlegen und beschließen. Begleitet werden in diesem Schwerpunkt die Lehrkräfte durch ein Forschungsprogramm, wo einzelne Aspekte des Unterrichts untersucht werden und die Forschungsergebnisse unmittelbar den Beteiligten zur Verfügung gestellt werden. Etwa wurde in einer Klasse dabei entdeckt, dass die Mädchen und Buben den Unterschied ihrer Interessen an bestimmten naturwissenschaftlich-technischen Fragen weit höher einschätzten, als er tatsächlich war. Diese Ergebnissen waren für die Lehrkraft Anlass über Rollenvorstellungen in dieser Klasse zu diskutieren. Situationsgerechte Reflexion über geschlechtsspezifisches Verhalten zusammen mit einem Unterrichtsangebot, das Mädchen und Jungen anspricht und zum Lernen auffordert, das ist unserer Einschätzung nach, eine gute Möglichkeit, die Problematik Koedukation aufzulösen.

Die Motivation der Lehrkräfte mitzuarbeiten ist einerseits intrinsischer Natur – die Lehrkräfte sind daran interessiert, ihren Unterricht weiterzuentwickeln – andererseits auch extrinsisch: Die Schulen sind aufgefordert, im Rahmen der Autonomie ein Schulprofil zu formulieren und Qualitätssstandards festzulegen.

Wir wissen, dass die intrinsische Motivation sich mit einer Sache zu beschäftigen, mit dem Selbstkonzept der SchülerInnen zusammenhängt, das heißt auch mit der Frage, wie sie ihre Leistungsfähgkeit auf einem Gebiet einschätzen. Beinahe genauso wichtig ist für die Jugendlichen die Frage, ob sie mit dem Gelernten verbesserte Lebenschancen, insbesondere solche beruflicher Natur haben. Die Buben sehen in einem Beruf, der mit Technik und Physik zu tun hat, eine Zukunft, die sowohl dem gängigen Bild von Männlichkeit entspricht und außerdem, wie ihnen von der Wirtschaft versichert wird, auch gute Perspektiven hat. Für die Mädchen ist das nicht der Fall; der Beruf einer Physikerin oder Techniker bedeutet für sie einerseits in ihrem beruflichen Umfeld Minderheit zu sein, andererseits auch eine Entscheidung gegen das gängige Bild von Weiblichkeit. Es fehlen zumeist Leitfiguren oder allgemein Frauen, mit denen sie sich identifizieren können oder die zumindest Ansprechpartnerinnen und Auskunftspersonen sind. Hier greift in Österreich das Projekt FIT, Frauen in die Technik, ein. Schülerinnen werden eingeladen, Institute zu besuchen, lernen Physikerinnen und Technikerin an ihrer Arbeitsstelle kennen etc. Geplant ist ab 2002 auch ein Mentoring Programm.

Im Zusammenhang mit den weiter oben angeführten Forderungen der GASAT erscheint mit ein weiteres Projekt interessant. „Science as Culture“ ist ein interdisziplinäres, vom IFF initiiertes Projekt (Gesamtprojektleitung Roland Fischer), wo kulturelle Praktiken einzelner Wissenschaften analysiert werden, wie sie sich etwa in Lehrveranstaltungen manifestieren. Da zeigt sich z.B., dass in Einführungslehrveranstaltungen für Erstsemestrige die einzelnen Wissenschaften völlig unterschiedlich vorgestellt werden, die Geschichte etwa als offenes Feld, wo jeder Studierende einmal die Chance hat, sich einzubringen, wo die Interpretation von Fakten im Vordergrund steht, die Physik dagegen als fertiges Gerüst vorgestellt wird, ohne unmittelbaren Lebensbezug, eine Wissenschaft, wo Zweifel, Interpretation keinen Platz haben, ein Gebiet, dass man sich nachahmend mühsam aneignen muss, wo Individualität keinen Platz hat, auch (vielleicht in einem fernen Stadium erst) die individuelle Suche nach Wahrheit. Aus dem oben gesagten geht hervor, dass eine sich so darstellende Wissenschaft viel Selbstbewusstsein beim Lernenden erfordert, muss er oder sie doch das Vertrauen, irgendwann vielleicht einmal auch für sich und das eigene Leben den Sinn ausmachen zu können. Frauen sind in diesem Fall benachteiligt, sind sie doch auf diese Sinnfindung stärker angewiesen als Männer, was dazu führt, dass ihr ohnedies in diesen Bereichen deutlich weniger ausgeprägtes Selbstbewusstsein erneut gefordert ist, müssen sie doch daran glauben, diesen Sinn für sich einmal zu entdecken.

Im zuletzt genannten Sinne bedeuten alle Maßnahmen, die zu einer Öffnung der Physik und Technik für Frauen führen, auch ein Überdenken der Wissenschaft und der Technik, nicht so sehr der Inhalte selbst, sondern der Kultur, die sie in ihrer Arbeit, insbesondere aber in der Außen- und Innendarstellung der Wissenschaft entwickelt haben. In ähnlicher Weise können wir vom Physikunterricht an den Schulen behaupten, dass die Öffnung des Unterrichts für Frauen und Mädchen eine Anhebung der Qualität bedeutet, nicht weil – wie Wagenschein sagt – Unterricht, der den Mädchen gefällt, auch Buben anspricht, sondern weil „mädchengerechter“ Physikunterricht bedeutet, dass jedes Individuum in einer Vielfalt an Methoden und Kontexten auch jene Bereiche und jene Lernmöglichkeiten findet, die für ihm oder für sie die jeweils optimalen sind.

4.2. Empirische Arbeiten

Abschlussbericht zum Projekt IMST, Geschlechtsspezifische Analysen der Ergebnisse zu den Themenbereichen Naturwissenschaften und Physik der TIMS-Studie Population 3. Kurzfassungen dieser Arbeit wurden u. a. bei der 3. Conference of the European Association for Research in Science Education (ESERA), Kiel 1999 präsentiert.

Eine Analyse der Ergebnisse der TIMS-Studie aus geschlechtsspezifischer Perspektive

HELGA STADLER

Die nachfolgende Studie wurde im Rahmen des vom österreichischen Ministerium für Unterricht und Kultur geförderten Projekts "Innovations in Mathematics and Science Teaching" (IMST) erstellt. Ziel des von Konrad Krainer (IFF Klagenfurt) geleiteten Projekts ist es, aus der genaueren Analyse der österreichischen Ergebnisse der TIMS-Studie Vorschläge für Konsequenzen und Maßnahmen zu erstellen. Diese Maßnahmen sollen auf bereits vorhandenen österreichischen Aktivitäten aufbauen, aber auch die Möglichkeit eröffnen weitere beispielgebende Maßnahmen aus anderen Ländern zu adaptieren in das Programm mitaufzunehmen. Integriert in das Projekt war ein Workshop mit LeiterInnen der Arbeitsgemeinschaften, in dem die Studien vorgestellt und mögliche Programme diskutiert wurden. Das schlechte Abschneiden der Mädchen veranlasste das Ministerium, in jeden einzelnen Bereich der Gesamtstudie auch die Frage der geschlechtsspezifischen Aspekte mitaufzunehmen. Der vorliegenden Teil der Gesamtstudie konzentriert sich auf den genannten Aspekt: Welche Unterschiede zwischen den Geschlechtern lassen sich in den Testergebnissen feststellen, wie sind diese Ergebnisse zu interpretieren und welche möglichen Schlussfolgerungen und Maßnahmen ergeben sich aus den Analysen.

Kapitel 1
Fachdidaktische Analyse der österreichischen SchülererInnenergebnisse bei TIMSS Pop 3 – Betrachtung der Ergebnisse in geschlechtsspezifischer Hinsicht

1.1. Einleitung

Eine erste internationale Analyse der Ergebnisse von TIMSS hat ergeben, dass Mädchen bei diesen Tests in allen Ländern (mit einer Ausnahme) schlechter abgeschnitten haben. Aus österreichischer Sicht führt das Ergebnis zu einer Reihe von Fragestellungen:

- Welche Leistungsunterschiede zwischen Mädchen und Burschen lassen sich aus der TIMS-Studie ablesen?
- Bei welchen Aufgaben sind die Unterschiede besonders stark ausgeprägt?
- Wie sind Unterschiede zwischen den Leistungen im internationalen Kontext zu sehen?
- Inwiefern lassen sich die in den Test-Ergebnissen gefundenen Unterschiede durch die in Top 1 formulierten Hypothesen zur Erklärung geschlechtsspezifischer Unterschiede bestätigen?
- Welche geschlechtsspezifischen Stärken und Schwächen lassen sich aus den Ergebnissen ableiten.
- Welche Hypothesen für das österreichische Bildungssystem lassen sich aus den Ergebnissen der Analysen ableiten?

1.2. Internationale Ergebnisse – ein Überblick

International betrachtet erzielen Schüler beim TIMSS-Test bessere Ergebnisse als Schülerinnen. Die Unterschiede sind in der Population III am stärksten ausgeprägt und in den einzelnen Ländern unterschiedlich, aber immer statistisch signifikant (ausgenommen Südafrika). Im internationalen Vergleich zählt Österreich zwar zu jenen Ländern, in denen der Anteil jener Mädchen, die im letzten Jahr ihrer Schulzeit Physikunterricht haben besonders hoch ist, zugleich aber auch zu jenen Ländern, in denen die Unterschiede in den Testleistungen zwischen Mädchen und Buben besonders ausgeprägt sind. Insgesamt lässt sich sagen, dass die Unterschiede in der Physik besonders hoch sind, weniger signifikant im Allgemeinwissen. Österreich zählt zu jenen Länder, in denen der Unterschied zwischen den Geschlechtern in allen Wissensbereichen (ausgenommen Allgemeinwissen – Biologie) signifikant hoch ist. Das Problem der Unterschiede zwischen den Geschlechtern tritt auch in der Physik stärker zutage als in der Mathematik.

1.3. Österreichische Ergebnisse

1.3.1. Naturwissenschaften – Allgemeinwissen

Vorbemerkung

Die Analysen beruhen auf den Ergebnissen, die in G.Haider: Population 3 – Österreich – Bericht an das BMUK 1996 veröffentlicht sind, sowie auf eigenen Berechnungen von Prozent – Korrekt – Mittelwerten aus Tabellen, in denen die Prozent-Korrekt-Werte für einzelne Items angegeben sind. Der Leistungsvergleich wird ausschließlich mit Mitteln der deskriptiven Statistik durchgeführt.

Gesamtergebnis

Die Prozent-Korrekt-Werte (=Prozentsatz der richtigen Lösungen) der Mädchen liegen in allen Schulsparten deutlich unter denen der Burschen. Über alle Schulsparten und Aufgaben hinweg beträgt die Differenz zwischen den Geschlechtern 9 %, am geringsten ist sie mit 7% in der AHS, am deutlichsten mit 14% in der BMS. Der Leistungsmittelwert beträgt bei den Burschen 554, bei den Mädchen 501. Differenziert man nach Inhalten, dann zeigt sich, dass bei jenen Aufgaben, die eher biologisch orientiert sind, in praktisch allen Schulsparten Mädchen und Buben gleich gut abschneiden. Signifikante Differenzen ergeben sich dagegen in der Physik und den Erdwissenschaften.

Aufgliederung nach Schulsparten

Höhere Leistungen der Buben finden sich in allen Schultypen, wobei, wie die Tabelle zeigt, der Unterschied zwischen den Geschlechtern in der BMS am größten ist. Die Mädchen erreichen dort weniger als 80% des Burschenergebnisses; am geringsten ist der Unterschied in der AHS, wo die Mädchen praktisch 90% der Burschenergebnisse erzielen.

Prozent korrekt	w	m
AHS	62	69
BHS	64	74
BMS	54	68
BS	45	54

- Unter den 25% Besten aller Schulsparten befinden sich 47% der AHS-Maturanten, 65% der BHS-Maturanten und 45% aller BMS-Schüler, aber nur 30% der AHS- bzw. BHS-Maturantinnen. Umgekehrt sind unter den 25% SchülerInnen mit den schwächsten Leistungen 51 % der Berufsschülerinnen, aber auch 8 % der AHS- wie BHS-Maturantinnen.
- Nur 14% der AHS-Maturantinnen und 18% der BHS-Maturantinnen konnten mindestens ¾ der gestellten einfachen Aufgaben korrekt lösen, dagegen 31% der Fachschüler. Die Fachschüler sind damit etwa ebenso gut wie die AHS Maturanten, am besten schneiden die BHS Maturanten (46%) ab.
- Auffallend sind auch die Unterschiede in der BMS, wo mehr als ein Drittel der Burschen ¾ der Aufgaben richtig lösten, aber nur 2% der Mädchen.
- Rund jede vierte österreichische Maturantin (AHS 31%, BHS 22%), die Mehrzahl der BMS-Schülerinnen (51%) und 70% der Berufsschülerinnen lösten weniger als die Hälfte der gestellten Aufgaben. Berufsschüler sind jene Gruppe, die mit Abstand am schlechtesten abgeschnitten hat, aber auch hier ist der Unterschied zwischen Burschen und Mädchen deutlich. 70% der Berufsschülerinnen und 50% der Berufsschüler haben weniger als 50% der Aufgaben richtig gelöst. Berufsschülerinnen sind damit jene Gruppe, die mit Abstand die schlechtesten Ergebnisse aufweisen.

Aufgliederung nach Stoffgebieten

Deutlich wird die Asymmetrie zwischen den Geschlechtern in den Stoffgebieten: Während Mädchen und Burschen in der Biologie etwa gleiche Leistungen erbringen, schneiden sie in allen anderen Gebieten, d.s. Erdwissenschaften, Physik und Umweltwissenschaften deutlich schlechter ab. In den zuletzt genannten Bereichen ergibt sich ein relativ ausgewogenes Bild. Die Mädchen erreichen in Physik und den Erdwissenschaften jeweils nur 76% der Burschenergebnisse. In der Biologie zeigen sich nur wenig Unterschiede in den Leistungen und die Streuung innerhalb der einzelnen Aufgaben ist mit plus / minus 13% relativ gering. In der Physik dagegen wurde keine einzige Aufgabe von den Mädchen besser gelöst als von den Burschen, bei den Erdwissenschaften eine einzige Aufgabe. Die Geschlechterdifferenz im Prozentanteil der korrekten Antworten zu den Items aus dem Bereich Physik bewegt sich zwischen zehn und zwanzig Prozent. Ähnliche Ergebnisse wie in der Physik zeigen sich in den wenigen Aufgaben zu den Umweltwissenschaften und bei den technisch-handwerklichen Aufgaben, wobei in zwei Fällen die Geschlechterdifferenz im Prozentanteil der korrekten Antworten höher als 30% ist. Da diese beiden Gebiete nur mit jeweils drei Items vertreten sind wurden sie in den nachfolgenden tabellarischen Übersichten nicht mehr berücksichtigt.

Prozent korrekt	w	m
Biologie	67	67
Physik	46	60
Erdwissenschaften	45	59

Aufgliederung nach Schulsparten und Stoffgebieten

In allen Schulsparten schneiden die Burschen und Mädchen insgesamt betrachtet in Physik und den Erdwissenschaften deutlich schlechter ab als in der Biologie. Während sich in der Biologie auch was die einzelnen Schulsparten betrifft, eine auffallend gleichmäßige Verteilung ergibt, sehen wir in der Physik und den Erdwissenschaften große Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Der Unterschied zugunsten der Burschen im Stoffgebiet Physik ist am größten in der BS, in der AHS relativ am geringsten.

Prozent korrekt	Biologie		Physik		Erdwissenschaft	
	w	m	w	m	w	m
AHS	74	74	55	66	54	72
BHS	75	75	58	74	62	73
BMS	68	75	74	63	46	70
BS	61	61	36	50	33	46

Innerhalb der einzelnen Items zum Stoffgebiet Biologie gibt es kaum signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern. In Physik finden sich in der AHS vier Items, wo der Anteil der Mädchen mit richtigen Antworten nur etwa zwei Drittel des Bubenanteils ausmacht (D02, B06, D04, A01), in der BHS ist dies bei drei Items der Fall (B01, B05, A01), bei zwei Beispielen ist der Bubenanteil mehr als doppelt so groß (B06, B09). Ähnliche Beispiele finden sich auch in der BMS und der BS. In den Erdwissenschaften fällt das Beispiel B11 in diese Gruppe, bei den technisch-handwerklichen Items die Aufgabe Ö06. Die Hypothese (vgl. top 1), dass Mädchen benachteiligt sind, wenn Wissen oder Kenntnisse abgefragt werden, die vermutlich nicht im schulischen Kontext erworben wurden, scheint damit teilweise bestätigt zu sein (B6, B11, Ö6), doch muss nach weiteren Gründen für die erheblichen Leistungsdifferenzen gesucht werden. Analoge Überlegungen gelten auch für die Ergebnisse der Burschen. Es fällt auf, dass die Buben überall dort schlechter abschneiden, wo ein Bezug zum eigenen Körper hergestellt wird. Allerdings sind die Unterschiede bei weitem nicht so groß wie in der Physik oder den Erdwissenschaften.

Aufgliederung nach Leistungsbereichen

Nur bei den ersten drei der in der Tabelle genannten Kategorien ist die Anzahl der Items groß genug, dass zumindest Tendenzen abzulesen sind. In allen Kategorien schneiden die Burschen besser ab als die Mädchen. Differenziert man nach Biologie und Physik so ergeben sich deutliche Unterschiede zugunsten der Mädchen in der Biologie und zugunsten der Burschen in Physik. Die Größenordnung der Unterschiede in den allen drei Kategorien entspricht den festgestellten Leistungsunterschieden und gibt damit keinerlei Hinweise auf eine Interpretation dieser Leistungsdifferenzen.

Prozent korrekt	w	m
Simple information (10 items)	64	74
Complex information (7 items)	47	55
Applying scientific principles to develop (7 items)	50	62

Die übrigen Kategorien, wie Applying scientific principles to solve etc. sind nur durch jeweils ein Item vertreten und wurden daher in die Tabelle nicht aufgenommen.

J. Baumert übersetzt die Kategorien mit:

- Naturwissenschaftliches Alltagswissen
- Erklärung einfacher, alltagsnaher Phänomene der belebten und unbelebten Natur
- Anwendung elementarer naturwissenschaftlicher Modellvorstellungen
- Verfügung über grundlegende naturwissenschaftliche Fachkenntnisse

Weitere Kategorien werden von ihm nicht erwähnt.

Aufgliederung nach Leistungsbereichen und Schulsparten

Prozent korrekt	Simple information		Complex information		Applying scientific principles to develop	
	w	m	w	m	w	m
AHS	74	81	59	62	59	70
BHS	76	83	56	70	64	75
BMS	65	77	48	62	52	68
BS	56	66	40	46	40	52

In der summenhaften Darstellung ergeben sich bzgl. der einzelnen Kategorien aufgeschlüsselt nach Schulsparten kaum nennenswerte Unterschiede. Schließt man für die Kategorie complex information die Biologiebeispiele C21 und D03 aus, so ergeben sich deutlichere Unterschiede zwischen Burschen und Mädchen zugunsten der Burschen. Analysiert man die Ergebnisse einzelner Items, dann finden sich die Kategorien "komplexe Information" oder "Problemlösen" oder "Anwenden physikalischer Prinzipien" besonders häufig unter jenen Beispielen, bei denen Mädchen besonders schlecht abschneiden. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass diese Kategorien durchaus eine Rolle spielen, wenn auch andere Faktoren hinzutreten, d.h. wenn insbesondere Motive für eine Auseinandersetzung mit komplexen Beispielen fehlen (z.B. weil der Kontext keine Bedeutung für die betreffenden Schülerinnen hat) oder auch nur einfache Informationen fehlen, die für die Bearbeitung der Aufgabe nötig sind.

Zusammenfassende Betrachtung

Im Bereich Allgemeinwissen ist eine differenziertere Betrachtung erforderlich. Zwar schneiden die Mädchen in allen Schulsparten schlechter ab als die Burschen, doch scheint in diesem Zusammenhang das Unterrichtsangebot an der jeweiligen Schule der für die Höhe der Differenz ausschlaggebender Faktor zu sein. Um diese Hypothese zu bestätigen, wäre eine Aufsplittung der Daten auf die einzelnen Schultypen nötig. Eine derartige Aufschlüsselung wurde für im Bereich Allgemeinwissen in der vorliegenden Analyse nicht vorgenommen. Eine derartige Aufsplittung erscheint deshalb nötig, weil die Unterschiede in der Dotierung mit Wochenstunden und in den Curricula in den einzelnen Schultypen sehr groß sind. Derartige Unterschiede finden sich bereits innerhalb der einzelnen Schultypen der AHS, werden aber besonders deutlich in der BHS und der BMS. Wie wir aus den Schulstatistiken wissen, besuchen Mädchen eher Schultypen mit einem geringen Angebot an naturwissenschaftlich-technischen Fächern. Das bedeutet, dass die Mehrzahl der in dieser Studie befragten Mädchen seit der vierten Klasse der Unterstufe oder Hauptschule in diesen Fächern praktisch keinen Unterricht mehr hat. Die vorliegende Studie ist ein Indiz dafür, dass das in der Unterstufe oder Hauptschule erworbene Wissen weitgehend vergessen wird und dass dies vor allem bei den Mädchen der Fall ist. Wie wir aus anderen Studien wissen, ist es üblicherweise so, dass Mädchen mit physikalischen oder technisch-handwerklichen Bereichen weder in ihrer peer-group noch in ihren beruflichen oder privaten Tätigkeiten in Berührung kommen. Zusammen mit dem sehr reduzierten naturwissenschaftlichen Unterricht in diesen Bereichen ergeben sich mögliche Erklärungsansätze für die großen Unterschiede in den Leistungen der Buben und Mädchen. Ein weiteres Indiz für diese Hypothese ist, dass die Mädchen z.B. über gute Kenntnisse in der Ernährungslehre verfügen. In diesem Bereich haben umgekehrt die Buben Defizite, da für sie in diesem Zusammenhang dieselben Bedingungen gelten wie für die Mädchen im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich.

1.3.2. Physik – Fachwissen

Vorbemerkung

Die Analysen beruhen auf den Ergebnissen, die in G.Haider: Population 3 – Österreich – Bericht an das BMUK 1996 veröffentlicht sind, auf einer von H.Kühnelt durchgeführten Aufsplittung der Prozent-Korrekt-Werte nach Schultypen und auf eigenen Berechnungen von Prozent- Korrekt–Mittelwerten aus Tabellen, in denen die Prozent-Korrekt-Werte für einzelne Items angegeben sind. Der Leistungsvergleich wird ausschließlich mit Mitteln der deskriptiven Statistik durchgeführt.

Gesamtergebnis

Die Mädchen schneiden im Bereich Fachwissen – Physik erheblich schlechter ab als die Burschen. Dies zeigt sich sowohl, wenn die Anteile an korrekten Lösungen verglichen werden als auch, wenn die geschätzten Fähigkeitsscores betrachtet werden. Der Prozent-Korrekt-Wert der Mädchen beträgt 27%, jener der Burschen 40%. Der durchschnittliche Leistungsfähigkeitswert beträgt bei den Mädchen 408, bei den Burschen 479.

Über alle Schulsparten hinweg wurden von insgesamt 65 Aufgaben nur sieben von den Mädchen besser gelöst als von den Burschen, die Differenz zwischen den Geschlechtern liegt bei diesen Aufgaben immer unter 10%. Bei mehr als der Hälfte der Aufgaben ist die Differenz zwischen den Geschlechtern zugunsten der Burschen größer als 10%, bei etwa einem Viertel der Aufgaben größer als 30%.

Aufgliederung nach Schulsparten

In beiden Schulsparten schneiden die männlichen Schüler deutlich besser ab als die Mädchen. Vom Leistungsniveau der Burschen aus betrachtet liegen die Mädchen der AHS in ihrem Leistungsniveau etwa 17% unter jenem ihrer Mitschüler, die Mädchen der BHS etwa 44% darunter.

Prozent korrekt	**w**	**m**
AHS	29	35
BHS	24	43

- Unter den 25% Besten sind 53% der BHS-Maturanten und 32% der AHS-Maturanten, aber nur 11% der AHS-Maturantinnen und 4% der BHS-Maturantinnen.
- Unter jenem Viertel, das am schlechtesten abgeschnitten hat, waren nur 13% AHS- und 12% BHS- Schüler, aber 31% AHS- und 50% BHS- Schülerinnen.
- In der AHS lagen 93% und in der BHS 84% der Maturantinnen und Maturanten insgesamt unter der 50% Marke an richtigen Lösungen. Nach Geschlecht aufgeschlüsselt lagen in der AHS 89% aller getesteten Burschen unter der 50% Marke und 96% der Mädchen, in der BHS 69% der Burschen und 99% der Mädchen.

Nicht berücksichtigt wird in der obigen Übersicht, dass im österreichischen Schulsystem AHS und insbesondere BHS unterschiedlichste Schultypen beinhalten. Diese Schultypen unterscheiden sich nicht nur in Hinblick auf das Fächerangebot sondern auch in ihrem Mädchenanteil.

Vergleicht man die Prozent-Korrekt-Werte innerhalb von Schultypen, bei denen Mädchen und Buben nach demselben Lehrplan in Physik unterrichtet werden, so ändert sich das Leistungsbild vor allem in der BHS. Die Leistungen der Mädchen im Gymnasium und an der

HAK liegen im Mittel nur etwas mehr als ein Zehntel unter jener der männlichen Gymnasial- und HAK-Maturanten.

Prozent korrekt	w	m
Gymnasium	27	31
HAK	24	27

Eine weitere Aufschlüsselungen der Daten nach Schultypen mit vergleichbaren Curricula ergibt derart niedrige Probandenzahlen, dass keine statistisch sinnvollen Aussagen mehr möglich sind.

Aufgliederung nach Stoffgebieten

Auch hier zeigt sich, dass die Mädchen in allen Stoffgebieten schwächere Leistungen erbringen. Am deutlichsten sind die Unterschiede in der Wärmelehre, gefolgt von Mechanik und Elektrizitätslehre. Geringer sind sie in der Wellenlehre und in der Modernen Physik, wo die Mädchen etwa drei Viertel der Leistungen der Burschen erzielen.

Prozent korrekt	w	m
Mechanik	20	30
Elektrizität und Magnetismus	20	30
Wärme	28	44
Wellenlehre	31	45
Moderne Physik	29	39

(Moderne Physik: Teilchenphysik, Quantenmechanik, Astrophysik, Relativitätstheorie)

Aufgliederung nach Schulsparten und Stoffgebieten

In allen Gebieten sind die Leistungsdifferenzen zwischen Burschen und Mädchen in der BHS deutlich größer als in der AHS. In der BHS erreichen die Mädchen in allen Bereichen nur etwa zwischen 50% und 60% der Leistungen der Burschen, am größten sind hier die Unterschiede in der Elektrizitätslehre, relativ am geringsten in der Modernen Physik.

In der AHS sind die Unterschiede wesentlich geringer: am größten sind sie in der Wärmelehre, wo die Mädchen nur 74% der Leistungen der Burschen erreichen, am geringsten in der Kategorie Elektrizitätslehre – Magnetismus und in der Modernen Physik, wo sich die Leistungen der Mädchen kaum von jener der Burschen unterscheidet.

Prozent korrekt	Mechanik		E-Lehre		Wärme		Wellen		Mod. Ph.	
	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m
AHS	21	26	23	25	31	42	36	44	33	36
BHS	20	34	18	35	27	47	27	46	26	42

Aufgliederung nach Leistungsbereichen (Kompetenzniveaus)

Vorauszuschicken ist, dass bei genauerer Betrachtung der jeweiligen Items keine eindeutige Zuordnung zu den einzelnen Kategorien erfolgen kann. Die nachfolgende Übersicht wurde daher zwar der Vollständigkeit halber angeführt, ihre Aussagekraft ist allerdings nur mit Vorbehalten zu bewerten. Der Kategorie "Designing investigations" wurden nur drei Items

zugezählt, sie wird an dieser Stelle nur der Vollständigkeit halber angeführt. Der relative Unterschied zwischen Burschen und Mädchen ist am größten in der Kategorie "Applying scientific principles to develop explanations", doch ist in allen Fällen die Streuung zwischen den einzelnen Items so groß, dass in diesem Zusammenhang keine relevanten Aussagen gemacht werden können.

Prozent korrekt	w	m
Simple information	40	57
Complex information	30	38
Applying scientific principles to develop explanations	22	37
Applying scientific principles to solve quantitative problems	21	33
Interpreting data	21	33
Designing investigations	19	38

Aufgliederung nach Leistungsbereichen und Schulsparten

In der BHS ist in allen Leistungsbereichen die Differenz zwischen den Mädchen und Burschenleistungen größer als in der AHS. In der AHS ist das Leistungsverhältnis zwischen den Geschlechtern nur in der Kategorie 3 bemerkenswert, in der Kategorie 2 besteht nur ein geringfügiger Unterschied. Auch in der BHS sind die relativen Unterschiede in der Kategorie 2 am geringsten, besonders deutlich aber in den Kategorien 3, 4 und 5. In beiden Schulsparten schneiden die Mädchen bei Kategorie 3 am schwächsten ab, am besten bei Kategorie 2. Ein Zusammenhang mit mathematischen Routinen (Kategorien 4 und 5) bewirkt in der AHS, dass Leistungsdifferenzen geringer ausfallen, in der BHS ist dies nicht der Fall.

Prozent korrekt	1		2		3		4		5		6	
	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m
AHS	44	52	34	36	25	35	24	28	23	26	22	34
BHS	38	61	29	37	19	38	20	37	20	39	16	41

1. Simple information
2. Complex information
3. Applying scientific principles to develop explanations
4. Applying scientific principles to solve quantitative problems
5. Interpreting data
6. Designing investigations

Analyse der Ergebnisse zu einzelnen Items

Analysiert man die Ergebnisse einzelner Aufgaben, so ergibt sich ein sehr komplexes Bild. Die nachfolgende Auswahl beschränkt sich auf Beispielen, bei denen geschlechtsspezifische Unterschiede in die eine oder andere Richtung besonders ausgeprägt sind.

Aufgaben, bei denen Mädchen relativ zu den Leistungen der Burschen gut abschneiden:

- Trotz der schlechten Allgemeinergebnisse haben Mädchen der AHS bei einzelnen Beispielen deutlich besser abgeschnitten als Buben der HTL. Dazu zählen die Items E02, F07, H02; bei anderen Items, wie etwa H03, F06 und G09 gleich gut.

- Aufgabe E02 wurde von 78% der Gymnasialschülerinnen richtig beantwortet, aber nur von 66% der HTL-Schüler. Bei dieser Aufgabe handelt es sich um ein Gebiet, das bei Mädchen auf großes Interesse trifft: Aus der Sicht der Mädchen ist Wissen um Radioaktivität sowohl für ein Verständnis physikalischer Zusammenhänge von Bedeutung, hat aber auch lebenspraktische Relevanz. Bedeutende Frauen haben auf diesem Gebiet gearbeitet. Radioaktivität ist Lehrstoff der achten Klasse und noch gut in Erinnerung. Dort, wo dies nicht der Fall ist, wie in der HAK schneiden die Mädchen (mit 40%) bei dieser Aufgabe auch deutlich schlechter ab als die HAK-Schüler (59%).
- 65% der Gymnasialschülerinnen, aber nur 53% ihrer männlichen Kollegen und 50% der HTL Schüler haben Item F07 richtig gelöst. Dort, wo der Photoeffekt nicht Inhalt des Lehrstoffs ist, wie dies in der HAK der Fall ist, schneiden wieder die Burschen besser ab. Die Voraussetzungen sind hier ähnlich wie bei Item E02, allerdings ist dieser Aufgabe ohne lebenspraktische Bedeutung. Der im Vergleich zu E02 geringere Unterschied der korrekten Antworten seitens der Mädchen mag darauf zurückzuführen sein.
- Aufgaben, bei denen Mädchen insgesamt relativ gut abschneiden, sind z.T. sehr abstrakte Fragen (H06, F07, G10), von denen jedoch angenommen werden kann, dass sie im herkömmlichen Schulunterricht in dieser Form im Verlaufe der achten Klasse behandelt werden.
- Bei allen SchülerInnen, insbesondere aber bei Mädchen fällt auf, dass elementare Grundkenntnisse fehlen (F05). Die Information fehlt den Mädchen dort, wo es gilt, komplexere Information zu verstehen bzw. Phänomene zu erklären oder physikalische Gesetze anzuwenden. Zu vermuten ist, dass diese Grundkenntnisse entweder im Oberstufenunterricht überhaupt nicht thematisiert wurden oder Jahre vor dem Test Unterrichtsthema waren, ohne dass darauf später wieder Bezug genommen wurde.
- Die aus der Literatur bekannten Interessensfelder spiegeln sich auch in den Ergebnissen der TIMS-Studie. Bei Aufgaben, in denen es um die Schaltung von Stromkreisen geht, schneiden die Mädchen deutlich schlechter ab als die Burschen (auch innerhalb des gleichen Schultyps), bei Aufgaben zur geometrischen Optik (G05) die Mädchen deutlich besser, allerdings nur dann, wenn die Fragestellung mit Hilfe des im Unterricht erworbenen Wissens beantwortet werden kann.
- Im Gymnasium erbringen die Mädchen deutlich bessere Leistungen bei jenen Inhalten, die der so genannten "Modernen Physik" zuzuzählen sind, aber auch (und das mag viele überraschen) bei Fragen zum Elektromagnetismus. Eine Frage zum elektromagnetischen Spektrum (F13) wird von 69% der Mädchen aber nur von 47% der Burschen richtig beantwortet. Die Frage nach dem elektromagnetischem Spektrum bestätigt in mehrfacher Hinsicht die in Top 1 aufgestellten Hypothesen: Physikalische Inhalte werden in einem sinnvollen Gesamtzusammenhang betrachtet, der zu einem besseren Verständnis der Natur aber auch zu einer besseren Alltagsbewältigung führt; der entsprechende Inhalt entspricht dem Lehrplan der achten Klasse, d.h. die zeitliche Distanz zwischen Unterricht und Test ist relativ gering.
- 32% der Maturantinnen des Gymnasiums aber nur 7% ihrer männlichen Mitschüler beantworteten die Frage G1 korrekt. Ähnliche Unterschiede (wenn auch geringer ausgeprägt) finden sich auch bei anderen Fragen zur Lorentzkraft. Hier dürfte sowohl der Umstand, dass dieser Inhalt in der achten Klasse unterrichtet wird, ein Rolle spielen (Lorentzkräfte sind eine beliebte Maturafrage), aber es darf auch vermutet werden, dass der Unterricht zu diesem Thema im allgemeinen so erfolgt, dass die einzelnen Gedankenschritte für die Schülerinnen gut verständlich sind, dass die Unterrichtshilfen adäquat sind und dass der Unterricht durch Experimente unterstützt wird. Diese Erklärungshypothese wäre durch entsprechende Studien zu verifizieren.

- Item F13 wurde von den Maturantinnen des Gymnasiums (69%) deutlich besser gelöst als von den männlichen Kollegen (47%). Für das bessere Abschneiden kann in diesem Fall keine der oben angeführten Gründe angeführt werden. Dieses Phänomen zeigt sich bei einigen Aufgaben und es kann angenommen werden, dass die Mädchen einfach durch logisches Schließen oder ein besseres mathematisches Verständnis (z.B. beim Lesen von Graphen im Beispiel H3) in manchen Fällen zu besseren Ergebnissen kommen als ihre Kollegen. Derartige Beispiele findet man auch bei HAK-Schülerinnen, die z.B. Aufgabe H3 deutlich besser lösten als ihre männlichen Kollegen aus der HAK (32% und 6%).
- Die Items H15 und H16 wurden insgesamt nur von wenigen SchülerInnen beantwortet. Dort wo die betreffenden Inhalte Teil des Lehrplans sind, schneiden die Mädchen allerdings besser ab als die Burschen. Im Gymnasium wurden beide Fragen von den Mädchen deutlich besser beantwortet als von den Burschen (15% und 5%; 10% und 0%). Wieder handelt es sich um Lehrstoff der Maturaklasse und um Aufgaben, die mathematisches Verständnis verlangen.

Aufgaben, bei denen Burschen im Vergleich gut abschneiden:

- Auch innerhalb derselben Schultype, also unter der Voraussetzung das Burschen und Mädchen denselben Unterricht haben, beantworten mehr Burschen als Mädchen die Fragen korrekt und es sind auch die Unterschiede zugunsten der Burschen im Mittel größer.
- Wegen der einheitlichen Curricula sind insbesondere die Leistungsunterschiede im Gymnasium interessant. In diesem Schultyp ist die Anzahl der korrekten Antworten bei den Burschen im Mittel um 5% höher als bei den Mädchen, in acht Fällen (Items E03, F01, G02, G16, G19, H04, H11) ist der Unterschied größer als 20% (bei den Mädchen ist dies nur zweimal der Fall). Die genannten Items stammen aus völlig unterschiedlichen Wissensbereichen. Was die Gebiete betrifft, ist nur die Mechanik stärker vertreten (vier Items aus der Mechanik, Wellenoptik, Induktion, Wärmelehre). Hinsichtlich der Performancekategorie zeigt sich, dass es sich bei jenen Beispielen, in denen die Unterschiede besonders deutlich sind, um Aufgaben vom Typ "Applying scientific principles" handelt. In allen Fällen liegt der entsprechende Unterricht lt. Lehrplan ein bis zwei Jahre zurück. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass Burschen eher als Mädchen über ein gesichertes Wissensnetz verfügen, dessen Grundlagen nur z.T. im Unterricht erworben wurden, aber durch handwerkliche Tätigkeiten, Lektüre und Diskussionen in der peer-group entsprechend vernetzt und abgesichert sind. Mädchen haben dagegen Defizite bereits im Bereich einfacher Information, das in der Schule erworbene Wissen wird nicht vernetzt und daher vergessen. Die Hypothese, dass die Unterschiede dort, wo es um die Anwendung dieser Kenntnisse geht, besonders groß sein müssen, scheint damit durchaus plausibel.

Zusammenfassende Betrachtung

Bemerkenswert sind die großen Unterschiede in den Testergebnissen zwischen Maturantinnen und Maturanten dann, wenn man Wissen und Kenntnisse der MaturantInnen bezogen auf die Gesamtbevölkerung im Auge hat.

Die großen Unterschiede innerhalb der Schulsparten sind in der Hauptsache durch die unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen dieser Schulen und die sich daran orientierenden Curricula gegeben. Bei Schülerinnen und Schülern, die nach demselben Curriculum unterrichtet werden, sind die Leistungsunterschiede über alle Items gemittelt geringer. Die Mädchen liegen unter diesen Voraussetzungen in ihren Leistungen nur etwa 10% unter jener der Burschen. Große Unterschiede lassen sich dennoch auch hier ablesen, wenn man einzelne Items betrachtet. Um derartige Differenzen zu erklären, wären genauere Analysen nötig.

Fallstudien, die es ermöglichen, Lernschwierigkeiten im Detail aufzuzeigen und geschlechtsspezifische Stärken und Schwächen der Schülerinnen und Schüler zu erkennen. Erst auf Grundlage derartiger Studien wäre es möglich, entsprechende Unterrichtsrichtlinien zu formulieren und geeignete Evaluationsformen zu entwickeln.

Die Wahlfreiheit der Mädchen und das Angebot an Schultypen führen dazu, dass Mädchen vermehrt Schulen besuchen, in denen der naturwissenschaftliche Unterricht, insbesondere der Physikunterricht nur einen sehr geringen Stellenwert hat. Dies führt dazu, dass Frauen im Bevölkerungsschnitt in diesen Gebieten vermutlich wenig gebildet sind. Dazu gibt es Studien u.a. in Deutschland. In Österreich fehlen derartige Untersuchungen. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass Bildungsunterschiede, die bereits in der Schule vorhanden sind, sich im Verlaufe des Lebens verstärken.

1.4. Erklärungsansätze

Wie lassen sich die erheblichen Differenzen in den Leistungen der Mädchen und Burschen erklären? Inwiefern bestätigen die Ergebnisse die in Top 1 aufgestellten Hypothesen?

> ***Hypothese 1:***
> Bei Prüfungen und Tests über Faktenwissen, das über große Zeiträume reicht, sind Mädchen benachteiligt. (Das gilt auch für die Lösung von Problemen, die auf derartigen Kenntnissen aufbauen.)

Sowohl die Analyse der Gesamtergebnisse als auch die Analyse der Ergebnisse einzelner Items zeigen, dass Mädchen zwar vergleichsweise schwierige Aufgaben lösen können, wenn diese Aufgaben dem aktuellen Lehrstoff nahe kommen, bei Aufgaben, die mit Lehrstoff, der in der zeitlichen Distanz weiter zurückliegt, aber schlecht abschneiden. Mögliche Erklärungsansätze für das schlechtere Abschneiden bei weiter zurückliegenden Inhalten können sein, dass diese Inhalte relativ bald vergessen werden (weil sie in keinerlei Zusammenhang weder in noch außerhalb der Schule für die Mädchen von Bedeutung sind) und/oder dass im Unterrichtsverlauf kein für die Mädchen interessanter Kontext erkennbar war.

> ***Hypothese 2:***
> Mädchen sind durch ein Aufgabenformat, das von dem in der Schuleüblicherweise verwendeten abweicht, benachteiligt.

Diese Hypothese wird durch die vorliegenden Ergebnisse nicht gestützt. Genauere Studien, die analysieren, wie Mädchen und Burschen an die Lösung der einzelnen Aufgaben herangehen, könnten besser als die vorliegenden Statistiken darüber Auskunft geben, inwiefern Zeitvorgaben und Aufgabenformat die Qualität der Ergebnisse beeinflussen und ob es hier Unterschiede zwischen den Geschlechtern gibt.

> ***Hypothese 3:***
> Berücksichtigt man die Gesamtpopulation und die Mädchenanteile in dieser Population sind Mädchen durch mathematische Aufgaben benachteiligt, weil sie jene Schultypen, an denen derartige Probleme eingeübt werden, weniger oder nicht besuchen.

Diese Hypothese lässt sich kaum belegen, da Mädchen, die Schultypen mit wenig Mathematikunterricht besuchen auch nur wenig Physikunterricht haben. Grundsätzlich scheint sich zu zeigen, dass Aufgaben, die mathematisches Verständnis erfordern, für Mädchen kein größeres Hindernis darstellen als für Burschen. Betrachtet man die Besten einer Schülerpopulation so scheint sogar das Gegenteil der Fall zu sein. Voraussetzung ist natürlich, dass die Mädchen die zugrunde liegende Physik beherrschen.

Hypothese 4:
Mädchen sind benachteiligt, wenn die Lösung einer Aufgabe ein gutes räumliches Vorstellungsvermögen verlangt.

Das außergewöhnlich schlechte Abschneiden der Mädchen bei einzelnen Aufgaben, insbesondere die Probleme, die Mädchen bei der Erklärung der Sonnenfinsternis (Item B11) haben, scheinen diese Hypothese zu bestätigen. Betrachtet man die Aufgaben insgesamt, so lässt sich dieser Eindruck allerdings nicht bestätigen. Die Lernschwierigkeiten im Verständnis der Sonnenfinsternis (und ähnlicher Himmelserscheinungen) sind aus der Literatur bekannt. Die Erfassung der Unterschiede zwischen Mädchen und Burschen bei der Lösung derartiger Aufgaben würde eine eigene Untersuchung erforderlich machen. Insgesamt betrachtet wäre eine genauere Studie nötig, um Hypothese 4 zu prüfen.

Hypothese 5:
Mädchen sind benachteiligt, wenn es um Kontexte geht, die nicht im Sinne von Orientierungswissen für die Mädchen von Bedeutung sind.

Diese in der Literatur wohlbelegte Hypothese wurde durch die Ergebnisse bestätigt (vgl. auch Hypothese 1). Aufgaben werden dann von den Mädchen gut gelöst, wenn ein Bezug zum eigenen Leben hergestellt werden kann (vgl. Allgemeinwissen Biologie) oder wenn sie zu einem besseren Verständnis der Welt beitragen (Beispiele aus der Kernphysik). Der Kontext ist für Mädchen von größerer Bedeutung als für Burschen. Ein Kontext, der Sinn macht, ist nicht nur für die Motivation von Bedeutung, sondern auch für das Langzeitgedächtnis. Sinnvoller Kontext ermöglicht Kommunikation außerhalb der Schule und ermöglicht, vorhandenes Wissen zu vernetzen, Anwendungsbezüge herzustellen etc. Zu vermuten ist, dass nur wenige Beispiele aus dem TIMSS-Test einen Kontext-Bezug haben, den Mädchen als sinnvoll empfinden.

Hypothese 6:
Mädchen sind benachteiligt, wenn Wissen oder Kenntnisse verlangt werden, die nicht im schulischen Kontext erworben und/oder vertieft wurden.

Auch diese Hypothese wird durch die vorliegenden Analysen gestützt.

Zu untersuchen wäre auch ein weiterer Erklärungsansatz: Studien scheinen zu belegen, dass Mädchen an Aufgaben anders herangehen als Burschen. Mädchen neigen dazu, die Gesamtheit der Aufgabe genau erfassen zu wollen, dann erst Lösungswege zu überlegen und erst wenn die Lösung klar ist, das Ergebnis "öffentlich" zu formulieren. Voraussetzung dafür ist: einerseits, genügend Zeit zur Verfügung zu haben, andererseits eine klare Aufgabenstellung und eindeutige Formulierungen der Aufgaben unter Ausschließung von Missverständnissen. Wie Helmut Kühnelt in seinen Analysen zeigt und auch erste Studien aus Deutschland belegen, sind genau diese Voraussetzungen bei der TIMS-Studie vielfach nicht gegeben. Erste Fallstudien scheinen zu belegen, dass diese Faktoren dazu führen, dass Mädchen bei der Lösung der Aufgaben größere Schwierigkeiten als Burschen haben. Für weitere Evaluationen ist zu fordern, dass bei der Verfassung der Aufgaben mit größerer Sorgfalt vorgegangen wird.

Auch die Hypothese, dass auch Buben durch den Schultyp (fehlende Mathematikkenntnisse, wenig Physikunterricht) benachteiligt sein können, wird bestätigt. Die Unterschiede zwischen den Maturanten des Gymnasiums und der HTL sind ein Indiz dafür. Inwiefern sich auch was den Kontext betrifft Benachteiligungen für die Burschen ergeben, wäre noch zu untersuchen. Das bessere Abschneiden der Burschen in allen Schultypen spricht allerdings dafür, dass derartige Einflüsse zwar in Einzelfällen eine Rolle spielen mögen, über größere Schülerpopulationen gerechnet aber eine wesentlich geringere Rolle spielen als dies bei den Mädchen der Fall ist.

1.5. Schlussfolgerungen und Konsequenzen

In den Naturwissenschaften, insbesondere in der Physik ist das in der Schule erworbene Wissen für Mädchen von größerer Bedeutung als für Buben. In diesem Zusammenhang ist darauf zu achten, dass

- Mädchen in der Unterstufe eine gute Basis an Kenntnissen, Fertigkeiten etc. erhalten. Gesicherte Grundkenntnisse sind in den Naturwissenschaften unbedingte Voraussetzung für die Lösung von Problemen, insbesondere dann wenn Kenntnisse nicht – wie dies bei den Mädchen vielfach der Fall ist - durch zu Hause erworbenes praktisches Wissen und geeignete Kommunikation gesichert und vertieft werden.
- Nicht nur aus Gründen der Motivation soll im Unterricht der Alltagskontext betont werden. Gerade für Mädchen ist es notwendig, dass in der Schule erworbene Wissen im Alltagskontext zu vernetzen, abzusichern und zu vertiefen. Mädchen sind in dieser Hinsicht durch ihre Sozialisation benachteiligt, insbesondere fehlt im handwerklich-technischen Bereich die entsprechende peer-group und häufig auch die Stützung durch die Familie. Hier muss die Schule soweit dies möglich ist ausgleichen.
- Es muss angestrebt werden, dass auch in jenen Schultypen der BMS und der BHS, die keinen naturwissenschaftlichen Schwerpunkt haben, jenes naturwissenschaftliche Allgemeinwissen zu vermitteln ist, das MaturantInnen bzw. AkademikerInnen in ihren Berufsfeldern aber auch für ihre Aufgaben als Staatsbürger benötigen.

Da über die Gesamtbevölkerung gemittelt Mädchen weniger technisch-naturwissenschaftliche Ausbildung haben, ist besonders darauf zu achten, dass die in der Schule zu erlernenden Inhalte und zu erwerbenden Kenntnisse besonders sorgfältig ausgewählt werden. Die TIMS-Studie zeigt, dass den Mädchen noch stärker als den Burschen die Einsicht in Gesamtzusammenhänge fehlt und dass es sich bei jenen Kenntnissen, die die Mädchen aus dem Unterricht wissen, häufig um belanglose Details handelt. Ein derartiger Unterricht führt nicht nur dazu, dass den Schülerinnen elementare Kenntnisse fehlen, sondern auch dazu, dass sich die gesellschaftsbedingte Distanz der Mädchen zu den "hard sciences" weiter vergrößert.

1.6. Naturwissenschaftlicher Unterricht für Mädchen und Buben - Fachdidaktische Anregungen für einen geschlechtssensiblen Unterricht

Die Distanz der Frauen zu Naturwissenschaft und Technik ist vielfach belegt. Sie äußert sich überall dort, wo die Mädchen wählen können, in der Wahl des Schultyps, des Berufs, des Studiums. Was die Ursachen betrifft, gibt es dazu umfangreiche Forschungsarbeiten. Konzentriert man sich auf das Schulgeschehen, so scheint das fehlende Selbstbewusstsein der Mädchen gegenüber diesen Bereichen eine wesentliche Rolle zu spielen, verstärkt durch den Umstand, dass Mädchen bereits sehr früh Physik und Technik als männlich identifizieren, was wieder dazu führt, dass nur wenige Mädchen sich diesen Gebieten widmen. Es gibt eine Reihe von Empfehlungen und Maßnahmen, wie dieser Zirkel langfristig zu durchbrechen ist. Der Schule fällt dabei eine wichtige Rolle zu.

> ***These 1:***
> Der Unterricht in der Schule hat im Zusammenhang beim Erwerb naturwissenschaftlicher Kenntnisse und Grundfertigkeiten für Mädchen eine höhere Bedeutung als für Burschen.

Die im Unterricht erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind für Mädchen und Burschen von Bedeutung. Die Ergebnisse der Analyse der TIMS-Studie führt zur Hypothese, dass im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich bzw. in der Physik für Mädchen bzw. Frauen Wissen, Kenntnisse und Fertigkeiten, die in der Schule erworben wurden von besonders großer Bedeutung sind. Die Schule ist jene Einrichtung, der die Aufgabe zufällt,

gesellschaftsbedingte Defizite auszugleichen – auch die sozialisationsbedingte Distanz der Frauen zu Physik und Technik, genauso wie umgekehrt z.B. kommunikative Defizite der Buben - und vorhandene Stärken und entdecken und zu fördern. Schule kann den Mädchen in diesen Bereichen neue Lebensfelder eröffnen, sei es im Berufsleben, im privaten Bereich oder als Staatsbürger.

> ***These 2:***
> Mädchen stellen an die Qualität naturwissenschaftlichen Unterricht im physikalisch-technischen Bereich höhere Ansprüche als Buben.

Das schlechte Abschneiden der Buben und Mädchen bei der TIMS-Studie gibt uns – unabhängig von der berechtigten Kritik an der Studie selbst – Hinweise darauf, wo die Stärken und Schwächen unseres Schulsystems im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich liegen. Das schlechte Abschneiden der Mädchen sowohl im Allgemeinwissen als auch im Fachwissen zeigt Asymmetrien im *Bildungssystem* auf. Wenn Allgemeinbildung tatsächlich als Bildung für "alle" gemeint ist, dann gilt es diese Asymmetrien aufzuspüren und nachzukorrigieren. Das schlechte Abschneiden der Mädchen und Buben weist aber auch auf Qualitätsmängel des mathematisch-naturwissenschaftlichen *Unterrichts* hin. Die Leistungsunterschiede zwischen Mädchen und Buben, die in koedukativen Klassen nach demselben Lehrplan unterrichtet wurden, sind Indiz dafür, dass es Asymmetrien im Unterricht selbst gibt. Naturwissenschaftlicher Unterricht im mathematisch-physikalischen Bereich ist so angelegt, dass er eher den Interessen und Stärken der Buben entspricht, diese dadurch zugleich fördert aber auch den Blick einengt. Betrachtet man nun auch die individuellen Bandbreiten an Interessen und Begabungen, so wird deutlich, dass die Qualität naturwissenschaftlichen Unterrichts am Unterrichtserfolg bei Mädchen und Buben zu messen ist.

Unterrichtserfolg wird nachfolgend unter zwei Dimensionen betrachtet: den Interessen einerseits und dem engen Wissensprofil, wie es in der TIMS-Studie abgefragt wird andererseits. Interesse ist eine der Voraussetzungen für die Bereitschaft zu lernen, insbesondere für die Bereitschaft auch nach der Schulzeit sich einem Wissensgebiet zu widmen. Das in der Schule erworbene Grundwissen ist eine der Voraussetzungen, dass dieses Lernen auch Erfolg hat. Gerade Mädchen haben im naturwissenschaftlich-technischen Bereich ein sehr gering ausgeprägtes Selbstbewusstsein. Lernerfolge, das Gefühl etwas verstanden zu haben, das Gelernte anwenden zu können, als Expertin an Gesprächen teilnehmen zu können, heben das Selbstbewusstsein der Mädchen und fördern damit wieder Interesse und Bereitschaft, sich mit diesen Bereichen auseinanderzusetzen.

Einer Äußerung von Wagenschein zufolge, ist Unterricht, der Mädchen anspricht, auch für Buben geeignet und interessant, das Umgekehrte, meint Wagenschein, gelte nicht. Diese Aussage lässt sich auch so interpretieren, dass Mädchen höhere Ansprüche an die Qualität von Unterricht stellen, was Inhalte, Methodik und Didaktik betrifft. "Mädchengerechter" Unterricht spricht nicht nur jene Bubengruppen an, die wenig an Technik interessiert sind, sondern trägt auch dazu bei, dass sich für an Technik und Physik interessierte Buben das Spektrum der Betrachtungsweisen erweitert. In diesem Sinne sind die Buben in den folgenden Überlegungen immer mitgedacht, auch dann wenn nur von Mädchen die Rede ist.

Richtlinien für eine Unterrichtsgestaltung, die den Stärken und Interessen der Mädchen und Burschen entspricht.

Die Unterrichtsforschung hat eine Reihe von Faktoren gefunden, die dazu beitragen, das Selbstbewusstsein der Mädchen gegenüber Physik und Technik zu erhöhen und ihr Interesse positiv zu beeinflussen. Dazu zählen:

- Konstruktivistische Lernansätze: von den Vorstellungen der SchülerInnen ausgehend werden Fragen formuliert, Widersprüche aufgedeckt, Hypothesen entwickelt und geprüft, die Gelegenheit gegeben "selbst auf etwas draufzukommen".
- Anknüpfen an die Vorerfahrungen und Interessen von Buben und Mädchen
- Die Einbettung des Unterrichts in Kontexte, der für Buben und Mädchen von Bedeutung ist.
- Fächerübergreifende Ansätze, in denen auch das in nicht-naturwissenschaftlichen Fächern erworbene Wissen eine zentrale Rolle spielt und Fragen behandelt werden, die auch in allgemein humanen, sozialen oder historischen Kontexten von Bedeutung sind.
- Ein behutsamer Übergang von der Alltags- zur Fachsprache. Zu früh verwendetes und nur teilweises verstandenes Fachvokabular kann Verstehen behindern, führt aber auch dazu, dass Mädchen sich von der Diskussion ausgeschlossen fühlen.
- Wissen schaffen, das auch außerhalb der Schule von Bedeutung ist und Kommunikation ermöglicht.
- Die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen. Dazu zählen die Vermeidung von zu häufigem Frontalunterricht, der durch das unterschiedliche Sozialverhalten von Mädchen und Buben eindeutig Buben bevorzugt sowie ein großzügiger Zeitrahmen und die Möglichkeit des Arbeitens in monogeschlechtlichen Gruppen.

Prüfungskultur, Evaluation und Selbstevaluation

Das geringe Selbstbewusstsein der Mädchen im Fach Physik kann nicht dadurch aufgelöst werden, dass die Noten angehoben werden. Nicht die Noten sind der zentrale Ansatz, sondern die tatsächlich erbrachten Leistungen, das Wissen darüber, lebensbedeutsame Zusammenhänge erkannt und verstanden zu haben. Evaluation muss den Mädchen Gelegenheit geben, Leistungen zu erbringen und diese Leistungen sichtbar werden zu lassen. Eine Reihe von Studien zu alternativen Beurteilungsformen zeigen, dass Stärken der Mädchen in alternativen Beurteilungsmethoden zum Tragen kommen und sie dann durchaus ebenso gute Leistungen erbringen wie die Burschen (vgl. Labudde, NiU Physik, Heft 49):

- Während die Mädchen im Haupttest von TIMSS wesentlich schlechter abgeschnitten haben als Burschen, erreichen sie im so genannten TIMSS-Performance - Test gleich gute Resultate wie die Burschen. In diesem Test müssen Jugendliche der 7. Und 8. Klassen einfache physikalische Versuche durchführen.
- Im Bundesstaat Victoria in Australien führte 1991 ein neuer Physiklehrplan zu verschiedenen Veränderungen. So wird vorgeschrieben, dass die Hälfte eines Zeugnisses auf zwei Teilleistungen basieren muss: zum einen Schülerexperimente und zum anderen ein größeres Physikprojekt. Gerade bei diesen beiden Prüfungsformen schneiden Mädchen im Durchschnitt gleich gut oder sogar besser ab als Burschen.
- Beim "Internationalen Baccalaureate" müssen die Jugendlichen eine Abiturarbeit verfassen. Sie können Fach und Thema frei wählen. Junge Frauen und Männer zeigen dabei gleich gute Leistungen.
- Bei den in Österreich als Teilmatura gewerteten Fachbereichsarbeiten ist der Anteil an Schülerinnen, die eine Fachbereichsarbeit aus Physik wählen, höher als der Anteil an Schülerinnen, die Physik als mündliches Maturafach wählen. Die Österreichische Physikalische Gesellschaft prämiert die besten Arbeiten. Es zeigt sich, dass nicht nur was die Anzahl sondern auch was die Qualität der Arbeiten betrifft, die Arbeiten der Schülerinnen jenen der Schüler gleichwertig sind.

In diesem Zusammenhang wäre es wichtig, Erfahrungen mit alternativen Beurteilungsformen, wie sie auch in Österreich an einigen Schulen bereits durchaus üblich sind, in Hinblick auf ihren Stellenwert für geschlechtssensiblen Unterricht zu dokumentieren.

Bei der Bearbeitung von Tests haben in Deutschland durchgeführte Fallstudien gezeigt, dass Mädchen und Burschen die Testfragen in unterschiedlicher Weise bearbeiten. So schreibt V.Hagemeister in seinem Artikel "Was wurde bei TIMSS erhoben":

Die Mädchen sind jedoch häufiger als die Jungen an Ungenauigkeiten in der Aufgabenstellung hängen geblieben und die Mädchen waren weniger bereit, Halbwissen einzubringen, um Aufgaben zu lösen.

Aus den bisherigen Überlegungen und Analysen ergeben sich für externe Testverfahren folgende Richtlinien:

- Rahmenbedingungen, die Mädchen und Jungen genügend Zeit für die Lösung der Aufgaben lassen, wo die Fragen ohne äußeren Druck bearbeitet werden können.
- Eine stärkere Betonung offener Fragestellungen, wo auch unterschiedliche Lösungsansätze zum Ergebnis führen
- Sinnvoller Kontext, der für Schülerinnen und Schüler die Lösung der Aufgabe interessant macht.
- Klar formulierte Aufgabenstellungen
- Wenn Anwendungsaufgaben gestellt werden, sollte deutlich sein, über welches Grundwissen die Schülerinnen und Schüler für die Lösung verfügen müssen
- Im Bereich des Allgemeinwissens sollten was die Inhalte betrifft vermehrt auch die Stärken der Mädchen, insbesondere im Bereich biologischer Fragestellungen miteinbezogen werden.

Kapitel 2
Beurteilung der Geschlechtsspezifität des Testaufbaus Naturwissenschaften / Physik

2.1. Vorüberlegungen

In Österreich gibt es bisher keine umfassenden Untersuchungen zu geschlechtsspezifischen Aspekten des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Das Wahlverhalten der Schülerinnen und Schüler weist allerdings darauf hin, dass die in vielen westlichen Ländern zu beobachtende Distanz der Mädchen zu Physik und Technik auch in Österreich vorhanden ist. Sie wird deutlich in der Wahl der Schultype, des Studiums und des Berufs. Um die Ursachen dieses Verhaltens auszumachen, gibt es international umfangreiche Forschungsarbeiten. (In Österreich gibt es zu dieser Frage nur einige wenige Einzeluntersuchungen, deren Ergebnisse im Wesentlichen mit den Ergebnissen der internationalen Forschung übereinstimmen.). Im Folgenden soll nur auf jene Forschungsergebnisse Bezug genommen werden, die für eine Beurteilung der TIMSS-Items relevant erscheinen.

- Die Selbsteinschätzung der Mädchen hinsichtlich ihrer Fähigkeiten und Leistungen in Physik ist deutlich niedriger als jene der Buben.
- Mädchen haben deutlich weniger Erfahrungen als Buben im Hantieren mit Werkzeugen, technischem Spielzeug etc.
- Mädchen zeigen was die kognitiven Fähigkeiten betrifft eine geringere Leistungsfähigkeit in Bezug auf das räumliche Vorstellungsvermögen, Buben eine geringere Leistungsfähigkeit im sprachlichen Bereich.

- Für Mädchen ist der Kontext, in dem naturwissenschaftliche Themen bearbeitet werden, von größerer Bedeutung als für Buben. Naturwissenschaften sind für Mädchen eher im Sinne von Orientierungswissen von Bedeutung, für Buben eher im Sinne von Verfügungswissen.
- Mädchen beschäftigen sich außerhalb der Schule weniger mit Physik und Technik als Buben.
- Mädchen neigen bereits vor dem 10.Lebensjahr dazu, Berufe, die mit Physik und Technik zu tun haben, für sich auszuschließen.

Zu diesen und allen folgenden Aussagen ist zu bemerken, dass damit (wie bei alle statistischen Aussage) nicht die Einzelperson gemeint ist, sondern Aussagen über große Gruppen getroffen werden, wo die Varianz innerhalb einer Gruppe größer sind kann als die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen, d.h. die Unterschiede innerhalb eines Geschlechts größer sind als Unterschiede zwischen den Geschlechtern.

Für die Analyse der Items aus österreichischer Sicht erscheinen auch folgende Fakten der Prüfungskultur an österreichischen Schulen von Bedeutung:

- In Fächern, die nicht zugleich Schularbeitsfach sind, darf nur Lehrstoff abgeprüft werden, der in den letzten sechs Wochen unterrichtet wurde. Weiter zurückliegende Stoffgebiete nur übersichtsweise.
- MC Tests sind äußerst selten. Seitens des Wiener Stadtschulrates gibt es Empfehlungen, dass in Nicht Schularbeitsfächern vor allem mündlich geprüft werden soll bzw. die "Beobachtung der ständigen Mitarbeit" Ausgangspunkt für die Beurteilung sein sollte.
- Aufgaben, in denen gerechnet werden muss, sind fast ausschließlich auf Schultypen beschränkt
- das Umgekehrte der Fall ist. Im Übrigen gelten für MC-Tests und die engen Zeitvorgaben bei der Bearbeitung der TIMSS-Items die von Helga Jungwirth angeführten Überlegungen.
- Berücksichtigt man die Gesamtpopulation und die Mädchenanteile in dieser Population sind Mädchen durch
- naturwissenschaftliches Realgymnasium; Höhere Technische Lehranstalten), in denen der Mädchenanteil geringer bis sehr gering ist.

2.2. Hypothesen, die dazu dienen, auf ein Ungleichgewicht in der Teststruktur hinweisen.

Aus den genannten Fakten lassen sich was das Format (Punkt 1-3) und Inhalte (Punkt 4 -6) der Aufgaben betrifft folgende Hypothesen ableiten:

1. Bei Prüfungen und Tests über Faktenwissen, das über große Zeiträume reicht, sind Mädchen benachteiligt. (Das gilt auch für die Lösung von Problemen, die auf derartigen Kenntnissen aufbauen.)
2. Mädchen sind durch ein Aufgabenformat, das von dem in der Schule üblicherweise verwendeten abweicht, benachteiligt. Studien weisen darauf hin, dass die Mädchen in Ländern, in denen MC Aufgaben üblich sind, bei derartigen Aufgaben besser abschneiden als bei offeneren Fragestellungen, in Österreich ist zu vermuten, dass mathematische Aufgaben benachteiligt, weil sie jene Schultypen, an denen derartige Probleme eingeübt werden, weniger oder nicht besuchen.
3. Mädchen sind benachteiligt, wenn die Lösung einer Aufgabe ein gutes räumliches Vorstellungsvermögen verlangt.

4. Mädchen sind benachteiligt, wenn es um Kontexte geht, die nicht im Sinne von Orientierungswissen für die Mädchen von Bedeutung sind.
5. Mädchen sind benachteiligt, wenn Wissen oder Kenntnisse verlangt werden, die nicht im schulischen Kontext erworben und/oder vertieft wurden.

Benachteiligungen von Buben können sich durch den Schultyp ergeben(keine Berechnungen). Anzunehmen ist auch, dass Buben, die ein Gymnasium besuchen, eher an Orientierungswissen interessiert sind und sich für diese Buben insgesamt ein ähnliches Muster in Bezug auf Benachteiligung ergibt wie für Mädchen insgesamt vermutet wird.

Grundsätzlich ist zu sagen, dass die Feststellung, dass Mädchen (oder Buben) bei bestimmten Aufgaben benachteiligt sind, nicht die Sinnhaftigkeit dieser Aufgaben in Frage stellt. Die Hypothesen zur Benachteiligung können zunächst nur als Beitrag zur Einzel- und Gesamtinterpretation der Ergebnisse beitragen. Darüber hinaus Hinweis geben, inwiefern einerseits die Lernbedingungen für Mädchen zu verändern sind, andererseits Tests so abgeändert werden können, dass sie auch den Stärken der Mädchen gerecht werden.

2. 3. Itemanalyse: Sind die Aufgaben "mädchengerecht"?

Eine gleichzeitige Beurteilung der Items für beide Geschlechter, würde dazu führen, dass vorhandene Unterschiede (wieder) unsichtbar werden. Die Bewertung der Items innerhalb eines Punkteschemas kann nur begrenzt die in den Hypothesen genannten Kriterien berücksichtigen. (Bei genauer Analyse wäre auch die gegenseitige Bedingtheit der einzelnen Kriterien zu berücksichtigen.)

> ad 2. Für alle MC Aufgaben wird dann ein Punkt abgezogen, wenn noch ein weiterer erschwerender Umstand hinzutritt.
>
> ad 1., 3. und 6. Die Bewertung der einzelnen Aufgaben innerhalb eines Punktesystems muss nicht nur die Curricula aller Schultypen (Oberstufenformen der AHS, HAK, HTL, etc.) sondern auch die gängige Praxis berücksichtigen.

Da die Mehrzahl der Schülerinnen Schultypen besucht, die Physik und Technik nicht zum Schwerpunkt haben, haben wir folgende Vereinfachung vorgenommen: Die nachfolgende Bewertung der Aufgaben bezieht sich auf eine Schülerin, die im Verlaufe ihrer Schulzeit an der Sekundarstufe II insgesamt sieben (Gymnasium) Stunden Physikunterricht gehabt hat. Der gängigen Praxis entsprechend bedeutet dies, dass sie praktisch keine Berechnungen im Unterricht durchgeführt hat und dass der Unterricht dem traditionellen Schema Mechanik - Wärmelehre (wird häufig nur kurz unterrichtet) - Wellenlehre und Optik - Elektrotechnik - Moderne Physik folgt. Je nach Stundenausmaß und Lehrpraxis werden dann auch häufig ganze Bereiche völlig gestrichen oder nur in einem sehr geringen Ausmaß unterrichtet. Zur Prüfungskultur gelten die in Kapitel 2 genannten Überlegungen.

- Items bei denen drei der genannten Kriterien gelten haben vier Punkte; wenn eines der Kriterien besonders zu betonen ist, dann wird dies berücksichtigt.
- Items bei denen vier oder mehr der genannten Kriterien gelten haben fünf Punkte.
- Für Schülerinnen, die eine HTL oder eine Schule mit Schularbeitsfach Physik besuchen rückt die Bewertungsskala um einen Punkt gegen drei. (In der Begründung mit S gekennzeichnet.) Items bei denen zwei der genannten Kriterien gelten haben damit vier Punkte. Das Umgekehrte gilt für HAK Schülerinnen bzw. für vergleichbare Schultypen mit einer Gesamtstundenzahl vier in Physik.
- Ist der Inhalt, auf den sich ein Item bezieht, Unterrichtsstoff der achten Klasse (bzw. ist anzunehmen, dass der Stoff kurz vor der Test unterrichtet wurde), so rückt die

Bewertungsskala bei Mädchen um einen Punkt gegen drei. (In der Begründung mit K gekennzeichnet.)

- Items, die neutral sind, scheinen in der folgenden Skala nicht auf. Neutral kann auch bedeuten, dass sich einzelne Kriterien gegenseitig aufheben.

Kapitel 3

Geschlechtssensibler Unterricht

Kurzdarstellung von Reformansätzen zum naturwissenschaftlichen Unterricht mit Beispielen aus Deutschland, Großbritannien und der Schweiz.

Wie alle Interessenstudien belegen, ist Physik bei den Mädchen Ende der Sekundarstufe I bzw. der Unterstufe eines der unbeliebtesten Fächer (Häußler&Hoffmann 1998, Muckenfuß 1995, Gunnacker&Lex 1999). Das geringe Sachinteresse an Physik und Technik wird auch überall dort deutlich, wo Mädchen wählen können: im Schulbereich bei der Wahl des Schultyps oder bei Wahlfächern, bei der Wahl des Studiums und des Berufs. Forschungsergebnisse belegen, dass Mädchen in und gegenüber Physik und Technik ein besonders gering ausgeprägtes Selbstbewusstsein haben und bereits sehr früh technische Berufe für sich ausschließen (Baumert 1997, Koballa 1995). Da beide Faktoren für die Genese von Interesse von zentraler Bedeutung sind, müssen Maßnahmenpakete, die zu einer Erhöhung des Frauenanteils in technisch-naturwissenschaftlichen Berufen führen sollen, auf unterschiedlichen Ebenen ansetzen: Einerseits in der Schule, wo der Versuch unternommen wird, Lernumgebungen zu schaffen, die beiden Geschlechtern gerecht werden, andererseits im Umfeld, wo es gilt, die im Bereich Technik und Physik herrschenden Rollenklischees aufzuweichen und auch für die Mädchen entsprechende Identifikationsmöglichkeiten zu schaffen. Schließlich sind auch die Wissenschaften selbst betroffen und die Art und Weise, wie sie ihre Wissenschaft betreiben und präsentieren. Im vorliegenden Bericht kann nur auf die ersten beiden Punkte näher eingegangen werden. Sie sind sichtbar eng miteinander verknüpft, was zur Folge hat, dass alle maßgeblichen nationalen und internationalen Maßnahmenpakete nach Möglichkeit auf mehreren Ebenen gleichzeitig gesetzt werden. Die wichtigsten Ansatzpunkte zur Förderung des Interesses von Mädchen an naturwissenschaftlicher Bildung und Berufsorientierung seien nachfolgend kurz zusammengefasst (vgl. auch Hoffmann 1998):

- Berücksichtigung der spezifischen Interessen und Fähigkeiten der Mädchen
- Ausgleich der fehlenden vor- und außerschulischen Erfahrungen von Schülerinnen
- Aufbau eines erweiterten Selbstbildes von Mädchen
- Aufbau eines erweiterten Selbstbildes von Buben
- Abbau von geschlechtsbezogenen Stereotypien bei LehrerInnen
- Förderung eines Problembewusstseins bei den Eltern
- Aktivierung der Wirtschaft zur Mitarbeit

Voraussetzungen für alle nationalen Maßnahmen waren einerseits Gesetze, die zunächst in den 60iger und 70iger Jahren mit dem Ziel beschlossen wurden, geschlechtsbezogene Diskriminierungen zu verhindern und Chancengleichheit zu realisieren, andererseits allgemeine Fördermaßnahmen zur Technologieentwicklung und die Erkenntnis, dass Frauen ein ungenutztes Intelligenz- und Kreativitätspotential für eine Nation darstellen. Aus Frauensicht geht es heute um "Veränderungen, die sich an Konzepten der Offenheit, Vielfalt und Veränderbarkeit orientieren und diese so anwenden, dass Geschlechterhierarchien

abgebaut, Geschlechterdifferenzen akzeptiert, aber auch verändert werden können." (Faulstich-Wieland 1992).

Schwerpunkte bisheriger Maßnahmen sind:

- Schaffung eines Problembewusstseins in der Öffentlichkeit durch Veröffentlichung von Fakten über die Schul- Studien- und Berufswahl von Frauen. Stützend wirken auch in diesem Zusammenhang alle Maßnahmen, die zur Sensibilisierung in Hinblick auf männliche und weibliche Rollenbilder und deren Veränderung beitragen.
- Aufbereitung von realistischen Berufsbildern für Schülerinnen
- Sichtbarmachen von Naturwissenschaftlerinnen und Ingenieurinnen durch Darstellung und Würdigung bisheriger Leistungen von Frauen auf dem Gebiet Physik und Technik, z.B. durch Herstellen und Verbreiten von Informationsmaterialien über historische Frauenpersönlichkeiten in diesen Bereichen. Berufstätige Ingenieurinnen und Naturwissenschaftlerinnen, die ihre Berufs- und Lebenswege vorstellen, schaffen Identifikationsmöglichkeiten und ermöglichen realistische Berufsvorstellungen.
- Unterstützung von Kontaktprogrammen zwischen Schulen und Universitäten: Besuchsprogramme, Schnupperstudien, Informationsveranstaltungen für Schülerinnen
- Unterstützung von Kontaktprogrammen zwischen Firmen und Schulen
- LehrerInnenfortbildung (Information, Sensibilisierung, Unterstützung und Begleitung von geeigneten Unterrichtsmodellen)
- Herstellung und Verbreitung geeigneter Unterrichtsmaterialien, sowie Entwicklung und Förderung geeigneter Unterrichtsmethoden in Zusammenarbeit mit LehrerInnen<
- Unterstützung bei der Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen an den Schulen, etwa teilweise Aufhebung der Koedukation, unterschiedliche Bewertungsformen, etc.
- Förderung von Frauennetzwerken (Internet, Broschüren, Symposien etc.)
- Forschungsprojekte zur Unterstützung und Weiterentwicklung geeignet erscheinender Ansätze im Unterricht.

Auf *universitärer Ebene* wird insbesondere der Versuch unternommen, Kontakte zwischen Schülerinnen und Naturwissenschaftlerinnen bzw. Technikerinnen zu ermöglichen und sowie mögliche Berufswege aufzuzeigen und zu informieren. Gleichzeitig wird der Versuch unternommen, auf der Universität selbst ein Umfeld zu schaffen, dass die Möglichkeit bietet, Studium bzw. spätere Forschungstätigkeit und Familie zu vereinbaren und Wirtschaft und Industrie in Bestrebungen miteinzubinden, die es den Frauen ermöglichen, nach dem Studium in Berufe einzusteigen, die üblicherweise von Männern dominiert werden.

Auf *Schulebene* sind es insbesondere umfangreiche Lehrerfortbildungsprogramme, die LehrerInnen für geschlechtsbedingte Besonderheiten im Unterricht sensibilisieren sollen. Im Vordergrund stehen dabei Stressabbau, Steigerung des Selbstbewusstseins, Beachtung der unterschiedlichen Lernstile. In den letzten Jahren wird aufgrund der vorliegenden Forschungsergebnisse der Versuch unternommen, geeignete Unterrichtsinhalte und Methoden zu entwickeln und wissenschaftlich zu begleiten. Die Begleituntersuchungen konzentrieren sich dabei auf statistische Verfahren. Detaillierte Untersuchungen von Lehr- und Lernsituationen - etwa in Form von Fallstudien - wurden bisher kaum durchgeführt.

Neben der Sensibilisierung der LehrerInnen gilt das Augenmerk den Eltern. Angeboten werden Informationsveranstaltungen für Eltern, Workshops, spielerisches Material für die Familie.

In den achtziger Jahren gab es in zahlreichen westlichen Ländern umfangreiche Programme. Einige der damals entwickelten Programme existieren noch heute, etwa das weiter unten beschrieben Programm WISE, andere wurden unter geänderten Namen fortgeführt und weiterentwickelt. Unter den auch international bekannt gewordenen Maßnahmenpaketen habe ich jene herausgegriffen, die mir für die derzeitige Bildungslandschaft typisch erscheinen. Zwei dieser Projekte stammen aus unseren Nachbarländern Deutschland und Schweiz, eines aus Großbritannien, einem Land, dessen Aktivitäten in diesem Bereich als richtungsweisend anzusehen sind.

Das Projekt **WISE**, die Kampagne Women into Science and Engineering, wurde 1984 vom britischen Engineering Council und der Equal Opportunities Commission gegründet. WISE hat das Ziel, Interessen von jungen Menschen, von Eltern, LehrerInnen und das Interesse der Öffentlichkeit für Naturwissenschaften und Technik zu wecken und mehr Frauen und Männer für Berufe in diesen Bereichen zu motivieren. Das Programm wird von Industrie, Handel und Regierung finanziert. Neben der nationalen Organisation gibt es eigene Organisationen in Wales, Nordirland und Schottland. WISE gliedert sich in unterschiedliche Programmteile, die wichtigsten davon sind:

WISE Vehicles Programme: Busse fahren als Lehr- und Ausstellungszentren durch das Land. Mädchen können dort experimentieren, elektronische Schaltungen basteln usw. Dazu gibt es Begleitmaterialien und Videos. Bus und Materialien können bei lokalen Organisationen z.B. über Internet angefordert werden. Damit soll Mädchen die Möglichkeit gegeben werden, experimentelle Erfahrungen zu sammeln, eigene Leistungsmöglichkeiten zu erkennen und Selbstvertrauen zu gewinnen.

WISE UP! Poster, Videos und Broschüren als Werbe- und Informationsmaterialien, die von Interessierten auch über Internet bestellt werden können.

WISE awards sind Preise, die bei Wettbewerben zu technischen Themen für besondere Leistungen an Mädchen oder Mädchengruppen vergeben werden.

Zu den Aktivitäten von WISE gehört u.a. auch, dass VertreterInnen der Ingenieurfakultäten an die Schulen kommen und Schülerinnen über ihre beruflichen Möglichkeiten informieren.

In Zusammenarbeit mit WISE entstand eine Reihe von weiteren Programmen. Als Beispiel sei hier ein Auszug aus jenen Programmen genannt, die in Schottland angeboten werden:

GIRLS GET SMART Club: ein Club, der nach der Schule von Mädchen besucht werden kann und Workshops mit hands on experiments anbietet.

EMTA, ein Kurs der einmal jährlich an Universitäten angeboten wird, um Mädchen mit Studienmöglichkeiten vertraut zu machen und Kontakte mit an Universitäten in den SMT (science-math-technology) Bereichen arbeitenden Frauen zu ermöglichen.

GETSET FOR MISSION IMPOSSIBLE: ein dreitägiger Sommer-Kurs für 13jährige Mädchen, wo experimentelle Aufgaben angeboten werden, die den Mädchen helfen soll, eigene Fähigkeiten zu entdecken und zu schulen. Ziel ist wieder, das Selbstbewusstsein der Mädchen in diesen Bereichen zu stärken.

SATRO: ein Programm, das Mädchen aktivieren soll, andere Mädchen zu ermutigen bei ihren Aktivitäten in diversen Programmen mitzumachen.

GETSET: Mädchen, die den CREST award bekommen haben, sind eingeladen, am Imperial College als Teil der nationalen SET (Science, Engineering and Technology) - week mit Mentorinnen aus der Industrie an naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu arbeiten.

WOMEN IN PHYSICS GROUP: Frauen an Universitäten in SMT Bereichen, die Kontakt- und Informationsprogramme entwickeln, um Mädchen zu ermutigen, eine Karriere in diesem Bereich für sich in Betracht zu ziehen.

WINDOWS ON WOMEN: Frauen, die in SET arbeiten, stellen sich im Internet vor.

Neben den genannten Programmen gibt es eine Reihe weiterer Programme, die sich an Mädchen und Buben richten, mit dem Ziel, SET für Mädchen und Buben attraktiver zu machen. Unterstützt werden diese Programme von Forschungsprojekten, etwa WINNING WOMEN, ein Projekt dass durch das Scottish Higher Education Funding Council finanziert wird und dessen Ziel es ist, Wege zu finden, die Zugang, Teilnahme und Karrieren von Frauen in SET durch Dissemination guter Praxis in allen akademischen Bereichen der SET fördert. Berühmt wurde auch das Programm GIST (Girls into Science and Technology), ein Aktionsforschungsprogramm, wo der Versuch unternommen wurde, Gründe für die geringe Beteiligung von Schülerinnen am naturwissenschaftlichen und technischen Schulfächern zu erforschen und in Zusammenarbeit mit LehrerInnen Curricula und Ideen für Verbesserungen zu entwickeln.

Das Schweizer Projekt **"Koedukation im Physikunterricht"** bildete einen Teil des Nationalen Forschungsprogramms 35 "Frauen in Recht und Gesellschaft". Es handelt sich dabei um ein Forschungsprojekt, das von Mai 1994 bis Juni 1997 an der Universität Bern durchgeführt wurde. Das als Interventionsstudie angelegte Projekt hatte die Ausarbeitung und Überprüfung eines Maßnahmenpakets zur besseren Integration von Mädchen in den Physikunterricht der Sekundarstufe II (Gymnasien und Seminare) zum Ziel. Das Maßnahmenpaket bestand im Wesentlichen aus

- Der Herstellung didaktische Materialien, die den Kriterien eines "mädchengerechten" Unterrichts genügen. Das Projektteam geht dabei von der auch von anderen PhysikdidaktikerInnen genannten These aus, dass "mädchengerechter Unterricht", also Unterricht, der sich an den Bedürfnissen der Mädchen orientiert, auch den Jungen nützt.
- Sensibilisierungs- und Supervisionsmaßnahmen, die die Lehrkräfte auf geschlechtsspezifische Interaktions- und Verhaltensweisen sowie auf die besonderen Probleme von Schülerinnen im Physikunterricht aufmerksam machen sollten.

Ziel der Interventionsstudie war die empirische Überprüfung der Wirksamkeit der beiden Maßnahmenpakete Didaktik und Sensibilisierung. Im Einzelnen wurde der Versuch unternommen, folgende Fragen zu beantworten:

- Wodurch werden die Interessen, Erwartungen und Leistungen der Mädchen und Knaben im Physikunterricht bedingt?
- Welche didaktischen Kriterien muss ein Physikunterricht erfüllen, um den spezifischen Vorerfahrungen und Interessen der Mädchen gerecht zu werden?
- Wie ist der Anfangsunterricht im Fach Physik in der Sekundarstufe II zu gestalten, um die Interessen, Einstellungen und Leistungen der Mädchen zu verbessern?
- Wie sind Lehrerinnen und Lehrer für die Probleme von Mädchen im koedukativen Unterricht zu sensibilisieren? Welchen Stellenwert haben Sensibilisierungs- und Supervisionsmaßnahmen im Vergleich zu Maßnahmen auf der didaktischen Ebene?

Die Kriterien für ´mädchengerechten´ Physikunterricht sind auf der Grundlage der Analyse des Forschungsstands und in Anlehnung an andere Projekte erarbeitet worden. Im Wesentlichen werden dabei genannt:

1. Miteinbeziehung unterschiedliche Vorerfahrungen
2. Die Entwicklung einer Unterrichtssprache, die Verstehen ermöglicht
3. Einbettung in Kontexte mit Alltagsbezug
4. Rücksicht auf Arbeits- und Lernstil der Mädchen
5. Kommunikative und argumentative Unterrichtsgestaltung
6. Leistungsbewertung, die das Selbstvertrauen in die eigene Leistung stärkt
7. Abbau von Geschlechtsstereotypisierungen

An der Untersuchung waren 25 LehrerInnen und 31 Schulklassen beteiligt. Das Projekt entstand in Kooperation von PhysikdidaktikerInnen und Pädagogischen PsychologInnen. Zeitlich parallel zur beschriebenen Studie wurden im Anschluss an die TIMS-Studie 152 Schulklassen befragt. Ziel dieser umfangreichen Untersuchung war es, ein Bild der Lern-Lehr-Kultur im Physikunterricht zu erhalten. Die beiden Studien haben nicht nur nationalen Stellenwert sondern sind auch international von Bedeutung. Sie sind Ausgangspunkt für nationale Interventionen (etwa auf dem Gebiet der Lehrerausbildung) und bilden eine solide Grundlage für weitere nationale und internationale Forschungsvorhaben auf dem Gebiet der Physikdidaktik. (Herzog, Labudde. u.a. 1997; Labudde, Pfluger 1999)

Der Modellversuch der Bund-Länder-Kommission **"Chancengleichheit - Veränderung des Anfangsunterrichts Physik/Chemie unter besonderer Berücksichtigung der Kompetenzen und Interessen von Mädchen"** wurde vom August 91 bis Jänner 94 vom Ministerium für Frauen, Bildung, Weiterbildung und Sport des Landes Schleswig-Holstein und vom Bundesminister für Bildung und Wissenschaften gefördert. Der Modellversuch wurde von einer Gruppe des IPN initiiert und wissenschaftlich begleitet (Hoffmann u.a. 1995).

Der Versuchsplan des Modellversuchs sah folgende Maßnahmen vor:

1. Eine Neugestaltung der Unterrichtsinhalte. Hier sollte geprüft werden, ob durch einen Physikunterricht, der die Lebenszusammenhänge, Fähigkeiten und Interessen der Mädchen berücksichtigt, das Interesse und die Beteiligung von Mädchen am Unterricht erhöht werden können und ob ein so veränderter Unterricht bei Mädchen und Jungen zu einem besseren Langzeitbehalten des Gelernten führt.
2. Sensibilisierung der Lehrkräfte: Die am Modellversuch beteiligten LehrerInnen entwickelten und erprobten in Zusammenarbeit mit ExpertInnen Strategien, die es den Lehrkräften erleichtern, Mädchen benachteiligende Verhaltensmuster zu erkennen und abzubauen. Dabei spielten Strategien zur Förderung des Selbstvertrauens der Mädchen in die eigene Leistungsfähigkeit eine besondere Rolle. Zusammen mit den LehrerInnen wurde ein Leitfaden entwickelt: Zunächst wurden typische Unterrichtssituationen gesammelt, die für das Selbstvertrauen der Mädchen kritisch sind und dann angemessenen und unangemessenen Verhaltensweisen seitens der Lehrkräfte diskutiert.
3. Erhebungen zur Frage, ob und unter welchen Gesichtspunkten Mädchen durch veränderte Rahmenbedingungen (Klassengröße), insbesondere aber die Einführung von Unterrichtsphasen, in denen Mädchen und Jungen getrennt unterrichtet wurden, profitieren.

Die Unterrichtsmaterialien wurden in einer einjährigen Vorlaufsphase von drei Lehrerinnen und drei Lehrern, die den Modellversuch auch unterrichteten, entwickelt. Der Materialentwicklung wurde ein Katalog von interessensfördernden Merkmalen zugrunde gelegt. Jedem Thema wurde ein bestimmtes der Erfahrungswelt von Mädchen und Jungen vertrautes Leitmotiv unterlegt. (Die Materialiensammlung wurde später publiziert und steht damit auch anderen LehrerInnen zur Verfügung.).

Neben Leistungstests wurden auch eine Reihe von Skalen entwickelt, die die affektiv-emotionalen Wirkungen zu messen erlaubten. Der Modellversuch insgesamt wurde ausführlich dokumentiert, die vielfach publizierten Ergebnisse sind ein wichtiger Beitrag zur Frauenforschung. Auch alle entwickelten Materialien (Unterrichtsmaterialien, Fragebögen, Leitfaden für Lehrerverhalten, Beobachtungsbögen etc.) wurden veröffentlicht und stehen damit auch anderen LehrerInnen und Schulen zur Verfügung. Die Ergebnisse des Modellversuchs zeigen kurz gefasst, dass durch die gesetzten Maßnahmen

zeitweise getrennt geschlechtlichen Unterricht

zeitweise Halbierung der Klasse

Sensibilisierung der Lehrkräfte

Unterricht, der in der Gestaltung der Inhalte sich an den Interessen der orientiert

nicht nur die kognitive Leistungen der Mädchen verbessert wurden, sondern auch Bedingungen geschaffen haben, die es den Mädchen ermöglichen, ein positiveres (auf Physik bezogenes) Selbstkonzept zu entwickeln. Bei den LehrerInnen hat der Modellversuch zu einer erhöhten Sensibilisierung geführt und zur Bereitschaft, ihr Unterrichtsverhalten in diesem Bereich z.B. durch gegenseitige Beobachtungen, Supervision etc. weiterzuentwickeln.

Kapitel 4
Geschlechtssensibler Unterricht

Kurzdarstellung von Reformansätzen zum naturwissenschaftlichen Unterricht in Österreich

In Österreich ist die Situation vergleichbar mit jener in Deutschland oder der Schweiz. Auch in Österreich werden Physik und Technik von den Mädchen schon zu einem sehr frühen Zeitpunkt abgewählt: Im naturwissenschaftlichen Realgymnasium ist das Verhältnis Mädchen zu Buben eins zu zwei, der Mädchenanteil an den Höheren Technischen Lehranstalten (HTL) liegt in den wichtigen Bereichen Elektrotechnik und Maschinenbau unter 5%, der Frauenanteil jener, die Physik studieren, liegt unter 20%; in den technischen Fächern sind Frauen sowohl an den Universitäten als auch an den Fachhochschulen eine verschwindende Minderheit.

In einem OECD Bericht (1993) wird festgestellt, dass der Frauenanteil unter den graduierten Akademikern in den Bereichen Physik und Technik in Österreich außergewöhnlich gering ist. Was die Ursachenforschung betrifft, gibt es in Österreich - von einigen wenigen Einzeluntersuchungen abgesehen - keine umfassenden Studien. Es darf angenommen werden, dass ähnliche Faktoren auszumachen sind, wie in den umliegenden deutschsprachigen Ländern (die Verhältnisse in Italien oder in Ungarn sind, was die Distanz der Frauen zu Physik und Technik betrifft, wesentlich günstiger!). Für die Umsetzung der Maßnahmen wäre es allerdings von zentraler Bedeutung, über ein genaueres Bild der besonderen Gegebenheiten in Österreich zu verfügen. Was Maßnahmen betrifft, so lässt sich im Vergleich etwa mit Großbritannien oder Deutschland feststellen, dass es sowohl in den Ministerien, aber auch in

verschiedenen Gruppierungen eine Reihe engagierter Frauen gibt, aber sowohl das personelle als auch das finanzielle Pouvoir vergleichsweise gering ist.

Für die nachfolgende Beschreibung verschiedener Projekte und Aktionen habe ich jene ausgewählt, die mir für die österreichische Szene typisch und richtungsweisend erscheinen und in einem (weiteren oder engeren) Zusammenhang mit naturwissenschaftlichem Unterricht an Schulen stehen. Grundlage für die Auswahl sind die in Top 4 genannten Richtlinien, insbesondere der Umstand, dass Erfolg versprechende Maßnahmen zur Erhöhung des Interesses und der Leistungsbereitschaft von Schülerinnen am Unterrichtsgegenstand Physik (und Technik) nicht alleine im Fachunterricht zu setzen sind, sondern das gesamte Umfeld, insbesondere aber berufliche und private Perspektiven der Heranwachsenden miteinschließen müssen.

Der **Aktionsplan 2000** wurde 1997 der Öffentlichkeit vorgestellt. Er beinhaltet ein Maßnahmenpaket zur Förderung der Gleichstellung von Frauen im Bereich von Schule und Erwachsenenbildung, das bis zum Jahr 2000 umgesetzt werden soll. Der Schwerpunkt des Aktionsplanes 2000 liegt in der Erweiterung der Berufs- und Lebensperspektiven von Mädchen und Buben. Für die Fragestellung Zugang von Mädchen zu naturwissenschaftlicher Bildung erscheinen folgende Maßnahmen von Bedeutung:

- Die Überprüfung schulrechtlicher Grundlagen auf ev. noch vorhandene Barrieren und die Beseitigung allfälliger Hindernisse für einen gleichberechtigten Bildungszugang.
- Konsequente Berücksichtigung geschlechtsspezifischer Aspekte im Bereich der Forschungsförderung.
- Beachtung des Aspekts der Förderung der Gleichstellung von Mädchen und Buben bei sämtlichen Maßnahmen zur Bildungsplanung und Schulentwicklung.
- Besondere Berücksichtigung des Nachholbedarfs von Mädchen im Bereich der Technik und Naturwissenschaften bei Maßnahmen zur Bildungsplanung und Schulentwicklung.
- Erforschung der Ursachen für den geschlechtsspezifisch unterschiedlichen Zugang zu manchen Bildungsformen.
- Informationskampagnen über Ausbildungsmöglichkeiten in Berufen, die für Frauen und Männer untypisch sind.
- Förderung von Modellschulen, die einen Schwerpunkt auf aktive Förderung der Erweiterung von Berufswahl- und Lebensperspektiven bei Mädchen und Buben legen.
- Setzung von Maßnahmen in Zusammenarbeit mit dem AMS und den Sozialpartnern , um Betriebe zu veranlassen, Mädchen und Burschen auch nicht-traditionelle Ausbildungspraktika bzw. Ausbildungen anzubieten.
- Setzung einer Kampagne mit dem Ziel "Förderung der Erweiterung des Berufswahlverhaltens und der Lebensplanung von Töchtern und Söhnen.

Zur Realisierung der genannten Ziele wurden von Seiten des Unterrichtsministeriums eine Reihe von Aktionen gestartet, z.T. auch bereits vorhandene Aktivitäten weiter ausgebaut. Die nachfolgende Auswahl soll einen Einblick in die Strategie dieser Vorhaben geben.

MIT - Mädchen und Frauen in die Technik. Im Zuge der Umsetzung des Aktionsplans 2000 wurden zu Beginn des Sommersemesters 1998 alle mittleren und höheren technischen Schulen eingeladen, an der Aktion MIT teilzunehmen. In einer vom BMUK in Auftrag gegebene Studie zur Situation von Schülerinnen an Höheren Technischen Lehranstalten, deren Ziel es war, wurde ausgehend von einer Ist-Erhebung einen Maßnahmenkatalog erarbeitet, dessen Ziel es war, einerseits Maßnahmen zur Verbesserung der Situation der Schülerinnen an den Schulen vorzuschlagen, andererseits den Frauenanteil an diesen Schulen zu erhöhen

Stadler 1997). Im Rahmen von MIT werden u. a. Besuchsprogramme an HTLs organisiert, wo die Mädchen Gelegenheit haben, Schülerinnen dieser Schulen kennen zu lernen und spezielle Informationsprogramme für Mädchen angeboten. Teil dieses Projekts ist es auch, Technikerinnen einzuladen und Gespräche zu ermöglichen. Das Ministerium bietet alle interessierten Schulen Unterstützung bei ihren Aktionen an.

LISE: Eine vom BMUK finanzierte Internetseite, die speziell dem Thema Mädchen und naturwissenschaftlicher Unterricht gewidmet ist. Neben Basisinformationen zum Thema findet man darin Literaturangaben, Unterrichtsvorschläge, Links und ein Diskussionsforum.

"Geschlechter - Kultur macht Schule": Die Aktion gibt Schulen die Möglichkeit, Fachfrauen und Fachmänner aus (für ihr Geschlecht) eher untypischen Arbeitsbereichen sowie andere ExpertInnen (etwa für das Thema "Frauen am Arbeitsmarkt") einzuladen.

Die Aktionen des BMUK werden von einer Reihe von unabhängigen Frauengruppen und Frauenvereinen mitgetragen bzw. werden diese Gruppen in ihren Aktionen von Seiten des Unterrichtsministeriums mit unterstützt. Dazu zählen u. a. **SPRUNGBRETT** (Mädchenberatungsstelle, bietet u.a. Kursen für Mädchen an, die die Absicht haben eine HTL zu besuchen), **MAFALDA** (Vorbereitung von jungen Frauen und Mädchen für den Einstieg in technische Handwerksberufe), **SUNWORK** (feministische Bildungsarbeit mit dem Schwerpunkt Ökotechnik), **EFEU** (Verein zur Erarbeitung feministischer Erziehungs- und Unterrichtsmodelle).

Neben den nationalen Aktivitäten ist das Unterrichtsministerium auch an einer Reihe europäischer Kooperationen und Projekte im Rahmen von EU-Programmen beteiligt, etwa am **@fem-training-net@**, einem Pilotprojekt im Rahmen von LEONARDO da Vinci, das u. a. dem Aufbau eines trans/nationalen Netzwerks zum professionellen Informations- und Erfahrungsaustauschs dient.

FIT - Frauen in die Technik ist ein an der Technischen Universität Graz in Zusammenarbeit mit dem AK, dem Frauenreferat der HochschülerInnenschaft und dem IFZ entwickeltes Projekt, das sich aus dem Projekt FiT (Frauen in Technikberufen), das 1991 von der Arbeiterkammer gemeinsam mit der Mädchenberatungsstelle MAFALDA, dem Frauenreferat der HochschülerInnenschaft und dem IFF /IFZ initiiert wurde. Ziel des Projekts ist es, durch gezielte Information und entsprechende Breitenwirkung Frauen zu motivieren, technische Studienrichtungen in ihre Berufsplanung einzubeziehen. Das Programm beinhaltet

- Technikschnupperkurse für Mädchen im Alter von 13 bis 15 Jahren, wo Mädchen die Gelegenheit haben, Lehrberufe in Theorie und Praxis kennen zu lernen und Probleme zu diskutieren, die auftauchen, wenn sich ein Mädchen für einen technischen Beruf entscheidet.
- Informationsprogramme für 17-19jährige Schülerinnen der AHS und BHS der Steiermark, wo Einblick in typisch männliche Studienrichtungen (etwa Maschinenbau) geboten wird und die Schülerinnen Gelegenheit haben, mit Assistentinnen oder Studentinnen aus diesen Bereichen zu sprechen. Vor Ort haben die Schülerinnen die Möglichkeit, mit den Einrichtungen der Institute erste Erfahrungen zu sammeln. 1998 haben auch einzelne Fachhochschulstudiengänge am Programm teilgenommen.

Gleichfalls vom Unterrichtsministerium herausgegeben wird eine Schriftenreihe mit Projektberichten zum Thema "Schulqualität und geschlechtssensible Lernkultur." In diesen Berichten werden fallstudienartig Erfahrungen einiger Wiener Schulen mit teilweiser oder vollständiger Aufhebung der Koedukation dokumentiert (Parnigoni, Schrittesser 1997). Über die genannten Projekte des BMUK informiert jeweils in Kurzdarstellung das Informationsblatt für Schulbildung und Gleichstellung SCHUG.

Kapitel 5
Geschlechtssensibler Unterricht

Vorschläge für Konsequenzen und Maßnahmen auf der Basis der nationalen und internationalen Analysen für den Bereich Naturwissenschaft

5.1. Einleitung

Die Analyse der Ergebnisse (siehe den 2. Zwischenbericht, Teil I, S 58 ff.) zeigte, dass

1. das Wissen der Schülerinnen in erster Linie vom Unterrichtsangebot der jeweiligen Schule abhängig ist. Wissen und Kenntnisse der Mädchen sind in einem offensichtlich sehr hohen Ausmaß auf das schulspezifische Unterrichtsangebot angewiesen.
2. sowohl in Bezug auf das Allgemeinwissen als auch in Bezug auf das Fachwissen die Unterschiede zwischen Mädchen und Buben vor allem im Bereich der Berufsbildenden Schulen signifikant groß sind.
3. dort, wo ein identisches Bildungsangebot besteht, die Unterschiede zwar schwächer ausgeprägt, aber noch immer signifikant sind.

Die Ergebnisse geben des weiteren Anlass zu der Vermutung, dass (vgl. den 2. Zwischenbericht, Teil I, S 68 ff.)

1. Mädchen eher dazu neigen, ihr in Physik (Technik) erworbenes Wissen über größere Zeiträume hinweg zu vergessen als dies bei Buben der Fall ist, es sei denn, es handle sich um Wissen, das für die Mädchen Bedeutung im Sinne von Orientierungswissen hat.
2. Mädchen bei MC-Tests mit engen Zeitvorgaben schlechter abschneiden als bei "offeneren" Prüfungsformen (vgl. den 2.Zwischenbericht, Teil III, Stadler, H.: *Naturwissenschaftlicher Unterricht für Mädchen und Buben - Fachdidaktische Anregungen für einen geschlechtssensiblen Unterricht*, S 3f.). Es gibt auch Hinweise darauf, dass Mädchen die Textvorgaben bei engen Vorgaben genauer lesen und auf ungenaue oder falsche Angaben sensibler reagieren.

In der physikdidaktischen Forschung gibt es außerdem Hinweise, dass

3. Mädchen hinsichtlich Kontext, Methode und Verständnis höhere Ansprüche an die didaktische Qualität von Physikunterricht stellen (vgl. u.a. Stadler 1999, Labudde 1999).

5.2. Maßnahmen die das Bildungssystem Schule als solches betreffen

Aus den bisherigen Analysen und ihrer Interpretation ergeben sich Schlussfolgerungen und Konsequenzen auf unterschiedlichen Ebenen. In den folgenden Ausführungen werden zuerst jene Konsequenzen genannt, die sich auf das Bildungssystem Schule als solches beziehen; dann diejenigen, die im Zusammenhang mit Unterricht und Lehreraus- und -fortbildung stehen, und schließlich die, die das Umfeld der Jugendlichen betreffen.

An das Bildungssystem Schule ergeben sich folgende Forderungen (vgl. wieder den 2. Zwischenbericht, Teil I, S 69f. und ebd., Teil III, Stadler, H.: *Naturwissenschaftlicher Unterricht für Mädchen und Buben - Fachdidaktische Anregungen für einen geschlechtssensiblen Unterricht*):

- Auch an den nicht technisch ausgerichteten berufsbildenden höheren und mittleren Schulen sollte das Bildungsangebot so geartet sein, dass es den AbsolventInnen jene naturwissenschaftliche Allgemeinbildung sichert, die sie als Staatsbürgerinnen und - in vielen Fällen - zukünftige Entscheidungsträgerinnen benötigen. Dies gilt insbesondere für Schulen, deren Abschluss den Zugang zu einem Universitätsstudium ermöglichen.

- Der Sicherung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung in der Unterstufe und in der Hauptschule muss größere Beachtung geschenkt werden.
- In der Hauptschule und in der Unterstufe sollte Interesse an lebenslangem weiteren Lernen für Naturwissenschaft und Technik geweckt und Gelegenheit gegeben werden, die dafür notwendigen Kompetenzen zu erwerben.
- Schülerinnen in der Unterstufe und der Hauptschule sollten die Möglichkeit haben, ihre Begabung auf naturwissenschaftlich-technischem Gebiet zu erkennen, und Ermutigungen zu einem Bildungsweg in diesen Bereichen erfahren können.
- Förderung aller Maßnahmen, die dazu führen, dass Benachteiligungen infolge des Geschlechts im Bereich der Berufsbildenden Höheren und Mittleren Schulen beseitigt werden.
- Schüler sollten ermutigt werden, ihre Begabungen für nicht traditionell männliche Berufe zu erkennen und ermutigt werden, entsprechende weiterführende Schulen zu besuchen.
- Unterricht an den Allgemeinbildenden Höheren Schulen soll (auch) in Physik so erfolgen, dass er den Interessen und Begabungen beider Geschlechter entspricht und die Möglichkeit eröffnet, eventuelle Defizite abzubauen.
- Unter Beachtung der verbindlichen Unterrichtsziele sollten Maßnahmen gesetzt werden, die eine Prüfungskultur fördern, in der individuelle Stärken und Begabungen sichtbar werden können und die die Entwicklung eines adäquaten Selbstbewusstsein in diesen Bereichen fördern.

5.3. Maßnahmen, die die Unterrichtsgestaltung und Lehrerfortbildung betreffen

Wesentliche Kriterien für einen mädchen- und bubengerechten Physikunterricht sind nach gegenwärtiger Auffassung (vgl. u.a., Hoffmann & Häußler & Peters-Haft (1995), Stadler 1998, Labudde & Pfluger (1998))

- Konstruktivistische Lernansätze: ausgehend von den Kenntnissen und Erfahrungen der SchülerInnen werden Fragen formuliert, Widersprüche aufgedeckt, Hypothesen entwickelt und geprüft, die Gelegenheit gegeben, "auf etwas selbst draufzukommen".
- Anknüpfung an die Vorerfahrung und die Interessen der Buben und Mädchen.
- Die Einbettung des Unterrichts in Kontexte, die für Buben und Mädchen von Bedeutung sind.
- Fächerübergreifende Ansätze, in denen auch das in nicht-naturwissenschaftlichen Fächern erworbene Wissen eine zentrale Rolle spielt und Fragen behandelt werden, die auch in allgemein humanen, sozialen oder historischen Kontexten von Bedeutung sind.
- Ein behutsames Übergehen von der Alltags- zur Fachsprache. Zu früh verwendetes und nur teilweise verstandenes Fachvokabular kann Verstehen behindern, es führt dazu, dass sich Mädchen von der Diskussion ausgeschlossen fühlen.
- Wissen schaffen, das auch außerhalb der Schule von Bedeutung ist und Kommunikation ermöglicht.

Unterrichtskonzepte, die sich an den genannten Kriterien orientieren, tragen insbesondere dazu bei, das Selbstbewusstsein der Mädchen im Fach Physik zu stärken und ihr Interesse an diesen Bereichen positiv zu beeinflussen, sind aber auch geeignet, Defizite der Buben, etwa im sozial-kommunikativen Bereich auszugleichen und durch Miteinbeziehung historischer oder gesellschaftlicher Aspekte auch den Blick auf umfassendere Sichtweisen zu öffnen.

Maßnahmen, die zur Entwicklung, Etablierung und Dissemination derartiger Unterrichtskonzepte beitragen, sind:

1. Aufarbeitung, Dokumentation, Weiterentwicklung und Verbreitung bereits vorhandener Ansätze unter Zusammenarbeit von LehrerInnen und Schulen mit FachdidaktikerInnen.
2. Adaption von Erfahrungen mit in anderen Ländern gewonnenen Unterrichtsansätzen für österreichische Verhältnisse und deren Verbreitung.
3. Entwicklung, Erprobung und Evaluation von in Lehrveranstaltungen erarbeiteten Unterrichtskonzepten und Materialien. Förderung von Diplomarbeiten zu diesem Thema.
4. Projekte, in denen unter Zusammenarbeit zwischen LehrerInnen und FachdidaktikerInnen Unterrichtskonzepte entwickelt, erprobt und nach einer Evaluationsphase publiziert werden.
5. Fortbildungsveranstaltungen für Lehrer und Lehrerinnen, wo - evtl. unter Einbindung von Studierenden - über längere Zeiträume hinweg Materialien und Konzepte erprobt und weiterentwickelt werden.
6. Miteinbeziehung von ExpertInnen zu Fragen geschlechtssensiblen Unterrichts bei der Erstellung von Curricula, Erstellung von Richtlinien für Kernstoff etc.

Neben Unterrichtsmaterialien und Unterrichtskonzepten sind für die Unterrichtspraxis auch die Rahmenbedingungen von Bedeutung. Dazu zählen:

- Ein räumlicher, zeitlicher und organisatorischer Rahmen, der die Realisierung unterschiedlichster Unterrichtsmethoden erlaubt.
- Die Möglichkeit des Arbeitens auch in monogeschlechtlichen Gruppen.
- Ein soziales Umfeld, in dem kein Individuum wegen seines Geschlechts Benachteiligungen erfährt.

Die Realisierung eines derartigen Rahmens könnte gefördert werden durch:

1. Lehrerfortbildungen, wo LehrerInnen Gelegenheit haben, durch Aktionsforschung Unterrichtsroutinen zu analysieren und Strategien zur Verbesserung ihrer jeweiligen Unterrichtssituation zu entwickeln, und wo die Gelegenheit für sie besteht, geschlechtsspezifische Stereotypien der SchülerInnen zu erkennen und abzubauen.
2. Sichtbarmachen und Aufarbeitung von Rollenklischees im Unterricht gemeinsam mit Buben und Mädchen. Angebot der Unterstützung der Lehrkräfte durch Personen mit Erfahrung in diesem Bereich.
3. Förderung von Forschungsarbeiten, in denen diejenigen Bedingungen an Schule und im Unterricht analysiert werden, die eines der Geschlechter benachteiligen und sich auf diesbezügliche Fortschritte in der Unterrichtspraxis hemmend auswirken.
4. Die Bekanntmachung von Forschungsergebnissen zum Thema geschlechtssensibler Unterricht.
5. Empfehlungen seitens des BMUKs, die dazu führen, dass eine Sensibilisierung und Information der zukünftigen Lehrer und Lehrerinnen in Hinblick auf eine geschlechtssensible Unterrichtskultur als verbindliches Element in die LehrInnenerausbildung (an PÄDAKs und Universitäten) aufgenommen werden.

Prüfungskultur, Evaluation und Selbstevaluation

1. Entwicklung, Erprobung und Evaluation alternativer Beurteilungsmethoden (vgl. Labudde 1999) Beispiele dafür sind die Miteinbeziehung

- der Durchführung einfacher physikalischer Versuche und deren Auswertung und Interpretation,
- von Projektarbeiten u.ä.,
- von schriftlichen Arbeiten, die ähnlich den Fachbereichsarbeiten die Erfassung eines zusammenhängigen physikalischen Fragenkomplexes erfordern,

in die Bewertung der Unterrichtsleistung.

2. Dokumentation von österreichischen Erfahrungen mit alternativen Beurteilungsformen im Hinblick auf ihren Stellenwert für geschlechtssensiblen Unterricht.
3. Richtlinien für externe Testverfahren:
   - Rahmenbedingungen, die Mädchen und Jungen genügend Zeit für die Lösung der Aufgaben lassen - die die Fragen ohne äußeren Druck zu bearbeiten gestatten.
   - Eine stärkere Betonung offener Fragestellungen - von solchen, wo unterschiedliche Lösungsansätze zum Ergebnis führen
   - Ein sinnvoller Kontext, der für Schülerinnen und Schüler die Lösung der Aufgabe interessant macht.
   - Klar formulierte Aufgabenstellungen
   - Wenn Anwendungsaufgaben gestellt werden, sollte deutlich sein, über welches Grundwissen die Schülerinnen und Schüler für die Lösung verfügen müssen

5.4. Unterrichtsforschung

Vergleicht man österreichische Verhältnisse mit denen der Schweiz und Deutschlands, dann ergibt sich:

- dass es - ausgenommen die TIMS-Studie und einige wenige Einzelstudien - kein statistisch signifikantes Datenmaterial zur Erfassung geschlechtsspezifischer Unterschiede in Bezug auf Naturwissenschaft-Technik-Physik gibt. Arbeiten zu derartigen Fragestellungen müssen auf Daten aus dem Ausland zurückgreifen, und das Argument, dass derartige Daten für Österreich möglicherweise nicht zutreffen, kann nur schwer entkräftet werden.
- dass keine Mikroanalysen und Fallstudien zu geschlechtsspezifischen Verhaltensweisen im Physikunterricht vorliegen. Derartiges Material könnte u.a. als Grundlage für die Arbeit in Lehrerfortbildungen zu diesem Thema dienen. (Über die unmittelbare Fragestellung hinausgehend böte ein derartiger Forschungsschwerpunkt die Gelegenheit, fachdidaktische Forschung in Österreich zu etablieren und auch in der Naturwissenschaftsdidaktik Anschluss an die internationale Forschergemeinschaft zu finden.)

Maßnahmen sind:

1. Erfassung aller Daten im BMUK und in den Stadtschulräten unter Beachtung des Geschlechts (Beispiel: Wahlpflichtfach Physik; Wahl der Maturafächer; etc.)
2. Erarbeitung einer Studie zum naturwissenschaftlichen Unterricht mit statistisch signifikantem Zahlenmaterial (wobei das Design der Studie von anderen Institutionen, etwa dem IPN Kiel, übernommen werden könnte).
3. Mikroanalysen, die ein detailliertes Bild von Interaktionen zwischen SchülerInnen und LehrerInnen im naturwissenschaftlichen Unterricht, insbesondere im Physikunterricht, erlauben.

4. Die Vernetzung von Forschungsaktivitäten der beiden Bildungsministerien (Unterrichts- und Wissenschaftsministerium) zur Förderung von fachdidaktischer gender-Forschung unter Nutzung der in diesem Rahmen möglichen personellen und finanziellen Ressourcen (z.B. durch Förderung von Diplomarbeiten oder Dissertationen auf diesem Gebiet).
5. Die Vernetzung von fachdidaktischer Forschung zum gegebenen Fragenkomplex mit bestehenden Programmen und Institutionen zur Lehrerfort- und -ausbildung.
6. Die Vernetzung von Entwicklung und Erprobung von Unterrichtskonzepten mit Lernprozess- bzw. Interaktionsstudien im Hinblick auf geschlechtsspezifische Fragestellungen im Rahmen geförderter Projekte.

5.5. Außerschulische Unterstützung

Eine ausführliche Beschreibung der Zielsetzungen derartiger Programme wird in den Kapiteln zu TOP 4 und 5 gegeben. Vergleicht man internationale Maßnahmenpakete mit österreichischen Gegebenheiten, so fällt auf, dass es zwar ein umfangreiches Maßnahmenpaket, nämlich den Aktionsplan 2000, gibt, dass dieser aber erst zu einem kleinen Teil realisiert wurde. Die bisherigen Einzelmaßnahmen scheinen zwar jede für sich genommen sinnvoll, doch braucht es zur weiteren Realisierung, Vernetzung und Dissemination der avisierten Vorhaben auch die notwendigen personellen und finanziellen Ressourcen. Aus unserer Sicht bieten sich folgende Maßnahmen an:

1. Intensivierung des Aktionsplans 2000 durch Aufstockung der personellen und finanziellen Ressourcen.
2. Vernetzung bestehender Institutionen und Aktivitäten. Langfristig gesicherte Finanzierung von sich bereits engagierenden Gruppen, die als Gegenleistung z.B. als verlässliche AnsprechpartnerInnen etwa für Eltern- oder Schulprogramme zur Verfügung stehen.
3. Schaffung eines geschlossenen schlagkräftigen öffentlich wirksamen Maßnahmenpakets, (vergleichbar etwa mit WISE, s. Beitrag zu TOP 4). Die Einzelmaßnahmen eines derartigen Maßnahmenbündels sollten zwar von einer Stelle aus überregional koordiniert werden, doch soll es regional für Schulen, Jugendliche und Eltern AnsprechpartnerInnen bzw. eine Information der Öffentlichkeit über Internet und Medien geben. Das Programm müsste offen gestaltet sein: kurzfristig sollten sich Personen, Institutionen etc. dazuschalten können, aber das Programm könnte auch insgesamt den Umständen entsprechend erweitert oder aber - bei Nichterfolg einzelner Programmteile - auch gekürzt werden. Institutionen (etwa Universitäten, Österreichische Physikalische Gesellschaft, Volkshochschulen etc.) und Wirtschaft müssten in die Konzeption und Durchführung des Programms bzw. in dessen Finanzierung miteinbezogen werden. Wesentliche Teile eines derartigen Programms sind:
   - Kontaktprogramme, bei denen Mädchen Gelegenheit haben, an Instituten oder Forschungseinrichtungen einige Zeit (etwa eine Woche) zu verbringen und an einem Programm mitzuarbeiten.
   - Berufsinformationsprogramme (unter Miteinbeziehung von Fachhochschulen, Absolventinnen von FHS, Wirtschaft).
   - Außerschulische Angebote, z.B. Kurse, in denen Schülerinnen Erfahrungen mit handwerklich-technischen Arbeitsweisen machen können
   - Elterninformation, spezielle Sendungen in den Medien etc.
   - Begabtenförderung (Preise etc.)

Literatur

Baumert, J.: TIMSS - mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich: deskriptive Befunde. Opladen: Leske+Budrich, 1997

Faißt, W., Häußler, P., u.a.: Physik-Anfangsunterricht für Mädchen und Jungen. IPN-Materialien, Kiel 1994

Faulstich-Wieland, H.: Eine Frage der Inhalte? Geschlechtsspezifische Zugangsweisen zu Themen des naturwissenschaftlichen Unterrichts. In: Naturwissenschaftlich-technische Bildung - Für Mädchen keine Chance? Reihe Soznat: Kritisches Forum Naturwissenschaft und Schule; Bd. 5. Marburg 1992. S. 117

Gunnacker, E., Lex, E.: Einstellung der Schüler zur Physik/Chemie und zum Physik/Chemieunterricht. Eine steirische Studie. In: Chemie & Schule, 1/99, S.1 - 6

Häußler, P., Hoffmann, L.: Chancengleichheit für Mädchen im Physikunterricht - Ergebnisse eines erweiterten BLK-Modellversuchs. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg.4, Heft 1, 1998, S.51-67

Herzog, W.; Labudde, P., Neuenschwandner, M., Violi, E., Gerber, Ch.: Koedukation im Physikunterricht. Schlussbericht zuhanden des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Universität Bern, Juli 1997

Hoffmann, L, Häußler, P., Peters-Haft, S.: An den Interessen von Jungen und Mädchen orientierter Physikunterricht. Ergebnisse eines BLK-Modellversuchs. IPN-Schriftenreiche Nr. 155. Kiel 1995

Koballa, T.R., Jr.: Children´s Attitudes Toward Learning Science. In: Learning Science in Schools: Research Reforming Practice. Ed. Glynn, S.M., Duit, R. Lawrence Erlbaum Associates: Mahwah, New Jersey, 1995. S 59 - 84

Labudde, P., Pfluger, D.: Physikunterricht in der Sekundarstufe II: Eine empirische Analyse der Lern- Lehr- Kultur aus konstruktivistischer Perspektive. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, in Vorbereitung.

Labudde, P., Pfluger, D.: *Girls in physics: Teaching and learning strategies tested by classroom interventions in grade 11.* Paper submitted to International Journal of Science Education, 1998.

Labudde, P. (1999): *Mädchen und Jungen auf dem Weg zur Physik. Reflexive Koedukation im Physikunterricht.* In: Unterricht Physik 10, Nr. 49, 4 - 10.

Muckenfuß, H.: Lernen im sinnstiftenden Kontext. Cornelsen Verlag, Berlin 1995, S. 75 - 86

OECD-Bericht, Review of Higher Education Policy in Austria, Paris 1993

Österreichische Schulstatistik 97/98. Hrsg. BMUK und Österr. Statistisches Zentralamt

Österreichische Hochschulstatistik, Studienjahr 1997/98. Hrsg. vom Österreichischen Statistischen Zentralamt

Parnigoni, B., Schrittesser, I.: Geschlechtsdifferndenzierender Unterricht und Koedukation. BMUK, Wien 1997

Stadler, H.: Schülerinnen an Höheren Technischen Lehranstalten. BMUK 1997

Stadler, H.: *Die Bewegung der Erde. Ein Einführungsunterricht in die Mechanik.* In: Unterricht Physik 9, Nr. 46, 1998, 24 - 34

Stadler, H.: How girls and boys use language in physics class. Paper presented at the Second International Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), Kiel 1999.

In: Psillos, D. u. a. (Hrsg.) Science Education Research in the Knowledge Based Socienty. Dordrecht: Kluwer 2003, S 81-87

Students' positions in physics education.

A gendered perspective

BENKE, G., STADLER, H.

Abstract

In this paper we present first findings from a study on gender differences in physics education based on a questionnaire addressing four different areas: 1. attitude and interest, 2. epistemology, 3. knowledge of basic physics, 4. awareness of gender differences in physics. We discuss the interplay of interest, epistemological stances, ways of conceiving physics and gender. Contrary to our expectations, we did not find clear relations between gender and epistemological stances as well as between gender and conceiving physics. Instead we found class effects (self-selection in tracks), and answers on open-ended questions hint at an intricate relationship between understanding and (gendered) interest patterns.

Problem Statements

Girls are only moderately interested in physics. This is repeatedly found not only in studies asking for students' interests (e.g. Hoffman et al. 1998) but is also reflected in students' choice of college program as well as their later profession. Studies show that girls and women lack self-esteem with respect to physics in comparison with their male peers. On top of that they show a poorer performance in physics assessments (TIMSS Studies, Stadler, 1999).

In our previous research (Stadler, Benke, Duit, 2001; Stadler, Duit, Benke, 2000), we developed the hypothesis that (most) girls and (most) boys approach physics differently, that they employ different comprehension strategies. Boys tend to believe that they understand something, if they can position the new "concept" within their overall understanding of physics, i.e. relate it to other (physical) concepts. In contrast, girls try to understand physical notions relating them back to elements and configurations of elements in everyday life.

In our present research, we include additional student properties, and try to map out the relation of these properties to gender and the overall contribution of these factors for engagement in and understanding of physics. Thus, we raise the following general question:

How does an individual's identity influence their participation in school physics?
In this, we see the following aspects as crucial elements of an individuals' identity construction. (In attribution theory terms, these three aspects address stable intrinsic properties of a person which co-determine their actual behavior):

- A person's relation to knowledge (the epistemological stance, as originally put forward by Belenky et al. 1986) – this describes the level of empowerment in dealing with given information – may I question it, do I have to accept it, etc. An important part of a person's relation to knowledge is also determined by the person's conception of knowledge (i.e. what constitutes "proper" knowledge in physics).
- A person's self-perception of interests. In our research, again and again we found students expressing a relation between "understanding" something and being interested in something. If they cannot "figure it out" (being active/empowered), they state they loose their interest. In other words, we see "interest" a comprehensive category capturing "motivation".

- A person's gender identity (and the relation to the perceived gender roles). In that, we are guided by concrete interactions and conversations with girls in addition to several accounts in the literature on gender differences (e.g. Boaler, 1997). Based on these accounts, we expect that girls and boys differ with respect to their consciously expressed description of what it means to understand something (in physics). Furthermore, we hypothesize that their notion of understanding will have implications for their engagement in and with physics.

Using this framework, we are addressing the following concrete research questions:

- What is the distribution of epistemological stances, ways of conceiving of physics, self-perception of interests, and the perception of gendered interests for the classes analyzed?
- Do we find gender differences in these areas?
- Is there a relation between interest in physics and epistemological stances?

Study design

Questionnaire, interview, and video-data were collected in three classes of high-school students (age 15/16) taking their first year of advanced physics. Our results are predominantly based on the analysis of (two sets of) 48 questionnaires administrated in the three classes (with a total of 25 boys and 23 girls). The classes differed in their natural science orientation: two classes were from a humanities tracked program, one from a natural science tracked program. The questionnaires were distributed before and after a unit on the earth's movement. The unit itself was videotaped, and will be analyzed in further research. Additionally, one month after the unit in-depth-interviews were done with a small number of the students.

The questionnaire poses questions in four different areas: 1. Students' interests and attitude towards physics, 2. students' knowledge of gravitation (which allows us to discern their use of argumentative patterns in physics), 3. students' epistemological position, and 4. students' perception of gender differences with respect to physics.

The majority of questions were open ended; a subsection of questions concerning students' interest and gender stereotypes contained rating scales. The questionnaires were handed out by the physics teacher as a homework assignment. Answers were overall surprisingly detailed.

For further analysis, answers were read carefully, clustered into categories derived from the data (Strauss, 1987), and subjected to descriptive statistics.

Results

In the following, we will discuss our findings concerning students' interests, students' implicit self-positioning with respect to knowledge, students' ways of thinking about physics and interactions between these areas for both girls and boys.

Students' Interests

In the questionnaire, students were asked to name up to three of their favorite and of their least favored subjects. For each of the subjects, we calculated the overall frequency (of being liked and being disliked), and looked at affinities between subjects. We then clustered the natural sciences (physics, chemistry – but not biology, which seems to be a category of its own) and mathematics, and compared the frequency over all classes with interest in the language arts. We found the frequently reported gender breakdown with girl preferring language arts, and boys opting for natural sciences. However, when looking at each class individually, girls in the science track tended to be overall more interested in mathematics and science than the boys. Girls in the humanities track on the other hand were more interested in language arts than the boys of their classes and the boys overall.

Besides asking students to name subjects, we also asked them to rate their own as well as boys and girls general interest in particular topics in physics ("How to construct a car", "to understand how glasses work" etc.). In our analysis, we compared for each class the (average) interest girls/boys professed for themselves in the particular topic with the interest that was attributed to girls/boys by their own and the other (gender) group. Utilizing t-tests (based on the whole population, calculated separately for each topic), we found that both boys and girl exaggerate the actually existing differences: Boys believe girls overall to be less interested in the various topics than they (girls) actually are, and girls believe boys to be more interested than they (boys) are. Overall, the difference between the (actually expressed) interests of girls and boys is significantly smaller (frequently there is no statistically significant difference between the actual interests of boys and girls) than the difference attributed to the genders by either gender (that is the difference girls (boys) attribute to "the interest of girls in general" and "boys in general"). Frequency tabulations for each of the classes are congruent with the general picture.

Students' self-positioning with respect to knowing and knowledge

To determine students' epistemological attitudes, we asked the following questions (among others):

1. How do you know whether something is true or not [post test addition: "in physics"]?
2. Are all opinions [post test: "in physics"] equally good, or are some answers better than others?
3. Based on Belenky et al.'s (1996) typology, we categorized the answers into the following types:
   - Appeal to authority. Answers in this category either appeal to characteristics of the person uttering the questionable statement ("it depends where s/he got their information from, or whether they deal with it professionally") or they refer to anonymous sources (like encyclopaedias, TV etc.) ("It is good, if it is to be found in a encyclopaedia".)
   - Subjective position: e.g. "Every opinion is equally good", "I know by 'feeling'" Answers in this category appeal to ones feelings about something rather than arguments and logic.
   - Argumentative position: Answers in this category require "proof", logic, an argument for something to be believable and "good". ("It depends whether something sounds logical, then I'll believe it." "Arguments need to be put forward (which I can follow)".)
   - Additionally, we categorized the "mixed" forms of "authority and subjective position", and "subjective position and argument", etc. ("If it has been proven, I believe it. If not, it depends on who is telling me and whether it sounds believable." "Either I've heard the same somewhere else, or I simply believe, that it could be true".)

On a qualitative level, when trying to apply the categories derived from the literature, we found ourselves repeatedly unsatisfied with our original conception of "authority". Students frequently displayed an awareness of the complexity of the subject matter, and the overall social organization of knowledge, which puts people into expert positions, constituting a social system for granting believability to particular individuals. Yet, on the other hand, deference to (such) authorities does frequently imply a passive position with respect to the subject matter, as the student does no longer submit something to his or her own reason. Other students, when considering physics, appeal to encyclopaedias etc. Again, formally, they are

deferring judgments to some "outside authority". On the other hand, we see an active involvement in doing so, as students need to go out, discern what kind of information they need, and search for an entry in the encyclopedia, etc. The distinction of level of involvement with "the expert" and "the encyclopaedia" is also reflected linguistically, in that students state "I look it up", but never "I go see an expert". Instead "the expert says something", i.e. they incidentally (or in their physics classes) hear something attributed or said by an expert. Thus, we ended up classifying "encyclopaedia" statements as belonging to the argumentative discourse, as it afforded an active awareness of a lack of knowledge and an action to overcome it. (In our first look at the data, we introduced a specific category for these answers, however, it turned out that in almost all cases, students answering this way, were answering either additionally or in the following questionnaire item from an argumentative position.) In some sense, that is what the argumentative position is all about anyways: to have an individual as an active participant in the construction of his or her knowledge.

Interestingly, we did not find a general pattern of epistemological positioning for all classes with respect to gender. Instead, we found that the girls of one of the humanities classes asked more for argumentative answers than the boys of the same class, who reasoned from a subjective point of view. In the other two classes, this was just the opposite with boys asking more for arguments than girls, who were appealing to authority or taking a subjective point of view.

Overall, we find that girls as a group are more heterogeneous; it is more often the case that girls answer a question which contains elements from more than one position (see example below), and in almost every class at each test, the number of categories girls are in is larger than the number of categories which were needed to classify the boys answers. Furthermore, it was mostly girls (11 of 13 cases) who combined an argumentative position with a subjective position as in "[I believe something] if it sounds logical, or if I trust the person."

Concerning the epistemological question, we did not expect to find a short-term physics instruction about the movement of the earth to make any real impact, and varied the question. (See above). Looking at the differences between the two questions, addressing beliefs about what it takes for something to be believable, and what it takes for something to be believable in physics, we found that students were less inclined to answer from a subjective point of view when thinking about physics. Thus, "general" "subjective thinkers" moved to either an argumentative position dealing with physics, or they deferred to experts (authorities).

In our analysis, we also looked at the relation between epistemological position and affinity for a particular subject. Would students interested in language arts differ from students expressing an interest in physics? We found the following tendencies:

- Students appealing to authority are mostly quoting physics as a subject they dislike, and generally state an interest in language arts.
- Students who express a dislike of physics are more likely to appeal to authority (6 of 11) than answering from a subjective or argumentative position.
- Students who favor physics (and say so) tend to request arguments (argumentative position). Yet, the converse is NOT valid: students who request arguments are just as likely to favor physics as they favor the language arts.

Way of conceiving physics

In the questionnaire, we asked students to respond to the following question:

> Imagine you are in a school of the future and you just learnt "everything" about the sun. What questions are you able to answer now? What do you think do you

need to be able to answer, in order to be able to claim that you know "everything" about the sun?

Answers were classified according to whether the answers were

1. questions about quantities (how big is the sun),
2. a phenomenon (ozone, what is it made of) or
3. qualitative (why does the sun not move).

(Additionally, we categorized responses that contained questions of more than one type).

In other words, qualitative questions asked for causal explanations, answering some deeper – and sometimes philosophical – question. In contrast "phenomena" were concerned with the description of the functioning of some phenomena, the inner workings without any overt concern for anything beyond the phenomena itself.

In our analysis, we found a tendency for students to replace questions about quantities as well as qualitative questions by questions about phenomena after the instruction. Overall we did not find any significant gender pattering although girls tended to use slightly more qualitative questions, and they retained more quantitative questions after the instruction than the boys. Interestingly, we did not find any class effects (i.e. difference between the tracks) in this case either. Additionally, we did not find any tendency of an interaction between ways of conceiving physics and students' epistemological stances.

We see this as an indication that the image of physics is quite homogeneous in our population with respect to the analysed variables. Girls and boys, students choosing a natural science track and a humanities track, students favoring different epistemological positions, they all show a similar (and similarly varied) approach to raise questions about some object of (physical) interest. There is always roughly the same breakdown of students (boys, girls, humanities students etc.) who want to know about quantities, others who ask about qualities and still others who raise questions about physical phenomena.

Conclusions

Overall, we find students of the different classes to maintain a similar image of physics, which was probably formed by their previous schooling experiences. The perspectives of what constitutes a physical statement/question are quite varied, yet not linked to any observed individual variables. The unit itself – something very different from their up-to-then mostly frontally taught physics experience – changed the ways students formulated physical questions. Likewise, and contrary to our expectations, the epistemological stances show less a difference between different gender groups, than a difference between positions taken "in general" and with regards to physics. Addressing physics, students took more often the more "objective" argumentative position.

Epistemological stances, however, interacted in our sample with interest, with students being less interested in physics making more appeals to authority, students appealing to authority being generally interested in language arts and students showing an interest in physics asking for arguments. Due to the small sample size, we could not discern a further gender effect in this interaction, however, it is clear that interest itself is highly gendered, as discussed above.

We thus find it is mostly interest patterns and attributions of interest, which show a clear gender breakdown in our data. The lack of a gender pattern with respect to the other variables seems surprising considering the different approaches girls and boys choose to approach a task in physics, and their differing ways of relating to physical phenomena, as discussed in our previous research. We explain this partly by a "class effect". Students self-select themselves

into the natural science and the humanities tracked programs (in Austria usually in the 8th grade), which are generally displaying a skewed gender distribution (with the humanities programs chosen predominantly by girls, the natural science programs by boys). Correspondingly, we found great differences between the individual classes, although they were all taught the same unit(s) by the very same teacher.

But the story does not end here. The answers in the questionnaire point to an intricate relationship between interest and understanding, with students expressing: "[I'm interested in] physics (because I understand everything)", and [I don't want to become a physicist because] I don't understand it completely, it is complex and therefore boring". Again and again we find students setting up this relationship, sometimes also in the other direction: "I'm not interested, therefore I don't pay enough attention". Looking at these answers (which we have encountered numerous times also in student interviews in other schools), one gets the impression that students are caught in a loop of des/interest and non/understanding, with one fuelling the other. Yet, students tend to blame themselves, as not being interested enough, as not paying enough attention, to be able to comprehend. Additionally, girls face the negative perception of the overall interest in physics of girls in general, making it easier for themselves, as well as the people around them, to give up (on them), to explain failure to understand in terms of gendered interest patterns.

We conclude that in order to archive greater gender equity in physics classes, we need to pay particular attention to girls' modes of understanding and relating to physics, in order to retain and re-install girls' interest in physics. To do so, we need a better understanding of what it means for girls (and boys) to "prove" something, to have something "which is logical". In our study, girls display a greater in-group variation concerning their requirements to believe in something (than boys). Addressing girls' needs thus implies a classroom culture, which allows multiple pathways – for girls and boys alike – to approach physics.

Bibliography

Belenky, M. F., Clinchy, B. M., Goldberger, N. R., & Tarule, J. M., (1997, 1986[1]): *Women's Ways of Knowing*. New York: Basic Books.

Boaler, J., (1997): *Experiencing School Mathematics. Teaching styles, sex and setting*. Buckingham: Open University Press.

Hoffmann, L, Häußler, P., & Lehrke, M., (1998): *The IPN-Study of Interests in Physics*. Kiel, Germany: IPN - Institute for Science Education at the University of Kiel.

Stadler, H., (1999): TIMSS 3 in Österreich – geschlechtsspezifische Aspekte. In: *Tagungsband der 62. Physikertagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft*. Didaktik der Physik, Ludwigsburg.

Stadler, H., Duit, R., & Benke, G. (2000): Do boys and girls understand physics differently? In: *Physics Education*, 35(6), November 2000, 417-422.

Stadler, H., Benke, G., & Duit, R. (2001): How do boys and girls use language in physics classes. In: Behrendt, H., Dahncke, H., Duit, R., Gräber, W., Komorek, M., Kross, A., & Reiska, P. (Hrsg.), *Research in Science Education Past, Present, and Future*. Dordrecht: Kluwer.

Strauss, A. L.(1987): *Qualitative Analysis for Social Scientists*. Cambridge: Cambridge University Press.

In: Duit, R. (Hrsg.), Research in Science Education in Europa. Dordrecht: Kluwer Publishers, p 283-288, 2001

How do boys and girls use language in physics classes?

STADLER, H.; BENKE, G., DUIT, R.

Abstract

Recent literature clearly shows that girls in middle and high schools are not very much interested in physics classes. There is a number of proposals now what physics classes should be like that take gender issues into consideration (Hoffmann, Häußler, & Peters-Haft, 1997). These suggestions are basically drawn from results of questionnaires investigating the interests and attitudes of boys and girls. Some studies seem to indicate that particularly constructivist approaches lead to a higher acceptance among girls (Stadler, 1998). However, boys and girls are not only different with regard to their interests but also concerning their social behaviour, their working methods and their language (Gilligan, 1982). On the basis of these results the findings of a study on students' attempts to make sense of a pendulum showing chaotic behaviour (Stadler & Duit, 1997) led us to the hypothesis that boys and girls come to physics classes with different notions of understanding and hence differ in their social and linguistic behaviour.

Data material and method of the study

An instructional unit on basic ideas of chaos theory was taught to some 25 students (typical age 16 years) in a Viennese Grammar school. Throughout the five lessons (45 minutes each) group work - mostly arranged as open inquiry sessions - played a significant role. The first author of the present paper taught the instructional unit. Whole class activities and group work of two groups throughout the five lessons were documented with a video camera. Full transcripts of the video document comprise the data of the present qualitative case study. Starting from a preliminary hypothesis about boys' and girls' notions of understanding, as well as being grounded in the Vygotskian tradition in believing that everyone's thinking practices are emerging out of and reflected in their discourse practices, we set out to analyse the students' discourse in detail using the following methods and theories: (a) question-answer analysis in a conversation analytical framework (van Lier, 1988; Hatch, 1992), (b) an analysis of the use of anthropomorphism in reasoning (Resnick et al., 1993; Keil, 1994), and (c) an analysis of group interaction in the ethnographic tradition (Tannen, 1994). Our analyses of the case study reveal how differences between girls and boys are shaped and perpetuated by the ongoing interactions. The findings presented here are preliminary as only major trends are summarized in assertions.

Results

In the following we provide evidences from our data that support the above hypothesis. The three sections are summarized in assertions that need further investigation in subsequent studies. Topic of the lessons under inspection here is the limited predictability of chaotic systems, in particular the strange behaviour of a chaotic pendulum.[67] A pendulum bob (iron) swings over three symmetrically arranged magnets. It is impossible to predict over which magnet the bob will come to a rest. In order to support students' understanding certain analogies are employed, such as a ball rolling down a ridge or approaching a wall (for more information on the instruction unit used see Duit et al., 1997).

(1) The different behaviour of boys and girls when answering the teachers' questions.

[67] see Figure 3 in the contribution of Wilbers and Duit in the present volume.

In whole class situations the boys dominate the conversation between teacher and students, also in situations which are new for both girls and boys. The following scene illustrates this:

Scene 1: The teacher begins the lesson with demonstrating the behaviour of the chaotic pendulum. Students are asked for predictions what will happen. Then she asks the students to predict what will happen if the pendulum bob ist started from the same position another time. The number of girls and boys is about the same; usually in all subjects the girls of this class have better marks than the boys. Nevertheless almost only the boys spontaneously offer their opinions. Only two girls begin to speak, one of them is Julia:

Teacher: Different magnet. Chance. Are their other opinions? How would the movement of the pendulum look like? // Julia: Similar. // Teacher: What do you mean by that?

Julia: Yes, it will be also a zig-zag-motion. // Teacher: A zig-zag-motion. // Boy: There are too many parameters which have to be taken into account.

The boy's remark stops the discussion between Julia and the teacher. It is only the following group work, that opens a new chance for the girls. Girls and boys work separately, discuss open ended questions and write down their results. Every group has to prepare a final statement. When discussing these statements in whole class the girls are now more involved than the boys.

An analysis of the whole set of verbal interactions under consideration here reveals, that closed questions offered by the teacher are more frequently answered by the boys, open questions result in a more engaged participation of the girls. The boys tend to use more frequently than the girls a clipped telegram style; i.e., they use only half sentences or merely nominal phrases and they start to speak in science technical terms very early on, whereas girls answer in complete sentences drawing on vocabulary from everyday language. This apparently nails them down to a particular message which implies certain risks in the context of school life. The hints and half answers of the boys usually including technical terms are frequently interpreted as correct answers by the teacher.

Briefly summarized, it appears that in general the boys' use of technical terms familiar to the teacher leads her to think that they have something in mind that is correct from the science point of view. Understanding the girls' ideas takes more of the teacher's time and effort, which in combination with the self-assured dominating behaviour of the boys leads to the result that their answers are taken into consideration more seriously.

(2) Gender specific behaviour in group work

The following results are taken from an analysis of two groups, each consisting of two girls and one boy. In both groups the boys use language that at least potentially leads to domination, e.g. they use instructions and avoid questions which might show them as inexpert. Their questions are rather procedural, therefore they also have a controlling function, at least of the pace of the working process. They provide answers and explanations. Girls on the other hand raise questions about the content, they show uncertainties concerning the understanding of phenomena and they try to overcome these uncertainties in discussions. The following scene demonstrates the differences between the interactions of boys and girls.

Scene 2: The group consists of two girls and one boy. The three students know each other for a long time and are friends. They are asked by the teacher to design chaotic systems and to explain, why the systems they created are chaotic.

Girl 1: Look at a waterdrop flying against a window and running down. One cannot say, wether it goes right or left. // Girl 2: It will always be different. // Boy: Well, the waterdrops combine or something like that and a somewhat bigger drop of water is flowing downwards. That's it. // Girl 2: Everytime it is combining in a different way. // Boy: Forget it. // Boy: It's a waste of time. // Girl 2: If one allows water to flow down somewhere, for instance if one pours water into a bottle, the

water will have no distinct form. // Girl 1: I do not know, where in this case are the instable states of equilibrium?

Meanwhile the boy is looking at what is going on somewhere else.

In this scene and in others of this group as well predominantly the boy uses imperativs or instructions, like "Forget it!" or "Think it over!" He does not show any uncertainities, does not raise any content question, if there are questions they are procedural. But the girls are self-confident, they do not give any orders, but they reject the orders of the boy. They take part in the conversation as equal partners.

The following example shows the boy looking for concrete solutions of the problem they got, while the girls look for possible "fields", where they might find a solution. They do not present a solution, but think aloud about possible ways to solve the problem and invite the other members of the group to participate in their ways of thinking.

Scene 3: Same group as in scene 2.

Boy (taking his text-book out of his pocket): Let's think it over, chaotic systems. Let's think about balls. // Girl 2: In the universe, there chaos dominates. Thermically ...The beams of the sun. // Girl 1: The sun is of no importance within the universe. // Girl 2: I do not know. The planetary system perhaps.

The above findings may be summarized in the following. To the extent to which the boys actually dominate the interaction, i.e. their style and their intentions are successful, the communication seems to be more ”concrete”, i.e. they talk about facts rather than about their own uncertainties, guesses and ”half understandings”. This linguistic behaviour reinforces the disparity between boys and girls in the classroom or in group work: Girls ask, boys answer. It would hardly be surprising if this linguistic pattern would lead both students and teachers to the impression that on the one hand the girls know less, are less competent, and on the other hand the boys are competent.

(3) Language and argumentation issues

(a) The use of everyday language

Studies (Hoffmann et al., 1997) demonstrated that girls remain in using everyday language for a longer time than boys. There is also evidence from research that understanding may be hampered if physics terminology is introduced too early. Our transcripts show that it is particularly important for the girls to have the chance to formulate their initial ideas and thoughts freely in small groups, and to develop their thoughts by writing, which gives them the opportunity to formulate their ideas in the technical terminology of physics.

(b) The use of concrete situations in examples and arguments

Already Gilligan (1982) noticed that girls think about concrete situations in a more personal way rather than in concise abstract idealised rule systems. This becomes linguistically apparent in the use of deictic elements (here, now, I, you). There is a number of examples of this linguistic behaviour in our transcript. The following example demonstrates this form of thinking:

Scene 4: Within a whole class discussion a boy and a girl look for examples of chaotic behaviour.

Boy: ... when a star explodes., then the gravitation is changing and this influences the curves of the planets. Another example: if one is skiing downhill on a way full of humps, if one is falling down then, one does not know in which way one will fall ...

Girl: If now you are falling down a staircase, you cannot predict, where you will fall.

In a more explicit way we find this kind of argumentation, when students - in order to find explanations of a phenomenon - refer to what they themselves or humans are doing (Scene 5). Examples of this kind we found exclusively in statements of girls.

Scene 5:

Teacher: Which circumstances influence the movement of the pendulum? We discussed magnetic forces ... // Boy: The tension of the thread. Friction. // Teacher: Andrea? // Andrea: It is the human hand, there are small differences ... because the position of my hand is different. // Teacher: In which way can we write that on to the blackboard? // Andrea: The starting-position is different.

The example appears to demonstrates different ways of the boy's and the girl's thinking: The boy starts with abstract terms, the girl's starting point are her own feelings and the movements of her body. Later she generalizes by using the correct technical terms. Being asked to write down the results of her reflecions is of importance for her attempt to express her thoughts in correct terms and to find a better understanding.

(c) Anthropomorphisms

It is well known from studies on conceptions of science phenomena that students quite often use explanations in which the behaviour of certain sets of objects is interpreted in terms of human behaviour. This kind of analogy appears to be typical for human thinking. The science educator Wagenschein (1976) is of the opionion that anthropomorphic formulations do not only appear in the first phases of science lessons but whenever the process of understanding is set into motion (for an account on the heuristic value of anthropomorphic thinking in science learning see Zohar & Ginossar, 1998). Gender differences are not discussed in the literature on anthropomorphic speech to the best of our knowledge. However, our transcripts indicate that anthropomorphic formulations are almost exclusively used by girls, and that girls use this form of analogy again and again.

In the situation of learning about the chaotic behaviour of a pendulum, for instance, the pendulum is seen in analogy to a person, and the chaotic behaviour of the pendulum in analogy to the actions of a person. The girls talk about the pendulum, which "cannot decide" where it should move, and try to explain, for instance, the strange behaviour by saying "it seems to like the colour yellow". This kind of thinking might be seen as intermediate state, which leads them to correct solutions.

Scene 6: Three girls are discussing the physical entities which influence the movements of the pendulum.

Girl 1: That it overcomes what the pendulum actually does, that means it influences the movement of the pendulum only because the force is bigger than the will of the pendulum, but we cannot write it like that.

In the following the girls translate the substantive "will" with "force" and step by step they come nearer to the correct answer.

Summary: Boys' and girls' notions of understanding in physics

The above preliminary findings of our studies may be summarized in the following table:

Girls	**Boys**
More frequently ask questions of the content in question.	Ask questions how to further proceed in making sense of a phenomenon.
Are process oriented.	Are result oriented.
Relate physics to their everyday knowledge (use everyday language).	Move into the framework of science (use scientific terminology).

Search for an external relevance of physics and technology.	Accepting physics and technology for their own sake.

To explain these differences we claim that girls and boys have different (tacit) notions of what it means to ”understand” in physics. Briefly outlined, girls do not think they understand a concept until they can put it in a broader (non scientific) content. They particularly try to understand the relations of the system of physics to the world seen as a whole – this system can then possibly be understood by the coherence of the world. Boys in contrast tend to regard technology and physics as valuable in themselves. They are more interested in the internal coherence of the system of physics (and technology) itself. They usually do not have a leaning to put the formulas and terms into relation with the world (or their understanding of the world) in order to get the feeling that they have understood something. Rather, they ”operate” with the objects within physics.

Interpretation of our data is continuing and hence the idea of different notions of understanding of girls and boys is developing. In short, we provide preliminary findings from an explorative study - however, we think that the findings gained so far are promising. If further studies support our hypotheses important consequences for science instruction follow.

(a) Teachers' questions: Teacher need to be aware that open ended and closed questions address either girls or boys. They need to use both types of questions in a balanced way.

(b) Group work: If boys and girls participate in a group there is the tendency that boys dominate the discussion. If this happens, group work is not effecient for girls. However, if the girls are self-confident enough to reject the boys' dominance also the boys benefit from the girls' participation as they foster open discussions.

(c) Language and antropomorphisms: Girls and boys should be given the opportunity to formulate their ideas in everyday language and to use (personal) analogies and antropomorphisms - not only in the beginning of the learning process. Girls tend to use (personal) analogies and antropomorphisms more often than boys. They should be viewed as valuable starting points in the learning process.

(d) Writing down ideas: Girls tend to take the task of writing down ideas very seriously. It appears that this activity significantly supports their understanding of science. Hence, enough time should be provided for that.

References

Duit, R., Komorek, M., Wilbers, J., Roth, W.M. & Stadler, H. (1997). Eine Unterrichtseinheit zur eingeschränkten Vorhersagbarkeit chaotischer Systeme für das 10. Schuljahr [A teaching unit on limited predictability of chaotic systems]. In J. Willer, Ed., Didaktik der Physik. Vorträge Frühjahrstagung Berlin (pp 276-281). Bad Honneff, Germany: Deutsche Physikalische Gesellschaft.

Gilligan, C. (1982). In a different voice. Psychological theory and women's development. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Hatch, E. (1992). Discourse and language education. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Hoffmann, L, Häußler, P., & Peters-Haft, S. (1997). An den Interessen von Jungen und Mädchen orientierter Physikunterricht [Physics instruction oriented towards boys' and girls' interests]. Kiel, Germany: IPN - Institute for Science Education at the University of Kiel.

Keil, F. C. (1992). The origins of an autonomous biology. In G. R. Megan & M. Maratsos, Eds., Modularity and constraints in language and cognition. The Minnesota Symposia on Child Psychologgy, Vol. 25 (pp. 103-137). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Lier, L. v. (1988). The classroom and the language learner. London: Longman.

Resnick, L. B., Salmon, M., Zeitz, C. M., Wathen, S. H., & Holowchak, M. (1993). Reasoning in conversation. Cognition and Instruction, 11, 347-364.

Stadler, H. & Duit, R. (1997, September). Teaching and learning chaos theory - Case studies on student's learning pathways. Paper presented within the Poster Symposium "Studies on Educational Reconstruction of Chaos Theory" at the ESERA Conference in Rome.

Stadler, H. (1998). Die Bewegung der Erde. Ein Einführungsunterricht in die Mechanik [The movement of the earth - an introduction into mechanics]. Unterricht Physik 9, Nr. 46, 24-34.

Tannen, D. (1994). Gender and discourse. New York, Oxford: Oxford University Press.

Wagenschein, M. (1976). Die pädagogische Dimension der Physik [The pedagogical dimensions of physics]. Braunschweig, Germany: Georg Westermann Verlag.

Zohar, A. & Ginossar, S. (1998). Lifting the Taboo regarding teleology and anthropomorphism in biology education – heretical suggestions. Science Education, 82, 679-697.

In Physics Education 35, Nr. 6, November 2000, 417 – 422.

Do boys and girls understand physics differently?

HELGA STADLER, REINDERS DUIT, GERTRAUD BENKE

Boys and girls differ significantly in physics instruction: boys achieve higher grades in tests and are more interested in learning physics than girls [1,2]. With regards to gender differences related to their social and linguistic behaviour, we claim that boys and girls hold different notions of what it means to understand physics. Briefly, girls seem to think that they understand a concept only if they can put it into a broader world view. Boys appear to view physics as valuable in itself and are pleased if there is internal coherence within the physics concepts learned.

Research on gender differences has clearly shown that boys and girls differ substantially with regard to making sense of physics as presented in what may be called traditional physics classrooms [3]. There are also studies indicating that girls' interests in learning physics and as a result also their learning outcomes may be significantly improved by embedding the content to be learned in appropriate contexts. In this respect powerful contexts are ones show the relevance of the particular content to daily life or are concerned with the public discussion of the risks and advantages of certain modern technologies, understanding features of the human body, and also phenomena that touch emotions and feelings [4]. The good news is that contexts that are meaningful for girls usually are also meaningful for boys - whereas the reverse does not hold. The above research findings are well known among educational researchers but appear to be less familiar to the physics education community. There are also significant differences between boys and girls with regard to their social behaviour, their working methods and their use of language [5]. In this paper we focus on these differences. We briefly summarise the findings of an exploratory study on students' social and verbal interactions in whole class situations and in group work. The findings are preliminary and have to be further investigated in subsequent studies. However, it appears that the hypothesis that boys and girls hold different notions of understanding physics provides a consistent framework to explain both differences concerning interests as well as social and verbal behaviour. We aim to develop conclusions in order to improve physics learning for boys and girls.

The study

An instructional unit on limited predictability of chaotic systems was taught to some 25 16+ students (about the same number of boys and girls) in a Viennese Grammar school (for details of the unit see [6,7]). The first author taught these students. The chaotic pendulum shown in figure 1 of this paper played a key role. An iron bob swings over three symmetrically arranged magnets which are randomly distributed. When the bob is released several times from (as near as possible) to the same spot, the resulting paths are different every time. The limited predictability of this pendulum is due to certain zones of unstable equilibrium between the three magnets. Small

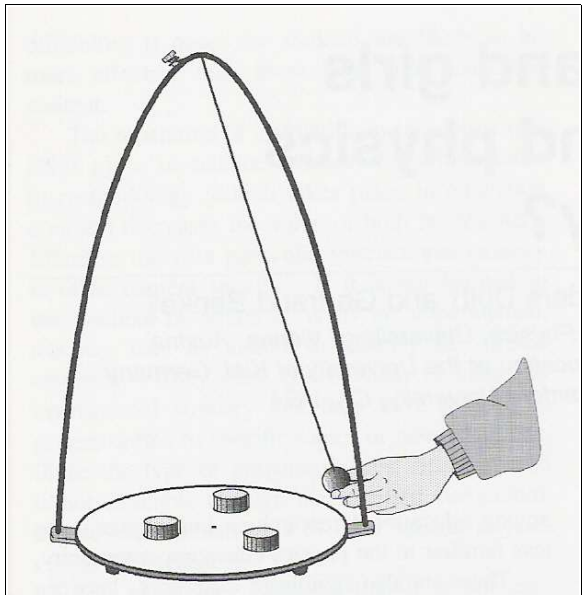


Figure 1: The pendulum investigated by the students

differences in the starting conditions and small disturbances while the bob is swinging result in totally different paths after passing these zones a couple of times.

The lessons consisted of five sessions of 45 minutes each. Group work arranged as quasi open inquiry sessions dominated. Whole class activities served to introduce the group work and to summarise findings. Students first investigated whether the distribution of target magnets actually is random, explored the forces acting on the pendulum bob and then tried to explain the surprising behaviour. Then they studied a computer simulation of the chaotic behaviour and finally designed their own chaotic systems. Whole class activities and group work were documented with a video camera and afterwards transcribed. Interactions between students and the teacher in whole class periods and interactions among students within groups consisting of boys and girls are interpreted as follows.

How boys and girls respond to the teacher's questions

It is a well known general finding of research on gender differences in science classes that boys dominate the conversation between the teacher and the students [8]. This was also true in our lessons. A prudent inspection reveals further interesting differences between boys and girls.

First, closed questions posed by the teacher are more frequently answered by the boys, open questions resulted in stronger participation by the girls. Closed questions are part of a thematic pattern given by the teacher, the teacher expects one possible answer. If the teacher hears several answers, he or she selects the one that fits for approval and repetition. Open questions are more similar to real questions that are used in daily life: there are many ways of answering these questions and the outcome has to be discussed. An example of this might be when the teacher asks "Why do you think the pendulum is moving like that?" or s/he might start in the following way: "The movements of the pendulum are the results of forces acting on the pendulum. Which forces are acting on the pendulum?" (See also [9].)

Secondly, boys tend to answer more frequently than girls in a clipped telegram style using only half sentences or merely nominal phrases. They also start to speak in physics technical terms very early on. The girls, in contrast more often than the boys, answer in complete sentences without employing technical terms but drawing on vocabulary from everyday language.

These differences in answering questions seem to have important consequences. Understanding the girls' ideas takes more of the teacher's time and effort. It also tends to nail them down to a particular message. In contrast, boys preference for the telegram style answers allows a broader range of interpretation for the teacher. Their use of technical terms appears to indicate that the boys have something in mind that is correct from the physics point of view. In combination with their self-assured, dominating, behaviour this results in teachers taking the boys' answers more seriously. Consequently, girls limited self confidence in physics which is reported in many studies [10] is further established.

The following example illustrates the different behaviour of boys and girls in answering the teacher's questions in our lessons.

The teacher begins the lesson with a demonstration of the behaviour of the chaotic pendulum. Students are asked for predictions what will happen. Then she asks the students to predict what will happen if the pendulum bob is started from the same position for a second time. There are nearly equal numbers of girls and boys in the class and usually the girls of this class have better marks than the boys in all subjects. Nevertheless it is only the boys who spontaneously offer their opinions. Only two girls begin to speak, one of them is Julia:

Teacher: Different magnet. Chance. Are their other opinions? How would the movement of the pendulum look like?

Julia: Similar.

Teacher: What do you mean by that?

Julia: Yes, it will be also a zig-zag-motion. Teacher: A zig-zag-motion.

Boy: There are too many parameters which have to be taken into account.

The boy's remark stops the discussion between Julia and the teacher. It is only in the following group work session, that a new opportunity for the girls to discuss the pendulum occurs. Girls and boys work separately, discuss open ended questions and write down their results. Every group has to prepare a final statement. When discussing these statements with the whole class the girls are now more involved than the boys.

Boys' and girls' different roles and behaviour in group work

Research has shown that boys and girls tend to take certain roles in mixed gender groups when carrying out experiments. The boys dominate, they run the show, so to speak. Girls often take the role of writing down the results or design the posters that summarise the findings [11]. A closer analysis of the work in two groups consisting of two girls and one boy in our study resulted in further interesting differences.

In both groups the boys use language that at least potentially, leads to domination. They use instructions for example and avoid questions that might reveal that they are also unsure about how to explain the phenomena observed. Their questions are rather procedural. They also have a certain controlling function over the pace of the working process. They provide answers and explanations. They also tend to use imperatives and instructions like "forget it" or "think it over".

The girls, in contrast, raise questions about the content investigated, they reveal their uncertainties about understanding the observed phenomena and they try to overcome these uncertainties in discussions. They use imperatives and instructions much less often than the boys.

There is another interesting difference. The boys tend to look for concrete solutions of the problem while the girls look for possible "fields" where they might find a solution. They do not present a solution right away, but think aloud about possible ways to solve the problem and invite the other members of the group to participate in their ways of thinking.

In summarising our findings it is first noteworthy that in both groups we observed that the girls participated to a certain extent in the construction of meaning as equal partners, despite the tendency of the boys to dominate. However, it is also fair to state that the communication seems to be more ‘concrete’ if the boys manage to dominate the interaction. Then talk is about facts rather than about uncertainties, guesses and ‘half understandings’. But the boys' dominance also reinforces the disparity between boys and girls in further establishing the game ‘girls ask - boys answer’. This linguistic pattern supports the impression gained by the teacher and the students, that on the one hand the girls know less, and are less competent, and that on the other hand the boys are competent.

The use of everyday language

Studies have [4] demonstrated that girls continue using everyday language for a longer time than boys. There is also evidence from research that understanding may be hampered if physics terminology is introduced too early [12]. Our transcripts show that it is particularly important for the girls to have the chance to formulate their initial ideas and thoughts freely in

small groups, and to develop their thoughts by writing, which gives them the opportunity to formulate their ideas in the technical terminology of physics.

The use of concrete situations in examples and arguments

Already Gilligan has [5] noticed that girls think about concrete situations in a more personal way, rather than in concise, abstract and idealised rule systems. This becomes linguistically apparent in their much more prevalent use of elements, which point to themselves and their environment (here, now, I, you). There are a number of examples of this linguistic behaviour in our transcript. The boys tend to start with abstract terms, frequently the girls' starting points are their own feelings and the movements of their body.

The following example demonstrates this form of thinking:

Within a whole class discussion a boy and a girl look for examples of chaotic behaviour.

Boy: ... when a star explodes., then the gravitation is changing and this influences the curve of the planets. Another example: if one is skiing downhill on a way full of humps, if one is falling down then, one does not know in which way one will fall ...

Girl: If now YOU are falling down a staircase, you cannot predict, where you will fall.

Anthromorphisms

It is well known from studies on conceptions of science phenomena that students quite often use explanations in which the behaviour of certain sets of objects is interpreted in terms of human behaviour. This kind of analogy appears to be typical for human thinking. The German science educator Wagenschein [13] is of the opinion that anthropomorphic formulations do not only appear in the first phases of science lessons but whenever the process of understanding is set into motion. Gender differences are not discussed in the literature on anthropomorphic speech to the best of our knowledge. However, our transcripts indicate that anthropomorphic formulations are almost exclusively used by girls, and that girls use this form of analogy again and again. These findings are in accordance with the tendency referred to above of girls to speak about concrete situations in a more personal way than boys.

In the situation of learning about the chaotic behaviour of a pendulum, for instance, the pendulum is seen in analogy to a person, and the chaotic behaviour of the pendulum is viewed in analogy to the actions of a person. The girls talk about the pendulum, which "cannot decide" where it should move, and try to explain, for instance, the strange behaviour by saying "it seems to like the colour yellow". This kind of thinking might be seen as an intermediate state, which leads them to correct solutions. This becomes apparent in the following episode: Three girls discuss the physical entities that influence the movements of the pendulum. One girls states: That it overcomes what the pendulum actually does, that means it influences the movement of the pendulum only because the force is bigger than the will of the pendulum, but we cannot write it like that.

In the following the three girls ‘translate’ the ‘will’ by ‘force’ and approach the correct explanation step by step.

Summary: Boys and girls hold different notions of understanding

The following table summarises the major findings of our study.

Girls	Boys
Teachers' questions and students' answers	
Open questions are more frequently answered by the girls...	.... closed questions answered more frequently by the boys.

Girls answers: complete sentences, in everyday language, without using physics technical terms	Boys answers: half sentences, clipped telegram style, use of technical terms
Social and verbal behaviour in group work	
More frequently ask questions of the content in question. Reveal their uncertainties. Like to overcome them in discussions.	Ask questions how to further proceed in the process of making sense of a phenomenon. Hide their uncertainties. Use imperatives and instructions more often.
Relate physics to their everyday knowledge (use everyday language). Speak in a personal way about concrete situa-tions, and use anthropo-morphic explanations more often.	Move into the frame-work of science (use scientific terminology).
Look for possible fields where they might find a solution.	Tend to look for concrete solutions of a problem.

The differences presented in the above table may be explained by the hypothesis that boys and girls hold different notions of what it means to understand physics.

It appears that girls do not think that they understand a concept until they can put it into a broader (non scientific) context. In particular, they try to understand the relations of the system of physics to the world as seen as a whole. (Thus, the understanding of the girls is located between the "world" and the "system of physics" in figure 2., the understanding is identified with the links which are established between the two. The more links, the more the girls feel that they understand.)

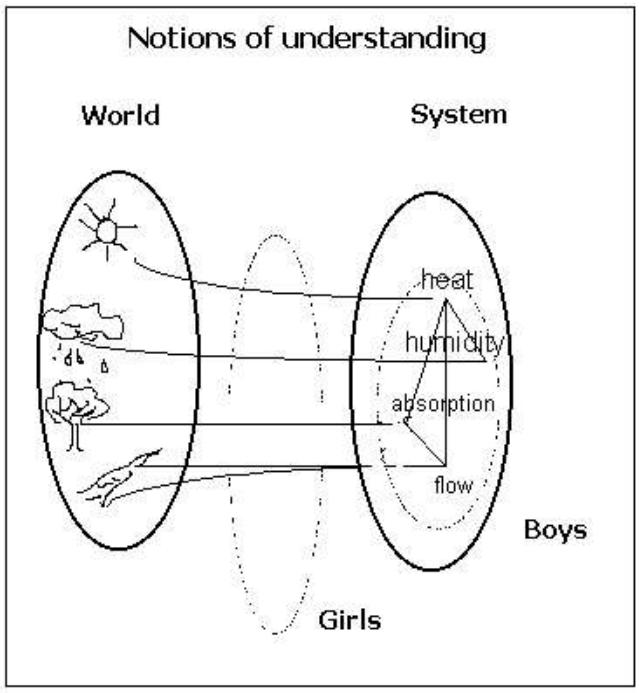


Figure 2: Notions of understanding

Boys, in contrast, tend to accept physics and technology as valuable in themselves. They appear to be more interested in the internal coherence of physics (and technology) whereas the girls tend to look for an external coherence as outlined. It seems that boys, for instance, do not need to view the physics (and technology) formulas in terms of their relations to the world as a

whole in order to get the feeling that they have understood them. (Thus, their understanding is identified with physics itself in figure 2. They feel they understand something, if they can assign it a place within their developing conceptual space.)

These differences are in accordance with findings of other studies that girls tend to prefer integrative kinds of thinking that avoids the alienation from their everyday experiences [14]. It is also possible to view the differences from another perspective. Children tend to pose many 'why' questions and want to know the reasons that cause a particular phenomenon. Physics, however, provides only 'how' answers, i.e. it offers explanation systems that allows us to predict how a process will run. The hypothesis of different notions of understanding hence may be interpreted as more challenging for boys than for girls to play the game of physics, so to speak. Reasons may be that knowledge in physics is a factor that raises the status of a boy, e.g. in his peer group. Moreover physics and technology are important fields for thinking about a future career, whereas many girls have already rejected jobs in these fields before starting their physics education at school [15]. However, girls' notion of understanding is to a certain extent more ambitious than the boys' aspiration of understanding. They are not pleased with the sense an explanation makes within the systems of physics but demand sense in a more inclusive way.

Two remarks are needed here. Firstly, we do not claim that every girl and every boy fits nicely into the outlined categories of girl and boy-like behaviour. There is only a tendency - however a significant one - that a particular girl or boy holds a certain notion of understanding. Secondly, the framework of different notions of understanding has been developed based on the literature on gender differences and on the basis of an exploratory study. We provide only preliminary findings that should be further investigated in subsequent studies. However, we think that the findings gained so far are so promising that in closing this paper it is justified to outline some consequences for science instruction.

(a) Teachers' questions: Teacher need to be aware that open ended and closed questions address either girls or boys. They need to use both types of questions in a balanced way.

(b) Group work: If boys and girls participate in a group there is the tendency that boys dominate the discussion. If this happens, group work is not efficient for girls. However, if the girls are self-confident enough to reject the boys' dominance the boys also benefit from the girls' participation as they foster open discussions.

(c) Language and antropomorphisms: Girls and boys should be given the opportunity to formulate their ideas in everyday language and to use (personal) analogies and antropomorphisms - not only in the beginning of the learning process. Girls tend to use (personal) analogies and antropomorphisms more often than boys. They should be viewed as valuable starting points in the learning process.

(d) Writing down ideas: Girls tend to take the task of writing down ideas very seriously. It appears that this activity significantly supports the process of understanding science. Hence, enough time should be provided for that.

References

[1] Mullis I, Martin M, Beaton A, Gonzalez E, Kelly D, Smith T 1998 Mathematics and Science Achievment in the Final Year of Secondary School: IEA´s Third International Mathematics and Science Study (TIMSS). Center for the Study of Testing, Evaluation and Educational Policy, Boston College.

[2] Hoffmann L, Häußler P, Lehrke M 1998, Die IPN-Interessenstudie Physik [The IPN-Study of Interests in Physics]. (Kiel, Germany: IPN - Institute for Science Education at the University of Kiel)

[3] Kahle J B and Meece J 1994 Research on gender issues in the classroom. In: D Gabel Handbook of research on science teaching and learning (New York: Macmillan Publishing Company) 542 - 57

[4] Hoffmann L, Häußler P and Peters-Haft S 1997 An den Interessen von Jungen und Mädchen orientierter Physikunterricht [Physics instruction oriented towards boys' and girls' interests]. (Kiel, Germany: IPN - Institute for Science Education at the University of Kiel)

[5] Gilligan C 1982 In a different voice. Psychological theory and women's development. (Cambridge, Massachusets: Harvard University Press)

[6] Duit R, Komorek M and Wilbers J 1997 Studies on educational reconstruction of chaos theory. Research in Science Education 27, 339-357.

[7] Duit R, Komorek M, Wilbers J, Roth W M and Stadler H 1997 Eine Unterrichtseinheit zur eingeschränkten Vorhersagbarkeit chaotischer Systeme für das 10. Schuljahr [A teaching unit on limited predictability of chaotic systems]. In J. Willer, Ed., Didaktik der Physik. Vorträge Frühjahrstagung Berlin (Bad Honneff, Germany: Deutsche Physikalische Gesellschaft) 276-281.

[8] Kelly A 1988, Gender differences in teacher-pupil interactions: A metaanalytical review. In: Research in Education 39, 1-23

[9] Lemke J L 1990 Talking science: language, learning, and values (Ablex Publishing Corporation, Norwood, New Jersey)

[10] Baumert J, Lehmann R u.a. 1997 TIMSS-Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. [TIMSS - An international comparison of mathematics and science instruction] (Opladen: Leske+Budrich)

[11] Anderson C W, Holland J D and Palinscar A S 1997 Canonical and sociocultural approaches to research and reform in science education: The story of Juan and his group. The Elementary School Journal 97, 360-383.

[12] Wagenschein M 1970 Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken [Understanding and excact thinking] (Stuttgart, Germany: Ernst Klett Verlag]

[13] Wagenschein M 1976 Die pädagogische Dimension der Physik [The pedagogical dimension of physics] (Braunschweig, Germany: Georg Westermann Verlag)

[14] Kubli F 1987 Interesse und Verstehen in Physik und Chemie [Interst and understanding in physics and chemistry] (Köln, Germany: Aulis Verlag) 113

[15] Koballa Th R Jr. 1995 Children´s Attitudes toward Learning Science. In: Glynn S M & Duit R Learning Science in the Schools (Mahwah, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates Publishers), 59-84

Paper presented within the Poster Workshop "Studies on Educational Reconstruction of Chaos Theory" at the ESERA (European Science Education Research Association) Conference in Rome, September 2 - 5, 1997

Teaching and learning chaos theory - Case studies on students' learning pathways

HELGA STADLER, REINDERS DUIT

Introduction

An instructional module developed in a project on educational reconstruction of chaos theory at the IPN was revised on the basis of results gained in the Kiel evaluation (Duit, Komorek, & Wilbers, 1997). It was taught in two grammar school classes (grades 10 and 11) in Vienna. Revision mainly concerned a reduction of lessons expended by 30% in order to develop a module that is suited to "normal" school practice. Main changes were made in group work sessions where students were given considerably guidance by worksheets as the results of the Kiel study had shown that the open inquiry setting of that instructional module caused a number of "detours" of learning pathways. The data corpus of the Vienna study includes similar items as in the Kiel study. But there were unlike that study questionnaires given to all students before and after instruction. Further 11 students were interviewed a week after completion of the unit and again about four months later. Whole class activities and the activities of one group of three students were video-taped.

Results show that the changes towards more guidance in group work in general and in using analogies provided by the teacher in particular appear to lead to an easier access to an understanding of chaotic systems. The instructional module also provided students with a "new" tool of thinking about familiar phenomena and with a sound basis of understanding consequences of chaos theory that go beyond the issues discussed in class. It furthermore became apparent that a number of students in the interviews were able to discuss "philosophical" matters of predictability on a surprisingly high level of reflection. The data corpus of the study allows to follow a number of students' learning pathways from their preinstructional ideas of predictability and causality towards understanding the principle of limited predictability of chaotic systems at the end of the module and to investigate changes of gained understanding over a period of four month. The development of three girls conceptions will be presented in the following.

The theoretical orientation of our interpretation goes beyond "conceptual-change-only-views", i.e., attempts to reconstruct learning pathways primarily on the background of science content matter issues. We rather analyse the development of conceptions within the social and material setting provided by the learning environment and on the background of characteristics of students interests', motivation, self-concept, and other issues of their personalities. The case studies presented in the following are preliminary attempts to understand learning key issues of limited predictability from a position that views conceptual change processes as being embedded in a set of conditions that support or hamper learning. Further analyses of our data are necessary to validate the conclusion drawn here.

Design of the study

Epistemological orientation

Like the other studies within the project on educational reconstruction of chaos theory also the present study is based on a moderate constructivist epistemological position (Gerstenmaier & Mandl, 1995; Duit, 1995) that basically views learning as an active construction process on

the grounds of the learners' already existing conceptions. It includes major facets of conceptual change views developed in the 80s and early 90s in that learning science conceptions is seen as pathway from certain features of students' preinstructional conceptual structure towards science views. But we try to avoid one-sidenesses of the "classical" conceptual change approaches of learning science that have been addressed the past years. Pintrich, Marx and Boyle (1993), for instance, claimed that these approaches are too much focused on rational issues of cognition (Pintrich et al. speak about "cold conceptual change"), and neglect the role of motivational beliefs and classroom contextual factors such as classroom climate and power structures. Clearly, learning environments that seek to bring about successful conceptual change have to provide a range of supporting conditions (Duit, in press). Another line of critique has been raised from social-constructivist and phenomenological perspectives (O'Loughlin, 1992; Linder, 1993; Tytler, 1994). According to these arguments, "classical" conceptual change approaches placed too much emphasis on individual construction and paid too little attention to the social dimensions of learning. Recently, there are trends to integrate "classical" conceptual change perspectives on the one hand, and social-constructivist as well as phenomenological perspectives on the other (Vosniadou, 1996; Duit & Treagust, 1997). Results of studies within the project of educational reconstruction of chaos theory have clearly shown that a conceptual change only perspective that pays mere attention to students' preinstructional conceptions as co-producers of knowledge gained is far too limited to understand students' learning processes in real learning situations. An inclusive perspective that also takes into account issues of the social and material learning environment as co-producers of knowledge has proven much more valuable (Duit, Roth, Komorek, & Wilbers, 1997a, 1997b; Roth & Duit, 1996). The present study, therefore, draws on the inclusive position sketched on the one hand but goes beyond it on the other: We also try to integrate facets of students' 'personalities' into the interpretation of our data.

The instructional module on limited predictability of chaos theory

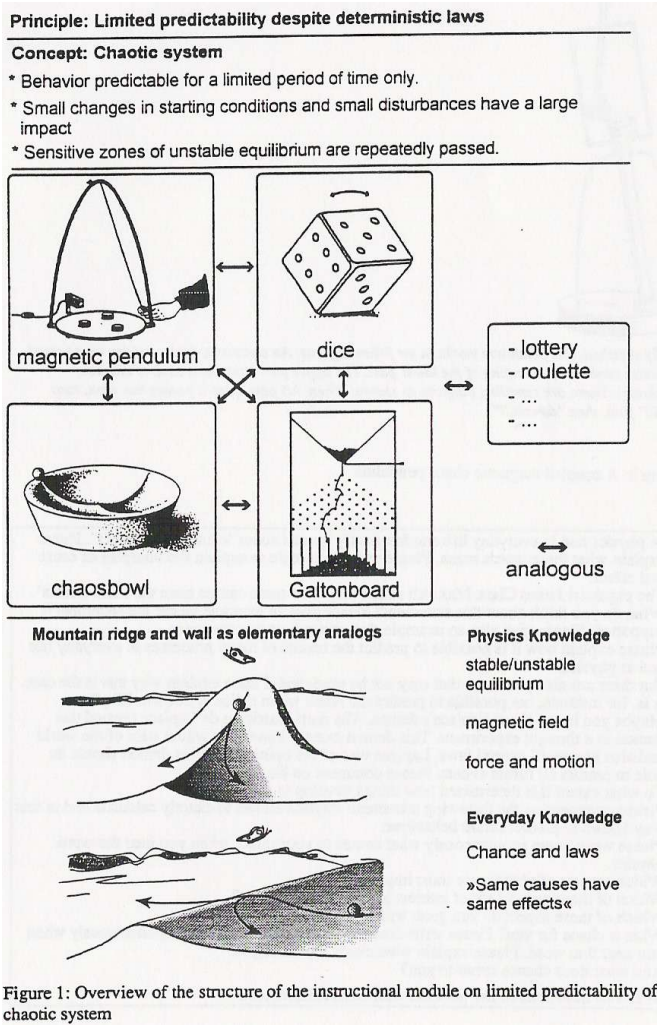


Figure 1: Overview of the structure of the instructional module on limited predictability of chaotic system

The structure of the instructional module employed in our study is given in figure 1. The aim of instruction is to develop students' understanding of the principle of limited predictability of chaotic systems. The chaotic magnetic pendulum is starting point and the key reference chaotic system throughout the module. Three magnets (all poles point to the same direction) are symmetrically arranged so that the iron bob moves in a combined magnetic and gravitational field. The locus of force equilibrium between pairs of adjacent magnets forms a star shape. The erratic behaviour of the pendulum (even if the bob is started from the "same" spot the path and the target magnet are different in every trial) is caused by the unstable equilibrium along the star shape (the Y as it was called in instruction). Minute disturbances of the pendulum bob along its trajectory and minute differences of the starting point can lead to deviations, especially after the bob repeatedly passed the zones of unstable equilibrium. Analogies to everyday experiences such as provided, for instance, by the "elementary" ridge and wall analogies in figure 1 and analogies to other "chaotic systems" serve to understand the behaviour of the magnetic pendulum on the one hand and to develop the concept of chaotic system on the other. There were five lessons of 45 minutes each:

(1) The magnetic pendulum is presented by the teacher. Students are asked to predict what will happen, when the suspended iron ball is released. The experiment is carried out, predictions and observations are discussed and summarised. The question is raised what will happen if the bob is released again from the same spot. Also here predictions and observations are discussed. After that students investigate in groups of three to four whether there is a pattern in the sequence of target magnets or if it is not predictable over

which magnet the bob comes to a rest. Results of group work are summarised in another whole class activity. A preliminary discussion on reasons for the erratic behaviour follows, before a list of influences on the pendulum is created.

(2) Findings of the first lesson are summarised. The behaviour of the pendulum is compared to processes known to students from everyday experiences. Magnetic forces and gravitation are detected as influences that are 'strong' and do not change from trial to trial, whereas minute disturbances caused, for instance, by a breath do. The hypothesis is developed that these small disturbances may be responsible for the erratic behaviour. Students are asked to search for further examples where small influences result in large effects. Then students investigate the structure of the field in their groups by observing the forces acting on a small iron ball at different places. Results are again summarised in a whole class activity. The star shape Y as locus of force equilibrium arises as key feature.

(3) The scene for investigating reasons for the chaotic behaviour is set by summarising insights gained so far. An iron filing picture of the field supports students' findings. The teacher claims that the star shape (the Y) is of key significance for the pendulum's behaviour. After about ten minutes in which the groups try to make sense of the behaviour the teacher provides pictures of the ridge and wall analogies (figure 1) and asks to consider whether these drawings may help the students in their task. Later the chaos bowl (figure 1) is provided. At the end of the lesson findings are briefly discussed and summarised.

(4) Summarizing findings is continued. Afterwards students investigate the behaviour of the pendulum in an "ideal world" simulated by a computer program (Thomas, 1996). Experiences with the simulation are summarised and compared to the behaviour of the pendulum in the real world.

(5) The concept of chaotic system is introduced, also to summarise findings gained so far. Students are then asked to mentally design a chaotic system not discussed and investigated so far.

Group work usually is guided by worksheets, at the end of the 4th lesson an information sheet is provided that summarises major features of chaotic systems. It happened that students could visit a chaos exhibition in a public exhibition hall right after the 5th lesson. Core ideas of chaos theory and a number of experiments of key significance for that branch of science were presented to a broader public.

Research methods and data

see this article's appendix for table 1 and table 2

- *Questionnaires* were given to all students before the module started and right after the end of the module. There are questions on the interplay of cause and effect, causality, determinism, and chance but also on issues of interest in physics in the pre-instructional questionnaire (table 1). The post-instructional questionnaire also contains questions on the chaotic systems discussed in instruction like the magnetic pendulum and on the significance of limited predictability.
- *Interviews* with 7 of the 12 students in the grade 11 class were carried out after the visit of the chaos-exhibition and also 4 months later. Basically the same questions were asked in both interviews (Table 2). At the end of the second interview an additional task on explaining a chaotic system not discussed so far was included.
- All whole class activities and the work of one group of three students were video-taped and transcribed.

- Copies of all documents produced by students or the teacher through instruction were gathered.

The present study is explorative in nature. Therefore, interpretation is based on standard procedures of qualitative research (Erickson, 1986; Guba & Lincoln, 1989; Mayring, 1990, 1995). Preliminary categories employed to analyse the data were provided by the studies previously carried out in the project on educational reconstruction of chaotic systems, especially in the study that was based on an earlier version of the instructional module used here (see e.g., Duit et al., 1997a, b).

Participants

Students of two classes, grades 10 and 11 of a Grammar school, were enrolled in the Vienna evaluation of the module on chaos theory. In the present paper we focus on learning processes of three girls from the grade 11 class. Only 12 students (with a rather uneven distribution of sexes: 10 females and 2 males) of the whole class participated as this class is split into a branch with a science and math focus and with a focus on languages. The participating group belonged to the latter group. Students' choice of focus indicates that interest in physics and self-concept concerning understanding physics was low for many students - although one of the boys was among the most able students, also in physics, in the whole school. Issues of chaos theory were only taught to this group not to the branch with a science and math focus. Helga Stadler was the physics teacher of that class. She also taught the module on chaos theory. It was the first time for her to teach the topic of limited predictability. She followed the above sketched setup of the module as closely as possible. Learning processes of the three girls that formed the group video-taped throughout the module are presented in the following.

Brief portrays of Labi, Babsi and Irene

Labi, Babsi and Irene co-operated in one of the groups throughout the instructional module on chaos theory. Their learning processes are the focus of the present paper. To provide a background for the case studies brief outlines of the "personalities" of the three girls will be given. These portrays are based on the familiarity with the three girls gained over the years by their physics teacher Helga Stadler, on written comments at the end of grade 12 on their physics instruction in grades 11 and 12, and on data from the present study, e.g., from the pre-instructional questionnaires on their interests in physics. All girls are about 17 years old. Babsi and Irene are good friends.

Labi

Labi is a very communicative girl, she is spontaneous and open, extrovert and impulsive. She immediately says what she thinks. She is interested in people, very skilled to deal with people, and tolerant. She has a certain tendency to mystical novels.

Already in lower grades she had difficulties to learn mathematics, physics and chemistry. One of her teachers commented on this by stating that she learned bravely but did not understand anything. It appears that her low self-concept concerning understanding math, physics and chemistry may have been influenced by an interplay of such teachers' judgements and actual difficulties. In grades 11 and 12 physics instruction she tried hard to understand and if she succeeded it appears that she remembered well. She had severe difficulties with abstract considerations, especially with mathematical issues of physics. Despite the mentioned difficulties she achieved a partly acceptable knowledge. She was always engaged in classroom activities. Her spontaneity however frequently resulted in ideas that lacked links to what actually was discussed. In the pre-instructional questionnaire she wrote that she is interested in "effects and causes" but not in proofs by formula. She has a particular sympathy for "nature" and "forces of nature" but not for "proofs, optics, motion and force".

Labi is the one of the three girls who happened to be most interested in the instructional unit on chaos theory. There are several reasons for that. In her comments on physics instruction she gave at the end of year 12 she claimed that the module on chaos theory was by far the most interesting of all themes taught as the experiments were good and one had to find out the explanations oneself. She also mentioned that she liked the interviews. It seems that she gained the feeling through the module to be taken serious as partner of the teacher and the research team. She points out (e.g., in the interview carried out four months after completion of the module) that she talked to many other people, e.g., with friends, about issues on chaos she learned.

Babsi

In a "magazine" students produced at the end of grade 12 before leaving school Babsi's peers wrote that she certainly was one of the most orderly and ambitious students in their class and that she liked to engage in long lasting discussion with teachers, preferably on themes far from the topics actually under consideration. In fact, she likes discussions, she is critical. But she appears to be still in the process of maturation. She is still quite ego-focused, there are also still certain child-like interests as movies by Walt Disney.

Without any doubt, in science and math Babsi is among the most interested and best students. She is a continuously working and always well prepared student. In grade 12 she developed a particular interest in issues of cosmology and elementary particles. She used to read books on that issue in her leisure time. Her peers viewed her as expert in biology and physics.

In the pre-instructional questionnaire she wrote that she liked "theories of origin of the world, space, stars, universe, planets, black wholes, and unexplained phenomena" and that she did not like "optics, mathematical formula, calculations, everything that is too much theoretical and that does not allow fantasy".

When she explained at the end of grade 12 why she liked the module on chaos theory, she pointed to the fact that she could follow her own thoughts and ideas. She further argued[1]:

> ....that others did not like it (*the module on chaos*) is due to the fact that this instruction was made for people who like to speak about what they think. I just talked in that instruction. Although a number of that was wrong, in the end it turned out that there was also something that was right. That made it much more interesting. Other may prefer to be 'irrigated', I like to make up my own mind.

For Babsi instruction on chaos met her interests in issues of modern physics. She appreciated instruction very much but was not as exited about it as Labi. After instruction she studied books on chaos. She also showed her parents the experiment with the magnetic pendulum and explained in the interview carried out four months after instruction that she was really pleased that they were not able to understand the erratic behaviour.

Irene

Irene is a somewhat reserved person. She used to listen to others. If she gave her opinion she did that in a prudent and determined manner. In instruction she was always present but in a more listening fashion. In physics she gained solid general knowledge.

In the pre-instructional questionnaire she answered the question 'Which aspects of physics are most important?' in the following way:

---

[1] Translation of students' responses from one language to another is a rather delicate issue. We tried to keep as near as possible to the original German text. We deviated from the original voice only when it was absolutely necessary in order to avoid misunderstandings in English. Nevertheless, many quotes contain incomplete sentences as the original also.

> The aspects that help to save human lives (airbag), that make life easier, and that allow to make prognoses (calculation of water reserves).

Accordingly, the aspects of physics interesting to her are "all that are useful for us".

The unit on chaos theory was not as interesting for her as it was the case for Labi and Babsi. Her judgement is more distanced and critical than the comments given by her peers. She liked the theme of chaos but made interesting comments in the interview carried out four months after completion of the module on the predominant method of learning:

> Students had to find out themselves and one never knew whether it was right or whether one was totally on the wrong track. I often had an uneasy feeling because one sometimes was of the opinion that it is right but then one found out that it was wrong. That was always a sort of shock. I think one should say after every lesson what is right so that one knows whether one is following the right track or not. But in general I liked that we had the chance to carry out experiments on our own.

Views of causality and predictability before instruction

Labi

Labi's responses in the pre-instructional questionnaire show that she appears to hold a somewhat naive deterministic view. She claims that the same will happen if one does the same or when the circumstances stay the same. She further states that she likes the idea of the Laplace demon, yet she continues in the following way: "The fact that one invents a demon who knows everything what *we* do not know (cannot know) indicates that all we cannot explain is always something supernatural (like also god)".

That it is possible to predict many events in daily life and in physics is, according to her, due to experiences (by observations) and calculations. That there are also occurrences that are not exactly predictable, she argues, is due to the fact that they are so infrequent that there are no experiences yet or that there are no laws determining them.

Babsi

Babsi does not agree with the statement that "same causes result in same effects" in general, at least she thinks, there are exceptions. She rejects the idea of the Laplace demon as no one is able to know everything. She is of the opinion that it is possible to predict many events in daily life and in physics by "calculations and precise prognoses". She points to the fact that there are still many occurrences like eruptions of vulcanos that may not be predicted but thinks that physics ability to predict has developed very much.

In case of the dice she thinks that too many factors influence the path of the dice when thrown. Therefore, the behaviour is random.

Although, she admits the power of physics in predicting future events she also is somewhat reserved against rationality only views:

> I think that not everything in our world follows particular rules. Not everything is as logically and mathematically structured as assumed in physics and mathematics. There are accidental occurrences where nature shows that we are not in command of it the way technology appears to assume.

This reserved view becomes also apparent in the following quote:

> I do not think that this statement (*physics allows to exactly predict processes*) is true. A science like physics may be able in future to predict ..... It is simply not possible to explain everything in a logical fashion and it would be bad if it would be like this. A sympathetic understanding, e.g. of nature would get lost.

Irene

In principle Irene appears to hold a deterministic view. She is of the opinion that same causes result in same effects although this is not always true. But exceptions are due to the inability to take into consideration all the many influencing factors usually determining events. She explains, for instance, that the weather may not be predicted to 100% because there are too many such factors and because we do not know all interrelations of them. Like Babsi she thinks that the dice may not be predicted as too many factors are involved. She strictly rejects the idea of the Laplace demon as it is not possible "to know how such complex thing as the whole world will develop". With regard to the idea of limited predictability addressed in the module on chaos theory it is interesting that Irene provides the following example for an event that appears to contradict the statement of same causes have same effects: "If a piece of paper is released from a high building it does not arrive with the same speed and at the same spot. That depends on many factors".

Labi, Babsi and Irene constructing understanding in instruction

General issues of interaction patterns

Very much in line with what has been outlined regarding the personal communication style of Labi, Babsi and Irene, Labi and Babsi talk most in group work. In the second lesson Labi has the lead in this regard with 49% of lines in the transcript, Babsi (32%) and Irene (19%) being clearly "behind" her. Group work of lesson three results in Babsi having 40% of the lines in the transcript, Labi 35% and Irene 24%. Also in whole class activities Labi and Babsi are very much engaged in discussion. A count of lines in the transcripts shows that they contribute more than the other students. Also the kind of contributions by Labi and Babsi is in accordance with the above given features of their spontaneous and communicative habit. In group work, for instance, they tend to say what comes to their minds spontaneously. Especially for Labi this frequently results in utterances that only address superficial issues of the theme under consideration. In lesson three, for instance, Labi spontaneously compares the force equilibrium on the lines of the star shaped Y with the calm zone in the middle of a hurricane. Nevertheless, a number of her spontaneous ideas become part of the language game that developed in the group. At times Babsi in a friendly mode mocks at what Labi says ("Einstein Labi"), but Labi appears to tolerate that. She keeps saying what she thinks.

Generally speaking, the three girls are not really successful in constructing the physics view in group work of lessons 1 to 3. Although there is considerable development of their ideas concerning the erratic behaviour of the magnetic pendulum and other chaotic systems in the concluding two lessons these are still somewhat limited. It is clear for all of them in the end that the zones of force equilibrium cause the chaotic behaviour but in which way this happens is not totally in line with the science view. This is surprising as Babsi and Irene are both known as "good" in physics (see above). It appears that the spontaneously given ideas lead group work into "deviations" if viewed from what was intended by the teacher. These ideas also steer the group to carry out the experiments with the magnetic pendulum in a way different from what was intended and clearly (from the point of view of the researchers) described in the worksheets provided to guide group work.

The erratic behaviour of the pendulum - chance or some sort of regularity?

The pendulum is introduced by the teacher. Students are asked to predict the path of the pendulum if started (by an electrical magnet) several times from the same spot. Labi is of the opinion that it will always come to rest over the same magnet, whereas others are sure that this is just random. Already here Labi expresses an idea that influenced the subsequent group work activities considerably. She states that it maybe depends on the way the pendulum is released.

They start investigation with Babsi reading the instruction: "Try to find out whether it is random where the path of the pendulum bob ends or whether there are certain regularities concerning the sequence of target magnets."

Labi: Let's see

Babsi: You believe, it's random?

Irene: Well, I mean

Babsi: No, it cannot be random

Irene: But does it always swing regularly or does that change?

Babsi: I do not know, I have not observed that so far.

After Babsi observed several trials she categorically switches to the view that it is random. Nevertheless, there is still a search for regularities but Babsi is somewhat sceptical. Especially Labi tries to find regularities in the sequence of target magnets. But also regularities of features of the path are investigated:

Labi: Well, first it goes around in circles, then it goes ...

Babsi: (laughs) first it goes in a triangle, then on two straight lines ....

Labi introduces a way of talking about the start in terms of "shooting off" the pendulum bob that later becomes part of the language game in this group. As mentioned, for her the way the bob is released plays a significant role. She throws out the somewhat 'mystical' idea that it matters whether one aims at a particular magnet when releasing the bob. In the whole class discussion Labi summarises experiences with this idea in the following:

Labi: We have tried that seven times, the first three times we were not attentive enough to watch how we released the bob. We only focused on where the bob went. Two times it went to black, and one time to white. But then we paid attention to the way we released it. We had the idea if we deliberately aim at a target magnet it should arrive there. But that was not the case, it flew to a different magnet. I do not really know but I think that happens accidentally. We also tried that it turns, but you have to know exactly how it turns.

It is interesting to note that the three girls do not follow strictly the conditions described on their worksheet. It appears that Labi's idea given right at the start of the module (see above) that the path of the pendulum depends on the way the pendulum is released leads the group to change the starting point. They do not release the pendulum bob at the same spot in every trial. They change the starting position several times. It appears that the three students follow their own logic here that makes good sense if viewed, for instance, in the following way. They first find out that the same starting point in different trials results in different target magnets. They then turn to investigate the conditions resulting in the same target magnet by changing the starting point.

Investigation of forces acting at the pendulum

In the second lesson influences that act at the pendulum are investigated. A preliminary list of such "forces" produced already the end of lesson 1 is enlarged. In group work students investigate the magnetic cum gravitational forces acting at the pendulum at different spots. They observe the direction in which a small iron ball attached to a thin thread is pulled.

Labi, Babsi and Irene first discuss the influences they wrote down before they study the worksheet designed to guide their work. They play around with the pendulum to find out whether it makes a difference if one blows at the pendulum bob when it is released. The way the bob is released was seen as important influence on the pendulum's path already in lesson 1

(see above). Babsi claims that the speed when the bob is released is an important factor that influences the future behaviour:

Babsi: We simply have to bring it to a certain speed and then we will overcome the magnetic forces. Isn't that something?

.....(*some lines later in the transcript*)

Babsi: The speed the bob starts should be of influence

A focus on the influence of the way the pendulum bob is released stays an important issue throughout work in this group in the following group work session and also in group work of the subsequent lesson. There is no doubt that starting conditions are of significance for the path the pendulum bob takes but a focus on this issue deviates these students to a certain extent from following the learning pathway designed by the researchers. We wanted to keep the conditions of the experiment as similar in every trial as possible in order to lead attention to the fact that also then in every trial another path occurs. Therefore, we asked to start always as exactly as possible from the same spot without any extra push and to investigate influences under these conditions. As mentioned they changed starting positions several times.

It is well known from other studies that students do not necessarily observe what the teacher thinks is important (Brewer & Lambert, 1993). When investigating the directions in which the small iron ball is pulled they see that the ball also spins. They conclude that the spin is caused by the attraction of the magnet. They do not value the spin as a side-effect caused by the thread as the teacher would do.

The discussion on the interplay of magnetic forces acting on the small ball and hence also on the pendulum bob focuses on the forces acting right in the middle. The three girls do not pay major attention to the forces on the star shaped lines of force equilibrium. There are two positions concerning the interplay of the three magnetic forces. Labi holds the view that all three magnets pull in different directions:

Labi: .... what does happen to the ball in the middle? It cannot decide, or? OK, in the middle it turns to and from and then goes to one of the poles....

Babsi in contrast thinks that the forces balance in the middle, she claims that this is similar to interference (*obviously she means interference of waves*). It appears that she holds the view that the forces extinguish, so to speak, one another and that a force free spot results. The discourse for a long time is centred on these two theories. Labi seems to come quite near to the idea of an unstable equilibrium. But her ideas are not taken on board by her peers. After a while she tries to combine the two views:

Labi: The forces are still there, but the good point is that you found the point right in the centre of the force. Maybe it is similar to being right in the middle of a hurricane - nothing happens there.

It is no surprise that this argument does not convince Babsi and Irene. They simply laugh. Nevertheless, Labi sticks to it and repeatedly tries to persuade her peers that her theory of forces pulling equally strong in three directions is valuable. Viewed from the perspective of the science explanation it is somewhat disappointing that Babsi and Irene do not make serious attempts to understand Labi's idea because it could easily be further developed towards an idea of unstable equilibrium. Certainly group work in the subsequent lesson would have been much more successful with such a view.

It appears that Babsi's and Irene's resistance against Labi's idea rest on their observations. The magnets were arranged in such a way that in the middle a very small plateau formed where forces are equal without being a point of unstable equilibrium. If the small ball is brought right into the middle of that plateau it really stays in this 'force free spot'. As mentioned, the

focus of this group is on the interplay of forces in the middle. If the group would have seriously investigated the forces also between two magnets they would have seen that these lines are lines where the pendulum bob behaves in the way described by Labi.

Attempts to understand the erratic behaviour of the magnetic pendulum

Introduction into group work in the third lesson reveals an interesting way of thinking in our target group that in the transcripts interpreted so far was hidden to us. It seems that "the same path" (or that the same happens) simply means for our group that an erratic behaviour occurs in every trial, that this general feature does not change:

Teacher: We found out that there are small disturbances. What are the small disturbances you detected Babsi?

Babsi: I only had in mind that to blow at the pendulum bob was not strong enough to change the path.

Teacher: What do you mean Babsi?

Babsi: (laughs) OK, we concluded in our group that this does not influence the path. We started from a spot further away from the centre and nearer to it, and we also started from that starting point and just released it. It was always random, that mean it has ...

In group work students try to understand the behaviour of the pendulum on the basis of ideas gained so far. Activities in our target group are deeply influenced by the language games that developed in the two previous lessons. The just sketched view of the 'same' behaviour is closely linked to the tendency in this group to focus on the impact of changes of starting conditions. The 'goggles' provided by this link appears to hamper understanding in a serious way. If, whatever students change, the same path results (i.e., an erratic path that does not allow to predict where the pendulum bob ends), it is rather unlikely that students understand the impact of small disturbances along the lines of the Y.

There is another factor that limits possibility of understanding in this group, namely the focus on investigating the interplay of magnetic forces chiefly in the middle between all three magnets. The three girls appear to restrict their interest to the point of highest degree of symmetry possible in this case. Therefore, it seems that the insight that the forces on the lines of the star shape Y are equal to both sides is not well established.

It is a key feature of group work that students do not understand what "small disturbances" mean. Activities start with students carrying out a number of experiments with the magnetic pendulum. Again they change starting conditions and observe whether the path changes in principle. Then they read from the worksheet provided:

Labi: (*reads*) Why are small disturbances and changes

Babsi: Ah, that means there are disturbances

Labi: Likely

Irene: And we have to find out only reasons

Babsi: OK, I would like to know the kind of disturbances that matter, I mean which are of influence

Labi: I know what that should be

Babsi: The attraction by the magnets, the gravitational force, maybe the air resistance or something like that

Irene: I would like to say the results maybe, how strong (*plays with the pendulum*)

Labi: OK, just pull it

Babsi: But what are the small disturbances?

There are a number of similar discourses that reveal that the three students are unsure what to do as their mode of thinking about the pendulum does not guide them to investigating the impact of small disturbances along the lines of the Y.

These problems become most evident when the teacher provides the pictures of the ridge and wall analogies. We know from other studies that the processes of decoding analogies provided and of mapping features of the base (here the ridge and wall analogies) to the target (here the magnetic pendulum) are very complex and that students make their own sense of pictures like the ridge and wall (see results of such processes when the same analogies are provided in Duit et. al., 1997a, 1997b). Also here we clearly see the impact of ways of seeing students bring to such a situation. In this case the above ways of seeing do not allow this group to totally understand the situations sketched in the pictures. Attempts of mapping, i.e., efforts to employ analogies to facilitate understanding of the target are infrequent. If they occasionally occur they fail.

Babsi understands the situation of the wall analogy right after it is provided. Her idea that the initial speed is important obviously helped her here:

Babsi: I do not know, here (points to the *wall analogy*) it also depends on the initial speed of the ball. If it's small it will be pulled off as it is not able to pass the wall. But if it, I do not know, by a push of the wind or so, gains some drive, logically it may pass. But that is not possible here (*picture of the wall*). I think the initial speed is also important.

(*two lines later*)

Babsi: But I do not like that there is this direction (*points to the picture*). If the butterfly comes from that direction then the wind has to come also from that direction. No wonder that it cannot pass. I mean it is logically clear that it then rolls back.

In the following lines of the transcript it becomes obvious that the group does not understand what the butterfly indicates. The problem for them is that such a small breath caused by the butterfly certainly may not change the path of the heavy pendulum bob. If it were made of paper or if the butterfly would be replaced by a big bird things would be different as they argue. Labi presents an idea that is difficult to understand on the basis of what she tells in group work but which is much clearer in a quote from the summarising activity in the beginning of the subsequent lesson. She is of the opinion that gravitation is changed under the butterfly. The following quote again shows Labi's tendency to bring together issues picked up somewhere (in this case obviously in physics class) in a superficial way, i.e., without thinking it through. She sticks to it although her peers do not agree.

Labi: .....and there attraction by the earth is quite normal... but as soon as such a butterfly passes it will be stronger because now there is another mass, the butterfly, and it is likely that it is more attracted.... Do you understand what I mean?

The struggle to understand what the impact of small disturbances may mean stays an ongoing theme in group work. In addition to the ideas already mentioned it is also discussed whether the landscape in which the balls move in the wall and ridge pictures are even or uneven or whether there is friction or not.

When the chaos bowl is provided, direction of discussion does not change although the students appear to understand the behaviour of the ball in the bowl quite well. But this does not help the students to understand the wall and ridge situations, not to speak about understanding the magnetic pendulum. They still struggle with the problem of the small disturbances. Babsi frequently says that she is going to give up as she is fed up, but always she starts to engage in the discussion again, with no success.

It is interesting to note that another group has also difficulties with understanding the impact of small disturbances, especially those caused by the butterfly but that there is also a group that basically achieved the intended understanding of the magnetic pendulum. This group appears to succeed in adequately decoding the wall and ridge analogies and in employing them to make sense of the pendulum. As data on this are available only from the summarising whole class discussion in the beginning of lesson four no further comparitive analyses are possible.

Investigating the behavior of the pendulum in the ideal world of a computer simulation

The discourse between Labi, Babsi and Irene during her work with the computer simulation program does not provide much information that allow to draw conclusions on the conceptual development of the three students. Talk is mainly concerned with technical issues and with descriptions of what is to be observed on the screen. In principle students have no serious problems with the program, but ocasionally they need some help by the researchers and students available in class.

Discussion on the experiences with the program in the first part of the subsequent lesson however allows some - limited - conclusions of conceptual issues "behind" what our group does when exploring the ideal pendulum. It appears that they are able to clearly distinguish between the real world of the experiment and the ideal world of the computer. However Babsi still comments on this by viewing the real world behaviour from the perspectives predominant in our group in the previous lessons. It is still not clear from what students say when reporting about their work with the computer whether their understanding of the erratic behaviour of the magnetic pendulum improved meanwhile. Only some contributions by Babsi show that she seems on a track towards understanding the impact of small disturbances on the lines of force equilibrium.

Towards the concept of chaotic systems

Main emphasis of the concluding lesson is the introduction of the concept of chaotic systems and the principle of limited predictability of these systems. A definition of 'chaotic system' is given on a worksheet. The following three characteristics are underlined: (1) Chaotic systems posses sensitive zones of unstable equilibrium that (2) are passed several times; (3) it is not possible to predict the future behaviour. Students are asked to invent a chaotic systems not discussed in instruction so far.

Labi, Babsi, and Irene discuss a number of "chaotic systems", a human being, billiard, roulette, and a house of cards. Throughout their work the idea of unpredictability predominates as key characteristic of chaotic systems. Occasionally, the significance of sensitive zones of unstable equilibrium is discussed but usually in a superficial way. That these zones have to be passed several times is nearly totally disregarded.

Labi proposes the example of human beings being chaotic systems:

Labi: Tomorrow is my math exam. I am on a ridge. A small disturbance ...

(*some lines later*)

Labi: A human being is a chaotic system.

Babsi: No, you need many things

Labi: You are often chaotic or I am

Irene: OK, everybody is chaotic

(*some lines later*)

Babsi: OK, I write down Labi's math exam

Irene: But we have to say also something about the sensitive zones

Babsi: I think she described that nicely: she is on a ridge

Labi: A small disturbance, a small error on my side may catapult me here or there

The other systems discussed are described by the group in the following way:

Roulette: How fast the wheel is turned and where the ball is released => the result is open: which colour or number is coming.

Billiard: The table vibrates a bit, the ball is given a push with that stick => with some practice it is possible to aim at a whole, without everything is random.

House of cards: Breath of air, hands tremble => collapse is not certain, small influences are of large importance.

It is obvious that careful considerations on the significance of zones of unstable equilibrium is missing in these short descriptions. But it is also missing in the discourses during group work. Right before the teacher concludes the group work period Babsi insists to think about these zones:

(*discussion on the house of cards*)

Babsi: We do not have an unstable equilibrium, we disregarded the unstable equilibrium

Labi & Irene: Why?

Labi: Sure, we have that

Babsi: Where is the unstable equilibrium in case of the roulette?

Irene: How you throw it

Labi: How you throw it, how it rolls

Irene: I think so

Babsi: But there is no Y, I mean that has to ..... didn't we learned that there has to be a Y?

Labi: Wait a moment, there these (.....*; inaudible*). Certainly there are also some ridges.

Results from the post instructional interviews and questionnaire

As mentioned above the three girls of our target group were interviewed after conclusion of the instructional unit and after they had visited an exhibition on chaos theory and again about four months later. The interviews right after visiting the exhibition were carried out by the students of the research seminar directed by the authors of the present paper and by the second author. The subsequent interviews were carried out only by Reinders Duit. Labi was interviewed by Reinders Duit also right after visiting the exhibition, Babsi and Irene to that time were interviewed by students. As interviewers put different emphases on the themes laid down in the interview guide there are some issues where it is difficult to draw conclusions on changes and developments over the post instructional period of four months. Nevertheless, conclusions on the major concerns of the interviews may be drawn. Briefly summarized, basically the same ideas became evident in both interviews. Of course, some attempts of reconstruction of facets that initially appeared to have got lost were necessary in the interviews carried out four month after conclusion of instruction. But at least the same general features became apparent. Therefore, in the following we summarise all post instructional data available and differentiate only if it is necessary.

Understanding chaotic systems after instruction

(1) Labi

Compared to her state of understanding chaotic systems in general and the magnetic pendulum in particular, at the end of instruction there is a considerable improvement towards

the science view. Yet, it appears that the depth of her understanding is somewhat limited. Labi basically adequately describes reasons for the chaotic behaviour of the magnetic pendulum. She includes into her descriptions correct explanations of the analogies provided in instruction (the ridge and wall analogies as well as the chaos bowl) and of the computer simulations. Also the role of small disturbances in causing chaotic behaviour is explained to a certain extend. But an important issue is missing here. She is of the opinion that chiefly those disturbances have an impact that act when the pendulum bob passes the lines of the Y, i.e., the zone were the forces balance. She admits that disturbances acting on the bob before may have an influence but she is not sure and she does not know how this may be explained. When the interviewer asks whether changes of the starting point have any influence, she agrees but she does not know why this is the case. She responds that "the path then is different" and that "the bob does not hit as exactly" but she cannot provide reasons that are in agreement with the science view.

Her view of balance of magnetic forces appears to be mainly the idea of a force-free-zone (as described above). This becomes evident, for instance, in the following quote which illustrates her view of the mechanisms of chaos occurrence quite well:

Labi: Where nothing acts on the bob it may move quite relaxed, there it may be disturbed well. If it moves between, it is attracted, then nothing happens.

Obviously, a view is missing that at every spot all three magnets are acting at the bob and that at every spot of the path, small disturbances cause minute deviations that later count when the bob passes the lines of the Y.

The concept of chaotic system Labi gained in instruction appears to be restricted to the issue of random behaviour. When asked for characteristics of chaotic systems she responds that these system have a ridge and unstable equilibrium but later she admits that she only remembered that characteristics. In fact, she has many difficulties to find the zones of unstable equilibrium in case of the Galton board (figure 1). Spontaneously she is of the opinion that it is not possible to predict where the path of a single ball will end. She also compares the ball's path with the path of the pendulum but she focuses on surface similarities here: both move in a "hectic" manner. The search for the "Y" in case of the Galton board initially is difficult. She only explains that the ball may be easily influenced somewhere "between the nails". Only after the dice has been analysed (she views the edges as analogue to the lines of the Y) she is able to see that the nails themselves are the points of unstable equilibrium.

The delayed post interview allows to paint a very similar picture. Reconstruction of ideas in case of the magnetic pendulum appears to need some more guidance by the interviewer as compared to the post interview. But there are also issues where understanding appears to be somewhat more advanced. In the case of the Galton board, for instance, she immediately views the nails as points where small disturbances may change the path. But when the chaotic system not known to her (figure 2) is presented she has many difficulties to employ her knowledge of chaotic systems to detect the zones of unstable equilibrium and hence to provide an explanation of the chaotic behaviour.

(2) Babsi

Also Babsi's state of understanding chaotic systems is surprisingly mature if compared to her views during instruction documented above. Certainly, it is more advanced and hence less limited than Labi's knowledge outlined before. Babsi correctly explains the reasons for chaotic behaviour of the magnetic pendulum and also of the other chaotic systems discussed in instruction. She also provides a critical analysis whether the card house she and her group invented in lesson 5 (see above) is a chaotic system or not.

As documented above in group work of lesson 3 she was of the opinion that the spot right in the middle between all the three magnets is a force-free-spot where all forces balance. Labi in contrast held that all three magnets pull. In the post interview Babsi integrates these two views. She provides both points of view when explaining what happens at the line of the Y. Although Babsi's view is quite advanced there are no evidences in the interview data available that Babsi understands in which way small changes of the starting point and minute disturbances before the pendulum bob passes a ridge may influence the further path. The data only allow the conclusion that Babsi holds the view that minute disturbances acting at the zone of unstable equilibrium are responsible for the chaotic behaviour. Among the characteristics of chaotic systems unpredictability (or chance like behaviour) is predominating also for Babsi. But she is aware that zones of unstable equilibrium are needed to cause chaotic behaviour.

The way Babsi explains the Galton board in the post interviews clearly shows in which way her understanding is more advanced than Labi's. Before the first ball is released she explains that it is not possible to predict where the ball will come to a rest because that depends on how it hits a nail. In other words, the nails are immediately identified as "zones of unstable" equilibrium, as "points of decision".

The delayed post interview basically shows the same state of affairs. Here much less reconstruction of understanding as in case of Labi is necessary. It appears that knowledge of chaotic systems is easily available to Babsi. When asked to explain whether the additional magnetic pendulum (figure 2) is a chaotic system or not, she easily understands that the bottom part of that pendulum certainly is not the chaotic part as it regularly swings. In understanding why the upper part is a chaotic system she needs considerable guidance by the interviewer. In the end however, she understands how this pendulum works.

(3) Irene

Very briefly summarised Irene's understanding is situated somewhat between Labi's and Babsi's level. There are some interesting special features of her views that are worth mentioning. First, she explicitly states that also disturbances that act on the pendulum before it passes the zone of force equilibrium are responsible for the chaotic behaviour but that the disturbances acting just when the bob passes the lines of the Y have a stronger impact. Second, in an number of cases she points out that the behaviour of a particular system, e.g. a dice, may not be predicted because there are many factors influencing it. She already presented in the pre-instructional questionnaire (see above) the view of complexity causing limited predictability .

Her concept of chaotic system is very much restricted to the characteristic of unpredictable behaviour although occasionally she also mentions that they posses ridges. In the delayed post interview she has many problems to make sense of the additional pendulum (figure 2). Somewhat "pressed" by the interviewer to show the points of decision in this case she answers that this is the case when the upper pendulum is horizontal and not when it is perpendicular, i.e., when the two repelling magnets meet. Also guidance by the interviewer does not allow her to understand the pendulum in the time available.

Views of causality and predictability after instruction

(1) Labi

Labi's pre-instructional naive deterministic view developed considerably but without change of the principle determinist orientation as it seems. When asked to comment on the sentence "Same causes result in same effects" in the post interview she initially is somewhat uncertain but then answers that in case of the magnetic pendulum always "the same happens if one

makes the same with that device". It appears that she draws on the language game that developed in her group during the first three lessons where "the same happens" meant that the paths are erratic in every trial:

> .... I mean, I do always the same and in the end always the same happens. It makes a choice accidentally.

In a similar way she comments on the sentence "Similar causes result in similar effects". She is aware of the limited predictability in case of chaotic systems. But the following quote from her post instructional questionnaire may be taken as hint that she still hopes that these limitations may be overcome one day. As response to the question "Please comment on the following statement: Physics allows to exactly calculate and in this way allows to predict future behaviour" (table 1) she writes:

> I believe that is right, but in case of chaotic systems I do not know. But I would like to be present if somebody is able to predict the behaviour of such a system.

The most important change of her views during instruction according to her own opinion is that very minute influences like the ones caused by the butterfly may results in large effects. Here is a referring quote from her post interview:

> In case of the pendulum I never dared to think that such a small breath, as in the drawing with the butterfly, I simply thought that this is ridiculous. I really believe in chance, but I never thought that such small things may cause something.

Also her view of chance changed considerably as may be seen in the following answer in the post interview:

Interviewer: Did you learn anything generally new?

Labi: That chance actually is not chance. Sure, it is chance somehow, but not only change in a way. I never could imagine why in case of the dice. Now I know that exactly. The small disturbances cause that .... now I have more knowledge.

Also her view of chaos changed considerably from a disorder only view towards an idea that includes both disorder and order - but this becomes evident only in the delayed post interview. Asked what chaos means to her in the post interview she refers to disorder and confusion, to chance and "that is does not underlie a real regularity". Four months later she claims that there is always some sort of regularity, if chaotic or not.

Asked to comment on the idea that everything is predetermined, in the post interview Labi provided an answer that opens a window to understand what may be behind her principle determinist views:

> I personally now think; I mean that is somewhat funny, but ... that maybe every human's life, somewhere there is a thick book. Everybody laughs, when they hear this, that every page of that book is in some way the life of a human. In that book it is written what happens. But I do not know. I do not feel that it is so at the moment. But I think, I can imagine, that everything is predetermined. Because, I always try ... for instance, I nevertheless learn for an exam, because I think, if I do not learn , then I will not be able to do that. Whether I am actually able to do it, I mean, that may be predetermined.

(2) Babsi

The above analysis of Babsi's views on causality and predictability before instruction shows that she held a principle deterministic position but with a certain reservation against rationality only views. It is interesting to note that there is only one response in the post instructional data that may indicate that she still holds such a reserved view. In commenting at the statement in the post instructional questionnaire that physics allows to exactly calculate the future

behaviour and hence facilitates predictions she is sceptical. She writes that it is in fact possible to mathematically calculate and hence to predict a large number of events. But she continues that it is not possible to predict everything, at least not at the moment and further writes: "Also physics fails despite all the mathematical logic to predict certain occurrences". In general however, she appears to hold a critical determinist view that draws on the assumption that many occurrences that are of significance also in humans' daily life may be predicted according to certain laws governing them and that it may be possible in future to predict events that are unpredictable at the moment. That certain events are not predictable is greeted with sympathy by Babsi as becomes visible in the following comment on the Laplace demon in her post instructional questionnaire. Similar responses are to be found in the interview transcripts.

> I believe that it is impossible to predict everything, maybe it will be possible some time in future. But at the moment it is not possible - and I appreciate this. Otherwise life would be much less interesting. If one would know everything there would be no thrill anymore.

In the interviews Babsi claims that her views of predictability did not change in principle during instruction but that there are certain important refinements. It appears that her retrospective view is in accordance with the evidences from our data. Where the development of her ideas of chance and chaos, for instance, is concerned there is the following passage in the delayed post instructional interview that illustrates her changes:

Interviewer: Did your ideas of chance change over instruction?

Babsi: Yes, I think so. I mean ideas of chance in daily life most probably did not change. But if I view that from the physics side, there is a change. There are these small disturbances that matter, there are these chaotic systems where we have unstable equilibrium at ridges. There these small disturbances matter. I am able now to see it from this side and I am able to see relations I could not see before or did not know about or so.

Interviewer: What about chaos? What is chaos for you?

Babsi: Total disorder (*laughs*). OK, before we did this project chaos only was (....*; inaudible*); in a religious way, before god made the world.

Interviewer: Yes

Babsi: Total disorder and now it became evident that there is order in this disorder ....

Other passages in the interviews reveal that there are two major sources of Babsi's quite elaborated view of the interplay of disorder and order in chaos, information gathered in the chaos exhibition visited after instruction and books on chaos she studied after instruction.

(3) Irene

Irene claims in the interviews that her views of predictability did not change much during instruction. In fact data available show that the critical deterministic view she held already before instruction is only somewhat enriched by the insight in limited predictability of chaotic systems. Like Babsi she appreciates that certain events and systems may not be predicted in a precise way because "it would be dull if it would be possible to predict everything". Asked what limited predictability means to her, in the delayed post interview she responds that this is of no significance for her and points to the fact that one is used to unpredictable events from daily life experiences anyway. This view is totally in accordance with what she presented already in the pre-instructional questionnaire.

Conclusions

Case studies allow readers to make their own sense of information provided, at least to a certain extent. In the following we will present our conclusions. We try to view our results from different perspectives. A key concern will be to indicate such issues that may be of some significance beyond the cases discussed.

Conceptual change views of the learning processes

As outlined above conceptual change denotes development of students' conceptions from certain pre-instructional conceptions towards the intended science conceptions. Reconstruction of students' learning pathways, therefore, is the focus in the following.

Towards understanding limited predictability of chaotic systems - a science perspective

If viewed from the perspective of the intended conception of limited predictability there are learning pathways possible that draw just on daily life experiences with unstable equilibrium in everyday contexts. In fact, everybody is familiar to experiences like those expressed by 'at the razor's edge' or loosing balance. The key difficulties in our instructional module on chaotic systems are to choose appropriate daily life experiences, i.e., situations that are really familiar to the learners, and to make the learners able to see, so to speak, the chaotic systems discussed (like the magnetic pendulum) in terms of zones of unstable equilibrium. Surprisingly little knowledge from previous physics instruction is required. Even if students hold views that seriously deviate from the physics views, understanding of chaotic systems in the intended way is still possible. It is well known, for instance, from many studies on students' conceptions, that their ideas of forces acting and movement resulting are far from being in accordance with the canonical Newtonian view of physics. Our data show that also our students hold a number of such views. But these ideas do not hamper in principle understanding of the erratic paths of chaotic systems. In case of the magnetic pendulum the three students of our target group hold different views of the interplay of the three magnetic forces. But also here certain "misconceptions" do not matter. All what counts is that students understand, that along the lines of the Y attraction to the right and left are equally strong. Whether students think that the attraction of the left magnet ends when the pendulum bob passes the Y and the attraction of the right then takes over certainly is deplorable from the point of physics. But it does not necessarily prevent students from seeing the lines of the Y as zones of unstable equilibrium. To briefly summarise the argument in other words, understanding of chaotic systems as intended is possible on the grounds of common sense ideas. Major reconstruction of pre-instructional conceptual structure is not necessarily required (cf. Komorek, 1997).

Labi, Babsi & Irene: learning pathways towards understanding chaotic systems

Our post instructional data show that the three students achieved an understanding that meets major ideas of the reference physics view. They learned to see, for instance, the path of the pendulum bob in terms of passing a landscape with the particular feature of the Y-shaped zones where forces balance - although to a different extent. They are also able to explain in which way minute disturbances matter when the bob passes the zones. But there are major differences in the level of understanding achieved. Actually no one of our three students developed an understanding that sufficiently meets the physics views. The moment of passing is the focus. Labi explicitly thinks that only disturbances acting just when the bob passes the zones matter as there the bob is free of force and hence may be influenced even by minute disturbances. Irene admits that disturbances that happen before may also be of influence but surely not as much as those acting when the bob passes the Y. A more elaborate conception includes that small changes and small disturbances are principally of the same type and that both influences cause small changes of the path that lead to dramatic changes in one of the

passages. Such a view does not develop. A similar limitation is to be seen with regard to the concept of chaotic systems gained. It is very much focused on the issue of irregularity, i.e., on the fact that these systems' future behaviour may not be precisely predicted. That zones of unstable equilibrium are of key significance is also an issues that is mentioned but it appears to be not as present as the before mentioned irregularity and it is not really clear how the interplay of small disturbances and zones of unstable equilibrium cause chaos. Therefore, it is no surprise that it is never mentioned that these zones have to be passed several times.

A 'macroscopic' view at the students' learning processes in our target group reveals two major periods. In the first three lessons a very particular language game developes in this group that appears to be chiefly based on certain common sense ideas. This language game determines talk and thought in this group. Unfortunately it hampers understanding. It does not 'allow' students to see the path of the pendulum in the intended way. It appears that in the period after the first three lessons a major restructuring of our three students' ways of thinking about the erratic behaviour of the magnetic pendulum develops. In the post instructional data we observe that a change happened but we do not have enough data that document the process of change sufficiently. Therefore, we may only speculate how this change came about. We think that first the intimate familiarity with the pendulum's behaviour gained in experimenting and 'playing' with the pendulum provided a firm base for the changes. It is further very likely that the work with the computer program contributed to the change as the focus during that work was on the influence of minute changes of the starting point and small disturbances set. Also the whole class activities may have been of significance as our group realised that their peers and the teacher talked differently about the phenomena under consideration. Further the information sheet on chaos theory given to them in lesson five and the visit of the chaos exhibition certainly contributed to the change.

It is interesting to note that understanding of the "elementary" analogies (ridge and wall; see figure 1), of the chaos bowl and the "target" magnetic pendulum appear to be closely related. At the end of lesson three our students had developed no sound understanding of the ridge and wall analogies. In the post instructional interviews students had no difficulties to explain the ridge and wall situations and in which way they are related to the magnetic pendulum. We think that these observation are in accordance with findings from other studies that reveal a somewhat simultaneous development of understanding the base and the target of an analogy (Duit, et. al., 1997a).

Changes of views of causality and predictability

The changes developing through instruction concerning our students' general views of causality, predictability and chance may be described as refinement of pre-instructional beliefs. A principle determinist view is enriched by a deeper insight why certain occurrences may not as precisely be predicted as others. There are not many evidences in our data that allow to analyse development of these changes in detail. It only becomes evident that the conviction the same should happen if everything stays the same appears to be a theme that has influenced students attempts to understand the chaotic systems throughout instruction.

Although all students hold a priciple determinist view there appear to be substantial differences concerning the grounds on which this view is based. Briefly put, Labi believes in occurences and laws that we humans cannot understand with rational thinking. Babsi in a way just in the opposite manner very much relies on rationality. It seems that her determinism is 'materialist' in that it is grounded on the laws governing the material world. Irene's determinism again is quite different. It appears that she is a pragmatist thinker. That there are ocurrences that may not be predicted in precise way was among her beliefs from the very start of the module. It may be that due to this her interest in the theme of chaos was not as high as the interest of Babi and especially Labi.

Students make their own sense of experiments, pictures, analogies, and artefacts provided

It is a well know finding of many studies that students frequently do not use tools provided in the intended way but make their own sense of them (Roth, 1996; Roth, McRobbie, Lucas, & Boutonné, 1997). There are a number of evidences in our data that support these findings. Already in the first group work, for instance, students do not carry out the experiment in the way intended and described on a worksheet. They do not start at the same spot every time as requested but change the starting point several times in order to find out whether these changes have any impact on the resulting paths. The idea that changes of starting point and starting conditions has been an important idea for this group from the outset. It appears that the particular way of carrying out the experiment leads the group towards views that later hampers understanding the magnetic pendulum.

When the teacher provides pictures of the ridge and wall analogies in the third lesson in order to guide students' sense making processes in the intended direction they also make their own sense of the situations shown. We know from another study that students do not spontaneously decode the situations sketched in the intended way (Duit, et. al., 1997a). Rather, the process of decoding is complex, includes many detours, and is also closely linked with the process of mapping, i.e., comparing features of the base (here the ridge and wall situations) to the target (here the magnetic pendulum). The attempts of our three girls to make sense of the situations outlined above show how this process is determined by the particular views of the group.

Social construction of knowledge

Clearly, the most interesting feature of the three case studies presented is that they allow to study processes of social construction of knowledge on the micro-level. We have analysed above how a very particular way of talking and thinking about the phenomena investigated evolved and how that influenced learning in the group. Analysis of discourse in the group shows that the flow of arguments is complex, includes dead end streets and detours, and draws on arguments previously discussed or spontaneously created by a member of the group. Undoubtedly, the development of discourse frequently is not as much influenced by the logic the structure of the task set provides as intended. Apparently, the personal communication style of the three participants has deeply influenced the construction process in the group. It appears to be very unlikely that the same (or even a similar) construction process would happen in a group composed of different participants.

As outlined above both Labi and Babsi are very communicative, they spontaneously speak about what comes to their minds - frequently before carefully thinking an idea through. A number of such spontaneously generated ideas are merely loose associations, others nearly totally miss the point under consideration. Especially, a considerable number of Labis' contributions to the communication are of such kinds (compare the portray of Labi above). Nevertheless, Labi influences the construction process in this group much more than Babsi may be aware of who is mocking from time to time on arguments put forward by Labi. Certainly, the interplay of the two rather communicative personalities of Labi and Babsi dominates the sense making attempts in this group which result in ways of talking and thinking that hampers the intended understanding.

Beyond conceptual change only perspectives of analysing real learning processes and designing science instruction

We think that the case studies presented above show that a conceptual change view of the learning processes only allows to understand what is going on in whole class activities and group work to a limited extent. Actual processes in real learning situations often are not predominantly influenced by the logic of the content structure to be learned. Not only students'

pre-instructional conceptions concerning the concepts and principles to be learned have to be seen as co-producers of knowledge but also a number of features of the learning environment such as the material and social setting in which learning takes place. It appears that in the case studies under discussion here quite frequently the co-producers beyond students' pre-instructional conceptions dominate learning processes. The perspective employed in analysing our data that integrates conceptual change and issues of social constructivist origin appears to be superior to conceptual change only perspectives.

Clearly, there are consequences for planning science instruction, i.e., for designing learning environments that guide students along appropriate and successful learning pathways. There is no doubt that it is absolutely necessary to carefully analyse the structure of the science content in question, and to design learning pathways in such a way that key issues of science content matter structure in question may be addressed. But there is also no doubt that a focus on that science oriented issues usually will not lead to the learning as intended. Conceptual change has to be embedded into what may be called *conceptual change supporting conditions* (Duit, in press). These include a number of different factors such as affective factors like students' interests, attitudes and motivation, or a supportive classroom climate. But it has also to be taken into consideration that students make their own sense of tools provided and that discourses in the social setting of the learning situation are of decisive importance. We think that our case studies show that we did not take these issue into consideration carefully enough when planning and carrying out the module on chaos theory. Certainly, guidance provided by worksheets that in our eyes clearly provided help in the intended direction but actually led to a way of talking and thinking about the magnetic pendulum that really surprised us.

Is the module on limited predictability of chaotic systems especially suited for girls?

It is a well known general finding of research on learning science the past two decades that especially physics is not greeted with much interest by girls and that traditional physics instruction neglects issues that may catch students' interests. Experiences with teaching the instructional module presented in the present paper and also experiences gained in previous trials in Kiel (Duit & Komorek, 1997; Duit, Komorek, & Wilbers, 1997c) showed that also many girls were interested in the theme of limited predictability and in the way it was taught. A number of data (e.g., from interviews carried out at the end of instruction and also from post instructional questionnaires) reveal that many girls were of the opinion that instruction on limited predictability was far more interesting than physics lessons experienced before. We further observed a number of girls that were as deeply engaged in trying to make sense of the erratic behaviour of the magnetic pendulum as the three girls in the case study presented in the present paper (see for another case study of a group of four girls struggling with understanding the pendulum Duit, Roth, Komorek, & Wilbers, 1997b). We therefore think that it is worthwhile to further analyse reasons why the theme of limited predictability of chaotic systems and the way it was taught may be particularly suited for girls. Preliminary considerations resulted in the following ideas that will form a starting point for these analyses.

First, it appears that the module on limited predictability allowed a number of girls to relate knowledge gained in physics instruction with daily life experiences. Especially Labi in the case study presented above experienced that the new views she gained had to do with important issues of her life. It is well known from research that such relations are of key significance especially for girls interests in physics and in learning physics (Häußler & Hoffmann, 1995; Muckenfuß, 1996). Second, the open inquiry periods predominating in the module allowed students to find out explanations themselves and provided opportunities to follow their own ideas. Hence, students realised that they may be in fact able to understand physics by deeply engaging in attempts to make sense of phenomena. It appears that especially girls do not have many chances in more traditionally oriented physics instruction to strengthen

their self concept in this regard (Stadler, 1994). Third, many of our students talked about what they learned in class in out of school situations. Labi and Babsi, for instance, both tried to explain parents and friends what they learned about chaotic systems. Usually, physics and technology issues are no topics of out of school communication for girls (Stadler, 1997). Further, the theme of chaos was new for both boys and girls. Therefore, most boys had similar difficulties as the girls to understand the chaotic systems. In other words, they could not play their common role of physics experts (Hoffmann, 1992). A final reason why the module on chaos may be more suited for girls than traditional physics instruction concerns an issue that is brought forward by feminist critique on recent technology. According to these arguments, males are much more interested than females in governing nature by harnessing technology. Chaos theory clearly reveals limitations of that kind of employing and exploiting nature. There is a place for the individual and chance from that perspective.

References

Brewer, W.F. & Lambert, B.L. (1993). The theory-ladenness of observation: evidence from cognitive psychology. Cognitive Science Society, Proceedings of the fifteenth annual conference of the Cognitive Science Society. Hillsdale, New Jersey: Hove and London, 254-259.

Duit, R. (1995). Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung [On the role of the constructivist view in science education]. Zeitschrift für Pädagogik 41, 905-923.

Duit, R. (in press) Conceptual change in science education. In M. Carretero, W. Schnotz & S. Vosniadou (Eds.), Conceptual Change. (London: Lawrence Erlbaum).

Duit, R. & Treagust, D. (1997). Learning in science - From behaviourism towards social constructivism and beyond. In B. Fraser & K. Tobin, Eds., International handbook of science education. Dodrecht, The Netherlands: Kluwer (in press).

Duit, R., Komorek, M., & Wilbers, J. (1997c). Studies on educational reconstruction of chaos theory. Research in Science Education. Submitted.

Duit, R., Roth, W.M., Komorek, M., & Wilbers, J. (1997a). Fostering conceptual change by analogies - between Scylla and Charybdis. Learning and Instruction (submitted).

Duit, R., Roth, W.M., Komorek, M., & Wilbers, J. (1997b). Conceptual change cum discourse analysis to understand cognition in a unit on chaotic systems: Towards an integrative perspective on learning in science. International Journal of Science Education (submitted).

Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In M. Wittrock, Ed., Handbook of research on teaching (3rd.ed.). New York: Macmillan, 119-161.

Gerstenmair, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive [Knowledge aquisition from a constructivist perspective]. Zeitschrift für Pädagogik 41, 867-888.

Guba, E., & Lincoln, Y. (1989). Fourth Generation Evaluation (Beverly Hills, CA: Sage).

Häußler, P. & Hoffmann, L. (1995). Physikunterricht - an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert [Physics instruction - oriented towards interests of girls and boys]. Unterrichtswissenschaften 23, Heft 2, 107-126.

Hoffmann, L. (1992). Mädchen und Frauen in der naturwissenschaftlichen Bildung [Girls and women in science education]. In K. Riquarts, W. Dierks, R. Duit, G. Eulefeld, H. Haft, & H. Stork, Eds., Naturwissenschaftliche Bildung in der Bundesrepublik Deutschland. Volume IV (pp. 139-180). Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel.

Komorek, M. (1997). Elementarisierung und Lernprozesse im Bereich des deterministischen Chaos [Elementarization and learning processes in the domain of deterministic chaos]. PhD Thesis. Kiel, Germany: IPN (Institute for Science Education) at the University of Kiel.

Linder, C. J. (1993) A challenge to conceptual change. Science Education, 77, 293--300.

Mayring, P. (1990). Einführung in die qualitative Sozialforschung [Introduction into qualitative research in social sciences]. München, Germany: Psychologie Verlags Union.

Mayring, P. (1995). Qualitative Inhaltsanalyse [Qualitative content analysis]. 5. Auflage. Weinheim, Germany: Deutscher Studien Verlag.

Muckenfuß, H. (1996). Lernen im sinnstiftenden Kontext [Learning in meaningful contexts]. Köln, Germany: Dümmler.

O'Loughlin, M. (1992). Rethinking science education: Beyond Piagetian constructivism toward a sociocultural model of teaching and learning. Journal of Research in Science Teaching, 29, 791-820.

Pintrich, P.R., Marx, R.W. & Boyle, R.A. (1993) Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. Review of Educational Research, 6, 167-199.

Roth, W.-M. (1996). Art and artifact of children's designing: A situated cognition perspective. The Journal of the Learning Sciences, 5, 129-166.

Roth, W.-M. & Duit, R. (1996). Knowing and learning in real time: Towards an understanding of student-centered science activities. Submitted for publication.

Roth, W.-M., McRobbie, C., Lucas, K. B., & Boutonné, S. (1997) The local production of order in traditional science laboratories: A phenomenological analysis. Learning and Instruction, 7, 107-136.

Stadler, H. (1994). Mädchen im Physikunterrich [Girls in physics instruction]. In J. Bruhn, Ed., Didaktik der Physik. Vorträge Frühjahrstagung Hamburg. Bad Honneff, Germany: Deutsche Physikalische Gesellschaft.

Stadler, H. (1997). Schülerinnen an höheren technischen Lehranstalten [Girls in technical schools]. Report for: Bundesministerium für kulturelle Angelegenheiten. Wien, Austria.

Thomas, R. (1996). MagPen: ein Simulationsprogramm zum chaotischen Magnetpendel [MagPen: a program to simulate the behavior of a chaotic magnetic pendulum]. Unpublished masters thesis, Institute for Science Education, Kiel, Germany.

Tytler, R.W. (1994) Children's explanations in science -- A study of conceptual change. Unpublished PhD thesis, Monash University, Faculty of Education, Melbourne, Australia.

Vosniadou, S. (1996). Towards a revised cognitive psychology for new advances in learning and instruction. Learning and Instruction 6, 95-109.

Remarks and acknowledgements

The study presented was made possible by the University of Vienna in providing a guest-professorship to Reinders Duit in summer term 1996. The study was embedded into a research seminar directed by Reinders Duit and Helga Stadler who is physics teacher at the "Gymnasium am Laaer Berg" in Vienna and also member of the physics education group at the Institute for Theoretical Physics of the University of Vienna (directed by Helmut Kühnelt). We would like to thank the students in our seminar for all their help, especially for transcribing the interviews they carried out and the video-tapes: Lothar Bodingbauer, Beatrix Hiesmayr, Nicole Jany, Birgit Kurz, Elisabeth Stark and Sonja Wenig. We are also grateful to

the students enrolled for their patience in standing the permanently operating video cameras documenting whatever they did and said and in answering our many questions in the interviews.

Table 1: The questions in the pre-instructional questionnaire

(1) In physics and in everyday life one frequently speaks about "cause" and "effect". Please explain what these words mean. Please use an example to explain the interplay of cause and effect.
(2) The physicist James Clark Maxwell stated that "The same causes have the same effects". What do you think about this statement? Please give an example where the statement is supported. Please give also an example that contradicts the statement.
(3) Please explain how it is possible to predict the results of many processes in everyday life and in physics. But there are also processes that may not be predicted. Please explain why this is the case. It is, for instance, not possible to predict the result when a dice is thrown. Why?
(4) Maybe you heard about Laplace's demon. The mathematician de Laplace created this demon in a thought experiment. This demon exactly knows the actual state of the world and also knows all natural laws. Laplace was of the opinion that this demon should be able to predict all future events. Please comment on his idea.
(5) To what extent it is determined how things develop in future?
(6) Please comment on the following statement: Physics allows to exactly calculate and in this way allows to predict future behaviour.
(7) Please write down spontaneously what comes to your mind, when you hear the word *physics*. Which aspects of physics are most important? Which of these aspects are of interest to you, which are not? Which of these aspect do you great with sympathy, which not?
(8) What is chaos for you? Please write down what comes to your mind spontaneously when you hear that word. Please explain what chaos means to you.
(9) And what does chance mean to you?

Table 2: The questions of the post-instructional interview

(1) In instruction you dealt with this magnetic pendulum (*pendulum is presented*). Please summarise the results of your investigations. 11: Please describe the path of the pendulum bob. 12: Are the paths the same if you start from the same spot? 13: Is the target magnet always the same?
(2) Please explain why the strange movements of the pendulum occur. 21: What is the role of the star shaped lines between the magnet you called Y? 211: What happens to the iron pendulum bob on these lines? 212: Please explain in which way it matters that there is an equilibrium of forces to the right and left on these lines? 213: Small disturbances may influence the further path of the pendulum bob very much. Why? Do only disturbances that happen on the Y matter or also disturbances that happen before the pendulum bob passed the Y?

(3) Do these pictures (*ridge and wall analogies are presented*) help you to understand what happens to the pendulum bob between the magnets, e.g., on the lines forming the star shaped Y?

(4) Please compare the path of the ball in this bowl (*chaos bowl is presented*) with the path of the pendulum bob.

(5) Please explain what would happen if it would be possible to start always exactly from the same spot and if there were no disturbances at all?
51: What did the computer simulation show? (*if students do not refer to the program when responding to question 5*)

(6) Please compare the motion of the pendulum bob (and/or the ball in the chaos bowl) with other events or devices you know or you may invent.

(7) What is a chaotic system?
71: What is the same for all chaotic systems?
72: What are the key features of a chaotic system?

(8) If I release some small balls here (*Galton board*) where will they arrive?
81: Will they all arrive in the same box?
82: Are there similarities concerning unpredictability to other devices you know?
83: Is the Galton board a chaotic system?

(9) Do you know further examples for chaotic systems?
91: What about the dice? Is it possible to compare it with the magnetic pendulum and the chaos bowl?

(10) In the introductory questionnaire there was the statement "Same causes result in same effects".
101: What does it mean?
102: Are the experiences with the magnetic pendulum and the other chaotic systems in accordance with that statement?
103: And what about the statement "Similar causes result in similar effects?"
104: Are the experiences with chaotic system in contradiction to this statement?

(11) The behaviour of chaotic systems may be predicted only for rather limited periods. What are the consequences of this limited predictability?
111: Is it impossible now that one knows about chaotic systems to predict anything?
112: What is your view of the idea that everything is predetermined?
113: Do the insights into chaotic systems contradict the idea that everything that happens is due to certain laws of nature?

(12) What is chance for you? Did your idea of chance change through instruction about chaotic systems?

(13) And what is chaos for you? Did your idea of chaos change through instruction about chaotic systems?

(14) Did you learned something new about physics in instruction on chaos?
141: Did your view about the nature of physics change?
142: Do you meet these changes with sympathy or not?
143: Does it bother you that it not possible to predict everything?

In: Aufschnaiter St., Welzel M. (Hrsg.), Nutzung von Videodaten zur Untersuchung von Lehr- Lernprozessen. Waxmann Münster / New York / München / Berlin 2001. S 203 - 218

Gemeinsam oder getrennt?

Eine Videostudie zum Verhalten von Mädchen und Buben bei Gruppenarbeiten im Physikunterricht

HELGA STADLER, GERTRAUD BENKE & REINDERS DUIT

1. Einleitung und theoretischer Ansatz

Eine Vielzahl von Studien zeigt, dass es im Physikunterricht signifikante Unterschiede zwischen Mädchen und Buben gibt: Mädchen und Buben kommen mit unterschiedlichen Einstellungen zur Physik in den Unterricht (Koballa 1995 u.a.), sind am Physikunterricht weniger interessiert (Hoffmann, Häußler & Lehrke 1998 u.a.) und schneiden in standardisierten Tests schlechter ab (Mullis et al. 1998). Dies zeigt sich auch in ihrem Wahlverhalten, wie der Wahl des Studiums oder des Berufs. Ferner zeigt sich, dass Mädchen und Frauen weniger Selbstvertrauen in der Auseinandersetzung mit Physik haben als ihre männlichen Kollegen (Baumert 1997, Häußler&Hoffmann 1995). Wenngleich diese Untersuchungen und Ergebnisse für die Formulierung von Reformzielen von großer Bedeutung sind, so halten wir doch qualitative Studien, die sich mit den Besonderheiten der Interaktion im Physikunterricht und insbesondere den kommunikativen Unterschieden zwischen Mädchen und Buben im Unterricht auseinandersetzen, zur Erklärung dieser Ergebnisse für unerläßlich. Nur eine detaillierte Untersuchung dessen, wie Mädchen und Buben im Unterricht zu Wort kommen oder warum nicht, wie sie motiviert werden oder nicht, was sie ausprobieren, kann letztlich darüber Aufschluss geben, warum Mädchen im Standard-Physikunterricht so oft „versagen“ und die Freude an der Physik verlieren.

Bei der Analyse des Unterrichtsgeschehens gehen wir davon aus, dass Äußerungen von Schülern und Schülerinnen (ebenso wie von Lehrkräften) von geschlechtsspezifischen Sprachmustern beeinflusst sind. Bei der Untersuchung der Unterrichtskommunikation bedienen wir uns der kritischen Diskursanalyse (Benke 2000; Fairtlough & Wodak 1997). Bei dieser Methode werden Texte und Interaktionen linguistisch auf ihre Besonderheiten hin analysiert, und auf den jeweiligen Kontext rückbezogen. Ein Text hat immer eine sich aus dem jeweiligen Kontext ergebende Bedeutung: einerseits erfüllt er bestimmte unmittelbare Funktionen (z.B. es wird eine Frage beantwortet), andererseits stellt er eine bestimmte soziale Struktur her. Um diese Rückbeziehung (bzw. die Aspekte davon, die für die unterschiedlichen Fragestellungen relevant sind) zu verstehen, ist es daher notwendig, „Kontexttheorien“, d.h. Theorien zur Erfassung des Kontexts, heranzuziehen.

Bei der Analyse von Unterschieden zwischen den Geschlechtern („gender differences“) folgen wir dem sozialkonstruktivistischen Ansatz, wie er u.a. von Mary Crawford (1995) formuliert wurde: „Gender“ wird darin nicht als Eigenschaft von Individuen begriffen, sondern als Möglichkeit, Transaktionen in der Begegnung mit Physik zu verstehen. Candace West und Don Zimmerman (1987) sprechen in diesem Bezug von „doing gender“. „Gender“ wird damit zu einer sozialkognitiven Kategorie, durch die Information gefiltert wird, sie beeinflusst in dieser Bedeutung auch Verhalten, Denken, Gefühle und Sprache. [1]

[1] Diese Unterschiede sind in zahlreichen Studien zur Sprache von Männern und Frauen belegt: Frauen neigen z.B. in der verbalen Kommunikation eher dazu, "tag questions" (d.s. Fragen, die eine Behauptung relativieren, sie in Frage stellen, wie etwa "nicht wahr?" etc.) und Diminuative zu verwenden. Männer hingegen unterbrechen häufiger, kontrollieren das Gespräch und beanspruchen mehr Redezeit (vgl. u.a. Lakoff 1975, Crawford 1995).

Aus dieser theoretischen Position heraus stellt sich uns für die Analyse von Unterrichtskommunikation die generelle „Untersuchungsleitfrage“: Wie wirken sich Unterschiede zwischen Mädchen und Buben im Interaktionsverhalten bzw. in der Kommunikation im Klassenzimmer im Rahmen des Physikunterrichts auf das Verständnis und die Motivation von Mädchen und Buben aus?

In vorliegenden Artikel wollen wir einen Teilaspekt unserer Untersuchungen darstellen, nämlich Analysen von Gruppeninteraktionen und geschlechtsspezifische Partizipationsformen bei Gruppenarbeiten.

2. Charakterisierung des Untersuchungsdesigns

Die vorliegende Untersuchung ist Teil einer Studie, in der es um die Frage des individuellen "Verstehens" physikalischer Zusammenhänge geht sowie darum, ob es und welche Unterschiede es zwischen den Geschlechtern in dieser Frage gibt (Stadler & Benke & Duit 2000).

Zur Beantwortung dieser Frage verwenden wir in unserer Gesamtuntersuchung eine Reihe von Erhebungsinstrumenten (wie Fragebogen, Interviews, Videoanalysen; vgl. Stadler & Duit 1997). Wir sind, wie es ja auch in der kritischen Diskursanalyse geschieht, dabei der Überzeugung, dass nur ein „Multimethodenansatz“ bzw. eine Triangulation Fragen, die immer wieder auf eine hermeneutische Zugangsform zurückführen, mit gewisser Sicherheit einer Beantwortung zuführen kann. Je mehr Situationen und Phänomene einer komplexen sozialen Wirklichkeit mit den entwickelten Modellen erfasst werden können, desto brauchbarer sind die entsprechenden Modelle.

Das Datenmaterial stammt aus einer Studie, die im Zusammenhang mit einer am IPN Kiel durchgeführten Untersuchung zur Didaktischen Rekonstruktion der Chaostheorie entstanden ist (Duit 1997a). Dabei wurde eine Unterrichtseinheit zum Verhalten von chaotischen Systemen entwickelt (Duit 1997b). Das entwickelte Unterrichtsdesign ermöglicht es den Schülerinnen und Schülern, zentrale Ideen der Nichtlinearen Physik weitgehend selbständig im Gruppenunterricht – geleitet vor allem durch Arbeitsmaterialien – zu erkennen.

Das Datenmaterial zur vorliegenden Untersuchung beruht auf einer fünfstündigen Unterrichtssequenz zum Thema Chaos, die mittels Video in einer zehnten Schulstufe eines Wiener Gymnasiums aufgezeichnet und anschließend transkribiert wurde. In einem ersten Durchgang wurde das Videomaterial wurde dabei in verschiedene „Phasen“ eingeteilt, und zwar entsprechend der unterschiedlichen Kommunikationssituationen. Zunächst lassen sich Phasen des Frontalunterrichts bzw. der Diskussion in der ganzen Klasse von Phasen mit Kleingruppenarbeit, z. B. Computerarbeit sowie Präsentation der Ergebnisse vor der Klasse, unterscheiden. Unterschiedliche Kommunikationssituationen bieten unterschiedliche Möglichkeiten (oder Rollen) an. Geschlechtsspezifisches Sprachverhalten muss daher für jede dieser Situationen gesondert betrachtet werden – d.h. es muss untersucht werden, welche Rollen und Möglichkeiten dabei von Mädchen und welche von Buben wahrgenommen werden und wie beide in den unterschiedlichen Kontexten partizipieren.

Fragestellung und Hypothesen

Im Rahmen dieses Artikels stellen wir die Ergebnisse unserer Untersuchung von Gruppendiskussionen vor. Nach wiederholter Betrachtung des Video sowie angeleitet durch die Literatur zu geschlechtspezifischem Sprachverhalten haben wir uns vor allem den folgenden Fragestellungen zugewandt:

1. Wie viele und welche Arten von Fragen stellen Mädchen und Buben in den Gruppendiskussionen? Was ist die Funktion/der Grund der gestellten Fragen für die Mädchen und die Buben?

2. Wie bestimmt bzw. vorsichtig werden Behauptungen/Vermutungen bzw. Antworten auf Fragen von den Mädchen und den Buben formuliert? Wer antwortet auf Fragen?
3. Wie und von wem wird in der Gruppe die gemeinsame Vorgangsweise festgelegt?

3. Das Interpretationsverfahren

Als Datenmaterial für unsere Fragestellungen wählten wir aus der Video-Gesamtaufnahme des Unterrichts jene Sequenzen aus, in denen Mädchen und Buben gemeinsam in Kleingruppen arbeiteten. Die Aufnahmen wurden von einem Studenten mit räumlich festpositionierter Kamera durchgeführt. Auch das Ersttranskript wurde von Studenten gemacht. Bei einer ersten "Verfeinerung" des Transkripts, beschränkten wir uns zunächst auf rein verbale Äußerungen und auf die grobe Wiedergabe der Intonation. Im Fortgang der Auswertung erweiterten wir das Transkript und schlossen auch paralinguale Äußerungen ein. Da das Verständnis einer Situation immer individuell ist, d.h. auch die Verschriftlichung über das Transkript zunächst abhängig vom Betrachter ist (vgl. u.a. Ochs 1979), erschien es uns nützlich, die Aussagekraft des Transkripts dadurch zu erhöhen, dass wir zumindest Teile davon unabhängig voneinander erstellten oder überarbeiteten.

Genauso wie sich die Auswahl dessen, was Eingang in das Transkript finden sollte, im Verlaufe der Auswertung des Videos änderte beeinflusste auch umgekehrt das Transkript unsere Interpretation. Aufgabe des Transkripts war es, uns als Interpretationshilfe zu dienen – zur Verfremdung und Reduktion, als Ergänzung unserer Wahrnehmung und zugleich zu ihrer Kontrolle. Die Dokumentation und Nachvollziehbarkeit unserer Interpretationen (im Wege) des Transkripts stand dabei nicht im Vordergrund, da wir der Überzeugung sind, dass das Transkript allein – aus dem Zusammenhang genommen – noch viel mehr Interpretationen, andererseits eine Veröffentlichung des Videos dessen mißbräuliche Verwendung ermöglicht (vgl. auch Hall 2000).

Für die eigentliche Interpretation der Daten wurden nun sowohl Video als auch Transkript herangezogen. Die Interpretation erfolgte in einem iterativen, sich gegenseitig ergänzenden Prozess: Während das Transkript die Information auf das gesprochene Wort fokussiert, gibt das Video Zusatzinformationen (über Tätigkeiten, Intonation, Blickkontakte etc.) und ermöglicht es dem Betrachter so, sich in die Gesamtsituation einzufühlen. Das Transkript dient dabei eher der Kontrolle, bietet eine vereinfachende, reduktive Perspektive und repräsentiert damit die Außenposition. In der wechselseitigen Bewegung zwischen dem Lesen des Transkripts und der Betrachtung des Videos entsteht in dieser Weise eine Gesamtinterpretation. Diese Interpretation wurde dann in einem weiteren Schritt, nämlich im Wege einer Diskussion mit weiteren Personen, die genau denselben Prozess bereits durchgemacht hatten, überprüft und „ausgehandelt“.

Zwei Fallstudien zum geschlechtsspezifischen Verhalten in Gruppenarbeiten

Im folgenden stellen wir zwei gemischtgeschlechtliche Gruppen vor. Die erste Gruppe setzt sich aus drei Freunden – zwei Mädchen und einem Buben – zusammen. Auch in der zweiten Gruppe handelt es sich um zwei Mädchen und einen Buben, jedoch sind von ihnen nur die Mädchen eng miteinander befreundet. Diese beiden Gruppen sind interessant in ihren Ähnlichkeiten und Unterschieden. Die erste Gruppe zeichnet sich durch freundschaftliche Zusammenarbeit aus, alle Beteiligten sind aufeinander eingestimmt und machen und wollen zumeist dasselbe. Dennoch lassen sich Unterschiede im Gesprächsverhalten der Mädchen und des Buben festmachen.

Die zweite Gruppe ist dagegen weniger kohäsiv. Interpretierend kann man feststellen, dass die Zusammenarbeit nicht direkt, sondern über den gemeinsamen Arbeitsauftrag besteht, und dass, als das gemeinsame Ziel nicht mehr gegeben ist, auch die Zusammenarbeit leidet.

Auch bei dieser Gruppe lassen sich Unterschiede im Gesprächsverhalten des Buben und eines der Mädchen beobachten (das andere spricht überhaupt sehr wenig) – und diese Unterschiede decken sich in weiten Bereichen mit denen der zuerst untersuchten Gruppe.

Gruppe A:

Bei dem analysierten Videoausschnitt handelt es sich um ein Gespräch, im Zuge dessen die Mädchen und der Bub miteinander einen Arbeitsbogen bearbeiten.

Die Interaktion lässt sich grob gesprochen in vier Phasen gliedern. In Phase 1 (Zeile 1-50) bearbeiten die Jugendlichen die erstgestellte Aufgabe und überlegen sich, in welcher Weise ein abwärts rinnender Wassertropfen ein chaotisches System darstellen kann. In der 2. Phase suchen sie nach anderen chaotischen Systemen (51-88). In Phase 3 diskutieren sie eines davon – den Würfel – als chaotisches System (89-121) und in Phase 4 schreiben sie ihr Ergebnis auf (122-169).

Wir haben die vorliegende Sequenz (die Gruppe A) als Fallstudie einer relativ egalitären Geschlechterkommunikation ausgewählt. Die Jugendlichen sind gute Freunde, die aufeinander eingehen und miteinander reden. Dennoch lassen sich bei genauer Analyse feine Unterschiede in der Aufgabenpartizipation der zwei Mädchen verglichen mit der des Buben feststellen.

a) Fragen

Mädchen und Buben unterscheiden sich – obschon in den Gruppengesprächen insgesamt nur wenige Fragen gestellt werden – hinsichtlich der Häufigkeit und der Art der gestellten Fragen. So ist festzustellen, dass nur die Mädchen von sich aus inhaltliche Fragen aufwerfen (vgl. Zeile 20, 21, 31, 47, 56, etc.). Deutlicher noch wird diese fragende Haltung in der Intonation: Die Mädchen äußern ihre Überlegungen häufig mit leiser, zögernder Stimme und auch ihre Behauptungsaussagen werden in Form der eingangs erwähnten „tag questions“ (z.B. Zeile 28) sofort wieder in Frage gestellt. Marco dagegen formuliert in dieser Sequenz keine einzige inhaltliche Frage und seine Vermutungen werden nicht als Fragen, sondern als Behauptungen formuliert und den anderen als solche präsentiert. Konsequenterweise finden sich bei Marco auch keinerlei „tag questions“.

b) Die Suche nach Lösungen

Die Mädchen und der Junge unterscheiden sich auch in der Art, wie sie an die Lösung einer Frage herangehen. Als Beispiel dafür wählen wir einen Ausschnitt aus Phase 2.

Konfrontiert mit der Aufgabe, ein chaotisches System zu finden, zieht Marco zuerst einmal das Physikbuch hervor (d.h. "konsultiert" eine Autorität). Bei seinem Nachdenken wiederholt er immer wieder das Ziel "chaotisches System". Als er meint, daß er eines gefunden hat, stellt er es zur Diskussion (und es wird von den Mädchen zurückgewiesen). Die Mädchen dagegen suchen zuerst nach möglichen "Feldern", in denen sie eine Anwort finden könnten, – z. B. nach "etwas im All". Es wird also nicht eine Lösung vorgestellt, sondern ein "Suchraum"; der Problemlösungsweg selbst wird verbalisiert und die anderen werden zur Partizipation aufgefordert. Damit erlauben sie anderen früher den Eintritt in ihren Gedankengang bzw. können (während sie selbst noch nachdenken) ihre Gedanken mit anderen teilen, sind so am Ende aber nicht unbedingt diejenigen, die die Lösung für sich beanspruchen können.

c) Festlegung der Vorgangsweise

Schließlich unterscheiden sich die Mädchen und der Bub auch in der Art und Weise, wie sie in der Interaktion die gemeinsame Vorgangsweise bestimmen. So zeigen sich in der Analyse dessen, wie die gestellten Aufgaben bearbeitet werden, sowohl die Mädchen als auch Marco aktiv, allerdings in jeweils sehr unterschiedlicher Weise. Auffallend ist die Verwendung von Imperativen bzw. Handlungsanweisungen, die fast ausschließlich auf Marco zurückgeht (u.zw. insbesondere in Phase 1 und 2, vgl. die Zeilen 7, 22, 52, 63, 75, etc.).

Während Marco die Mädchen explizit auffordert an dies oder jenes zu denken, also sich gedanklich seinem Thema zuzuwenden, stellen die Mädchen ihr Thema einfach in den Raum – und verlassen sich darauf, daß es von den anderen aufgegriffen wird. (Themensetzung ist dabei natürlich auch eine Form der „Steuerung" des Handlungsablaufs.) Das andere Mädchen geht denn auch prompt darauf ein, Marco aber nicht (s. Zeile 56-64).

Umgekehrt werden jedoch auch die Beiträge Marcos von den Mädchen nicht immer aufgegriffen. Auf der Suche nach den sensitiven Stellen eines Würfels wird sein Vorschlag „die Kanten" (Zeile 89) aufgegriffen, doch wiederholt er dreimal in den Phasen 3-4, dass auch "Ecken" zu den sensitiven Stellen des Würfels zählen (Zeile 94, 114, 120), aber ohne Erfolg: die Mädchen erwähnen es kein einziges Mal.

In Phase 2 spricht Christina die Gruppe auch einmal indirekt handlungsanweisend an: "Wir schreiben halt irgendwas mit dem Würfel!", sie korrigiert aber sofort mit der direkten Frage: "Beschreiben wir den Würfel?"

An der inhaltlichen Seite der Diskussion über das Verhalten eines Würfels sind alle drei in gleichem Maße beteiligt, wobei die Mädchen mit Fragen die

Diskussion in Gang halten (aber durchaus auch Aussagen und Erläuterungen machen), während Marco vorwiegend Begründungen und Antworten beiträgt.

Diese allseitige Partizipation ändert sich in der Phase des Niederschreibens. In dieser sind vor allem die Mädchen aktiv, sie gemeinsam erarbeiten die Formulierung. Bei der Niederschrift (die von allen auf dem jeweils eigenen Arbeitsblatt zu erfolgen hat) fragt Marco dann die Mädchen, wie der Satz nun weitergehe. Als sich bei der Formulierung der Antworten kurz noch eine konzeptuelle Frage ergibt, ist er aber sofort wieder erklärend bzw. argumentierend am Gespräch beteiligt.

Zusammenfassung

Fasst man die bisherigen Beobachtungen zusammen, so erscheint in dieser Gruppe der Junge dominant: er stellt keine inhaltlichen Fragen, gibt Handlungsanweisungen, lässt die Mädchen den Text ausformulieren, nimmt vorwiegend die "wissende" und "lehrende" Position ein und scheut es, Unwissenheit zu zeigen.

Dennoch – betrachtet man ausschließlich das Video, so erhält man nicht diesen Eindruck: Den potentiell dominanten Seiten des Verhaltens des Buben stehen im gleichen Ausmaß assertive und dominante Verhaltensweisen seiner Freundinnen gegenüber. Das Video zeigt, dass die beiden Mädchen ihr Gespräch weitgehend zu zweit führen und Marco davon ausgeschlossen bleibt. Sie greifen die Frage der jeweils anderen auf, überdenken die angebotene Lösung. Ihre eingangs erwähnte Frage-Haltung stellt durch diese Aufeinanderbezogenheit keinen Statusverlust dar, während Marco seinen Status in der Diskussion erst erkämpfen muss. Seine Bemerkungen werden zwar registriert und aufgenommen oder abgelehnt, aber erst in Phase 3 gelingt es ihm, dass einer seiner Vorschläge ernsthaft durchdiskutiert wird und seine Argumente dabei Gewicht erhalten.

Zwar äußern sich die Mädchen selbst nicht in Form von Imperativen, sie weisen derartige Äußerungen des Buben vielmehr deutlich zurück ("Denken wir an Kugeln!" – "Na, das haben wir schon!") und zeigen sich auch sonst sehr selbstbewusst und assertiv ("Das ist aber nur das

Gleichgewicht!" – "Nein, es gibt eh nur Würfel." – "Die Kanten, das sind keine sensitiven Stellen!").

Mit anderen Worten: Wenngleich die Mädchen hier bestimmte potentiell dominante Gesprächsmuster (Verwendung von Imperativen, Vorgeben von Handlungsanweisungen, Aufstellen von Behauptungen an der Stelle von Fragen) nicht übernehmen, beantworten sie sie dennoch aus einer Position der Stärke – sie können Imperative zurückweisen, Assertionen mit einfachen Negationen beantworten etc., ohne dass dies das Gesprächsklima negativ beeinflussen würde. Wie auch z.B. Tannen (1994) herausgearbeitet hat:

die "Wirkung" bestimmter sprachlicher Muster liegt nicht in ihnen selbst begründet, sondern bedarf des Zusammenspiels beider Gesprächspartner. Damit ergibt sich für die betrachtete Sequenz Gleichwertigkeit in der Partizipation bei gleichzeitigem Vorliegen deutlicher Unterschiede im diskursiven Stil.

Gruppe B

Anders ist dies bei der zweiten Gruppe, von welcher hier aus Platzgründen nur eine zusammenfassende Analyse dargestellt werden kann.

Bei dieser Gruppe handelt es sich nicht um drei Freunde, sondern es sind nur die beiden Mädchen eng miteinander befreundet, der Bub seinerseits zählt eher zu den Außenseitern der Klasse. Dennoch übernimmt bzw. beansprucht er eine deutliche Leitungsposition innerhalb der Gruppe. In der untersuchten Interaktion waren die beiden Schülerinnen und der Schüler vor die Aufgabe gestellt, mit Hilfe von Computersimulation das Verhalten eines Magnetpendels in mathematischer Idealisierung zu beschreiben. Dazu lag ihnen wie schon bei den früheren Aufgaben ein Arbeitsblatt mit einer Reihe von Arbeitsaufträgen vor. Wie bei der ersten Gruppe lässt das Transkript vor allem in bezug auf eines der beiden interagierendes Mädchen und den Buben unterschiedliche Gesprächsmuster erkennen, die im Kern den Unterschieden, die wir schon in der ersten Gruppe vorgefunden haben, entsprechen. Wieder stellt das Mädchen mehr und vor allem inhaltliche Fragen, äußert der Junge mehr und direkt formulierte Imperative. Wieder übernehmen die Mädchen die Niederschrift der Arbeit.

Im Vergleich zur ersten Gruppe wirkt in dieser der Bub aber dominierender. Im allgemeinen setzt er sich mit seinen – auch was die Intonation betrifft sehr scharf formulierten – Imperativen durch. Was er vorschlägt, wird – wie Video und Transkript zeigen – gemacht, und da die Mädchen (u.U. aus Zeitgründen) kaum mit eigenständigen Handlungsschritten kommen, liegt die Initiative ganz bei ihm. In der zweiten Phase übernimmt er die Handhabung des Computers, während die Mädchen das Arbeitsblatt ausfüllen. Er bemüht sich nicht weiter um die Mitwirkung an den Formulierungen und versucht auch nicht, die Mädchen in einer aktiven Rolle in seine Tätigkeit einzubeziehen. Andererseits kann man die Mädchen auch nicht als submissiv bezeichnen; sie sehen ihre Aufgabe als durch das Arbeitsblatt vorgegeben an und lassen sich von dieser Auffassung ihrer Aufgabe nicht abbringen. Dies führt in gewissem Grad zu einem "Zerfall" der Gruppe – zwei Tätigkeiten werden gleichzeitig durch je eine abgekoppelte "Untergruppe" durchgeführt.

4. Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

In der Analyse der Gruppenarbeiten benützen Buben die potentiell zu Dominanz führenden Sprechakte des Anweisens bzw. sie vermeiden Fragen, die sie als unwissend erscheinen lassen könnten. Deutlich wird dieses Verhalten durch die im Trankskript wiedergegebenen Äußerungen, vor allem aber bei der Betrachtung des Videos durch die Intonation der Sprechenden. Die Fragen der Buben sind eher prozedural und dienen damit auch der Kontrolle (zumindest der Geschwindigkeit) des Arbeitsablaufes. Die Buben geben Antworten und

Erklärungen. Die Mädchen dagegen stellen inhaltliche Fragen, zeigen (auch in der Intonation feststellbare) Unsicherheiten im Verständnis von Phänomenen und suchen Diskussionen, um jene zu bewältigen. Je nach der an den Tag gelegten Sicherheit im eigenen Auftreten (Verwenden von Abschwächungen etc.) sind sie in der Lage, als gleichwertige Partnerinnen an der Konversation mitzumachen oder nicht. In gleicher Weise sprachlich manifeste Sprechakte, die kontrollierend oder potentiell dominant sind, konnten wir bei den Mädchen nicht feststellen. In beiden Gruppen fanden wir, dass die Mädchen stärker an den gegebenen Aufgaben orientiert waren als die Buben und, wie auch das Video zeigt, weniger leicht davon abzulenken waren. Das Video macht auch deutlich, wie sehr die Mädchen in beiden Gruppen bei ihrer Arbeit und Diskussion aufeinander bezogen sind und sich gegenseitig stützen. Ob befreundete Buben ein ähnliches Verhalten an den Tag legen, müssten weitere Studien klären.

In dem Maß, in dem diese Gruppen für etwas Umfassenderes, nämlich für das Sprechverhalten von Mädchen und Buben überhaupt stehen, ergeben sich folgende Konsequenzen:

- In dem Maß, in dem die Buben die Interaktion tatsächlich dominieren, d.h. ihren Gesprächsstil und ihre Agenden durchsetzen, ist die Kommunikation vermutlich mehr ”konkret”. D.h. es wird über gesicherte ”Fakten” geredet und weniger über eigene Unsicherheiten, Vermutungen und Verständnisschwierigkeiten.
- Sind im Unterschied dazu die Buben nicht dominierend, so bringen die Mädchen u. U. mit ihren Fragen eine diesbezügliche Kommunikation in Gang – doch beschränkt sich diese hauptsächlich auf Mädchen, sofern ein Bub die Diskussion nicht mit einer Erklärung beendet.
- Dieses Gesprächsverhalten führt letztlich zur Aufrechterhaltung einer Disparität zwischen Mädchen und Buben in der Klasse bzw. in Gruppenarbeiten. Mädchen fragen, Buben antworten. Es ist kaum verwunderlich, wenn aus diesem Gesprächsmuster für die Betroffenen der Eindruck entsteht, einerseits – d.i. auf seiten der Mädchen – weniger zu wissen, weniger Kompetenz zu haben, und andererseits – d.i. auf seiten der Buben – kompetenter zu sein. Damit einher gehen natürlich auch die sich, was die Kompetenz anlangt, komplementären Sichtweisen der Mädchen und Buben im Verhältnis zueinander.

5. Diskussion der Methode:

Im Vordergrund unserer Studie standen nicht die üblichen Gütekriterien, wie Reliabilität, Objektivität,Validität, sondern das Verständnis einer spezifischen kulturellen Praxis – in unserem Fall der Frage, wie „Gender“ die Arbeit von Gruppen in einer Schulklasse und im speziellen Einstellungen und Verhalten der Mädchen beeinflusst. Unsere Arbeit lässt vermuten, dass es multiple Wahrheiten gibt – so mögen etwa die Ansichten der jeweils Betroffenen von den unseren durchaus verschieden sein. Eine Offenlegung dieser unterschiedlichen Betrachtungsweisen wäre nicht nur für das Forschungsergebnis selbst von Bedeutung, sondern böte auch den Akteuren selbst - wie dies etwa in der Aktionsforschung geschieht - Gelegenheit, den Blick auf ihre eigene Situation zu schärfen. Ein nächster Schritt wäre daher ein Forschungsunternehmen, das Forschungs- und Aktionsforschungsaspekte miteinander verbindet, d.h. die Betroffenen selbst in den Forschungsprozess miteinbindet – mit dem Ziel der Verbesserung von Lernumgebungen und Kommunikationsstrukturen.

6. Literaturangaben:

Baumert, J., Lehmann, R. (1997): TIMSS-Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde. Opladen: Leske + Budrich.

Benke, G. (2000): Diskursanalyse als sozialwissenschaftliche Untersuchungsmethode. SWS Rundschau, 40(2), 140-162.

Crawford, M. (1995): Talking Difference. On Gender and Language. London: Sage Publ.

Duit R, Komorek M and Wilbers J (1997a): Studies on educational reconstruction of chaos theory. Research in Science Education 27, 339-357.

Duit R, Komorek M, Wilbers J, Roth W M and Stadler H (1997b): Eine Unterrichtseinheit zur eingeschränkten Vorhersagbarkeit chaotischer Systeme für das 10. Schuljahr [A teaching unit on limited predictability of chaotic systems]. In J. Willer, Ed., Didaktik der Physik. Vorträge Frühjahrstagung Berlin (Bad Honneff, Germany: Deutsche Physikalische Gesellschaft) 276-281.

Fairtlough, R., Wodak, R. (1997): Critical Discoursanalysis. In: Teun van Dijk (Ed.): Discourse as social interaction. Vol. 2, p. 258-284. London: Sage.

Hall, R. (in press): Video recording as theory. In D. Lesh & A. Kelley (Eds.) Handbook of Methods for Research in Learning and Teaching Science and Mathematics. Mahweh, N.J.: Lawrence Erlbaum.

Hoffmann, L., Häußler, P., Lehrke, M. (1998): Die IPN-Interessenstudie Physik. Kiel: IPN.

Häußler, P., Hoffmann, L.: Physikunterricht – an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert. In: Unterrichtswissenschaft 23/2, S. 107-126.

Koballa, Th. R. Jr. (1995): Children´s Attitudes Toward Learning Science. In: Glynn, S. & Duit, R. (Eds.): Learning Science in the Schools. Research Reforming Practice. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, Publ., S. 59-84.

Lakoff, R. (1975): Language and women´s place. New York: Harper and Row.

Mullis, I., Martin, M. et al. (1998): Mathematics and Science Achievement in the Final Year of Secondary School. Boston: Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, Boston College.

Ochs, E. (1979): Transcription as a Theory. In: Developmental Pragmatics. Academic Press.

Stadler, H., Benke, G., Duit, R.: How do boys and girls use language in physics classes. In: Research in Science Education in Europe. Dordrecht: Kluwer Publishers (im Druck).

Stadler, H., Duit, R. (1997): Teaching and learning chaos theory - case studies on students' learning pathways. Paper presented at ESERA Conference, Rome.

Tannen, D. (1994): Gender and discourse. New York, Oxford: Oxford University Press.

West, C., Zimmerman, D. (1987): Doing Gender. In: Gender and Society 1, p. 125-151.

Ausschnitt aus dem Transkript:

Verwendete Zeichen und ihre Bedeutung:

/ markiert das Ende einer Äußerung

= zwischen zwei Äußerungen, die unmittelbar aufeinander folgen

// markiert den Anfang eines Overlaps

] markiert das Ende zweier sich überlappender Äußerungen

(.) Sprechpause

, steigende Intonation

? stark steigende (fragende) Intonation

! Ausruf

. fallende Intonation

HI starke Betonung

( ) eingeklammertes Wort ist nicht zweifelsfrei verständlich

xxx unverständliche Äußerung

kurs beschreibt Geste, Mimik, Handlung

+ Ende einer bestimmten Geste, Mimik oder Handlung

{=} Bemerkungen der Autoren

Situation: Gruppenarbeit mit dem Schüler Marco und den Schülerinnen Andrea und Christina.

Die beiden Mädchen sitzen nebeneinander, der Bub gegenüber. Sie haben ein Arbeitsblatt erhalten, in dem sie folgende Aufgabe zu lösen haben:

Denkt Euch ein chaotisches System aus, das bisher im Unterricht noch nicht vorgekommen ist. Achtet darauf, welches die identischen auffälligen Stellen labilen Gleichgewichts in Eurem System sind, die immer wieder durchlaufen werden. Warum kann man bei Eurem System den Verlauf nicht vorhersagen?

Dauer der Szene: 11 Minuten.

Andrea: Bei den Wassertropfen xx

Marco: ... es kein labiles Gleichgewicht.

Andrea: Ja eben!

(..),

Marco: Voll nicht. Weil, wenn's auf ana [=einer] ...

Christina: Redet kurz mit A, xxx. Schaut nach rückwärts.

Marco: Ok, dann kann man das wenigstens streichen.

Christina: lacht, Gott sei Dank!

(...)

Marco: ... weil auf einer waagrechten Fläche. Bleibt einfach liegen, da ist´s egal.

Christina: Warte, laß mich überlegen!

Christina beginnt zu lesen, während sich die beiden anderen in der Klasse umsehen.

Marco, in die Klasse schauend: Unterbrunner! Schwarz!

Andrea und Christina folgen seinen Blicken nicht, sondern sie mustern ihn kurz. Christina liest weiter. Die beiden beginnen sehr leise miteinander zu sprechen, Marco hört ihnen zu.

(...)

Marco: Anderes Thema!

(...)

Christina: xxx zu Andrea.

Andrea: zu Christina: Stimmt das mit dem Wassertropfen?

Andrea: xxxxxx. Wassertropfen, rinnt er hinunter?

Marco: He! Wir müssen lauter ... – ANDREA ermahnend.

Christina: lachend: Ich versteh dich nicht einmal!

Andrea: lauter sprechend: Wenn ein Wassertropfen xxxx, Christina fragend.

Christina Ja!

Andrea xxx. Man kann nicht sagen links, rechts – oder kann man das schon?

Christina: Eigentlich schon, weil die Schwerkraft xxx.

Andrea: Yeah! Oder xxx wie runter. Nicht?

Christina: Na aber andererseits,//

Marco: Es gibt auch]

Christina: beachtet Marcos Einwand nicht. Zu Andrea: es rinnt nicht immer ganz grad!

Andrea: zu Christina: Wenn ein Wassertropfen abläuft, auf die Scheibe fliegt, dann rinnt er hinunter. Man kann nicht sagen links, rechts. Die Schwerkraft.

Christina: zu Andrea: Es rinnt nicht immer ganz //gerade runter.

Marco: Weil sich Wasser] irgendwie verbindet oder so, es fließt zusammen zu einem größeren Strahl. Also ...

Christina: //Es rinnt nicht immer ganz gerade runter, ja.

Andrea: Es verbindet sich immer zu den anderen.]

Marco: Also vergessen wir das!

Marco: Ja. (...) Das lenkt nur ab. (Zeigt auf das Mikrofon, dann zur Kamera:) Ich kann mich voll nicht konzentrieren.

(...)

Christina: zu Andrea: Wenn man Wasser z.B. wo runterrinnen läßt, z.B. irgendwo reinschüttet oder so. Dann macht es ja auch das. Ich mein, (...) das hat nicht eine bestimmte Form.

Andrea schüttelt den Kopf: Ich weiß nicht. Wo sollen da labile Gleichgewichtsstellen sein?

Christina: Ja eben.

(Alle drei schauen einander ratlos an.)

(...)

Marco: (beginnt zu kramen und holt sein Physikbuch aus der Tasche.) Überlegt mal: Chaotisches System! Denken wir mal an Kugeln.

Andrea: In abwehrendem Tonfall: Na {=nein}, das haben wir schon!

Marco: Es gibt noch andere. // xxx.

Andrea: Im All,] im All da herrscht ja auch Chaos. Aber inwiefern?

Marco: //Ha, lächelnd.

Andrea: Thermisch!] Die Sonnenstrahlen!

Christina: (…) Die Sonne ist gar nicht wichtig im All!

Andrea: Ich weiß es nicht. Das Planetensystem halt.

Marco schaut woanders hin.

Marco: Chaotische Systeme. Pfft. Pfft. Wir haben sicher irgendeins Zuhause, heh. (....) Genau. Halte mal einen Bleistift hier. Beginnt mit dem Bleistift zu balancieren.

Andrea: Ja, das ist aber nur das Gleichgewicht.

Marco: Ja.

Christina: Das ist genauso, wie wenn du ihn aufstellst.

Marco: Ok.

(...)

Christina: Und mit irgendwelchen elektrischen Funken oder so? Ich weiß nicht.

(...)

Andrea: (Sieht zu den anderen nach hinten:) Habt ihr schon was gefunden?

Kurzer Wortwechsel mit einer anderen Gruppe, weitgehend unverständlich, sehr schnell, schließlich beginne alle drei zu lachen:

Marco: xxx, aber besprochen haben sie es. Wir können aufschreiben. Roulette (...)

Christina: Aber Roulette ist genau das selbe, wie das mit der Kugel und mit der Chaosschüssel. Liest im Zettel. Wo ist da das labile Gleichgewicht?

Andrea und Marco schauen, während Christina liest, ratlos umher.

Christina: Zu Andrea: Wir schreiben halt irgendwas mit dem Würfel. Beschreiben wir den Würfel?

Andrea: zuckt mit den Schultern.
Marco: Na warte! Denk mal! Spiele! Spiele! Spiele! Roulette!
Christina: Nein, es gibt eh nur Würfel.
Andrea: Es gibt noch viel mehr, aber Spiel, Würfel!
Christina: Spiel - Würfel? (Schreibt.)
Marco beginnt gleichfalls zu schreiben.
Andrea lesend: Auffällige {Besser: Neuralgische oder kritische !!!}Stellen, die immer wieder durchlaufen werden? Schaut fragend Christina an.
Marco: Na ja die Kanten vom Würfel!
Andrea zu Marco Die Kanten! Das ist keine sensitive Stelle.
Marco: Wenn er auf der Kante liegt, weißt du nicht, ob er nach links oder rechts liegt. Das ist die sensitive Stelle beim Berg. Die Kanten, Ecken!
Christina: Die Kanten sind die sensitiven Stellen?
Marco: Na Kanten, Ecken!
Christina: Schreiben wir halt ...
Marco: Eigentlich - eigentlich auch die Fläche! Wenn er genau auf die Fläche fällt, springt er auch noch einmal hoch!
Andrea: Der ganze Würfel ist eine sensitive Stelle!
Marco: Ja genau.
Christina: Nein, das sind eher die Kanten, die sensitiven Stellen. //Wenn
Andrea: OK] und die werden immer wieder durchlaufen.
Christina: mit den Händen die Bewegung eines Würfels nachzeichnend: Ja, und immer wieder kommt es auf eine Kante, das Gleichgewicht verändert sich, muß zur einen oder anderen Seite!
Marco: Da tu i ma {=ich mich}schwer, weil da dreht er sich (zeigt, wie sich der Würfel in eine bestimmt Richtung dreht).
Christina: Kommt darauf an, wie er fliegt.
Marco: Wir müssen ja auch erklären
xx
xx
xx
Andrea: Sensitive Stellen sind //die Kanten. (Schreibt.)
Christina: Die Kanten]
Marco: //Und Ecken.
Andrea: =Der Würfel muß immer wieder entscheiden – unter Anführungszeichen –, auf welche Seite er sich ... macht eine Bewegung mit der Hand.
Marco: //Wie er sich weiter bewegt.
Christina: xxx]
Christina: Sensitive Stellen sind die Kanten.
Marco: Und die Ecken.
Christina: Ja und der Würfel muß, muß sich halt entscheiden.
Andrea: Der Würfel muß sich bis zum endgültigen Stillstand mehrmals entscheiden. Zu Christina: Entscheiden unter Anführungszeichen.
Alle schreiben. (...)
Christina: Mhm. (...) Entscheiden auf welche Seite er fällt. (...) Ja. OK. Diktiert: In diesem Moment befindet er sich im labilen Gleichgewicht. (...) +
Andrea liest: Warum kann man bei eurem System den Verlauf nicht vorhersagen? (...) Weil wiederum kleinste Störungen ... wie es immer war!

Christina: Wobei ´s beim Würfel nicht klar ist.

Andrea: Schon weil die Unterfläche – weil die Unterfläche irgendwie rauh ist, kannst // es nicht vorhersagen.

Marco: Außerdem, wie willst du ihn] denn genau wieder gleich fallen lassen. Das geht beim Würfel schwerer wie {=als}beim Pendel.

Andrea: Wieder gilt, daß kleinste Störungen, die, zögernd, nach Worten suchend, beeinflussen den Verlauf.

Alle drei schreiben. Christina diktiert weiter.

Christina: ... den Verlauf des Würfelfalls, ihn // unvorhersehbar machen.

Andrea: = unvorhersehbar machen. Christina und Andrea blicken einander an.

Christina: schreibend: Kleinste Störungen sind zum Beispiel Oberflächenveränderungen.

Marco: Wiederum?

Christina: Diktiert: ... sind kleinste Störungen zum Beispiel Oberflächenveränderungen (...)

Marco: schreibend: kleinste Störungen sind?

Christina: Die Bewegung des Würfels unvorhersehbar machen. (Schreibt.)

Marco: Ja genau!

Andrea: Wissen wir noch eins, denken wir noch nach?

Christina: Beim Wasser, der Springbrunnen.

Marco: Flumi.

Andrea: Flumi?

Die Gruppe erhält eine Overheadfolie mit der Anweisung, die Ergebnisse auf der Folie zu notieren

Andrea: Schreibst du es noch auf, du hast so eine schöne Schrift.

Christina: Was? Das da aufschreiben?

In: Schneider, Lotze, K. (Hrsg.) Wege in der Physikdidaktik, Bd. V, Palm & Enke, Erlangen 2002, S 158-164

"Schwerelosigkeit herrscht dort, wo keine Schwerkraft mehr wirkt"

Schülervorstellungen zum Thema Schwerelosigkeit

HELGA STADLER

Eines der wichtigsten Konzepte der Physik ist das Konzept der Gravitation. Die Frage, wie und warum ein Gegenstand zu Boden fällt, war eine der zentralen Fragen der Physikgeschichte und ist dies - in einer viel umfassenderen Form - bis heute geblieben. Zugleich ist das Phänomen Gravitation, dass Gegenstände zu Boden fallen oder dass wir sie halten müssen, damit sie nicht fallen, so selbstverständlich in unserem Leben, dass ich z.B. als Lehrerin nie gefragt wurde, warum Gegenstände eigentlich zu Boden fallen. Gravitation wird für Schüler erst dort interessant, wo sie scheinbar nicht existiert, im Weltraum.

Über die Vorstellungen von Kindern zur Gravitation gibt es zahlreiche Forschungsarbeiten [1,2,3]. Sie zeigen, dass Schülerinnen und Schüler durchwegs der Meinung sind, dass außerhalb der Erdatmosphäre Schwerelosigkeit herrscht. Eine in Österreich durchgeführte Untersuchung [4] bestätigt dieses Bild und weist überdies darauf hin, dass diese Vorstellung vermutlich nicht isoliert zu sehen, sondern in ein Rahmenkonzept eingebettet ist.

Ausgangspunkt der in Wien durchgeführter Untersuchung waren etwa 30 qualitative problemzentrierte Interviews mit 13-16jährigen Schülerinnen und Schülern aus unterschiedlichen Schultypen. Den Schülerinnen und Schülern wurden zwei "Lügengeschichten" von Martin Gardner [5] vorgelegt. Die Geschichten erinnern an den Vorschlag, Schüler mit "What happens if..."-Fragen zu eigenen Hypothesen anzuregen und dabei gleichzeitig die Konzepte der Befragten offenzulegen [6]. Lügengeschichten und "What happens if..."-Fragen eigenen sich auch gut für den Unterricht [7].

Die erste der beiden Geschichten ist eine Geschichte über den Mond. Warum gerade über den Mond? Die Auslagen der Buchgeschäfte sind derzeit voll mit Büchern über den Mond, es gibt eine Art Renaissance des Glaubens an die Kraft des Mondes, die sich auch in den Aussagen der Schüler widerspiegelt. Nachfolgend sind jene Ausschnitte der Geschichte von Gardner wiedergegeben, die sich auf Fragen zur Gravitation des Mondes beziehen.

> Die Mondoberfläche lag noch im Licht der untergehenden Sonne. ... Feinster Mondstaub wurde von einer sanften Brise gegen das Glasfenster seines Helms geblasen. Plötzlich hörte er einen lauten Knall. Im ersten Schreck sprang er einen Meter in die Höhe. Dann atmete er auf, als er sah, dass sein Kollege mit einem Hammer bloß einen der herumliegenden Mondsteine in zwei Stücke zerschlagen hatte.

Die Schüler und Schülerinnen wurden gefragt, was ihnen an diesem Bericht glaubwürdig vorkomme und was nicht. Wie sieht es auf dem Mond aus? "Es ist hügelig und ganz kahl. Dunkel und kalt." Praktisch alle befragten Schülerinnen und Schüler entwerfen dieses Bild des düsteren, kalten Mondes. Dass wir den Mond hell am Himmel sehen, dass er von der Sonne beschienen wird, ist keinem der Schüler aufgefallen. Dieses Absehen von der Realität ist durch zahlreiche Forschungsarbeiten belegt. Reinders Duit hält dazu in einem seiner Artikel fest, daß es immer wieder verwunderlich sei, "wie empirische Evidenz gegenüber festgefügten Vorstellungen auszurichten vermag" [8]. Den Äußerungen der Schülerinnen und Schüler scheint zudem eine mystische, geheimnisvolle Vorstellung vom Mond zugrundezuliegen, wie wir sie etwa auch aus der Esoterik kennen. Eine Schülerin meint dazu: "Es ist dort nicht so konkret wie bei uns."

Zu diesem Bild passt auch, dass es, wie die Schüler immer wieder erwähnen, am Mond nur Staub und Steine, aber kein Leben gibt. Und auch keine Atmosphäre: "Und zwar deshalb, weil man mit Sauerstoffmasken herumläuft."

In manchen Fällen gaben die Interviews Hinweise auf eine Art "Horror vacui", etwa in der folgenden Aussage: "Es gibt am Mond Luft ohne Sauerstoff. " Oder eine andere Schülerin auf die Frage, ob der Mond eine Atmosphäre hat: "Ich glaube schon. So in gewisser Weise müsste es dort schon etwas geben." Und auf meine Frage, wie dieses Etwas wohl ausschauen könnte: "Anders als auf der Erde... Das kann nicht sein, dass es dort gar nichts gibt."

Für die Schüler steht fest, dass der Mond keine Atmosphäre hat und dass es am Mond daher auch keine Schwerkraft gibt. Aus den Aussagen der Schülerinnen und Schüler: "Da gibt es keine Luft, weil es da keine Schwerkraft gibt." "Der Mond hat eigentlich gar keine Gravitation. Er hat keine Sphäre."

Die fehlende Atmosphäre erklärt die sonderbaren Bewegungen der Astronauten am Mond: "Wenn es keine Luftschichten auf der Erde gäbe, würden die Sachen so wie am Mond schweben. Der Mond hat keine Luftschicht, daher schweben die Sachen." Daher kann ein Astronaut in der Meinung der Befragten auf dem Mond auch nicht springen: "Wenn er einen Meter in die Höhe springt, dann kommt er sicher nicht mehr zurück. Weil da keine Schwerkraft ist. Er fliegt dann davon, wenn er nicht angebunden ist." [2, 9]. Warum die Astronauten dennoch nicht davonschweben? Die Schüler in dieser Untersuchung finden eine Lösung, die international zu sein scheint [2]: "In die Höhe springen kann er schon, weil er mit den Mondschuhen wieder zurückkommt. Die Mondschuhe sind sehr schwer, aus einem bestimmten Metall. Wenn sie aus Plastik wären, dann würde er weiterfliegen."

Die genannten Vorstellungen decken sich mit den Eindrücken, die die Jugendlichen aus den flüchtigen Bildern der Medien gewonnen haben. Die Konzepte der Kinder und Jugendlichen sind einander daher, international betrachtet, sehr ähnlich. Auftretende Widersprüche (etwa haben viele der Jugendlichen im Unterricht gelernt, dass die Anziehungskraft des Mondes etwa ein Sechstel jener der Erde beträgt) werden erst wahrgenommen, wenn die Interviewten direkt darauf hingewiesen werden [8]. Um Genaueres über die Konzepte der befragten Jugendlichen zu erfahren, wurde den Schülerinnen und Schülern auch eine zweite Geschichte vorgelegt [5]:

> Ein fester Tisch hat eine Masse von 100 kg. Stell dir vor, Superman fliegt mit diesem Tisch in den Weltraum. Dann holt er die Erde und legt sie drauf. Glaubst du, dass der Tisch das aushalten würde? Warum? Oder warum nicht?

Aus den Schülerantworten: "Ich glaube schon, denn im Weltraum ist der Tisch schwerelos... " Und etwas später im Interview: "Im Weltraum ist die Anziehungskraft der Erde nicht so groß und der Tisch unterliegt gleichzeitig der Schwerelosigkeit, oder?"

Im Weltraum herrscht Schwerelosigkeit, die Körper unterliegen neben einer schwächer gewordenen Gravitationskraft der Schwerelosigkeit. Fehlkonzepte zur Schwerelosigkeit finden sich auch noch bei Physikstudenten, wie die nachfolgende Aussage belegt: "Im Weltraum ist die Anziehungskraft der Erde nicht so groß und ein Körper unterliegt gleichzeitig der Schwerelosigkeit." Im Weltraum "herrscht Schwerelosigkeit", neben einer schwächer gewordenen Gravitationskraft "unterliegen" die Körper der Schwerelosigkeit.

Das folgende Interview wurde von einem Physik-Lehramtsstudenten im 7. Semester geführt. Auch für diesen (einen Schüler interviewenden) Studenten gibt es im Weltall keine Gravitationskräfte, weil dort "Schwerelosigkeit herrscht":

Schüler: "Der Tisch wird nicht zerquetscht, weil im Weltraum Schwerelosigkeit herrscht. Und weil darum Erde und Tisch schweben und das Gewicht gar nicht auf dem Tisch lastet."

Student: "Ja, das ist die richtige Antwort. Als Zusatzfrage, mit welcher Kraft ziehen sich die beiden an? Oder sind sie komplett schwerelos, so dass keine Kraft zwischen den beiden wirkt?"

Schüler: "Ich würde sagen, je schwerer einer von den beiden ist, desto stärker ziehen sie sich an. Das hängt mit der Masse zusammen."

Student: "Richtig."

In Übereinstimmung mit den bisherigen Forschungsergebnissen, geben auch die hier befragten Schüler an, dass erst die Existenz der Atmosphäre die Anziehungskraft der Erde ermögliche. "Wenn es keine Luftschichten auf der Erde gäbe, dann würden die Sachen schweben. Der Mond hat keine Luftschicht, daher schweben dort die Sachen." Dies entspricht einerseits den Bildern aus den Medien: Raumfahrer befinden sich (sichtbar) außerhalb der Erdatmosphäre und sind zugleich schwerelos. Darüber hinaus gibt es noch einen tieferliegenden Grund: Die Schüler betrachten die Luft als Übertragungsmedium für die Schwerkraft, wobei auch Übertragungsmodelle entwickelt werden, wie sie ähnlich in der Geschichte der Physik zu finden sind: "Da sind Luftschichten mit Wellen dazwischen, da muss es durch und dann fällt es hinunter. Die Wellen bewirken, dass es runterfällt." Auf die Frage, warum der Mond sich um die Erde bewege, hat ein anderer Schüler folgendes (uns gleichfalls aus der Physikgeschichte bekannte) Gedankenmodell entwickelt: "Weil das wie Zahnräder sind, die wirken aufeinander und ineinander."

Die Schwerkraft ist an die Erde und ihre Atmosphäre gebunden. Dieses von praktisch allen befragten Jugendlichen entwickelte Modell ist in manchen Fällen auch in Verbindung mit geozentrischen Vorstellungen zu sehen. Einige Schüler vertreten die Ansicht, dass, wenn man die Erde aus ihrer derzeitigen Lage entfernen würde, sie die Fähigkeit, Körper anzuziehen, verlieren würde. Auch die Schwierigkeit der Befragten mit den Begriffen "oben" und "unten" kann als Ergebnis einer geozentrischen Sichtweise interpretiert werden: "Alle sagen, das schwebt ja. Aber ich kann mir das nicht vorstellen. Der Tisch muss dann ja auch irgendwie schweben. ... Ich weiß nicht, ob da unten ein Polster ist, ähnlich wie am Boden, wo das drauf stehen kann. ... Ich glaube, dass irgendetwas unter dem Tisch sein kann. Denn wenn nur Luft wäre, dann müsste der Tisch die ganze Zeit nur runterfallen, und die Erde auch." [10].

Die Frage, warum Körper zu Boden fallen, wird von allen Interviewten ähnlich beantwortet: "Vielleicht ist da drinnen ein Magnet, ein ganz großer." Oder eine andere Schülerin: "Da ist so ein Magnet, der alles anzieht. Auch Plastik. Der Mond kann das nicht."

Die hier beschriebenen Konzepte sind im wesentlichen unabhängig vom Alter und der schulischen Vorbildung der befragten Jugendlichen. Nur selten verweisen die Jugendlichen auf ihre in der Schule erworbener Kenntnisse, wo Astronomie und Gravitation im allgemeinen Unterricht der 10-14jährigen kaum eine Rolle spielt. Einen größeren Stellenwert bei der Genese dieser Konzepte nehmen einerseits die Massenmedien, andererseits die peer-group des Jugendlichen, insbesondere die Familie ein. Die Schüler haben aus den so gewonnenen Eindrücken ein im wesentlichen konsistentes Bild der gravitativen Umgebung der Erde entworfen und Widersprüche werden nur in scheinbar unwichtigen Details sichtbar. Diese Widersprüche stören die Schüler in den Interviews erst dann, wenn man sie direkt darauf hinweist und geben Anlass zu Zusatzhypothesen [8].

Die bisherigen Ergebnisse zur Interpretation von Misskonzepten zur Schwerelosigkeit wurden durch die vorliegende Untersuchung bestätigt. Galili [3] versucht sie als Kausalkette, ausgehend von der Feststellung "Weightlessness is a satellite reality", zu interpretieren. Eine weitere Ursache, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, sieht Galili in Misskonzepten zum Begriff Gewicht [11]. Insbesondere was den deutschsprachigen Raum betrifft, lassen sich neben den bisher angeführten Gründen noch weitere Ursachen ausmachen:

- Sprachliche Ungenauigkeiten, wie "schwereloser Raum", in dem die Körper "der Schwerelosigkeit unterliegen", wo "Schwerelosigkeit herrscht", finden sich nicht nur in der Alltagssprache, sondern auch in der Fachliteratur. Der Begriff "Schwerelosigkeit" kann sprachlich bedeuten, dass es Räume oder einen Zustand gibt, in dem die Schwerkraft nicht wirkt oder Körper nicht "schwer" sind. Der Schluss, dass es Räume gibt, in denen keine Schwerkraft wirkt, wird der zweiten möglicher Bedeutung des Wortes - dass es einen Zustand gibt, in dem Körper nicht schwer sind - offensichtlich vorgezogen. Die Verwendung des Begriffs des "schwerelosen Raums" impliziert, dass es einen solchen Raum tatsächlich gibt, unter Außerachtlassung der sprachlichen Ungenauigkeit in der Verwendung der Begriffe Schwere und Gewicht.
- Die falsche oder zumindest missverständliche (und, wie Befragungen von Studenten zeigen, auch missverstandene) grafische Darstellung der Schwerelosigkeit als Ergebnis der Kompensation von Zentripetal- und Zentrifugalkraft unter Vernachlässigung des Unterschieds zwischen der Betrachtung des Gesamtsystems und des mitrotierenden Systems. (Zu beachten ist in diesem Zusammenhang das schlechte Abschneiden von Österreich und Deutschland bei Fragen der TIMS-Studie zur Zentripetalkraft.) Aus der Summe der resultierenden Missverständnisse ergeben sich hin und wieder kuriose Formulierungen, wie etwa die folgende: Schwerefreiheit ist dann gegeben, wenn die Resultierende aus der tangential zur Flugbahn gerichteten Geschwindigkeit und der senkrecht zur Flugbahn wirkenden Zentrifugalkraft die zum Erdmittelpunkt verlaufende Gravitationskraft nach Größe und Richtung aufhebt." [12].

Den genannten Verständnisschwierigkeiten wird im Unterricht an den Schulen, aber auch an den Universitäten kaum Rechnung getragen. Eine Reihe von weiteren didaktischen Schwierigkeiten vertieft das Gesamtproblem. So wird etwa auch auf universitärer Ebene den Verständnisschwierigkeiten der Studenten in bezug auf das dritte Newtonsche Axiom zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt und auf Schulebene der grundlegenden Frage des Übertragungsmechanismus der Kräfte zu wenig oder kein Raum gegeben.

Literaturverzeichnis:

1. Gunstone, R.F., White, R.T.: Understanding of Gravity. In: Science Education 65(3): 291-299 (1981)
2. Watts, M.: Gravity - Don´t take it for granted! Physics Education 17, 1982
3. Galili, I.: Interpretation of Students´ Understanding of the Concept of Weightlessness. In: Research in Science Education, 1995, 25(1), 51-74
4. Stadler, H.: Pupil´s Conception About Gravity. In: Oblak, S. u.a. (Eds.): New ways of teaching physics. Ljubljana: Proceedings der GIREP-conference, 1997
5. Gardner, M.: Mathematische Planetenzaubereien. Berlin 1980
6. White, R., Gunstone, R: Probing Understanding. London 1992
7. Stadler, H.: Eine Unterrichtseinheit zum Thema Schwerelosigkeit. In: Schneider, Lotze, K. (Hrsg.) Wege in der Physikdidaktik [Ways of science education], Bd. V, Palm & Enke, Erlangen 2002, S 165-173
8. Duit, R.: Schülervorstellungen - von Lerndefiziten zu neuen Unterrichtsansätzen. In: NiU-Physik 4 (1993), Nr. 16, 4-10
9. Summers, M., Palacio, D., Kruger, C.: Some primary school teacher´s understanding of the concepts force and gravity. Oxford 1988

10. Baxter, J., Children´s Understanding of Astronomy and the Earth Sciences. In: Learning Science in the Schools: Research Reforming Practice. Ed. by Glynn, S., Duit, R., Mahwah, New Jersey 1995

11. Galili, I.: Students´ Operations with the Weight Concept. Science Education: 80(4): 457-487(1996)

12. Meyer-Nachschlagwerke aus dem Bibliographischen Institut: Wie funktioniert das? Die Technik im Leben von heute. 2.Aufl. Hrsg. von der Redaktion Naturwissenschaft und Technik des Bibliographischen Instituts Mannheim / Wien / Zürich, 2.Aufl. 1978

Grafiken und Abbildungen:

Abb. 1: Eine Studie aus dem englischsprachigen Raum zeigt, dass nur wenige Schüler und Schülerinnen eine korrekte Vorstellung von der Gravitation der Erde gewinnen. Der Großteil der Schülerinnen und Schüler erreicht nur Vorstellung 3 und hat auch nach dem l5. Lebensjahr noch Schwierigkeiten mit den Begriffen "oben" und "unten" [10].

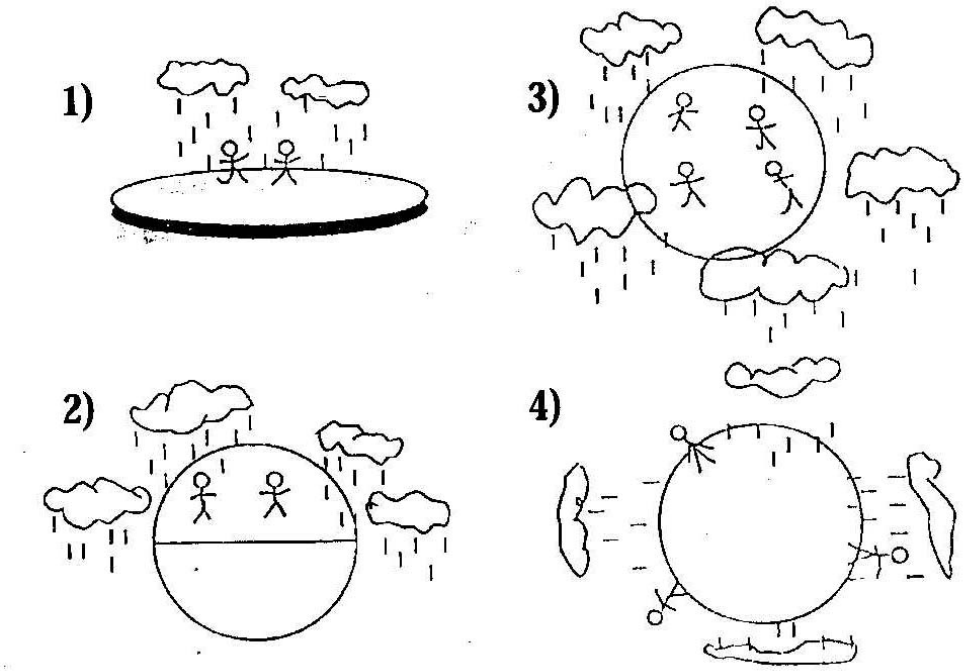
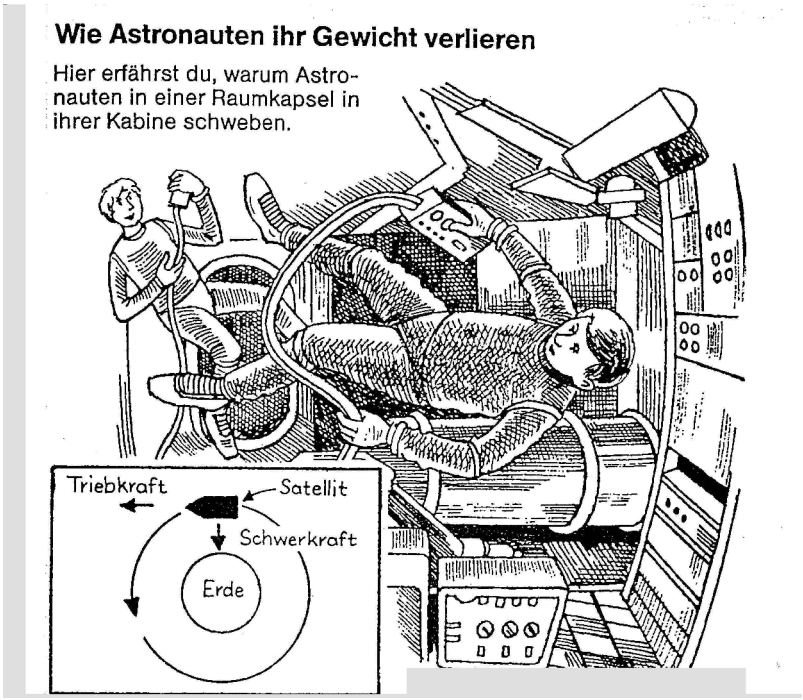


Abb. 3 und 4: Die beiden Abbildungen stammen aus einem Jugendbuch zum Thema Raumfahrt. In der Literatur lassen sich viele ähnliche Abbildungen finden: Zentripetalkraft und Zentrifugalkraft sind im Gleichgewicht. Man gewinnt den Eindruck, daß es sich um real am Satelliten angreifende Kräfte handelt. Da sich der Satellit in einem solchen Fall gleichförmig geradlinig bewegen müßte, benötigt man eine zusätzliche Antriebskraft, wie sie hier durch den Orbitpfeil nur angedeutet wird.



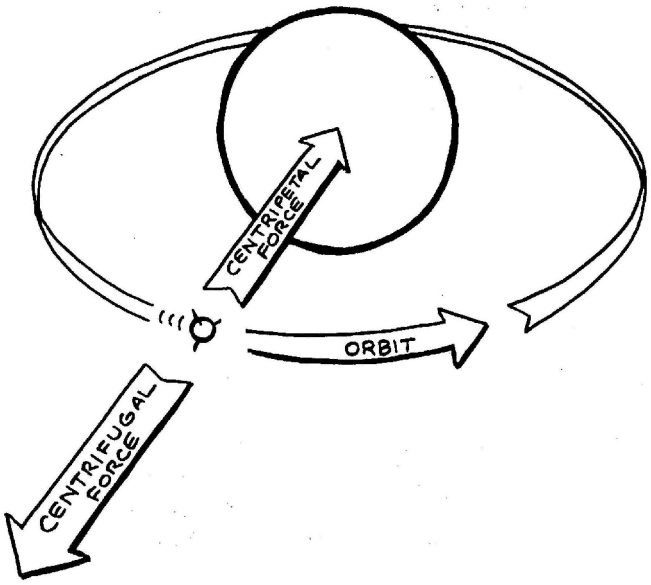


Abb. 5: In welche Schwierigkeiten dieses Konzept führt, zeigt dieses Bild und der dazugehörige Textabschnitt: Schwerefreiheit ist dann gegeben, wenn die Resultierende aus der tangential zur Flugbahn gerichteten Geschwindigkeit und der senkrecht zur Flugbahn wirkenden Zentrifugalkraft die zum Erdmittelpunkt verlaufende Gravitationskraft nach Größe und Richtung aufhebt. (Aus: Meyer-Nachschlagwerke, Bibliographisches Institut: Wie funktioniert das? Die Technik im Leben von heute.)

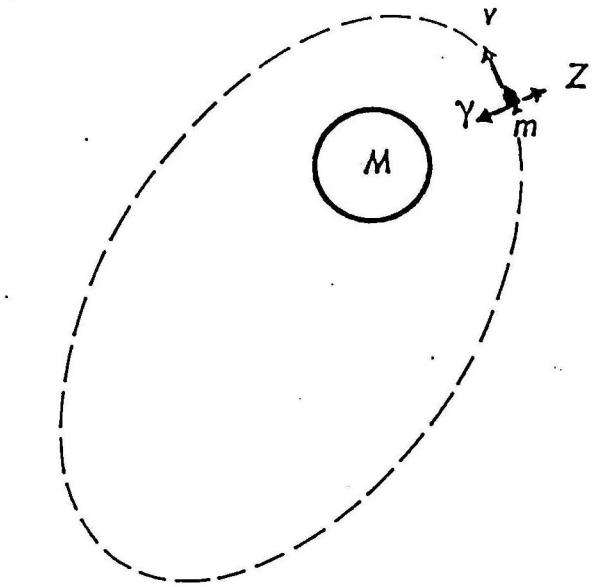
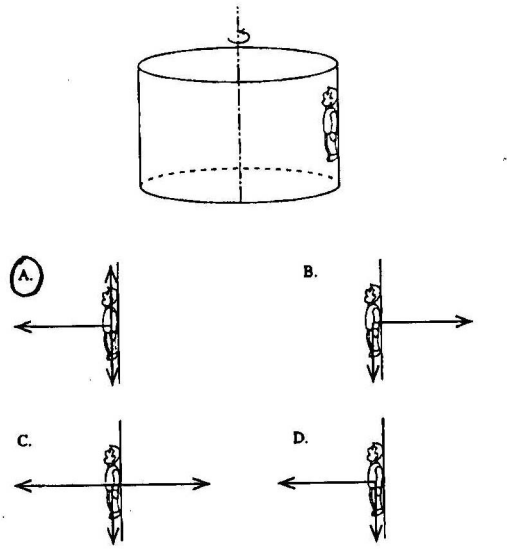


Abb. 6: Diese Aufgabe aus der TIMS-Studie konnten unter den 15-19Jährigen nur 5% unserer Schüler und Schülerinnen richtig lösen. Im internationalen Durchschnitt waren es 20%.



In: Unterricht Physik 14 (2003), Heft 74, S 26-29

Naturwissenschaftliches Diskutieren und Argumentieren fördern

VON HELGA STADLER UND GERTRAUD BENKE

Physikalisches Argumentieren zählt zu den zentralen Denk- und Arbeitsweisen der Physik. Aber wie sieht es in der Praxis aus? Häufig dominiert im Unterricht das so genannte fragend-entwickelnde Verfahren. Die damit verbundenen Probleme sind gut bekannt: Es herrschen enge Fragestellungen vor, bei denen Schüler und Schülerinnen die Rolle von Stichwortgebern in vorgefertigten Skripts innehaben. Gelegenheiten für eigenständiges physikalisches Argumentieren gibt es dabei in der Regel nicht Lehrkräfte erfahren dabei auch wenig über Vorwissen und Verständnisschwierigkeiten der Lernenden. Die Jugendlichen - insbesondere die Mädchen – klinken sich im Laufe der Zeit aus und verlieren ihr Interesse am Fach. Die Alternativen heißen im Allgemeinen: selbstständiges Erarbeiten und Gruppenarbeit Damit ist die Erwartung verbunden, dass diese Unterrichtsmethoden nicht nur die Motivation steigern, sondern auch allgemeine Kompetenzen, wie Problemlösefähigkeit und die Fähigkeit zum Argumentieren, verbessern. Die Erwartungen an eine solche "Neue Lernkultur" [1] sind hoch. Doch wie berechtigt sind diese Erwartungen? In diesem Artikel wollen wir über unsere Beobachtungen "vor Ort", in zahlreichen österreichischen Klassenzimmern berichten. Jeder mag dann für sich entscheiden, inwiefern sich unsere Beobachtungen auch in seiner Unterrichtstätigkeit bestätigen und wo sie Impulse für den eigenen Unterricht geben können.

Was heißt "argumentieren"?

Wann können wir sagen, dass jemand "argumentiert"? Wirtreffen auf Argumentationen, wenn Schülerinnen und Schüleretwas begründen müssen. Es ist der Schritt vom Beschreiben des "Nacheinander", von einer Liste von Ereignissen, zum Begreifen eines inneren Zusammenhanges, der Begründungen auszeichnet Gerade im Physik- oder auch im Chemieunterricht beschreiben Lernende Vorgänge häufig in Form kleiner "Erzählungen": "und dann, und dann, und dann ..." Die Darstellung dessen, was bei einem Experiment passiert, kann korrekt sein, ohne dass die innere Notwendigkeit dabei erkannt wird. Physik - als Lehre von den Naturgesetzen - zielt aber darauf ab, diese inneren Notwendigkeiten zu begreifen, zu sehen, wann etwas der Fall sein muss, was infolge dessen also geschieht - und diese Kausalkettein einer gegebenen Situation darzustellen. Argumentation ist deshalb eine wichtige naturwissenschaftliche Arbeitsweise. Argumentationen führen aber auch zu vertieften Lernprozessen. Im Klassenverband oder in der Gruppe erlaubt das argumentative Gespräch - wenn es gelingt - den Lernenden, ihr eigenes Wissen, die Begründungen, die sie für sich entwickelt haben, offen zu legen, es in Frage zu stellen, sich aktiv mit Neuem auseinander zu setzen. Eine der zentralen Fragen des Unterrichts ist damit: Wie kann man Lernende dazu bringen, aktiv miteinander oder aber mit der Lehrkraft zu argumentieren? Das heißt vor allem: Wie kann man sie dazu bringen, Aussagen zu begründen und Argumentationsketten zu entwickeln, die zu einem besseren Verständnis physikalischer Zusammenhänge führen und geeignet sind, dieses Wissen in einer gegebenen Situation sinnvoll anzuwenden?

Warum Gruppenarbeiten oft wenig erfolgreich sind

Grundsätzlich bietet Gruppenarbeit den Schülerinnen und Schülern- mehr oder weniger stark durch Arbeitsmaterialien geleitet - Gelegenheit, selbstständig etwas zu erarbeiten, miteinander über Physik zu reden und dabei auch "physikalisch" zu reden, zu argumentieren und sich so mit Physik intensiv auseinander zu setzen. Nach unseren Erfahrungen geschieht es allerdings selten, dass Schüler und Schülerinnen in Gruppenarbeiten zu argumentieren beginnen. Eher tragen sie Lösungen zusammen, versuchen unter Sammlung des gemeinsamen Gruppenwissens auf eine Lösung zu kommen, die eine gestellte Aufgabe erfüllt Ob es eine andere Lösung gibt (die vielleicht sogar im Widerspruch zur ersten ist), interessiert in der Regel wenig. Hauptsache, man hat seine Aufgabe erfüllt In den meisten Gruppenarbeiten lösen die Lernenden allerdings auch keine selbstbestimmten Probleme Die Experimente' Versuche, Denksportaufgaben, Beobachtungen usw. sind letztlich doch wieder "nur" Dinge, mit denen sie sich eben auseinander setzen sollen, weil das in der Schule so verlangt wird. Die Schülerinnen und Schüler geben sich meist damit zufrieden, eine Lösung zu finden, indem sie die Ressourcen der jeweiligen Gruppe(n) bündeln. Die zentrale Frage ist also: Welchen Rahmen muss man schaffen, damit es zu Situationen kommt, in denen die Lernenden argumentieren? Die Beispiele auf den folgenden Seiten stellen Situationen dar, in denen Schülerinnen und Schüler wichtige physikalische Konzepte diskutieren und dabei in unterschiedlicher Form über ihre Thesen argumentieren.

Beispiel 1: Thema Chaos - eine erfolgreiche Gruppenarbeit

Bei unserem ersten Beispiel [1)] handelt es sich um eine Gruppe (s. Abb. 1) mit zwei etwa sechzehnjährigen Mädchen (S1 und S2) und einem Buben (S3), die gemeinsam eine Aufgabe im Rahmen einer Einheit zum Thema "Chaos" bearbeiten [2]. Bevor Sie weiterlesen, wäre es gut, wenn Sie sich mit dem Unterrichtsablauf und insbesondere mit den Geräten, um die es geht (s. Abb. 1), vertraut machen. Nachdem die Schülerinnen und Schüler am Beispiel des Chaospendels herausgefunden haben, wodurch sich chaotische Systeme von anderen Systemen unterscheiden, haben sie nun die Aufgabe, nach weiteren chaotischen Systemen zu suchen. Wie die meisten Gruppen in dieser Klasse kamen sie auf Würfel zu sprechen. In diesem Unterrichtsabschnitt diskutieren sie, ob und in welcher Weise der Würfel "kritische" Stellen hat.

Gesprächsbeispiel

S1: *lesend.* Auffällige, besser neuralgische oder kritische Stellen, die immer wieder durchlaufen werden? *Schaut fragend ihre Kollegin* an.

S2: Na ja, die Kanten vom Würfel!

S1: Die Kanten! Das ist keine sensitive Stelle.

S3: Wenn er auf der Kante liegt, weißt du nicht, ob er nach links oder rechts fliegt. Das ist die sensitive Stelle beim Berg. Die Kanten, Ecken!

S2: Die Kanten sind die sensitiven Stellen?

S3: Na, Kanten, Ecken

S2: Schreiben wir halt...

S3: Eigentlich - eigentlich auch die Fläche! Wenn er genau auf die Fläche fällt, springt er auch noch einmal hoch!

S1: Der ganze Würfel ist eine sensitive Stelle

S3: Ja genau.

S2: Nein, das sind eher die Kanten, die sensitiven Stellen.

S2: [OK] und die werden immer wieder durchlaufen.

S2: *Mit den Händen die Bewegung eines Würfels nachzeichnend.* Ja, und immer wieder kommt er auf *eine* Kante, das Gleichgewicht verändert sich, muss zur einen oder anderen Seite!

S3: Da tu ich mich schwer, weil da dreht er sich *(zeigt,* wie *sich der Würfel In eine bestimmt Richtung dreht).*

S2: Kommt darauf an, wie er fliegt.

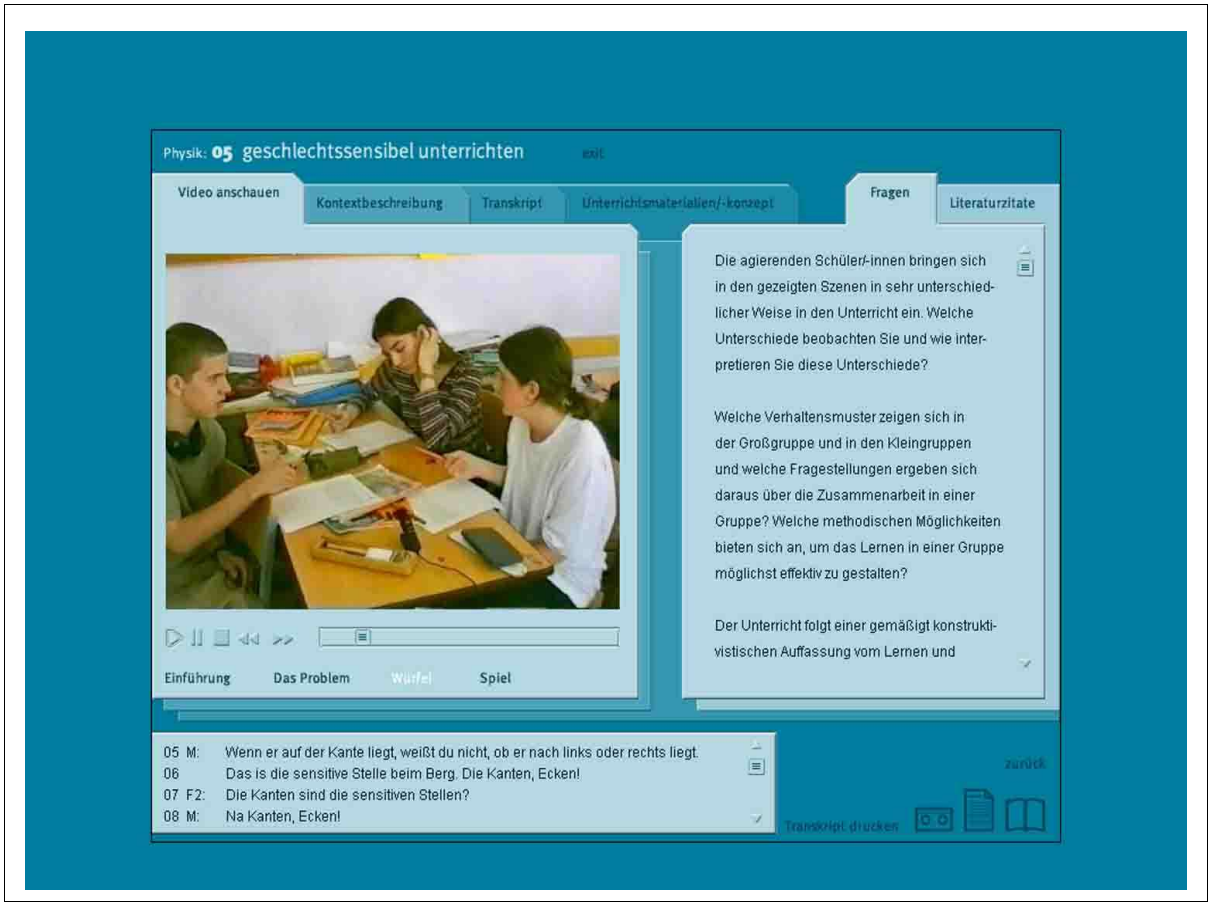


Abb 1: Der Würfel (Gruppendiskussion zum Thema "Chaos"): Ein Bild aus der CD-ROM "Ansichten"

Kommentar

Die drei Jugendlichen sind befreundet und zeichnen sich dadurch aus, dass sie einander zuhören, aufeinander eingehen, einander in Frage stellen, kurz: gut miteinander arbeiten können [4]. So stellt in diesem Beispiel eine der beiden Schülerinnen die Gegenbehauptung auf: "Das ist keine sensitive Stelle." Dieser Widerspruch wird mit einer Erklärung beantwortet ("Wenn er auf der Kante liegt..."). Diese Antwort führt zu weiteren Vorschlägen, die nun sofort auch erklärt werden ("Die Fläche! Wenn..").

Verglichen mit anderen Beispielen zeichnet sich dieses Beispiel durch die besondere Zusammenarbeit der Jugendlichen aus sowie auch durch die "Lebensnähe" des Beispiels selbst. Einen Würfel hat jeder schon einmal in der Hand gehabt, und sein Verhalten ist bekannt und verständlich. Auf einer bestimmten Ebene ist der Inhalt also trivial, auf einer anderen allerdings nicht.

Fazit

Letztlich führen alle diese Faktoren (Kommunikationsfähigkeiten der Jugendlichen, Eignung des Inhalts) dazu, dass die Lernenden in diesem Beispiel kompetent über "Physik" sprechen und so naturwissenschaftlich argumentieren. Die Erklärung des Chaospendels bietet für viele Gruppen Möglichkeiten für eigenständiges Argumentieren.

Beispiel 2: Ein Gruppengespräch mit einer Lehrerin

In einem Stationenbetrieb zum Thema Induktion ([5], [6],s. a. Abb. 2) müssen die Schüler und Schülerinnen zur korrekten Beschreibung des Phänomens eine Argumentationskette aufbauen. Sie müssen erkennen, dass der wesentliche Teil des Experiments in der Änderung der Spannung bzw. des daraus resultierenden Stroms in der Primärspule und in der magnetischen Koppelung durch den Eisenkern besteht. Die korrekte Beschreibung des Experiments bedeutet zugleich, dass die Lernenden auch den argumentativen Zusammenhang (weil sich die Spannung bzw. der Strom in der Primärspule ändert, ändert sich das Magnetfeld etc.) erkennen.

In unserem Beispiel versuchte eine Gruppe von vier etwa vierzehnjährigen Schülern (8. Klassenstufe; Abb. 2) zu erklären, was mit zwei Spulen passiert, die durch einen Weicheisenkern magnetisch gekoppelt waren: Warum leuchtet das Lämpchen an einer der beiden Spulen, wenn die andere Spule "unter Strom" gesetzt wird? Die Schüler waren zunächst nur aufgefordert, die Phänomene zu beobachten, dann Erklärungen zu finden und diese schriftlich festzuhalten

Nachdem die Gruppe längere Zeit benötigt hatte, um zu erkennen, dass der Strom nicht über den Eisenkern zur zweiten Spule lief, dass da vielmehr etwas anderes, Unbegreifliches vor sich ging, begann sich die Gruppe ernsthaft mit diesem Phänomen auseinander zu setzen. Man holte schließlich die Lehrerin, mit der Bitte, die Sachlage zu erklären.

Gesprächsbeispiel

L: Noch einmal, wenn ich das aufdreh' und abdreh': Was passiert mit dem Magnetfeld für die Spule?

S: (...?)

L: Was ist mit einer Spule, was ändert sich für die Spule?

S1: Die wird elektrisch.

L: Und dann wieder keins, oder? Was ist mit der Spule, wenn sich das Magnetfeld ändert?

S2: Die wird elektrische Spannung, da entsteht elektrische Spannung.

L: Ja.

S2: Ja, elektrische Spannung

L: Also noch einmal, jetzt hast es eh schon.

S2: Ok, das ist eine stromdurchflossene Spule.

L: Ja.

S2: Dann gibt man einen Eisenkern rein, das gibt ein Magnetfeld, und das verstärkt die elektrische Spannung.

S3: Das haben wir eh gesagt.

L: Jetzt sei ruhig einmal Und wie geht's jetzt weiter? Du hast es vorher gesagt.

S2: Ja dadurch, dass die Spule magnetisch wird, entsteht eine elektrische Spannung.

L: Gut, das heißt in der zweiten Spule hat man die Spannung nur, weil sich das Magnetfeld ändert.

S3: Ja, das haben wir eh aufgeschrieben.

Abb. 2: Gruppendiskussion zum Beispiel Induktion

Kommentar

Dies ist ein Beispiel für einen sokratischen Dialog der Lehrerin mit der Kleingruppe Die Lehrerin stellt gezielt Fragen, die aufeinander aufbauen und die Schüler zur Lösung hinführen Argumentieren wird angeregt. Betrachtet man aber die Argumente der Schüler, so ist am Ende nicht die ganze Argumentationskette vorhanden; diese wird nur von der Lehrerin gebracht.

Ein Schüler verknüpft das Magnetfeld mit der elektrischen Spannung. Diese Relation wird dann von einem anderen Schüler aufgegriffen ("dadurch, dass die Spule magnetisch wird, entsteht eine elektrische Spannung"). Wenn die Aussage auch unvollständig ist (weil nicht klar ist, von welcher Spule hier die Rede ist), so hat dieser Schüler doch physikalisch argumentiert, einen kausalen Zusammenhang hergestellt.

Fazit

Was wir sehen, ist typisch für den Unterricht: Die Schülerinnen und Schüler produzieren im Allgemeinen keine kompletten Argumentationen, die in sich stimmig sind und den Fachinhalten entsprechen. Statt dessen entwickeln sie Bruchteile von Argumentationen, die, wenn sie von anderen aufgegriffen werden, das Gespräch in Gang halten und die Gesamtargumentation weiterführen.

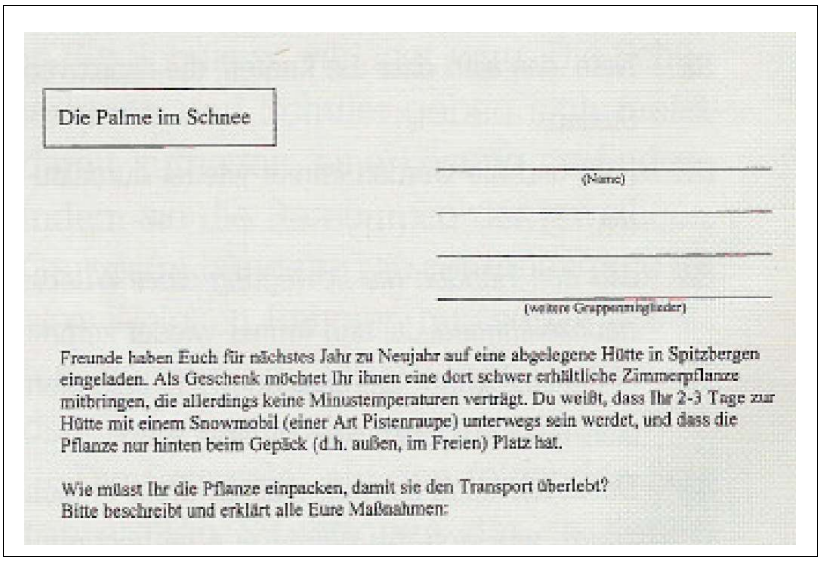
Beispiel 3: Eine gelungene Klassendiskussion

Ein Lehrer stellt seiner Klasse folgende Fragen (s. a. Abb. 3): Ich möchte meinen Freunden in Spitzbergen eine tropische Zimmerpflanze mitbringen. Allerdings reise ich so, dass ich mich auch längere Zeit im Freien aufhalten muss. Was kann ich tun, dass meine Pflanze diesen Transport überlebt? [7]

Die Schülerinnen und Schüler entwerfen in Gruppenarbeit verschiedene Szenarien, wie sie in einem solchen Fall vorgehen würden. Die Ergebnisse sollen der Gesamtklasse vorgestellt werden. Der Lehrer erklärt den Schülerinnen und Schülern, dass Präsentation und Diskussion der Arbeit nach den Regeln wissenschaftlicher Konferenzen erfolgen sollen. Er erläutert dies folgendermaßen: "Worauf beruht die Idee der Wissenschaft? Bevor man einer Idee folgt, muss man sie in Frage stellen. Und da ergibt sich automatisch eine Rollenverteilung: Eine Gruppe stellt die Idee vor, die andere stellt diese Idee in Frage Die erste Gruppe ist nun gezwungen, ihre Idee zu verteidigen. Es wird im Allgemeinen nicht so sein, dass eine Idee vollständig unsinnig ist. Man muss herausfinden, wo die Stärken und die Schwachpunkte sind. Es gibt

vermutlich auch nicht eine einzige "richtige" Lösung." Der Lehrer bestimmt einen Diskussionsleiter: "Würde das jemand gerne tun? Nimm meinen Platz hier vorn ein. Ich übergebe dir das Wort und den Sitz"

Die Schülergruppen stellen verschiedene Lösungsansätze vor: Mit Watte gefüllte Plexiglasflaschen, mit Lampen versehene Gewächshäuser, eine Holzbox, die "wie ein Haus" gebaut ist etc. Die Fragen, die im Anschluss diskutiert werden, sind vielfältig, z. B.: Genügt das Sonnenlicht oder benötigen wir eine Lampe? Der Lehrer greift dabei immer wieder ein, nicht inhaltlich, sondern darauf achtend, dass die Diskussion diszipliniert abläuft, d. h. dass die Schüler Gelegenheit haben, ihre Argumente und Gegenargumente zu überlegen und so zu äußern, dass sie auch von allen gehört werden.


Die Palme im Schnee

(Name)

(weitere Gruppenmitglieder)

Freunde haben Euch für nächstes Jahr zu Neujahr auf eine abgelegene Hütte in Spitzbergen eingeladen. Als Geschenk möchtet Ihr ihnen eine dort schwer erhältliche Zimmerpflanze mitbringen, die allerdings keine Minustemperaturen verträgt. Du weißt, dass Ihr 2-3 Tage zur Hütte mit einem Snowmobil (einer Art Pistenraupe) unterwegs sein werdet, und dass die Pflanze nur hinten beim Gepäck (d.h. außen, im Freien) Platz hat.

Wie müsst Ihr die Pflanze einpacken, damit sie den Transport überlebt?
Bitte beschreibt und erklärt alle Eure Maßnahmen:

Abb. 3:
Arbeitsblatt zur Thermodynamik

Kommentar

Das Vorgehen, das der Lehrer gewählt hat, findet sich u. a. auch im Young Physicist Tournament [8], einem Wettbewerb, bei dem Schülergruppen sich über ein halbes Jahr mit offenen Forschungsfragen beschäftigen, die sie beim Wettbewerb präsentieren und gegenüber den anderen Gruppen verteidigen müssen. Es gewinnen diejenigen Gruppen, die schlüssiger argumentieren. Eine vergleichbare Wettbewerbssituation tritt auch auf, wenn man ein derartiges Szenario in einer Schulklasse eröffnet. Im Young Physicist Tournament haben die Schülerinnen und Schüler auch Gelegenheit, die spezielle Praxis der wissenschaftlichen Argumentation kennen und üben zu lernen (Bildung von Hypothesen, Datenerhebung, Interpretation der Daten)

Orte der Argumentation im Unterricht

Betrachtet man die unterschiedlichen Fälle (sowie viele andere, die hier nicht aufgeführt sind), so findet sich immer wieder eine Reihe von Anhaltspunkten, die für Argumentationssituationen gelten bzw. nicht gelten: Wir finden sowohl inhaltliche Elemente als auch soziale Elemente, die Argumentationen fördern.

Zur Rolle des kognitiven Konflikts

Auf inhaltlicher Ebene scheint das Vorliegen eines kognitiven Konflikts wichtig zu sein. Wenn etwa ein Versuch ganz anders ausgeht als erwartet, entsteht der Wunsch nach Erklärungen.

Dies ist etwa im Beispiel 2 der Fall: Als die Schüler bemerken, dass die zweite Spule nicht nur nicht am Stromnetz hängt, sondern auch nicht mit der ersten Spule leitend verbunden ist und das Lämpchen dennoch leuchtet, sind sie sehr verwundert. Die Frage nach der Erklärung des Phänomens ist nicht mehr von Fremden vorgegebenen (die Schüler ersuchen die Lehrkraft um Erklärung, nicht umgekehrt), sondern ist in der Gruppe entstanden und veranlasst diese nachzudenken, Hypothesen zu bilden, auf vorhandenes Wissen zurückzugreifen, Ideen weiter zu entwickeln, sie zu prüfen und zu verwerfen. Eine ähnliche Situation finden wir im Unterrichtsmodell über chaotische Systeme (s. Beispiel 1).

Aber auch in diesen Beispielen, die ein hohes Motivationspotenzial besitzen, beginnen Argumentationen unserer Beobachtung nach im Regelfall erst unter Anleitung der Lehrerinnen und Lehrer.

Zur Rolle der Verpflichtung gegenüber der Gruppe

Wichtiger als das inhaltliche Element scheint allerdings das soziale Moment zu sein. Vollständige Argumentationsketten (oder zumindest Versuche, etwas vollständig zu erklären) treten meist erst dann auf, wenn die Schülerinnen und Schüler bereits vorher z. B. in der Gruppe bzw. als Gruppe eine Position bezogen haben, die sie nun anderen vorstellen und gegen andere Vorstellungen verteidigen.

Entscheidend scheint uns hier, dass die Lernenden auf irgendeine Weise sich oder den anderen gegenüber verpflichtet sind: Wenn ich z. B. mit einer Gruppe gearbeitet habe und wir zu einer Lösung gekommen sind, kann ich nicht plötzlich das Ergebnis "dumm" finden und mich so von meiner Gruppe distanzieren (und letztlich sie "dumm" finden). Mit einem Mal ist es nicht mehr gleichgültig, was für ein Ergebnis erzielt worden ist, nun müssen die Gruppe und ihr Ergebnis vor der Klasse verteidigt werden. Eine Identifikation mit dem Inhalt entsteht, es gilt, "sich" über den Inhalt zu verteidigen, also "dafür" zu argumentieren.

Wie lässt sich das Argumentieren im Unterricht fördern?

Fruchtbares Argumentieren geschieht im Unterricht nicht von selbst. Das gilt für Frontalunterricht wie für Gruppenunterricht. Wichtig ist es zunächst, dass die Schülerinnen und Schüler sich persönlich auf eine bestimmte Antwortmöglichkeit oder eine bestimmte Erklärung festlegen. Dies kann u. a. durch Einsatz von Arbeitsblättern und Laborprotokollen geschehen. Wenn diese Festlegung erfolgt ist, wird sie den Gesprächspartnern mitgeteilt: durch Präsentationen an der Tafel, durch einen moderierten Gruppendialog, durch Plakate, einen Multiple-Choice-Test usw.

Diese Festlegung stellt eine Positionierung dar, plötzlich hat man eine "öffentliche Meinung", die anfechtbar ist - und wenn nicht die gesamte Klasse zum gleichen Ergebnis gekommen ist (was sich ja letztlich durch die Aufgabenstellung beeinflussen lässt), stehen unterschiedliche Positionen einander gegenüber. Jetzt erst ist eine hinreichende Basis geschaffen, um miteinander zu argumentieren. Hier bedarf es in der Regel der Leitung durch die Lehrerinnen und Lehrer, um diese Positionen miteinander zu konfrontieren und einen Austausch oder "Wettstreit der Positionen" in Gang zu bringen.

Der "Wettstreit der Positionen" muss nicht unbedingt zu einem "Wettstreit der Personen" werden (wie dies z. B. beim Physicst Tournament der Fall ist). Auch weniger wettbewerbsorientierte Diskussionen sind denkbar, etwa in Form eines moderierten Klassengesprächs, in dem zuerst jede Gruppe ihre Lösung vorstellt und dann gemeinsam Unterschiede und Gemeinsamkeiten bzw. Probleme gefunden werden. Das Feld der Umsetzungen ist weit offen, und die Kreativität der Lehrenden gefragt. Hier gilt es, gemeinsam verschiedene neue Formen auszuprobieren, miteinander zu besprechen, zu diskutieren und als Lehrende gemeinsam weiter zu lernen.

Naturwissenschaftliches Argumentieren ist ein unverzichtbarer Teil eines Unterrichts, der zum vertieften Verständnis führen soll. Fruchtbares Experimentieren ist ohne ernsthaftes Argumentieren nicht möglich. Argumentieren führt auch zu der vertieften Auseinandersetzung mit der Sache und ist letztlich notwendig, um sie wirklich zu verstehen.

Anmerkung

(1) Die beschriebene Szene wurde anlässlich einer Gastprofessur von Reinders Duit in Wien 1997 videographiert. Alle anderen Szenen wurden im Rahmen des derzeit in Österreich

laufenden Projekts "Innovations in Mathematics. Science and Technology Teaching" (IMST²,[3]) aufgenommen und transkribiert.

Literatur

[1] http://www.workshop-zukunft.de/news letter/2002/10/0ernkultur.html

[2] Duit, R.; Komorek, M.: Die eingeschränkte Vorhersagbarkeit chaotischer Systeme verstehen. In: MNU 53 (2000), Heft 2, S. 94-103.

[3] http://imst.uni-klu.ac.at

[4] Stadler, H.; Benke, G.; Duit, R.: Gemeinsam oder getrennt? Eine Videostudie zum Verhalten von Mädchen und Buben bei Gruppenarbeiten im Physikunterricht. In: Aufschnaiter, St.; Welzel M. (Hrsg.): Nutzung von Videodaten zur Untersuchung von Lehr- Lernprozessen. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann 2001, S. 203-218.

[5] Stadler, H.: Eine Unterrichtseinheit zum Thema Induktion. http://lise.univie.ac.at

[6] Jungwirth, H.; Stadler H.: Ansichten. Eine CD-ROM zur Aus- und Weiterbildung von Mathematik- und Physiklehrkräften. Innsbruck: Studienverlag (in Vorbereitung).

[7] Mayr, H.: Ein Unterrichtskonzept zum Thema Thermodynamik. Dokumentation einer Unterrichtsinnovation im Rahmen des Projekts IMST2. http://imst.uni-klu.ac.at

[8] http://www.iypt.org/

4.3. Unterrichtskonzepte

In: Unterricht Physik 9 (1998) Nr. 46, S 24 - 34

Die Bewegung der Erde

Ein Einführungsunterricht in die Mechanik

HELGA STADLER

„Wir müssen verstehen lehren. Das heißt nicht: es den Kindern nachweisen, so dass sie es zugeben müssen, ob sie es nun glauben oder nicht. Es heißt: sie einsehen lassen, wie die Menschheit auf den Gedanken kommen konnte (und kann) … Die Wege der Beobachtung und des Denkens lassen sich schlichten, ohne an Exaktheit zu verlieren. Wir erkennen das weniger aus Lehrbüchern als aus der Geschichte. Hier wieder nur selten aus einem Abriss der Geschichte der Astronomie oder der Physik. Mit Sicherheit aber aus den Aufzeichnungen der „alten" Forscher selber aus der Zeit, da die Naturwissenschaft in einem dramatischen Geschehen entstand … Dort wird der Lehrer auf den Ton des ursprünglichen Entdeckens gestimmt, der ihm dann aus den Fragen der Kinder wieder entgegenkommt"([1], S. 26).

Der hier vorgestellte Unterricht wurde in der 10. Jahrgangsstufe eines Wiener Gymnasiums mit sprachlichem Schwerpunkt gehalten. In diesem Schultyp findet man mehr Mädchen als Buben, in manchen Klassen sogar ausschließlich Mädchen. Die Schülerinnen haben ihren Physikunterricht mit der Beobachtung des Weltraums und der Erfassung der Dimensionen der Himmelskörper begonnen. Die nachfolgenden Unterrichtseinheiten sind als erste Einführung in die Grundgesetze der Mechanik zu verstehen und folgen dem historischen Weg, der über eine Änderung des Bezugssystems durch Verlagerung des Standpunkts von der Erde zur Sonne zur Entwicklung der grundlegenden Axiome der Mechanik führt. Dieses Konzept soll den Schülerinnen die Möglichkeit eröffnen, Physik nicht nur über einen technisch-manipulativen Zugang zu begreifen, sondern als Teil des kulturellen Erbes zu verstehen.

Inhalt und Methode

Im Mittelpunkt steht die Bewegung der Erde.[1)] Dabei sehen wir zunächst von ihrer Eigenrotation ab und konzentrieren uns auf die historisch bedeutsamere Frage nach der Bewegung der Erde um die Sonne. Die Schülerinnen sollen erkennen können, dass sich ihre eigene, scheinbar individuelle Argumentation in der Physikgeschichte wiederfindet – ein Umstand, der das Selbstbewusstsein in Bezug auf Physik stärken kann. Jede Unterrichtseinheit ist einer zentralen Frage gewidmet. Die Abfolge der einzelnen Fragenkomplexe orientiert sich grob am historischen Weg von Galilei bis Newton. Können wir die Bewegung der Erde mit unseren Sinnesorganen wahrnehmen oder, falls nicht, durch Messungen erkennen? Diesem Problem sind die ersten beiden Stunden gewidmet. Physikalischer Inhalt ist das von Galilei formulierte Relativitätsprinzip. In der 3. und 4. Stunde geht es darum, wie sich die Erde antriebslos durch das Weltall bewegen kann, ohne irgendwann stehen zu bleiben – wie die Körper der Erde. Mit dem galileischen Gedankenexperiment zur Trägheit lässt sich an dieser Stelle der Begriff der Kraft einführen. Der dritte Fragenkomplex (5. und 6. Stunde) führt zurück zum historischen Gesamtkontext: Was ist der Grund für die Abweichung der Erde von der geradlinigen Bewegung? Wir führen die Gravitationskräfte als Ursache für die Bewegung der Himmelskörper ein. Ein erstes qualitatives Verständnis der zwischen den Himmelskörpern wirkenden Anziehungskräfte führt schließlich die Schülerinnen auf das dritte newtonsche Axiom. Die Unterrichtseinheiten sind so konzipiert, dass die Schülerinnen weitgehend eigenständig lernen. Der Lehrer unterstützt und leitet ihren Lernprozess, er hebt zentrale Fragen hervor, die Leitthemen für die anschließenden Diskussionen. Diskutiert wird zum Teil in Gruppen (geleitet durch

Arbeitsblätter, Originaltexte und Informationsblätter), zum Teil im Plenum. Insbesondere bei der Strukturierung der Gruppenergebnisse am Beginn und am Ende jeder Einheit kann der Lehrer lenkend eingreifen, indem er mit geeigneten Fragen die Themenvielfalt einengt oder auch neue Perspektiven eröffnet. Inhalt und Methode sind in diesem Unterrichtskonzept eng miteinander verknüpft. Der inhaltliche Verlauf gewährleistet, dass – sieht man von den Ausgangsfragen ab – die wesentlichen Problemstellungen nicht vom Lehrer an die Schülerinnen herangetragen werden. Sie ergeben sich in der Diskussion. In der Folge muss nur noch ihre zentrale Bedeutung vom Lehrer hervorgehoben werden. Damit können sich die Schülerinnen (und Schüler) selbstständig eine in sich schlüssige Darstellung der Grundgesetze der Mechanik erarbeiten, geleitet nur durch einige wenige Fragen. Auf eine mathematische Formulierung der Gesetze wurde zunächst verzichtet. Sie kann in der Folge leicht ergänzt werden, etwa in einer allgemeinen Einführung, wie physikalische Gesetze mathematisch formuliert werden (als Proportion unter Definition eines geeigneten Proportionalitätsfaktors).

Ohne die Bewegung der Erde um die Sonne (und ohne die Neigung der Erdachse zur Ekliptik) gäbe es sie nicht: den warmen Sommermorgen … … und den kalten Winternachmittag.

Foto: Bert Butzke, Mühlheim a. d. Ruhr

Der Ablauf der einzelnen Unterrichtseinheiten

Die Unterrichtseinheiten sind jeweils als Einzelstunden konzipiert. Am Beginn einer Einheit wird der Wissens- und Diskussionsstand festgehalten, anschließend formuliert der Lehrer eine für die weitere Argumentation zentrale Frage. Die Frage wird auf ein Plakat oder an die Tafel geschrieben und in Gruppen erörtert. Zur Präzisierung und Erweiterung der Ausgangsfrage erhalten die Schülerinnen nach einiger Zeit Arbeitsblätter. Die Schülerinnen schreiben ihre Hypothesen nieder und versuchen, sie zu begründen. Die Ergebnisse der einzelnen Gruppen werden an der Tafel oder auf einem Plakat zusammengefasst, dabei werden kontroverse Gedanken, falls es keine Einigung gibt, samt deren Begründungen zunächst stehen gelassen. In einer Abschlussdiskussion werden die einzelnen Fragen noch einmal von hinten her aufgerollt, die unterschiedlichen Argumentationswege im Plenum geprüft. Dem Ergebnis wird ein Ausschnitt aus einem Originaltext, z. B. dem Galilei-Dialog [2], gegenübergestellt. Wichtig ist, Zwischenergebnisse, offene Fragen, Zusammenfassungen etc. festzuhalten, um so den Erkenntnisweg der Schülerinnen zu dokumentieren. Die Jugendlichen brauchen für die Formulierung ihrer Gedanken genügend Zeit, die gesamte Phase sollte allerdings begrenzt bleiben und von einer Phase des praktischen Arbeitens abgelöst werden. Die Originaltexte können in unterschiedlicher Weise verwendet werden. Empfehlenswert ist, zunächst die Autoren vorzustellen und zu erklären, aus welchen Büchern die Texte stammen und in welchem kulturhistorischen und wissenschaftlichen Kontext sie geschrieben wurden. Den Schülerinnen sollte klar werden, dass sich die Gedanken- und Erlebniswelt Galileis und Newtons in vielem von der ihren unterscheidet. Nach dem ersten Lesen eines Textes ist es

nahe liegend, zuerst alle Verständnisschwierigkeiten zu klären, dann könnten die Jugendlichen versuchen, den Text in eigenen Worten nachzuerzählen. Fragen mit Blick auf die Argumentationswege der Autoren werden sich anschließen, Analogien, aber auch Unterschiede zur eigenen Argumentation sind zu entdecken, das Gemeinsame und das Trennende klar herauszuarbeiten, die Bedeutung des Textauszugs für die Gesamtargumentation ist zu diskutieren.

Foto: Jan Wiemer, Bochum

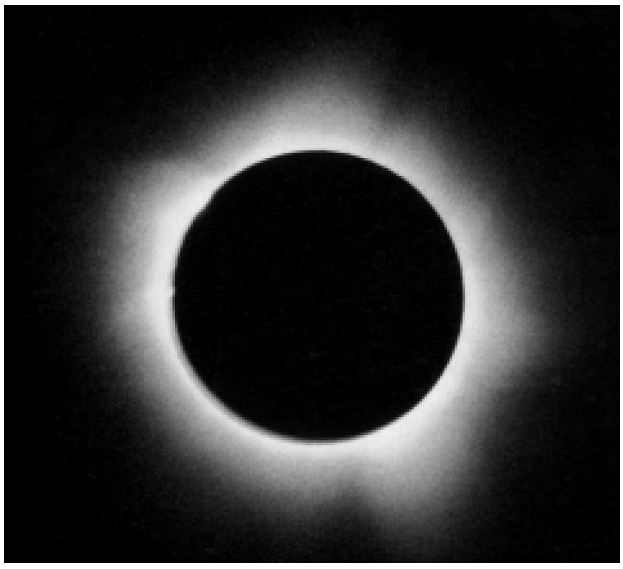
1. Stunde: Warum merken wir nichts von der Bewegung der Erde?

Die Lehrerin fordert die Schülerinnen auf, die Augen zu schließen und zuzuhören: „Es ist tiefe Nacht, du siehst die Sterne, dazwischen einen Planeten. Du schaust genauer hin und erkennst, dass der Planet nicht ruht. Er rast durch den Weltraum. Dazu dreht er sich wie ein Kreisel um sich selbst. Du schaust noch näher hin und erkennst einen Menschen, der auf diesem Planeten sitzt. Dieser Mensch bist du selbst. Du selbst bist es, die auf diesem Kreisel mit hunderttausend Stundenkilometern durch den Raum rast ...“ Die Schülerinnen erzählen, was sie bei dieser Vorstellung empfinden. Die Frage, warum wir von der Bewegung der Erde nichts merken, wird als Ausgangspunkt für die Bearbeitung eines Arbeitsblattes gewählt. Die Schülerinnen überlegen, wie sie Bewegungen üblicherweise wahrnehmen: durch Luftbewegung, durch die optische Veränderung ihrer Umgebung oder durch den eigenen Körper (s. Arbeitsblatt 1). Die Diskussion ergibt, dass es keine Beobachtungen gibt, aufgrund derer man auf eine gleichförmige Bewegung der Erde schließen könnte. (Für kürzere Zeiträume wie eine Schulstunde kann die Bewegung der Erde um die Sonne als annähernd gleichförmig betrachtet werden.) Die Schülerinnen lernen Galileis Dialog über die beiden Weltsysteme kennen (s. Informationsblatt 1). Die Lehrerin gibt Informationen über Galilei und erzählt von den kulturellen und politischen Verhältnissen jener Zeit. Es erhebt sich die Frage, welche Möglichkeiten Galilei hatte, die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne zu beweisen.

2. Stunde: Gibt es Experimente, mit deren Hilfe wir auf eine Bewegung der Erde schließen können?

Im Mittelpunkt der Stunde steht folgende Frage: Kannst du durch die Beobachtung eines fallenden Körpers erkennen, ob sich die Erde bewegt? Fallen Körper in einem bewegten System anders als in einem ruhenden System? Die Schülerinnen versuchen zunächst, die Frage mit Hilfe ihrer Erfahrung zu beantworten. Sie überlegen, wie Fallbewegungen in Zügen, Autos, Flugzeugen verlaufen, berechnen, ob Unterschiede im Auffallpunkt überhaupt erkennbar wären. Sie lassen Körper aus unterschiedlichen Höhen fallen. Sie berechnen, dass selbst das Einschenken eines Glases Wasser im Flugzeug zu Schwierigkeiten führen müsste. Eine Schülerin beschließt, das Experiment in der fahrenden U-Bahn durchzuführen. Die

Schülerinnen lesen jene Abschnitte des Galilei-Dialogs, die die Frage behandeln, ob ein Körper, der vom Mast eines Segelschiffes fällt, am Fuße des Masts aufkommt (Text 1). Die Überlegungen beschränken sich darauf, dass selbst bei hohen Geschwindigkeiten Abweichungen nicht feststellbar sind. Als Ursache für dieses Phänomen wird üblicherweise die sich mitbewegende Lufthülle angegeben. Widersprüche in diesem Erklärungsansatz können entweder zur Einführung des Trägheitsprinzips genutzt werden oder – wie in diesem Fall – zunächst ungelöst bleiben. Auch wenn die für kürzere Zeiträume annähernd gleichförmige Bewegung der Erde um die Sonne nicht nachweisbar ist, lässt sich vielleicht die ein Jahr dauernde Rotation um die Sonne nachweisen. Die Schülerinnen erhalten Informationen über die historischen Beweise zu den Rotationsbewegungen der Erde (s. Arbeitsblatt 2) und versuchen, die Überlegungen durch Simulation von Kreisbewegungen nachzuvollziehen.



Die Bewegungen der Erde um die Sonne und des Mondes um die Erde führen regelmäßig zu Sonnenfinsternissen (Bild: Sonnenfinsternis vom 7. März 1970)

Bild: Jay Pasachoff, Williams College; High Altitude

3. Stunde: Wird die Erde irgendwann stehen bleiben?

Die Schülerinnen haben die Erfahrung gemacht, dass die Bewegungen aller Körper irgendwann zum Stillstand kommen, und die meisten von ihnen sind der Überzeugung, dass dies auch für die Erde gilt. Um die Diskussion auf eine andere Ebene zu führen, erhalten die Schülerinnen eine Zeichnung aus dem Galilei-Dialog: Eine Kugel rollt eine schiefe Ebene hinab und den Gegenhang hinauf. Wie hoch rollt die Kugel hinauf? (Arbeitsblatt 3) Jede Schülerin markierte die Stelle, an der ihrer Meinung nach die Kugel stehen bleibt. Die Schülerinnen überlegen, welche Rolle die Größe und das Material der Kugel sowie die Oberflächenstruktur der schiefen Ebene spielen. Oder bleibt die Kugel, wie einige Schülerinnen meinen, etwa im Tal liegen? Die Schülerinnen versuchen, für ihre zunächst rein intuitiven Behauptungen Argumente zu finden, und ziehen dazu Alltagserfahrungen heran (s. Arbeitsblatt 4). Es wird beschlossen, Skateboardfahrer zu beobachten und zu filmen.

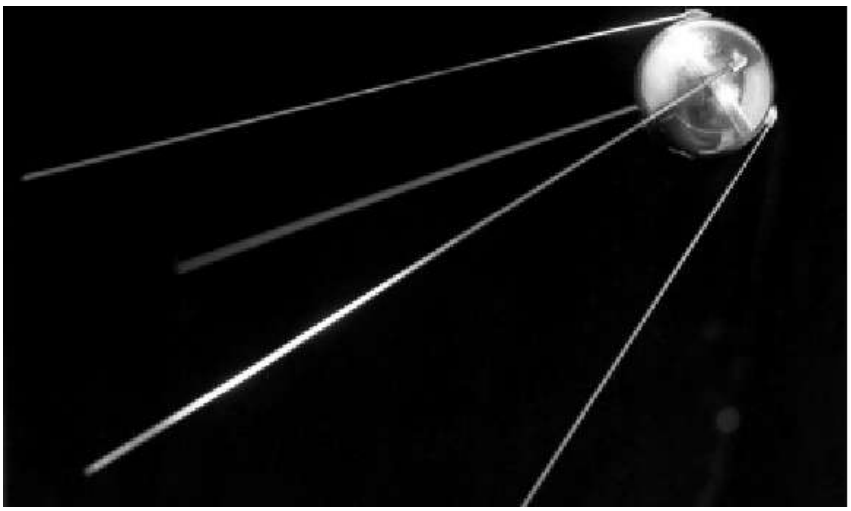
4. Stunde: Warum bewegt sich die Erde ohne Antrieb?

Eine erste Analyse des Films zeigt, dass die Skateboardfahrer durch Bewegungen ihres Körpers an Höhe gewinnen können, ähnlich wie beim Schaukeln. Um die Diskussion auf das Ausgangsproblem zu konzentrieren, sollen die Schülerinnen nun bewusst von der Vielfalt ihrer Erfahrungen zu einem einfachen Modell kommen. Das Gedankenexperiment Galileis zur schiefen Ebene wird diskutiert (s. Arbeitsblatt 5) und durch ein einfaches Realexperiment mit einem überlangen Poster und einem Tischtennisball ergänzt. Die Schülerinnen lesen die galeileische Formulierung des Trägheitsprinzips (s. Text 2) und vergleichen den Inhalt des Textes mit ihren Ergebnissen. Anschließend diskutieren die Schülerinnen, ob das Trägheitsprinzip auch für die Bewegung der Erde um die Sonne gilt und die Rolle der Reibung bei der Bewegung der Erde. Kann es im Weltall „ewige“ Bewegungen geben? Überlegungen zu den Bewegungen anderer Himmelskörper, zu der des Erdmondes und zu jenen von künstlichen Satelliten, erweitern die Betrachtungen. Ein Filmausschnitt über die

Bewegung künstlicher Raumsonden führt zur Frage der Bewegung der Erde zurück. Doch sich vorzustellen, dass die Bewegung der Himmelskörper nicht aufhört, bleibt für viele Schülerinnen weiter schwierig – obwohl sie das Problem rational richtig gelöst haben. Was bleibt, ist die Vorstellung, dass das Universum nicht statisch, sondern dynamisch ist: rotierende, durch den Raum rasende Himmelskörper.

5. Stunde: Warum bewegt sich die Erde um die Sonne? Warum fliegt sie nicht einfach davon?

An der Tafel steht das Trägheitsprinzip in der Formulierung Galileis. Darunter befindet sich eine Zeichnung, auf der die Bahnen der Planeten und einiger Monde skizziert ist. Nach einer kurzen Diskussion erhalten die Schülerinnen das Arbeitsblatt 6. Warum fliegt der Mond nicht einfach davon? Die Schülerinnen scheinen zu wissen, dass dafür die Anziehungskraft der Erde verantwortlich ist; der Analogieschluss fällt ihnen leicht: die Sonne zieht die Erde an. So zieht die Erde Körper wie Meteoriten, aber auch den Mond und künstliche Satelliten, an. Zugleich wird sie aber ihrerseits von der Sonne und – wie die Gezeiten zeigen – vom Erdmond angezogen. Dies ermöglicht den Schülerinnen einen ähnlichen Schluss, wie ihn bereits Newton vollzog (s. [3], [4], [5]), dass nämlich die Himmelskörper einander anziehen und dass ihre Bewegungen durch die gegenseitige Anziehungskraft gesteuert werden. Newtons Text zur Definition der Kraft wird im Hinblick auf das bisherig Erarbeitete besprochen (Text 3). Die Erkenntnis, dass Körper sich gegenseitig anziehen, wird mit Hilfe einer Computersimulation oder mit Hilfe des Arbeitsblattes 7 gefestigt. In der Computersimulation [2)] können die Schülerinnen einzelne Parameter, wie Geschwindigkeit, Masse, Entfernung, variieren. So erfahren sie, dass die Veränderung einer Masse die Bewegung der anderen Massen des Systems beeinflusst. Mit diesem Wissen können die Schülerinnen schließlich zu einem ersten intuitiven Verständnis des dritten newtonschen Axioms gelangen.



Sputnik 1: Der erste künstliche „Weggefährte" der Erde piepste 1957 von seiner Bahn um den Planeten

Foto: Jürgens

6. Stunde: Welche Kraft hält die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne?

Welche Eigenschaften hat die Kraft, mit der die Sonne die Erde anzieht? Wo lässt sich diese Kraft noch beobachten? – Die Schülerinnen beobachten nun unterschiedliche Bewegungen und untersuchen in Kleinexperimenten (s. Arbeitsblatt 8) wie die Abweichung von der geradlinig gleichförmigen Bewegung zustande kommt. [3)] Ziel der Experimente ist herauszufinden, welche der beobachteten Kräfte die Bewegung des Mondes um die Erde und die der Erde um die Sonne verursacht. Man kann in diesem Zusammenhang vom Irrtum Keplers erzählen, der meinte, bei den gesuchten Kräften handle es sich um Magnetkräfte, und von den Schwierigkeiten, die Newton mit seinen Zeitgenossen hatte, als er die Theorie der

Gravitationskräfte aufstellte. Die Kleinexperimente können auch Anlass zu einer vertiefenden Diskussion des dritten newtonschen Axioms sein. Dazu eignen sich Newtons Originaltexte (Text 4). Text 5 stellt Gedankenexperimente zum dritten newtonschen Axiom vor, die sich auch als Arbeitsblätter umformulieren lassen.

Weiterführende Überlegungen

In der Abschlussphase bieten sich Rollenspiele mit Streitgesprächen an – ähnlich den historischen Auseinandersetzungen zwischen Galilei und den Scholastikern sowie zwischen Newton und den Gegnern der Gravitationslehre. Naheliegend ist, diese Phase in Zusammenarbeit mit anderen Fächern (Geschichte, Deutsch) zu gestalten. Hinweise, wie das Schauspiel „Das Leben des Galilei" von Brecht [6] in den Unterricht einbezogen werden kann, finden sich bei Labudde [7]. Wichtig erscheint mir dabei, Jugendlichen bereits zu Beginn ihres Physikunterrichts zu vermitteln, dass physikalische Ideen von Menschen in ihrem jeweiligen kulturellen und gesellschaftlichen Umfeld geschaffen wurden (s. [8], [9]). Die Texte wurden so ausgewählt, dass sie die Ziele der Wissenschaft – Natur zu verstehen und zu erklären – und der Lehre – Wissen zu vermitteln – vereinigen. Sie bieten auch Anlass zu wissenschaftstheoretischen und wissenschaftshistorischen Überlegungen. Damit lässt sich diese Unterrichtssequenz auch in neuere curriculare Tendenzen im angelsächsischen Raum einordnen, wie STS (science, technology, and society, s. [10]), HPS (history, philosophy, and science, s. [11]) oder die Schwerpunktsetzung „nature of science" (s. [12]).

Aus den Rückmeldungen der Schülerinnen

Die Unterrichtssequenz ist nicht als fertiges Konzept zu verstehen, sie soll zur Weiterentwicklung einladen. Die ersten fünf Unterrichtsstunden wurden mit einer kleinen, relativ homogenen Mädchengruppe gestaltet.[4)] In einem Fragebogen [13], der den Schülerinnen am Ende vorgelegt wurde, kommentierten sie den Unterricht: „Ich habe sehr viel Spaß gehabt. Vor allem hat es Spaß gemacht, selber manche Dinge zu erkennen." – „Ich habe auch mit meiner Mutter über die Fragen weiterdiskutiert." – „Ich war neugierig auf die Lösungen zu all unseren Fragen." – „Am meisten haben mich die Stunden über die Bewegungen interessiert ..." – „Ich habe es sehr interessant gefunden, so tief auf ein Thema einzugehen, es so genau zu behandeln." – „Vor allem die Diskussionen haben Spaß gemacht. Ich finde, nur durch das Reden sind wir auf vieles von allein draufgekommen." Die Schülerinnen wollten selbst in Diskussionen Lösungen finden, „aus eigener Kraft auf etwas draufkommen". Die angeschnittenen Fragen haben dabei nicht nur die Schülerinnen interessiert, sondern auch Gespräche außerhalb des Unterrichts ermöglicht. Die Geschlossenheit der Argumentation schließlich hat die Neugierde bis zum Schluss wachgehalten. Es war den Schülerinnen wichtig, für sie bedeutsame Probleme genau zu verstehen und zu lösen.

Schlussbemerkungen

Die Unterrichtssequenz soll zu einem ersten Verständnis der newtonschen Axiome am Beispiel der Bewegung der Erde führen.[5)] Weiterführende Fragen, wie Beweise für die tägliche Drehung der Erde oder eine genauere Illustration des historischen Hintergrunds, wurden vorerst ausgeklammert. Das Konzept ist diesbezüglich erweiterbar; man sollte jedoch darauf achten, dass die Geschlossenheit der Argumentation nicht verloren geht, und den Inhalten entsprechend jeweils eine andere Methode wählen. In den Diskussionen ergaben sich zahlreiche Bezüge zu den verschiedensten Bereichen der Physik, insbesondere der Mechanik. In diesem Zusammenhang sei auf den Energieerhaltungssatz hingewiesen: Nicht nur, dass die Schülerinnen das Wort Energie nie erwähnten (es wurde der Ausdruck „Schwung" verwendet), sie waren – zumindest was die Mechanik betraf – weit davon entfernt anzunehmen, dass Energie erhalten bleibt. Dies lässt vermuten, dass den Misskonzepten zum

Energiebegriff [14] weit mehr Aufmerksamkeit zuteil werden sollte, als dies derzeit geschieht. Die Rückmeldungen der Schülerinnen zeigen, dass nicht allein das Realexperiment Jugendliche zu faszinieren vermag. Dass das Interesse, sich mit einer Sache zu beschäftigen, allein durch Anfassen ausgelöst wird, das scheint zumindest für diesen Fall nicht zuzutreffen. Die Faszination des Themas, die Gelegenheit, auch außerhalb des Unterrichts Gespräche über physikalische Fragen zu führen, insbesondere aber die Möglichkeit, eigene Gedanken zu formulieren und ihre Relevanz für den Erkenntnisfortschritt zu sehen, wecken das Interesse der Schülerinnen. Der offene methodische Ansatz und der großzügige Zeitrahmen eröffnen die Chance, einen Gedanken genau zu erörtern. Durch die Beschäftigung mit Originaltexten können die Jugendlichen eigene Gedanken und Argumentationen im historischen Kontext wiederfinden und den komplizierten Weg von der Alltags- zur Fachsprache nachvollziehen. Da viel Zeit eingeplant war, ließen sich auch scheinbare Details eingehender betrachten, so lange, bis die Schülerinnen das – subjektiv sehr wichtige – Gefühl hatten, „die Sache wirklich zu verstehen“. All diese Faktoren stärken das Selbstbewusstsein der Mädchen im und gegenüber dem Fach Physik und wirken sich damit positiv auf das Interesse der Mädchen an diesem Fach aus (vgl. auch [15]). Dieser Beitrag möchte auch Kolleginnen und Kollegen dazu anzuregen, Ähnliches auszuprobieren. Dabei hängt die Übertragung des relativ offenen Gesamtkonzepts weniger von den Rahmenbedingungen als von den agierenden Personen ab. Die einzelnen Fragenkomplexe sowie die Arbeitsblätter können einen derartigen Versuch unterstützen.

Faktoren, die in der hier vorgestellten Unterrichtseinheit geeignet sind, das Interesse von Schülerinnen am Fach Physik positiv zu beeinflussen und das Selbstbewusstsein der Mädchen gegenüber diesem Fach zu erhöhen:

- Kontext, der für die Schülerinnen von Bedeutung ist: Stellung der Erde im All
- konstruktivistische Lernansätze: von den Vorstellungen der Schülerinnen ausgehend werden Fragen formuliert, Widersprüche aufgedeckt, Hypothesen entwickelt und geprüft, die Gelegenheit gegeben, „selber auf etwas draufzukommen“
- fächerübergreifende Ansätze: Miteinbeziehung historischer Zusammenhänge im Geschichtsunterricht, Brecht im Deutschunterricht
- den Schülerinnen Gelegenheit geben, eigene Gedanken und Überlegungen im historischen Kontext wiederzufinden: Lesen von Originaltexten
- behutsamer Übergang von der Alltags- zur Fachsprache: die Entstehung des Fachvokabulars wird an Originaltexten gezeigt, der Übergang von der Alltagssprache zur Fachsprache sowohl individuell als auch im historischen Kontext bewusst vollzogen
- Wissen schaffen, das auch außerhalb der Schule von Bedeutung ist und Kommunikation ermöglicht
- Gefühle ansprechen oder hervorrufen: die Schwierigkeit, die Bewegung der Erde um die Sonne zu beweisen, die damit verbundenen Auseinandersetzungen insbesondere mit der Kirche, aber auch die Entdeckung von Widersprüchen in den eigenen Konzepten sind mit Gefühlen verbunden
- den Schülerinnen die Möglichkeit bieten, eigene Ressourcen zu entdecken und zu nutzen: die Schülerinnen lernen Argumente zu präzisieren, zu ordnen, Widersprüche rational zu verarbeiten etc.
- geeignete Rahmenbedingungen schaffen: großzügiger Zeitrahmen, homogene Kleingruppen, geeignetes Lernklima

Anmerkungen

(1) Ausgangspunkt für das beschriebene Unterrichtskonzept war die Überlegung des leider viel zu früh verstorbenen Prof. Dr. U. Sexl, der gleichfalls Überlegungen Galileis zum Ausgangspunkt einer Einführung in die Mechanik wählte (Sexl; Raab; Streeruwitz: Physik. Bd. 1 A. Wien: 1980). Zu Dank verpflichtet bin ich auch Frau Prof. Dr. Katarina Teplanova, Universität Bratislava, die mich ermutigte, dieses Konzept zu Papier zu bringen.

(2) Zur Simulation der Bewegungen der Planeten wurde „Orbits“, University of Maryland, Physics Academic Software verwendet.

(3) Der Kraftbegriff muss hier nicht eingeführt werden, die Schülerinnen verwenden ihn in diesem Zusammenhang völlig selbstverständlich. Erst später wird wichtig, den physikalischen von anderen Kraftbegriffen abzugrenzen.

(4) Die sechste Stunde und das anschließende Projekt konnten aus organisatorischen Gründen nicht mehr erprobt werden.

(5) Es ist eine Evaluation in Arbeit im Hinblick darauf, inwiefern ein derartiger Unterricht einen Konzeptwechsel einleiten kann.

Literatur

[1] Wagenschein, M.: Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken. Bd II. Stuttgart: Klett, 1970.

[2] Galilei, Galileo: Dialog über die beiden hauptsächlichen Weltsysteme: das ptolomäische und das kopernikanische. Aus dem Ital. übers. und erl. von Emil Strauss. Hrsg. von Roman Sexl und Karl von Meyenn. Reprograf. Nachdr. d. Ausg. Leipzig 1891. Stuttgart: Teubner, 1982.

[3] Cohen, I. B.; Tilling, L. (eds.): The Correspondence of Isaac Newton. Volume 5 (1709–1713). London: Cambridge University Press, p. 397. In: Gauld, C.: Making More Plausible What is Hard to Believe: Historical Justifications and Illustrations of Newton‘s Third Law. In: Science and Education 7 (1998), p. 159–172.

[4] Newton, Isaac: Opera omina. Bd. 2. London: 1779. Ed. S. Horsley. Ü: Sir Isaac Newtons‘ Mathematische Prinzipien der Naturlehre. (Hrsg. J. Ph. Wolfers) Berlin: 1872.

[5] Newton 1729/1960: The Mathematical Principles of Natural Philosophy (trans. A. Motte, 1729). Berkeley: University of California Press, p. xxi.

[6] Brecht, B.: Leben des Galilei. Berlin: Suhrkamp, 1955.

[7] Labudde, P.: Erlebniswelt Physik. Bonn: Dümmler, 1993.

[8] Simonyi, K.: Kulturgeschichte der Physik. Frankfurt/Main: Deutsch, 1990.

[9] Sambursky, S.: Der Weg der Physik. 2 500 Jahre physikalischen Denkens. München: Deutscher Taschenbuchverlag, 1978.

[10] Aikenhead, G. S.; Solomon, J. (eds.): STS Education: International Perspectives on Reform. New York: Teachers College Press, 1994.

[11] Matthews, M. R.: Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science. New York: Routledge, 1994.

[12] Driver, R. et al.: Young people‘s images of science. Buckingham (Philadelphia): Open University Press, 1996.

[13] Faißt, W.; Häußler, P. et al.: Physik-Anfangsunterricht für Mädchen und Jungen. Kiel: IPN, 1994.

[14] Duit, R.: Der Energiebegriff im Physikunterricht. Kiel: IPN, 1986.

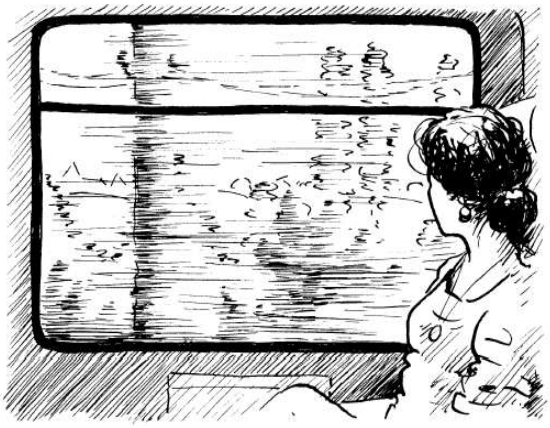
[15] Hoffmann, L.; Häußler, P.; Peters-Haft, S.: An den Interessen von Jungen und Mädchen orientierter Physikunterricht. Kiel: IPN, 1997.

Arbeitsblatt 1

Wieso merken wir nichts von der Bewegung der Erde?

Überlege, wie du Bewegungen üblicherweise wahrnimmst.
Wodurch unterscheiden sich die genannten Bewegungen von der Bewegung der Erde?

Kannst du jemandem beweisen, dass sich die Erde um die Sonne bewegt?



Zeichnung Walter Ühlein, Hamburg

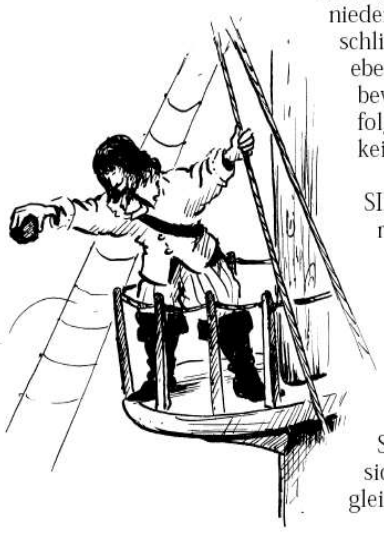
Informationsblatt 1

DIALOGO
DI
GALILEO GALILEI LINCEO
MATEMATICO SOPRAORDINARIO
DELLO STVDIO DI PISA.
E Filosofo, e Matematico primario del
SERENISSIMO
GR.DVCA DI TOSCANA.
Doue ne i congressi di quattro giornate si discorre sopra i due
MASSIMI SISTEMI DEL MONDO
TOLEMAICO, E COPERNICANO;
Proponendo indeterminatamente le ragioni Filosofiche, e Naturali tanto per l'una, quanto per l'altra parte.
CON PRI VILEGI.
IN FIORENZA, Per Gio: Batista Landini MDCXXXII.
CON LICENZA DE' SUPERIORI.

Der Dialog ***Über die beiden hauptsächlichen Weltsysteme, das ptolomäische und das kopernikanische*** ist 1632 in italienischer Sprache erschienen und 1642 in das Lateinische übersetzt worden. Die drei Gesprächspartner Salviati (Sprecher Galileis), Sagredo (intelligenter, nüchtern denkender und unvoreingenommener Zeitgenosse) und Simplicio (überzeugter Anhänger des Aristoteles) unterhalten sich vier Tage über Argumente und Gegenargumente für und gegen die beiden Weltsysteme.

Text 1

Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, Tolemaico e Copernicano. Florenz 1630.



Zeichnung: Walter Uhlein, Hamburg

SALVIATI: Ihr sagt: weil bei ruhendem Schiffe der Stein am Fuße des Mastes niederfällt, bei bewegten hingegen vom Fuße entfernt, so lässt sich umgekehrt schließen, dass, wenn der Stein am Fuße niederfällt, das Schiff stille steht; und ebenso ergibt sich, dass, wenn er entfernt davon niederfällt, das Schiff sich bewegt. Da nun, was beim Schiffe gilt, auch bei der Erde eintreten muss, so folgt aus dem Niederfallen des Steines am Fuße des Turmes mit Notwendigkeit die Unbewegtheit des Erdballs. Ist das nicht Euer Beweis?

SIMPLICIO: Ja, und zwar in gedrängter Fassung, was sehr zur Erleichterung des Verständnisses beiträgt.

SALVIATI: Nun sagt mir: Wenn der von der Spitze des Mastes abgelassene Stein auch bei dem rasch bewegten Schiffe genau an derjenigen Stelle des Schiffes niederfiele, wohin er bei dem ruhenden Schiffe auftrifft, welchen Wert würden dann diese Fallversuche für die Entscheidung der Frage haben, ob das Schiff feststeht oder fährt?

SIMPLICIO: Absolut keinen. Ebenso wie aus dem Schlagen des Pulses sich nicht erkennen lässt, ob jemand schläft oder wacht, weil der Puls in gleicher Weise bei Schlafenden wie bei Wachenden schlägt.

SALVIATI: Sehr wohl. Habt Ihr jemals den Versuch mit dem Schiff angestellt?

SIMPLICIO: Ich habe es nicht getan, wohl aber, denke ich, haben die Schriftsteller, welche ihn anführen, sich sorgfältig mit ihm beschäftigt. Überdies liegt die Ursache der Verschiedenheit so sehr auf der Hand, dass kein Raum zum Zweifel bleibt.

Arbeitsblatt 2

Wie Astronomen die Bewegung der Erde um die Sonne beweisen können

Fixiere einen nicht zu weit entfernten Gegenstand in der Klasse. Betrachte auch den Hintergrund.
Nun bewege dich im Raum, fixiere weiter den Gegenstand und seinen Hintergrund. Was beobachtest du?

Die „Parallaxe“ ist ganz allgemein der Winkel, um den ein Objekt verschoben erscheint, wenn man es von zwei verschiedenen Orten aus betrachtet.

Bewege dich nun auf einem Kreis und fixiere weiter den Gegenstand, der nun außerhalb des Kreises liegt.
Was beobachtest du?

Deine Beobachtungen lassen sich verbessern, wenn du den Gegenstand aus unterschiedlichen Positionen fotografierst.

Versuche, deine Beobachtungen in einer Skizze darzustellen.

Bei der Beobachtung eines nahen Sterns im Laufe eines Jahres ändert sich die Position dieses Sternes vor dem Hintergrund der entfernteren Sterne im Laufe der Zeit: der Stern beschreibt im Laufe eines Jahres eine winzige Ellipse. 1838 entdeckte der Bremer Astronom Friedrich Wilhelm Bessel die gesuchte Verschiebung: nachdem er über 18 Monate den Stern Cygni 61 in Bezug auf zwei viel schwächere Sterne beobachtete, entdeckte er eine Verschiebung von weniger als einem Drittel einer Bogensekunde.

Galilei verfügte nicht über die notwendigen Instrumente, um eine derartig geringe Verschiebung zu messen.
Dennoch hatte sich das heliozentrische Weltbild lange vor der Entdeckung der Fixsternparallaxe durchgesetzt.
Welche Faktoren glaubst du, könnten dabei eine Rolle gespielt haben?

Arbeitsblatt 3

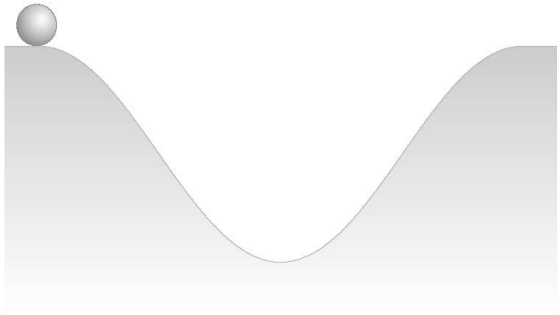
Wie weit rollt die Kugel?

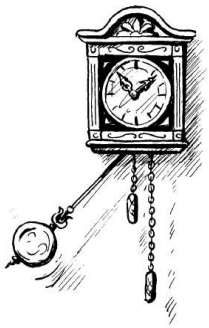
Jedes Mitglied der Gruppe soll den höchsten Punkt einzeichnen, den die Kugel am Gegenhang erreicht.

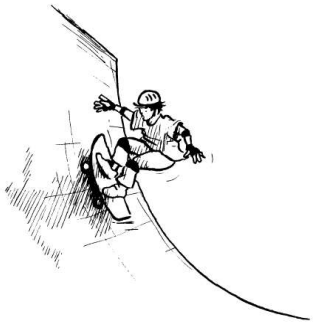
Begründe, warum du gerade diesen Punkt einzeichnest.

Versucht, ein Gruppenergebnis zu formulieren.

Arbeitsblatt 4



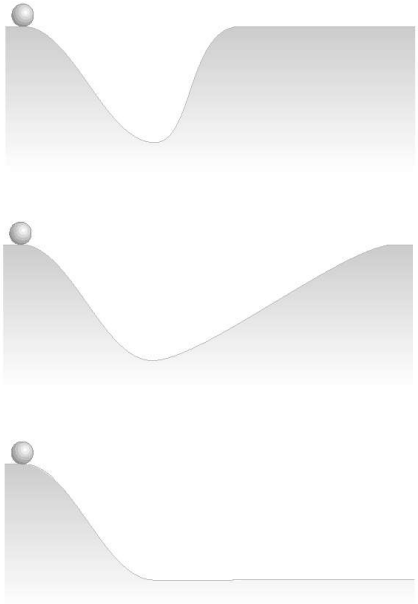




Zeichnungen (3): Walter Uihlein, Hamburg

Arbeitsblatt 5

A) Zeichne ein, wie weit die Kugel rollt.



B) Nimm ein Poster und einen Tischtennisball. Führe das „Realexperiment“ durch und vergleiche mit dem Gedankenexperiment.

C) Wie musst du die experimentellen Gegebenheiten verändern, damit die Kugel nicht zum Stillstand kommt, sondern sich „ewig“ weiterbewegt?

Text 2

Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, Tolemaico e Copernicano. Florenz 1630

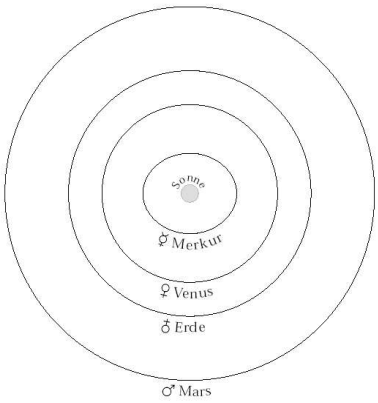
Indes ist zu beachten, dass der Geschwindigkeitswert, den der Körper aufweist, in ihm selbst unzerstörbar enthalten ist, während äußere Ursachen der Beschleunigung oder Verzögerung hinzukommen, was man nur auf horizontalen Ebenen bemerkt, denn bei absteigenden nimmt man Beschleunigung wahr, bei aufsteigenden Verzögerung. Hieraus folgt, dass die Bewegung in der Horizontalen eine unaufhörliche sei.

Arbeitsblatt 6

„ … Hieraus folgt, dass die Bewegung in der Horizontalen eine unaufhörliche sei."

Warum bewegen sich die Planeten nicht auf geradlinigen Bahnen?

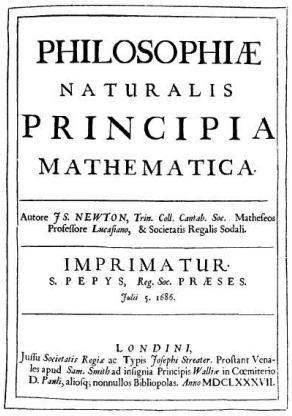
Warum bewegt sich der Mond um die Erde, warum fliegt er nicht einfach davon?



Text 3

Isaac Newton:
Philosophiae naturalis principia mathematica (1687)

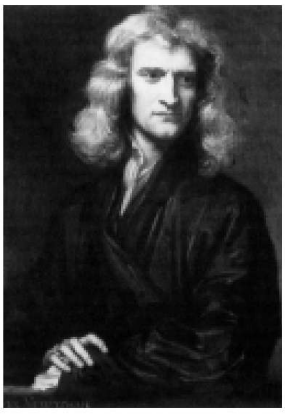
Jeder Körper beharrt in seinem Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen geradlinigen Bewegung, wenn er nicht durch einwirkende Kräfte gezwungen wird, seinen Zustand zu ändern. Geschosse verharren in ihrer Bewegung, insofern sie nicht durch den Widerstand der Luft verzögert oder durch die Kraft der Schwere von ihrer Richtung abgelenkt werden. … Die großen Körper der Planeten und Kometen aber behalten ihre fortschreitende und kreisförmige Bewegung , in weniger widerstehenden Medien, lange Zeit bei.


PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA.

Autore *J S. NEWTON, Trin. Coll. Cantab. Soc.* Matheseos Professore *Lucasiano*, & Societatis Regalis Sodali.

IMPRIMATUR.
S. PEPYS, *Reg. Soc.* PRÆSES.
Julii 5. 1686.

LONDINI,
Justu *Societatis Regiæ* ac Typis *Josephi Streater*. Prostant Venales apud *Sam. Smith* ad insignia Principis *Walliæ* in Cœmiterio D. *Pauli*, aliosq; nonnullos Bibliopolas. *Anno* MDCLXXXVII.



Arbeitsblatt 7

Was würde mit unserem Mond geschehen, wenn ein Riese die Erde einfach entfernen würde? Erläutere deine Überlegungen durch eine Skizze.

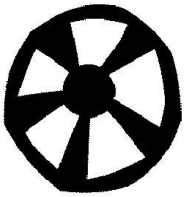
Was würde passieren, wenn der Erdmond sich schneller oder langsamer bewegen würde, was wenn er eine andere Masse hätte? Wie würden analoge Überlegungen für die Erde und die anderen Planeten aussehen?

Aus dem Internet:
Exploiting the unique capabilities of Hubble's Space Telescope Imaging Spectrograph (STIS), in a single exposure astronomers were able to discover a black hole in the center of galaxy M84 (located in the Virgo Cluster of galaxies, 50 million light-years from Earth) by mapping the motions of gas in the grip of the black hole's powerful gravitational pull.
Evidence for the black hole comes from measurement of extremely rapid rotation of a disk of gas at the very center of the galaxy. STIS recorded a sharp rise in the velocity of material as it looked close into a disk of gas whirling around the black hole. STIS measured velocities skyrocketing to 400 kilometers per second within 26 light-years of the galaxy´s center, where the black hole dwells. If no black hole were present, the velocity would not have risen so steeply in the STIS observations. This motion allowed astronomers to calculate that the black hole contains at least 300 million solar masses.
(Quelle: http://oposite.stsci.edu/pubinfo/pr/97//12/background.html)

Was bedeuten diese Zahlenwerte im Hinblick auf die wirkenden Gravitationskräfte? (Zum Vergleich: Die Erde ist etwa 8 Lichtminuten von der Sonne entfernt und bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 30 km/s um die Sonne.)

Arbeitsblatt 8

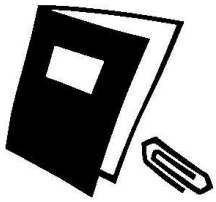
Material:
Ball, Wagen, Magnete, rauhes Papier, Kamm, Seidenpapier, Papierschnitzel usw.



Du hast verschiedene Körper vor dir. Finde Möglichkeiten, sie in Bewegung zu setzen!

Welche Bewegungsformen erkennst du?

Beschreibe jeweils genau, welche Körper wie in Bewegung versetzt wurden, und wie und wodurch sich die beobachtete Bewegung verändern lässt.

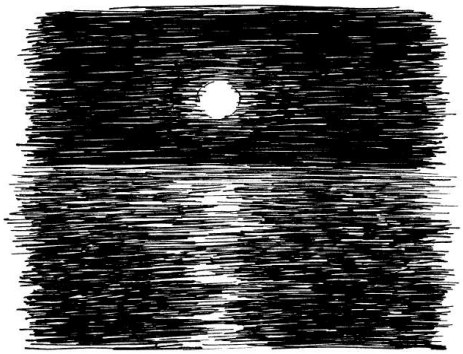


Stelle deine Ergebnisse übersichtlich dar: Kraft – Körper –

Text 4

Isaac Newton: Philosophiae naturalis principia mathematica (1687)

Die Wirkung ist stets der Gegenwirkung gleich, oder die Wirkungen zweier Körper auf einander sind stets gleich und von entgegengesetzter Richtung. Es gilt dieses Gesetz auch bei den Anziehungen, wie in der nächsten Anmerkung gezeigt werden wird.
Sind endlich alle Körper in der Umgebung der Erde gegen diese schwer, und zwar im Verhältnis der Menge der Materie in jedem, ist der Mond gegen die Erde nach Verhältnissen seiner Masse und umgekehrt unser Meer gegen den Mond schwer, hat man ferner durch Versuche und astronomische Beobachtungen erkannt, dass alle Planeten wechselseitig gegeneinander und die Kometen gegen die Sonne schwer sind, so muss man nach dieser Regel behaupten, dass alle Körper gegeneinander schwer seien.

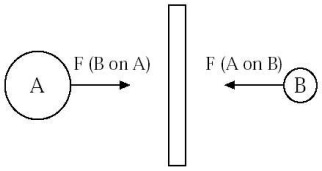


Zeichnung: Walter Uhlein, Hamburg

Text 5

The Correspondence of Isaac Newton, Volume V (1709–1713)

If a body attracts another body continguous to it and is not mutually attracted by the other: the attracted body will drive to the other before it both will go away together with an accelerated motion in infinitum, as it were by a self moving principle, contrary to the first law of motion, whereas there is no such phenomenon in all nature. (Zitiert nach Gauld 1998.)



Isaac Newton: Philosophiae naturalis principia mathematica. Vorwort zur zweiten Ausgabe 1729 von Roger Cotes

Let the mass of the earth be divided into any two parts whatever, either equal or unequal; now if the weights of the parts towards each other were not mutually equal, the lesser weight would give way to the greater, and the two parts would move together indefinitely in a right line towards that point to which the greater weight tends, which is altogether contrary to experience. (Zitiert nach Gauld 1998.)

In: Naturwissenschaft Unterricht Physik, 12 (2001) Nr 65, S 33-37

„Außerhalb der Erde herrscht Schwerelosigkeit“

Physikunterricht zum Thema „Schwerelosigkeit“

VON HELGA STADLER

Filme über das Leben der Astronauten im Weltraum gehören wohl immer noch zu den Highlights des Physikunterrichts Die Frage, warum Astronauten "schwerelos" sind, wird allerdings - nicht nur von Schulkindern- selten richtig beantwortet. Im einfacheren Fall sind die Befragten der Meinung, dass außerhalb der Erdatmosphäre Schwerelosigkeit herrscht. Dieses Misskonzept ist durch zahlreiche Studien belegt ([1], [2]). Eine Reihe von Ursachen scheint für dieses und andere damit in Zusammenhang stehende Fehlkonzepte verantwortlich zu sein, etwa das in den Medien vermittelte Bild des über der Erdatmosphäre schwebenden Raumfahrers, insbesondere aber auch der Terminus selbst: Das Wort "Schwerelosigkeit" impliziert, dass es Räume gibt, in denen keine Schwerkraft mehr herrscht ([3], [4] und [5]). In der Physik Gebildetere führen das Phänomen "Schwerelosigkeit" darauf zurück, dass Zentripetal- und Zentrifugalkraft einander gegenseitig aufheben, was ohne genauere Erläuterung zu weiteren Missverständnissen Anlass gibt (s. auch Abb. 5). Wir haben diese Problematik zum Anlass genommen, um eine Unterrichtseinheit mit folgenden Zielsetzungen zu konzipieren:

- Die Schülerinnen und Schüler sollen die Vorstellung in Frage stellen, dass die fehlende Erdatmosphäre Ursache der "Schwerelosigkeit" ist.
- Die Schülerinnen und Schüler sollen eine physikalisch korrekte Erklärung entwickeln und verstehen. "Schwerelosigkeit" wird dabei als ein Phänomen betrachtet werden, das in fallenden Körpern auftritt. Die vielfach zu Irrtümern führende Erklärung über Zentrifugalkräfte wird in einem weiteren Schritt diskutiert

Der Unterricht zielt darauf ab, falsche Konzepte offen zu legen und durch ein für viele Schüler und Schülerinnen neues Konzept, nämlich jenes des fallenden Körpers, zu ersetzen Der zuletzt genannte Weg schien uns u a. deshalb sinnvoll, weil Phänomene wie der scheinbare Gewichtsverlust in einem Aufzug zumindest im Ansatz auch aus dem Alltag bekannt sind und durch geeignete Experimente erweitert werden können. Fehlvorstellungen, wie sie auch in Buchdarstellungen zu finden sind ([13], [14]),werden mit diesem Ansatz vermieden.

Der Unterricht folgt einem in der Literatur häufig beschriebenen methodischen Weg [6]: Nach einer Phase des "Hervorlockens" von Schülervorstellungen folgt eine Phase der Klärung und des Austauschs Um die Schülerinnen und Schüler auch davon zu überzeugen, dass eine Betrachtung anderer Sichtweisen sinnvoll sein kann, führt man den Lernenden - z. B. durch das Aufzeigen von Widersprüchen oder durch die Konfrontation mit der Lehrmeinung- in einen kognitiven Konflikt. Diese für den Lernenden unbefriedigende Situation wird zum Ausgangspunkt für die Konstruktion neuer Vorstellungen. Anschließend wird geprüft, ob sich die neuen Vorstellungen bewähren.

"Lügengeschichten" und "What happens if ..."-Fragen als Auslöser von Lernprozessen

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Schülerinnen und Schüler dazu anzuregen, über ihre Konzepte zu sprechen. Einfaches Nachfragen ist im Einzelinterview möglich, in der Klassensituation dagegen bedarf es weiter gehender Motivation. Die Fragestellung oder die Aufgäbe muss zum Nachdenken "verführen". Des Weiteren braucht es hier ein Klima des Vertrauens, in dem man auch Unsicherheiten zeigen kann Die Rahmenbedingungen sollten Zeit und Gelegenheit bieten, um die eingebrachten Vorschläge ausführlich zu diskutieren

Gruppenarbeit ist am ehesten geeignet, all diese Ansprüche zu erfüllen; sie nimmt daher in unserem Unterrichtsmodell einen breiten Raum ein.

Aus inhaltlicher Sicht eignen sich vor allem Rätsel, aber auch Geschichten, die - wenn sie zu Widersprüchen mit den bisherigen Vorstellungen führen- das eigene Weltbild in Frage stellen und zu weiteren Überlegungen anregen. Ähnlich wie "What happens if ..." - Fragen fordern sie zu eigenständigem Denken heraus [7].

"What happens if ..." - Fragen und Lügengeschichten findet man in der Literatur, allerdings eher in der Belletristik als in der Fachliteratur. In der deutschsprachigen Literatur sei an dieser Stelle etwa auf die Münchhausen-Geschichten und auf die Schildbürger verwiesen, in der englischsprachigen auf die Abenteuer von Alice im Wunderland (s. Abb. 1), auf Gullivers Reisen oder etwa auf die gegenwärtige Science-Fiction-Literatur.

"The rabbit-hole went straight on like a tunnel for some way, and then dipped suddenly down, so suddenly that Alice had not a moment to think about stopping herself before she found herself falling down what seemed to be a very deep well.

Either the well was very deep, or she fell very slowly, for she had plenty of time as she went down to look about her, and to wonder what was going to happen next. First, she tried to look down and make out what she was coming to, but it was too dark to see anything: then she looked at the sides of the well, and noticed that they were filled with cupboards and book-shelves here and there she saw maps and pictures hung upon pegs. She took down a jar from one of the shelves as she passed: it was labeled , MARMALADE', but to her great disappointment it was empty: she did not like to drop the jar, for fear of killing somebody underneath, so managed to put it into one of the cupboards as she fell past it."

Abb. 1: Alice im Kaninchenloch

Der Unterrichtsablauf

Beschrieben wird der Stundenablauf zweier Doppelstunden zum Thema Gravitation und "Schwerelosigkeit". Erprobt wurde der Unterricht in zwei 4. Klassen (8. Schulstufe) eines Wiener Gymnasiums. Üblicherweise wird das Thema "Schwerelosigkeit" im Physikunterricht im Rahmen der Astronomie oder der Mechanik behandelt.

Teil I: Die erste Stunde

(a) Wir konzentrierten unsere Fragen zunächst auf jenen Himmelskörper, der in der esoterischen Literatur derzeit besonders aktuell ist: der Mond. Die Schülerinnen und Schüler konnten wählen, ob sie eine Comic-Story zeichnen oder einen Aufsatz mit dem Titel "Wir fahren zum Mond" schreiben wollten. Dabei sollten vor allem das Leben in der Raumkapsel und der Aufenthalt auf dem Mond möglichst genau beschrieben werden.

(b) Die Präsentation der Arbeiten gab Anlass zu ersten Fragestellungen: Was benötige ich, um auf dem Mond zu überleben? Wie lebt man in der Schwerelosigkeit? Wir beschränkten uns zunächst auf das Sammeln der offenen Fragen.

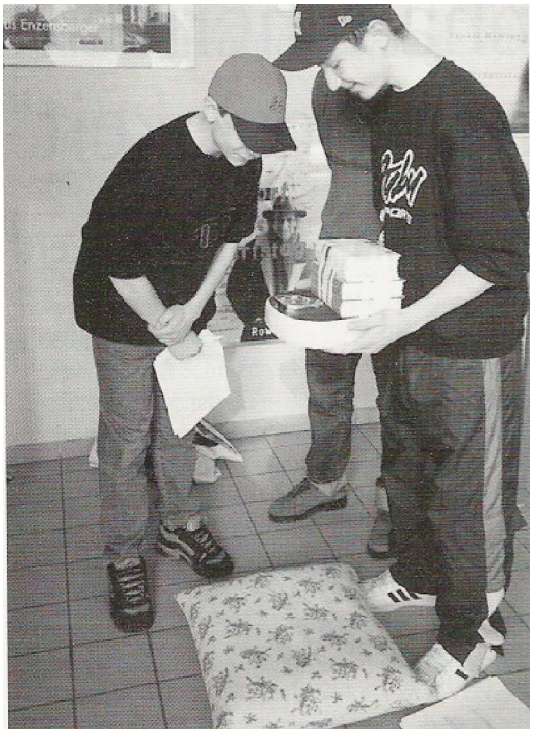


Abb. 2: Schüler beobachten die Anzeige einer mit Büchern belasteten Waage

(c) Eine "Lügengeschichte" zum Thema Mond warf neue Fragen auf (formuliert nach Gardner [9]). Die Geschichte erzählt von einem Astronauten, der eben auf dem Mond gelandet war.

(d) Die Schülerinnen und Schüler hatten zunächst die Gelegenheit, sich Antworten auf diese Fragen in Zweiergruppen zu überlegen, dann wurden drei Paare zu einer größeren Gruppe zusammengefügt, die gemeinsam Antworten formulieren sollten. Die einzelnen Standpunkte waren zu begründen, auftretende Widersprüche zu formulieren.

(e) Die Gruppen präsentierten ihre Ergebnisse und in einer nachfolgenden Diskussion wurden offene Fragen und verbleibende Widersprüche festgehalten. Es zeigte sich, dass viele Schülerinnen und Schüler annehmen, der Astronaut dürfe nicht springen, da er sonst davonfliegen würde, weil - wie sie als Begründung anführten - auf dem Mond Schwerelosigkeit herrsche.

Teil II: Zweite Stunde

(a) Die Lügengeschichte gab Anlass, Fragen aus unterschiedlichen Bereichen der Physik aufzuwerfen Wir beschlossen, uns zuerst auf das Thema Gravitation zu konzentrieren Die Frage "Kann man auf dem Mond einen Meter hoch springen?" wurde zur ersten Schlüsselfrage. Hat der Mond eine Anziehungskraft? Oder herrscht auf dem Mond Schwerelosigkeit? Die Schülerinnen und Schüler sollten ihre Vermutungen nun auch begründen. Gemeinsam wurden auf der Basis der vorhandenen Vorstellungen Argumente und Gegenargumente für eine Anziehungskraft des Mondes gesucht und auf einer Overheadfolie notiert.

(b) Die Lehrerin führte ein Video vor, das Astronauten auf dem Mond zeigt.[1)] Die Schülerinnen und Schüler kannten zwar derartige Aufnahmen, betrachteten die Aufnahmen aber nun unter einem neuen Aspekt. Die auf der Tafel stehenden Argumente wurden mithilfe der Videoaufnahme nochmals auf ihre Richtigkeit überprüft Unter anderem wurde deutlich, dass der Mondfahrer zwar sichtlich leichter ist als auf der Erde, dass er aber nicht davon schwebt

(c) Die Schülerinnen und Schüler hielten eine zweite Lügengeschichte vorgelegt (siehe unten, formuliert nach Gardner [9]).

(d) Die Diskussion konzentrierte sich nun auf die Frage, ob denn außerhalb der Erdatmosphäre Schwerelosigkeit herrscht. Oder: Wirkt die Schwerkraft der Erde auch außerhalb der Atmosphäre? Was spricht für die Richtigkeit der einen oder anderen Behauptung? Die Fragestellungen wurden auf ein Plakat geschrieben.

(e) Abermals formulierten die Schülerinnen und Schüler auf der Basis ihrer Alltagsvorstellungen ihre Vermutungen und sammelten Argumente, die die Annahmen stützten oder ihnen widersprachen. Die Feststellung einer Schülerin, dass der Mond durch die Anziehungskraft der Erde in seiner Bahn um die Erde gehalten wird, veranlasste die Klasse zu der Annahme, dass die Schwerkraft der Erde auch außerhalb der Lufthülle wirken müsse, dass sie wegen der Entfernung aber nur noch sehr klein sei. Warum fallen Gegenstände in einer Raumkapsel nicht zu Boden, aber als Meteoriten vom Himmel? Alle Argumente und Fragen wurden nun zusammengetragen und auf das Plakat geschrieben.

Teil III: Die dritte Stunde

(a) In der folgenden Stunde vergegenwärtigten sich die Schülerinnen und Schüler zu Beginn den aktuellen Diskussionsstand mithilfe der Plakate. Wenn die Schwerkraft auch außerhalb der Erdatmosphäre wirkt und der Mond genauso wie die Erde Körper anzieht Was ist dann Schwerelosigkeit?

(b) Zunächst wurde die Frage geklärt, ob Schwerelosigkeit nur im Weltraum herrscht oder ob es auch Situationen auf der Erde gibt, in denen Schwerelosigkeit beobachtet wird. Die Schülerinnen und Schüler erhielten Informationen über Experimente, die ihnen bei ihrer Frage weiterhelfen könnten (s. Abb. 2).

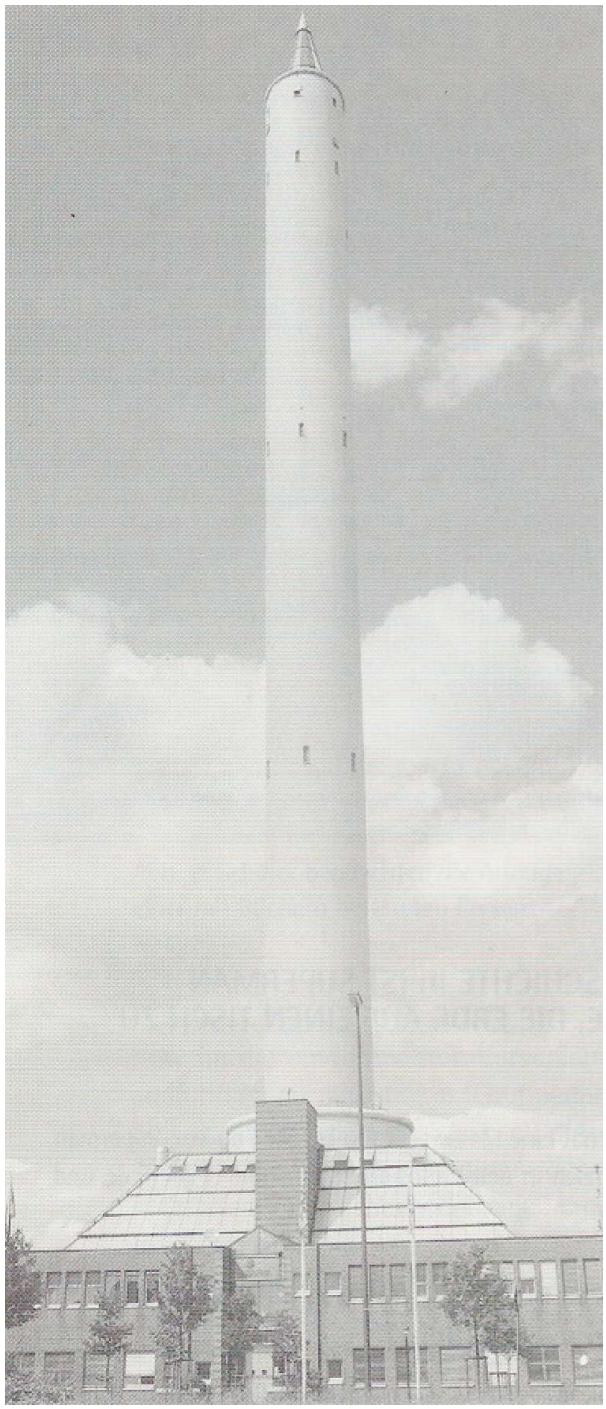


Abb. 3: Der 146 m hohe Fallturm in Bremen (freier Fall über 110 m) ist ein Großlabor, in dem Experimente unter Schwerelosigkeit durchgeführt werden. Für 4.74 Sekunden werden Bedingungen geschaffen, wie sie sonst nur zu wesentlich höheren Kosten im Weltraum realisiert werden können. Mit einem Katapultsystem wird die nutzbare Zeit demnächst auf ca. 9 s verdoppelt.
(http://www.zarm.uni-bremen.de)

[Abdruck mit Genehmigung des ZARM]

Sie erhielten auch eine Videokamera, um ihre Experimente zu filmen (Hilfreich ist dabei die Wiedergabe mittels Jog-shuttles, wodurch es möglich wird, die Bilder in Bruchteilen von Sekunden anzusehen. Für das Gelingen der Aufnahme bei den Experimenten mit wassergefüllten Behältern ist auf einen ausreichenden Kontrast zwischen Flüssigkeit und Hintergrund zu achten)

Teil IV: Die vierte Stunde

(a) Die Schülerinnen und Schüler berichteten über ihre Erfahrungen mit den Experimenten Eine Auswertung der Videoaufnahmen zeigte deutlich, dass während des freien Falls kein Wasser aus rinnt, die Sprungfeder nicht gedehnt ist etc Als Ergebnis wurde festgehalten, dass in frei fallenden Systemen "Schwerelosigkeit" beobachtet wird.

(b) Die Schülerinnen und Schüler holen sich aus dem Internet Informationen über Parabelflüge und den Fallturm in Bremen (s. Abb. 3 und [10], [11])

(c) Wieder in Gruppen wurde von der Lehrerin erneut die Frage nach der Begründung der Schwerelosigkeit bei Raumflügen gestellt. Den Schülerinnen und Schülern wurde als Hilfestellung die newtonsche Zeichnung zu den Wurfbewegungen gegeben (Abb. 4). In der darauffolgenden Gruppenarbeit gelang es den meisten von ihnen, eine Analogie zu den Videoaufnahmen über die Flugzeugexperimente herzustellen.

(d) Videoszenen über das Leben in einer Raumstation beendeten die Unterrichtseinheit.

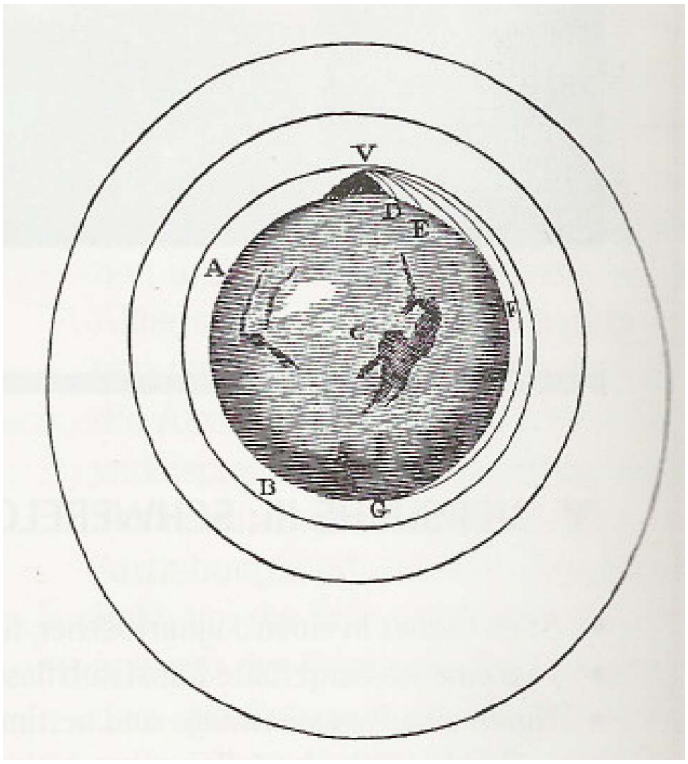
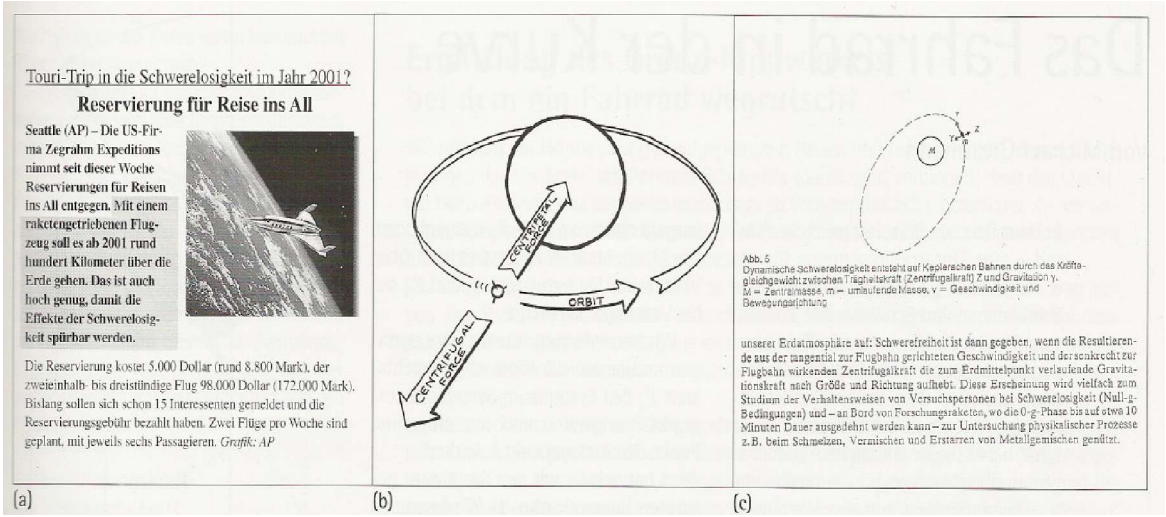


Abb. 4: Newtons theoretische Vorhersage der Bahn von Erdsatelliten (das Originalwerk erschien 1686: Philosophiae naturalis principia mathematica): "Eine von einem Berg abgefeuerte Kanonenkugel wird bei einer ganz bestimmten Geschwindigkeit nicht mehr auf der Erde aufschlagen. Sie fällt gewissermaßen um die Erde herum."

[Foto: Deutsches Museum, München]

Inhaltlich beschränkten wir uns im vorliegenden Unterrichtsentwurf auf die Erkenntnis, dass Körper in fallenden Systemen "schwerelos" sind. Für die meisten Schülerinnen und Schüler dieser Altersstufe schien der Erklärungsansatz, dass Körper in einem frei fallenden System mit diesem "mitfallen", also keine zusätzliche Beschleunigung aufweisen, durchaus zufriedenstellend. In einem weiteren Schritt wäre es sinnvoll, die in der Literatur übliche Darstellung der Gleichsetzung von Zentripetal- und Zentrifugalkraft zu diskutieren.



Abb, 5: Fehlvorstellungen zur Erklärung der "Schwerelosigkeit": Die beiden Abbildungen (a) und (b) stammen aus der Tagespresse [13] bzw. aus einem Jugendbuch [14] zum Thema Raumfahrt .In der Literatur (z. B. [15]) lassen sich viele ähnliche Abbildungen (c) finden: Zentripetalkraft und Zentrifugalkraft sind im Gleichgewicht. Man gewinnt den Eindruck, dass es sich um real an der Raumstation angreifende Kräfte handelt. Da sich die Raumstation aber in einem solchen Fall gleichförmig geradlinig bewegen müsste, benötigt man eine zusätzliche Antriebskraft, wie sie hier z. B, durch den Orbitpfeil bzw. durch die "Triebkraft" angedeutet wird.

Schlussbemerkungen

Methodisch folgte der Unterricht weitgehend den oben beschriebenen Prinzipien der konstruktivistischen Unterrichtsstrategie [12]: Nach dem "Hervorlocken" der Schülervorstellungen wurden Widersprüche sichtbar. Die Konflikte wurden deutlich gemacht und ausgetragen. Besonders am Beginn dieser Konfrontation ist es wichtig, dass die Schüler und Schülerinnen in Gruppen arbeiten, da im Plenum nur wenige genügend Selbstbewusstsein haben, sich derartigen Auseinandersetzungen zu stellen. Eine eigene Position vertreten zu müssen, erhöht schließlich auch das Interesse daran, diese Position zu verteidigen und sich damit auseinander zu setzen. Eine Erweiterung der Perspektiven (hier zunächst durch genauere Beobachtung von Videoaufnahmen, dann durch die Erfahrungen beim Experimentieren) führte schließlich zur Bildung neuer Hypothesen. Die so gewonnenen Erklärungsansätze wurden geprüft und zur Klärung der Ausgangsfrage herangezogen.

Dieser Unterrichtsverlauf ermöglichte den jüngeren Schülerinnen und Schülern zumindest einen intuitiven Weg zu einer (wenigstens für die meisten von ihnen) noch unbekannten Erklärung des Phänomens "Schwerelosigkeit". Soll dieses Erklärungskonzept auch über einen längeren Zeitraum zur Verfügung stehen, dann wird es nötig sein, auch die bisherigen Erklärungsansätze der Schülerinnen und Schüler sorgfältiger zu diskutieren und die Tragfähigkeit des neuen Konzepts auch in größeren Zusammenhängen unter Beweis zu stellen. Dies erfordert zum einen den Aufbau einer Raumvorstellung, in der Raum und Schwerefeld untrennbar verbunden sind, und in der die Idee eines "schwerelosen" Raums ad absurdum geführt wird. Zum anderen braucht es eine genaue Diskussion der Frage, inwiefern Darstellungen, in denen "Schwerelosigkeit" als ein Gleichgewicht zwischen Zentripetal- und Zentrifugalkräften erklärt wird, korrekt oder falsch sind (s. Abb. 5). Vor allem ältere Schülerinnen und Schüler erhalten so die Möglichkeit, die nicht einfachen physikalischen Konzepte zur Trägheit und den sog. Trägheitskräften bzw. die Frage des Bezugssystems zu klären. Auch lässt sich umgekehrt am Verständnis der "Schwerelosigkeit" überprüfen, inwiefern diese Konzepte verstanden wurden. Aus dieser Sicht scheint auch der hohe Zeitaufwand all diese Fragestellung gerechtfertigt: das Phänomen "Schwerelosigkeit" als Aufhänger und zugleich Prüfstein zentraler physikalischer Konzepte, ebenso aber auch als ein

Phänomen, das durch das scheinbare Außerkraftsetzen einer allgegenwärtigen Naturerscheinung und in seinen vielfältigen Erscheinungsformen immer wieder fasziniert.

Anmerkung

1) Videoanalyseprogramme wie z. B. das kostenlose "Galileo" bieten auch fertige Videosequenzen etwa von Sprüngen auf dem Mond.

Literatur

[1] Gunstone, R .F.; White, R T.: Understanding of Gravity. In: Science Education 65 (1981), Heft 3, S. 291- 299.

[2] Galili, 1.: Students' operation with the weight concept. In: Science Education 80 (1996), Heft 4, S. 457-487.

[31 Stadler, H.: Schwerelosigkeit herrscht dort, wo keine Schwerkraft mehr wirkt. In: Tagungsband der 61. Physikertagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Didaktik der Physik. Regensburg: 1998.

[4] Stadler, H.: Schwerelosigkeit herrscht dort, wo keine Schwerkraft mehr wirkt. Schülervorstellungen zum Thema Schwerelosigkeit und deren mögliche Ursachen. In: Schneider, W. B..; Lotze, K. (Hrsg.): Wege in der Physikdidaktik, Bd. V. Erlangen: Palm & Enke (in Vorbereitung, erscheint 2001).

[5] Stadler, H.: Pupil's conception about gravity. In: New ways of teaching physics: proceedings/ GIREP/ICPE International conference. Ljubljana: 1996.

[6] Driver, R; Scott P.: Schülerinnen und Schüler auf dem Weg zum Teilchenmodell. In: UP 5 (1994), Heft 22, S. 24-31.

[7] White, R.; Gunstone, R: Probing Und erstanding. New York u. a.: Random House, 1995.

[8] Carroll, L.: Alice's Adventures in Wonderland. London: Penguin Books, 1994, S. 12.

[9] Gardner, M.: Mathematische Planetenzaubereien. Berlin: 1980 (vergriffen).

[10] http://www.kp.dlr.de/WB- RS/Erstarrung/ web_dt/parabel.dt.html (zu Parabelflügen)

[11] http://www.reproteam-bremen.de/fallturm (zum Falltunn)

[12] Duit, R: Schülervorstellungen. Von Lerndefiziten zu neuen Unterrichtsansätzen. In: UP 4 (1993), Heft 16, S. 4.

[13] http://rhein-zeitung.de/on/97/10/25/

[14] Wood, R. W.: Science for Kids. 39 Easy Astronomy Experiments. New York: TAB Books, Division of McGraw-Hill, Inc., 1991, p.l06.

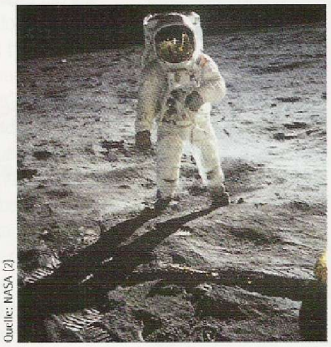
[15] Meyer-Nachschlagewerke aus dem Bibliographischen Institut: Wie funktioniert das? Die Technik im Leben von heute. Mannheim, Wien, Zürich: Bibliographisches Institut, 1978 (2. Aufl.), S. 437

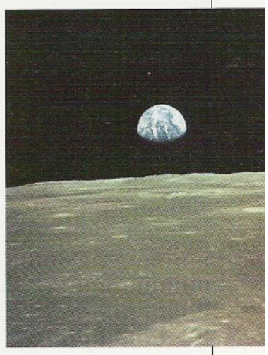
ARBEITSBLATT

Schwerelosigkeit und Gravitation

LÜGENGESCHICHTE I: AUF DEM MOND

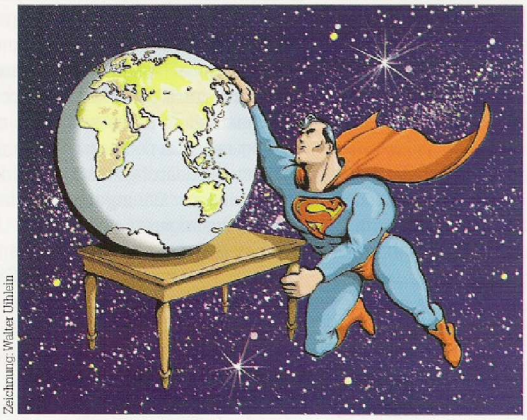
„Die Mondoberfläche lag noch im Licht der untergehenden Sonne. Ein paar Wolken leuchteten im Abendrot. Als der Astronaut aufsah, staunte er über den pechschwarzen Himmel, auf dem unzählige Sterne blinkten. Den eindrucksvollsten Anblick bot die Erde. Sie war tiefblau und hatte die Form eines Kipferls. Feinster Mondstaub wurde von einer sanften Brise gegen das Glasfenster seines Helms geblasen. Plötzlich hörte er einen lauten Knall. Im ersten Schreck sprang er einen Meter in die Höhe. Dann atmete er auf, als er sah, dass sein Kollege mit einem Hammer bloß einen der herumliegenden Mondsteine in zwei Stücke zerschlagen hatte."





Quelle: NASA (2)

Was kommt dir an diesem Bericht glaubwürdig vor? Was nicht?



Zeichnung: Walter Uhlein

LÜGENGESCHICHTE II: IST SUPERMAN IMSTANDE, DIE ERDE AUF EINEN TISCH ZU LEGEN?

Ein fester Tisch hat eine Masse von 100 kg. Stell dir vor, Superman fliegt mit diesem Tisch in den Weltraum. Dann holt er die Erde und legt sie drauf.

Glaubst du, dass der Tisch das aushalten würde? Warum? Oder warum nicht?

VERSUCHE III: SCHWERELOSIGKEIT AUF DER ERDE?

- Stich Löcher in einen Joghurtbecher, fülle ihn mit Wasser und beobachte, was beim Fallen des Bechers geschieht.
- Lass eine wassergefüllte Kunststoffflasche mit der Öffnung nach unten fallen.
- Nimm eine Personenwaage und bestimme dein Gewicht in einem fahrenden Aufzug. Beobachte, was beim Anfahren und Abbremsen des Aufzugs geschieht
- Belade eine Personenwaage mit Schulbüchern und lass sie auf eine weiche Unterlage fallen.
- Nimm eine Sprungfeder, lass sie fallen oder wirf sie durch die Luft.
- Lass einen Becher fallen, in dessen Innerem mit elastischen Schnüren Gewichte befestigt sind. Lass nun die Gewichte über den Rand des Bechers heraushängen und beobachte, was passiert, wenn der Becher fällt.

In: Unterricht Physik 77, 2003, S. 21 – 24

Solarmobile und Solarbox

Ein handlungsorientiertes Unterrichtsprojekt zum Thema Photovoltaik für Mädchen

VON HELGA STADLER UND SONJA WENIG

Mädchen folgen dem Physikunterricht im Alter von etwa zehn Jahren noch relativ interessiert, allerdings verlieren sie statistisch betrachtet im Verlaufe der Sekundarstufe I zunehmend ihr Interesse an Physik und wählen in späteren Jahren dieses Fach ab, wo immer es möglich ist. Die wesentlichen Gründe für dieses in zahlreichen Studien belegte Verhalten sind bekannt: Mädchen haben, was Physik und Technik betrifft, ein geringes Vertrauen in ihre Kompetenzen und unterschätzen ihre Fähigkeiten auf diesem Gebiet. Obwohl Mädchen sehr wohl die Wichtigkeit von Physik und Naturwissenschaften für die Gesellschaft erkennen, sehen sie diese Bereiche als eher männliche Domänen und erkennen darin für sich keinerlei persönliche Relevanz. Physikalisch-technische Berufe sind in unserer Gesellschaft männlich konnotiert und werden bereits im Kindesalter von den Mädchen ausgeklammert. Studien zeigen jedoch, dass eine positive Einschätzung der eigenen Leistungsmöglichkeiten, die Einsicht in die Relevanz des Gelernten für das eigene Leben sowie die Wahrnehmung von beruflichen Möglichkeiten entscheidend für das Entstehen von Interesse ist. Wenn wir das Interesse der Mädchen an der Physik heben möchten, müssen wir daher

- Lernmöglichkeiten schaffen, bei denen Mädchen ihre eigenen Kompetenzen erkennen und weiterentwickeln können,
- Kontexte anbieten, die für Mädchen ebenso relevant sind wie für Buben, und
- Erfahrungen mit physikalisch-technischen Berufen ermöglichen sowie die Begegnung mit Frauen, die in diesen Gebieten arbeiten.

Das hier vorgestellte Unterrichtsprojekt versucht, diesen Zielen durch eine spezielle Lernumgebung methodisch und inhaltlich gerecht zu werden.

Projektziele und Projektkonzeption

Ökosoziale Themen sind für Mädchen und Buben gleichermaßen interessant. Dieses grundsätzliche Interesse kann auch dazu beitragen, dass Mädchen die sonst häufig distanziert betrachtete Elektrizitätslehre als etwas - auch für das eigene Leben - durchaus Nützliches erleben. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, dass Mädchen die Gelegenheit haben, praktische Kompetenzen und Wissen auf diesem Gebiet zu erwerben sowie Selbstbewusstsein im Umgang mit technischen Fragen entwickeln Dazu müssen sie längere Zeit ohne sozialen Druck arbeiten können. Bei koedukativ geführten Klassen ist es daher sinnvoll, während der Durchführung des Projekts die Koedukation vorübergehend aufzuheben und mit monoedukativen Gruppen zu arbeiten. Das hier beschriebene Projekt wurde in zwei reinen Mädchenklassen durchgeführt (zum Ablauf des Projektes siehe Kasten rechts). Die Mädchen besuchten die 6. Klasse eines Gymnasiums (10. Schulstufe) und standen damit am Anfang der Oberstufe. Aus curricularer Sicht war es Ziel des Projekts, die Schülerinnen über ein ökologisch wichtiges Thema wie die Photovoltaik an zentrale physikalische Konzepte (Energie, Grundbegriffe der Elektrizitätslehre, einfacher elektrischer Stromkreis u. a.) heranzuführen. Dabei sollte der Schwerpunkt zunächst nicht auf den theoretischen Konzepten liegen, sondern an der praktischen technischen Nutzung orientiert sein. Der Lernweg sollte diesmal also nicht - wie dies vielfach im Physikunterricht der Fall ist - über die Theorie zur technischen "Anwendbarkeit" der Theorie führen, sondern über praktisches Tun (das von einfachen Experimenten bis zur Herstellung komplexer technischer Geräte reichte) zu einem

Verständnis theoretischer Grundkonzepte leiten. Das Thema Photovoltaik schien auch dazu geeignet, dass die Schülerinnen Verbindungen zwischen gesellschaftlichpolitischem Handeln und technisch-physikalischem Wissen erkennen und eigene Positionen zu diesen Themen entwickeln konnten.

Aufbau des Projekts

Zu Beginn jeder Projektphase gab es einen kurzen Input durch die Lehrerin, am Ende jeder Phase Frontalunterricht (Gruppenpräsentationen und/oder eine zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse).

1) Erstellen eines Begriffsnetzes zum Thema Energie (Gruppenarbeit)
2) Einfache Experimente mit den Energiequellen Wasser, Wind und Sonne (Stationenbetrieb, Gruppenarbeit)
3) Experimente mit Solarzellen und einfachen elektrischen Schaltungen (Paararbeit)
4) Löten lernen und Halbleiterelemente kennen lernen: Anfertigung von Schmuckstücken aus Bauelementen (Paararbeit)
5) Zusammenbau eines Solarmobiles in der Werkstatt (Paararbeit)
6) Messungen und Berechnungen mit unterschiedlichen Energieformen, Anfertigen eines Kartenspiels für die Unterstufe (Gruppen mit unterschiedlichen Aufgabenbereichen)
7) Bau einer Solarbox (Gruppen mit unterschiedlichen Aufgabenbereichen)
8) Arbeiten an der schuleigenen Photovoltaikanlage

Ablauf des Projekts

Das sich etwa über sechs Wochen (mit etwa zwei Wochenstunden pro Woche) erstreckende Projekt bestand aus mehreren Einheiten (s. a. Kasten).

Einstimmung:

Begriffsnetze zum Thema Energie Zu Beginn des Unterrichts wurden die Schülerinnen aufgefordert, ein Begriffsnetz zum Thema Energie zu erstellen. Die Schülerinnen waren ziemlich überrascht festzustellen, dass beinahe alle Lebensbereiche mit diesem Thema in Zusammenhang stehen. Wir konzentrierten uns in der Folge auf die primären Energiequellen Wasser, Wind und Sonne.

Einstieg:

Einfache Experimente zu regenerativen Energiequellen Die Schülerinnen arbeiteten in Gruppen und fertigten Zeichnungen zu diesen Themen an. Diese Aufgabe erinnerte an Kindheitserlebnisse und bot einen Einstieg in einfache Experimente, die eher an Kinderspiele erinnerten: Die Schülerinnen hantierten mit Windrädern, einfachen Solarspielzeugen und Wasserrädern. Sie "erforschten" etwa, wie man das Windrad halten musste, um den Wind optimal zu nutzen, und ihre Fragen führten zu Fragen der Aerodynamik von Windrädern und der optimalen Nutzung von energietechnischen Windrädern. Nicht selbstverständlich ist es für Stadtkinder zu wissen, wie man eine Gießkanne halten muss, um ein Wasserrad zu bewegen. Diese Experimente führten auch zu Fragen der historischen Nutzung dieser klassischen Energiequellen.

Erste Experimente und Messungen: Solarspielzeug und Stromkreise

Anschließend erhielten die Schülerinnen Solarspielzeug, um mit Solarzellen und kleinen Motoren zu experimentieren. Was macht man, wenn der Motor nicht funktioniert, wenn man mehr Antrieb braucht? Die Schülerinnen probierten, unter welchem Winkel die Solarzellen maximale Energie lieferten und wie sie die Zellen kombinieren mussten, um auch größere Motoren in Bewegung zu setzen. Zu diesem Zeitpunkt führten wir die Mädchen dazu, erste Messungen durchzuführen. Wir möchten an dieser Stelle betonen, dass die meisten Fragen und Aktivitäten der Schülerinnen in diesen Einheiten nicht von uns initiiert werden mussten, sondern selbstverständlich aus der vorgegebenen Situation heraus entstanden.

Mädchengruppe beim Löten der Solarmobiles

Bau von Solarmobiles: Löten lernen und kleine Solarkunstwerke bauen

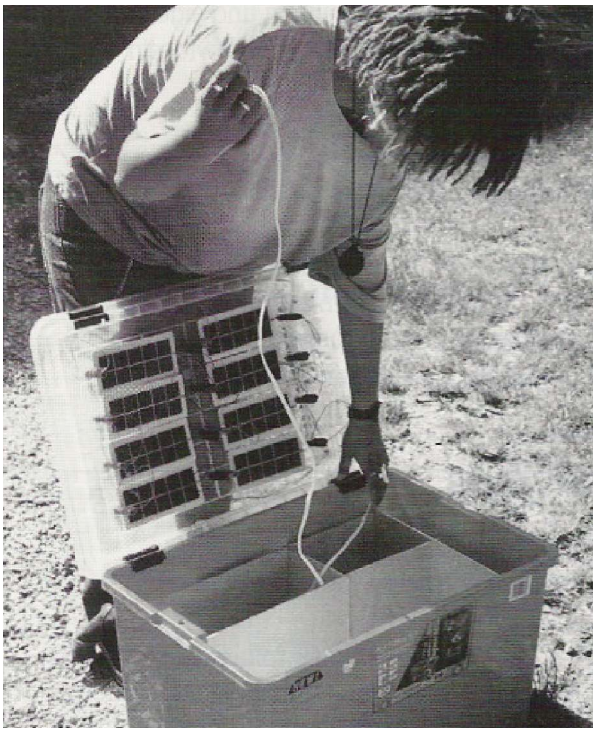
In dieser Phase des Projektes hatte jede Schülerin die Möglichkeit, sich ein eigenes, individuell gestaltetes Solarmobile zu bauen. Dazu mussten die Schülerinnen zunächst löten lernen. Sie nahmen aus einer Platine Bauelemente und stellten daraus Schmuckgegenstände her. Erst danach lernten sie, welche Funktion diese Bauelemente in Schaltkreisen hatten. Nun ging es daran, das Solarmobile zu bauen: Die Mädchen überwanden ihre Angst vor großen Maschinen, lernten Bohrmaschinen und Sägen zu benutzen. Aus einfachen Abfallstücken bauten sie wundersame Gebilde, die sich bei Sonnenschein oder im Licht einer Lampe drehten. Die Solarmobiles durften sie nach Hause mitnehmen, nicht nur zur Erinnerung und um zu zeigen, was sie zu leisten imstande waren, sondern auch, um darüber mit anderen zu sprechen. Das Projekt "Solarmobile" ermöglicht es, ein Stück Ästhetik und Kreativität in den Physikunterricht einzubringen, aber auch das Sprechen über Physik außerhalb der Schule zu initiieren.

Theorie: Energiekrise und Photovoltaik

Die folgenden Stunden widmeten wir den Fragen:

- Warum sollten wir photovoltaische Energie nutzen?
- Wie viel Energie verbrauchen wir?
- Wie kann man Energie messen?
- Wie kann man Energie sparen?

Die Schülerinnen begannen, ihren Energieverbrauch zu Hause zu messen, zu berechnen, wie viel Energie ein Wannenbad kostet, und erstellten ein Kartenspiel für die Unterstufe, um das Wissen ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler über Transformation und Entwertung von Energie zu vertiefen und ihnen deutlich zu machen, dass Energie ein wertvolles Gut ist, das nicht verschwendet werden sollte,



Schülerin mit Solarbox

Öffnung des Unterrichts: Bau einer "Solarbox"

In der letzten Phase des Projekts bauten die Schülerinnen mit Unterstützung von SUNWORK und eines EU-Projekts eine sog. "Solarbox". Dabei handelte es sich um einen tragbaren Kasten mit einer Photovoltaikanlage, an der man Messungen vornehmen konnte. Geplant war, dass die Schülerinnen diese Box der Schule verkaufen sollten, damit dort auch weiterhin damit experimentiert werden konnte, Zentrum dieser komplexen Lernumgebung blieb allerdings die Schule. Der Unterricht stellte den Ausgangspunkt dar und gab den Rahmen vor. Eine einige Monate vorher an der Schulhauswand installierte Photovoltaikanlage gab uns und den Schülerinnen die Möglichkeit, unsere Kenntnisse zu erweitern und diese auch praktisch (etwa bei Führungen, Messungen) einzusetzen. Wir hoffen, dass die Schülerinnen damit ihren Kolleginnen und Kollegen zeigen konnten, dass Frauen - wenn sie dazu Gelegenheit erhalten - technisch interessiert und kompetent sind und auch bereit, in ökologischen Fragen ihre Expertise einzusetzen.

Erfolg des Projekts

Motivation und positive Einstellung zur Physik

Die Schülerinnen waren im Projekt höchst motiviert In ihren schriftlichen und mündlichen Rückmeldungen (Fragebogen, Interviews) teilten sie uns mit, dass es für sie sehr wichtig war, Zeit zum Schauen und Begreifen zu haben, zum Nachdenken und zum Diskutieren. Die Schülerinnen hatten den Eindruck, viel gelernt zu haben: über Photovoltaik, elektrische Stromkreise und Energie, aber auch über den Gebrauch von Maschinen und Werkzeugen. Und sie arbeiteten gerne im Projekt: "Mir gefiel das Hämmern", sagte uns ein Mädchen. Den Schülerinnen gefiel es, ohne Druck zu arbeiten. "Ich habe mich frei gefühlt", meinte eine Schülerin. Eine andere: "Ich würde es nicht mehr ertragen, eine andere Art von Physikunterricht zu haben." Interviews sechs Monate später belegten, dass die Mädchen auch langfristig diese positive Einstellung zur Physik und zum Physikunterricht nicht geändert haben dürften. Unserer Meinung nach wurden diese Effekte durch mehrere Faktoren erzielt:

- Zunächst konnten wir - indem wir auf die langjährigen Erfahrungen von SUNWORK zurückgreifen durften - eine Lernumgebung schaffen, die speziell auf die Bedürfnisse und Interessen von Mädchen ausgerichtet war.
- In einigen Projektabschnitten arbeiteten wir mit Mentorinnen, die sehr aufmerksam waren bezüglich der Bedürfnisse von Mädchen in diesem Alter.
- Das Projekt war darauf ausgerichtet, Gefühle, Kopf und Tun zusammenzuführen, erworbenes Wissen und Können in einem sinnvollen Kontext erlebbar zu machen.
- Wichtig erschien uns in diesem Zusammenhang, aus der Enge der Schulwelt herauszutreten, mit "schulfremden" Institutionen und Personen zusammenzuarbeiten, Gespräche außerhalb der Schule zu initiieren.

- Lernen fand in einem für die Schülerinnen Sinn machenden Zusammenhang statt.
- Fähigkeiten, die die Schülerinnen in einem Schritt gewannen, konnten sie für den nächsten nutzen, so dass der Lernfortschritt für sie sichtbar wurde

Jedes dieser Elemente trug zu einer höheren Einschätzung der eigenen Kompetenzen bei und änderte in diesem Sinne, wie wir hofften, auch ein wenig das Bild, das die Mädchen von sich und ihrem Leben entwarfen.

UMSETZBARKEIT DES PROJEKTS AN ANDEREN SCHULEN

- Die Elemente 1-7 des Projekts sind grundsätzlich an allen Schulen durchführbar.
- Das Projekt kann so abgeändert werden, dass es auch in anderen Altersstufen (etwa in der 8. Klassenstufe) durchführbar ist .
- Es empfiehlt sich eine Zusammenarbeit mit dem Werklehrer oder Werklehrerin, der oder die in der Schulwerkstatt alle notwendigen Maschinen zur Verfügung hat .
- In einigen Städten - etwa in Wien und Berlin - gibt es Institutionen wie SUNWORK, die bei der Durchführung derartiger Projekte unterstützen.
- Auch eine Weiterführung des Projekts wird an den meisten Standorten möglich sein: Es gibt Expertinnen und Experten, die man zu diesem Thema einladen kann; Photovoltaikanlagen, die Schulklassen besichtigen können; etc.

Fachlicher Lernerfolg

Zur häufig gestellten Frage nach dem kognitiven Lernerfolg ist Folgendes zu bemerken: Einen linearen Wissensaufbau kann das Projekt mit seinem komplexen, handlungsorientierten Aufbau nicht leisten. Das hier gewonnene Wissen muss anschließend in unterschiedlichen Zusammenhängen vertieft und strukturiert werden. Die Schülerinnen wussten beispielsweise, wie man Lämpchen oder Solarzellen parallel und in Serie schaltet oder wann welche Schaltung gefordert ist, sie konnten dies aber noch nicht in einen Gesamtzusammenhang einbauen. Sie wussten, dass für das Einspeisen des Photovoltaikstroms ins Netz ein Wechselrichter nötig ist oder wie viel Energie man aus der Photovoltaikanlage der Schule gewinnen kann. Es waren also die Voraussetzungen dafür gegeben, im Unterricht ein Netz aufzubauen, das das vorhandene praktische Wissen auch theoretisch fundierte - vor allem aber auch die Motivation, sich dieser Aufgabe zu stellen.

Literatur

Einen Überblick über die Literatur zur Frage geschlechtssensiblen Unterrichts und zu den entsprechenden Forschungsergebnissen finden Sie u. a. in:

[1] Hoffmann, L.; Häußler, P.; Peters-Haft, S: An den Interessen von Jungen und Mädchen orientierter Physikunterricht. Kiel: IPN, 1997.

[2] Muckenfuß, H.: Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts. Berlin: Cornelsen, 1995.

[3] Labudde, P. (Hrsg.): Mädchen und Jungen im Physikunterricht. UP 10 (1999), Heft 49.

[4] Website LISE: http://lise.univie.ac.at

Alles dreht sich, alles bewegt sich ...

Verbindet man Ober- und Unterseite der So arzelle, fließt bei Beleuchtung Strom. Schließt man einen kleinen Elektromotor an, beginnt er sich zu drehen. Zu beachten ist, dass die Größe der Solarzelle dem Strombedarf des Motors angepasst ist.

NOTWENDIGES MATERIAL

- Solarmotor (ca. 0,4 V/10 mA)
- versilberter Kupferdraht (Durchmesser 1,2 mm; ca. 1 m lang)
- versilberter Kupferdraht (Durchmesser 0,8 mm; ca. 0,5 m lang)
- Solarzelle (evtl. Bruchstück)
- 2 kleine Krokodilklemmen
- Schrumpfschlauch (ca. 2 cm, möglichst rot und schwarz)
- Material für den Sockel (Stein, Holz, Fliesen oder Plexiglas, evtl. Klebstoff)

Sämtliche Materialien findet ihr in Baumärkten und Elektronikfachgeschäften bzw. im Versandhandel (z. B. Conrad Elektronik).

WERKZEUG

- Saitenschneider
- verschiedene Zangen
- Pinzetten
- elektrischer Lötkolben (mind. 30 W)
- Haartrockner
- Bohrmaschine mit 2-mm-Bohrer je nach Sockel (Holz, Stein etc.)
- evtl. Säge, Raspeln, Feilen, Schleifpapier (zur Bearbeitung des Sockels)
- Stanley-Messer (Pappschneider)
- Vielfachmessgerät (zum Testen der Zellen und zur Fehlersuche)

ARBEITSSCHRITTE

1. Plan oder Skizze

Wichtig ist dabei Folgendes:

- Der Strom braucht einen „Weg" aus leitendem Material (z. B. eine Spirale aus Silberdraht) vom Pluspol des Motors zum Pluspol der Solarzelle und einen zweiten Weg (z. B. einen Bogen aus Silberdraht) vom Minuspol der Solarzelle zum Minuspol des Motors.
- Diese „Wege" dürfen einander nicht berühren, da sonst ein Kurzschluss entstehen würde. Die Drähte müssen also entweder so gebogen werden, dass eine Berührung auch bei Drehbewegung nicht möglich ist, oder sie müssen an Berührungspunkten isoliert werden (Isolierband, Plastikperlen etc.).
- Das Objekt darf nicht zu groß bzw. zu schwer werden und sollte halbwegs symmetrisch sein, damit es sich gut drehen kann.

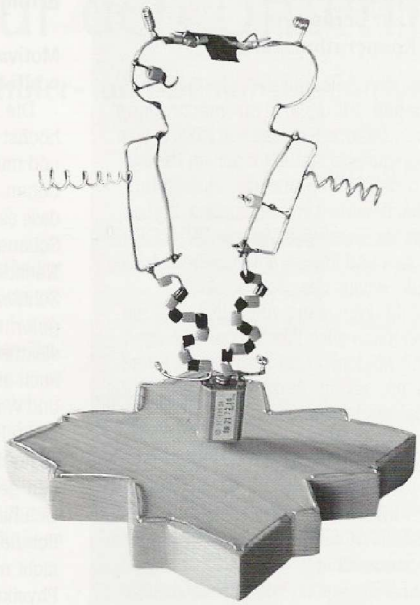


Foto: Helga Stadler

2. Drähte biegen und Motor anschließen

Nun könner die beiden Drähte gebogen bzw. die geplanten Figuren hergestellt und an die Anschlüsse des Motors gelötet werden.

3. Anschlüsse für die Solarzelle

An die beiden freien Enden der Drähte werden kleine Krokodilklemmen angelötet. Da diese Klemmen oben und unten leiten, müssen wir bei einer der Klemmen das Schnäbelchen oben, bei der anderen unten isolieren. Das geht ganz einfach mit einem Stückchen Schrumpfschlauch: zuschneiden, draufstecken und mit dem Heißluftföhn vorsichtig erwärmen, bis er sich zusammenzieht und festhält. Die Zelle wird dann einfach mit den beiden Klemmen befestigt.

Achtung: Die beiden Klemmen müssen parallel, in derselben Höhe und waagrecht sein, damit die Oberseite der Zelle nach oben zur Sonne schaut und nicht zu viel Spannung auf der Zelle ist, da sie sonst bricht. Mit einem Stückchen Papier in der Größe der Zelle könnt ihr das ausprobieren und die Drähte so lange zurechtbiegen, bis es passt.

4. Halterung für den Motor

Dafür können die unterschiedlichsten Materialien und Formen verwendet werden, der Fantasie sind kaum Grenzen gesetzt. Wichtig ist, dass der Fuß gut steht (flache Unterseite, ausreichendes Gewicht). Zur Motorbefestigung wird mit dem passenden Bohrer ein Loch gebohrt, die Welle des Motors hineingesteckt und wenn nötig angeklebt. Im Gegensatz zum normalen Gebrauch dreht sich der Motor, nicht die Welle.

Achtung: Nicht zu tief bohren, sonst schleift der Motor und wird abgebremst.

In: Komorek, M., Duit, R., Stadler, H.: Ein chaotisches System erklären. In: Unterricht Physik 14 (2003), Heft 74, S 30-31

Beobachten – Vermuten – Belege Sammeln – Argumentieren – Interpretieren: Ein komplexes Phänomen - ein chaotisches Magnetpendel erklären

MICHAEL KOMOREK, REINDERS DUIT UND HELGA STADLER

Das Beispiel für naturwissenschaftliches Arbeiten, das wir hier kurz skizzieren wollen, steht für viele andere, bei denen Schülerinnen und Schüler Gelegenheit haben, aktiv und eigenständig mit der Erklärung eines komplexen Phänomens befasst zu sein. Im Mittelpunkt der rund sechs Unterrichtsstunden umfassenden Unterrichtseinheit für das 10. Schuljahr steht ein chaotisches Magnetpendel. Wir haben diesen Unterricht im Rahmen der Zeitschrift „Unterricht Physik" bereits vorgestellt ([1], [2]; s. auch [3]). Es geht uns einerseits darum, die Schülerinnen und Schüler mit der so genannten „eingeschränkten Vorhersagbeit" vertraut zu machen, dass es nämlich recht einfache Systeme gibt, deren mittelfristigen Verlauf man nicht vorhersagen kann und bei denen sich ein überraschend komplexes Verhalten zeigt. Andererseits wollten wir auch Gelegenheit zum eigenständigen naturwissenschaftlichen Arbeiten geben. Der Unterricht ist so angelegt, dass sich die Schülerinnen und Schüler in Gruppen bemühen, das „chaotische" Verhalten des Pendels zu erklären. Um diese Möglichkeiten des naturwissenschaftlichen Arbeitens soll es im folgenden gehen.

Das chaotische Verhalten des Magnetpendels

Wenn man das Pendel – so gut es geht – immer vom gleichen Punkt aus startet, so ergeben sich doch jedes Mal im Detail sehr unterschiedliche Bahnen und es kann nicht vorausgesagt werden, über welchem Magneten das Pendel zur Ruhe kommt. Der Grund für dieses Verhalten, ist kurz skizziert der folgende (s. genauer in [4]). Bei symmetrischem Aufbau der drei Magneten ergibt sich ein Potenzial, das ähnlich ist wie bei der Chaosschüssel. Die drei Grate entsprechen den Mittellinien zwischen den drei Magneten, die vom Mittelpunkt ausgehen. Auf diesen Linien sind die Kräfte, die auf die Eisenkugel wirken, nach links und rechts gleich groß. Wird die Pendelkugel losgelassen, so ergibt sich eine Bahn, bei der irgendwann Situationen auftreten, die bei den von uns so genannten Elementaranalogien (Berggrat und Wall) auftreten. Die Pendelkugel läuft auf einem „Grat" oder erreicht gerade die „Kuppe eines Walls". Kleine, unvermeidliche Änderungen des Startpunktes und kleine ebenfalls unvermeidliche Störungen während des Schwingen können nun dazu führen, dass die Kugel links oder rechts den Grat hinab läuft oder es gerade noch schafft, oder eben nicht, den Wall zu überqueren. Es läßt sich bereits nach recht kurzer Laufzeit nicht mehr voraussagen, wie die Bahn im einzelnen weiter verläuft.

Skizze des Unterrichtsverlaufs

Wir versuchen, den Schülerinnen und Schülern so viel Gelegenheit wie möglich zu geben, das Verhalten des Magnetpendels selbst aufzuklären. Der Unterricht findet deshalb über weite Strecken in Gruppenarbeit (Gruppengröße etwa 4 Schülerinnen bzw. Schüler) statt. Klassengespräche dienen der Einführung in das Phänomen und der Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse. Damit die eigenständige Arbeit sich nicht in unerwünschte Richtungen verläuft, gibt die Lehrkraft eine Reihe von Hilfen. Dabei spielen die abgebildeten Analogien zwischen Magnetpendel , Chaosschüssel, Galtonbrett und den Elementaranalogien eine wichtige Rolle. Der Unterricht läuft wie folgt ab.

(1) Vertrautwerden mit dem Verhalten des Pendels

Klassengespräch: Bekanntmachen mit dem Aufbau – Wie sieht die Bahn aus? – Pendel starten – Vergleich der überraschenden Beobachtung und der Erwartung – Was passiert bei erneutem Start? – Vergleich der – erneut überraschenden – Beobachtung mit der Erwartung.

Gruppenarbeit: Untersuchungsreihe zur Frage, ob die Reihenfolge der Zielmagnete zufällig ist. Die Gruppen planen, wie sie das herausfinden wollen.

(2) Untersuchungen der Kräfte, die auf die Pendelkugel wirken

Klassengespräch/Gruppenarbeit: Welche Kräfte wirken? – Ausmessen des Magnetfeldes mit einer kleinen Pobekugel – Eintragen der Ergebnisse auf eine Folie – Interpretation der Ergebnisse – Feilspanbild des Feldes

(3) Erklärung des chaotischen Verhaltens

Hier wird vorwiegend in *Gruppen* gearbeitet. Die Lehrkraft gibt einleitend nur den Hinweis, das überraschende Verhalten habe mit der Struktur des Feldes (dem „Mercedesstern", der sich zeigt) zu tun. Im weiteren Verlauf der Gruppenarbeit verteilt die Lehrkraft zunächst eine Zeichnung, auf denen die beiden Elementaranalogien abgebildet sind – mit dem Hinweis, dass diese Bilder ihnen vielleicht helfen können. Später wird die Chaosschüssel verteilt. Es wird den Gruppen aber überlassen, welche Untersuchungen sie im einzelnen durchführen.

(4) Computersimulation

Ein Programm simuliert das Magnetpendel und erlaubt mannigfaltige Variationen der Versuchsbedingungen. Beispielsweise kann man immer vom gleichen Punkt aus starten – gleicher Verlauf. Oder aber man kann, eine ganz kleine Änderung des Startpunktes einstellen – zunächst sehr ähnlicher Verlauf, dann plötzliches Auseinanderlaufen. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten in *Gruppen* zu zweit.

(5) Zusammenfassung

Klassengespräch/Gruppenarbeit: Eine Erklärung wird auf der Basis der Ergebnisse der Gruppen erarbeitet, - Jede Gruppe entwirft eine eigenes „chaotisches" System – Vergleich und Diskussion der Vorschläge.

Gelegenheiten zum naturwissenschaftlichen Arbeiten

Der Unterricht bietet zwanglos Gelegenheit die Arten des naturwissenschaftlichen Arbeitens zu fördern, die wir im Titel dieses Artikels genannt haben – ohne dass auf diese Arten explizit eingegangen wird. Es zeigt sich, dass genaues Beobachtungen unabdingbar ist. Wichtig ist aber auch, dass die Bedeutung des Beobachteten richtig eingeschätzt wird. Bei der Diskussion der Frage, welche Kräfte auf das Pendel einwirken, meinten einige, das Drehen der Kugel müsse einen Einfluss auf das Verhalten haben. Hier galt es zu erkennen, das dies die Bahn (wohl) nicht (spürbar) beeinflusst. Wir haben den Unterricht bei einer ersten Erprobung in Kiel und einer sich anschließenden Erprobung in Wien [5] auf Videoband aufgezeichnet. Wir finden viele Beispiele dafür, wie fruchtbare Vermutungen entstehen und wie sich daraus kleine Experimente (hier meist Manipulationen am Aufbau des Pendels) ergeben. Wie im Beitrag von Stadler und Benke im vorliegenden Heft gezeigt wird, finden wir auch viele Passagen, in denen fruchtbar argumentiert und interpretiert wird. Wir sind also sicher, dass viele Schülerinnen und Schüler erfolgreich naturwissenschaftlich arbeiten. Selbstverständlich gibt es auch eine Reihe von Schwierigkeiten, die überwunden werden müssen. Auch kommen nicht alle Gruppen zu befriedigenden Deutungen des Phänomens aus Sicht der Physik. Aber viele erreichen Erklärungen, die ihnen genügen und ihnen damit das Gefühl geben, verstanden zu haben, warum sich das Verhalten eines solch simplen Dings sich nicht vorhersagen läßt.

Wie eingangs bemerkt, lassen sich diese Aspekte naturwissenschaftlichen Arbeitens auch bei der Deutung anderer Phänomene fördern. Allerdings zeichnet das Magnetpendel etwas besonderes aus. Es handelt sich um ein überaus überraschendes Phänomen. Es zieht die Aufmerksamkeit an und bringt eine Reihe von Schülerinnen und Schülern dazu, nun wissen zu wollen, warum das merkwürdige Verhalten auftritt. Es zieht auch Schüler in den Bann, die ansonsten dem Physikunterricht mit wenig Interesse folgen. Selbstverständlich – nicht alle Schülerinnen und Schüler lassen sich für ernsthafte Arbeit gewinnen und manche verlieren den anfänglichen Willen, es wirklich wissen zu wollen, wenn die Erklärung allzu mühsam erarbeitet werden muss. Dennoch, das Phänomen erweist sich nicht nur als „eye catcher" sondern auch als „mind catcher". Einüben in naturwissenschaftliche Arbeiten ergibt sich bei den meisten unserer Gruppen ganz zwanglos.

Literatur

[1] Duit, Reinders, Cornilsen, C. & Komorek, M. (1993). „Chaostheorie" in Klasse 10. Von der eingeschränkten Vorhersagbarkeit chaotischer Systeme. Naturwissenschaften im Unterricht Physik 4, Nr. 19, 37-40.

[2] Thomas, R., Duit, R., Komorek, M., Roth, M., & Wilbers, J. (1996). Das chaotische Magnetpendel. MagPen: Ein Simulationsprogramm. Unterricht Physik 7, Nr. 36, 21-27.

[3] Duit, R. & Komorek, M. (2000). Die eingeschränkte Vorhersagbarkeit chaotischer Systeme verstehen. MNU 53/2, 94-103.

[4] (Arbeitspapier des IPN zur Physik des Chaospendels – wird noch eingefügt)

[5] Duit, R., Komorek, M., Wilbers, J., Roth, W.M., Stadler, H.: (1997). Eine Unterrichtseinheit zur eingeschränkten Vorhersagbarkeit chaotischer Systeme für das 10. Schuljahr. In J. Willer, Didaktik der Physik - Vorträge Physikertagung 1997 in Berlin. Berlin: Technische Hochschule Berlin, Institut für Fachdidaktik Physik und Lehrerbildung, 276-281.

Hinweis

Die hier vorgestellten Arbeiten zum chaotischen Magnetpendel sind ein (kleiner) Teil eines Arbeitsgebietes des IPN zur Erschließung der nichtlinearen Dynamik (Chaos, Fraktale, selbstorganisierende Systeme) – s. http://www.ipn.uni-kiel.de/abt_physik/nlphys/index.html

Das von uns verwendete Simulationsprogramm und das unter [4] genannte Arbeitspapier können bei Dr. Michael Komorek (komorek@ipn.uni-kiel.de) angefordert werden.

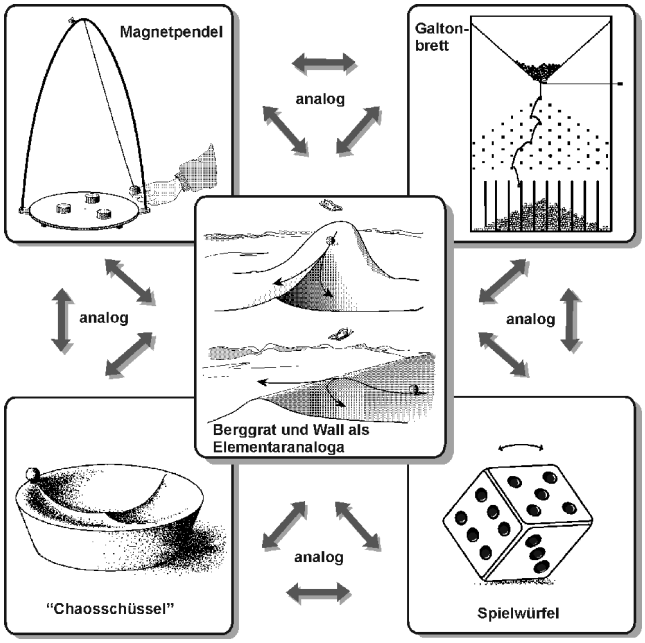


Abb. 1: Das Magnetpendel und andere chaotische Systeme

In: Tagungsband der DPG, Didaktik der Physik, Hamburg 1994

Problemorientiertes Arbeiten im Schulversuch

HELGA STADLER

Die Themenstellung

Ausgangspunkt meiner Studie sind folgende Fragestellungen:

- Welche Bedeutung und welchen Stellenwert hat schulisches Geschehen auf Motivation der Mädchen, sich mit Physik und Technik auseinanderzusetzen und auf ihre diesbezüglichen Entscheidungsprozesse ?
- Wie lassen sich bereits vorhandene, im obigen Sinne positiv verlaufende Unterrichtsprozesse feststellen und sichtbar machen? Welche der für diese Prozesse notwendigen Rahmenbedingungen sind übertragbar oder wo müssen Veränderungen ansetzen, um Übertragbarkeit zu ermöglichen?

Als Einstieg und zur Konkretisierung der Fragestellungen habe ich eine koedukativ geführte Klasse ausgewählt. Die vorläufig ersten Ergebnisse erhielt ich im wesentlichen aus Interviews, die ich mit den Schülern und Schülerinnen dieser Klasse auf der Grundlage von Unterrichtsbeobachtungen und Fragebögen führte.

Die Rahmenbedingungen

Für die Untersuchung wählte ich eine sechste Klasse (10. Schulstufe) eines Realgymnasiums in Wien. An der Schule findet ein sogenannter Schulversuch statt. Die Schüler konnten nach der zweiten Klasse (6.Schulstufe) einen Schultyp wählen, der neben der üblichen Stundentafel in Physik und Chemie wöchentlich zwei zusätzliche Laborstunden anbot. Von der Stammklasse nahmen 12 Schüler/innen, fünf Burschen und sieben Mädchen dieses Angebot wahr. Diese sehr günstigen Rahmenbedingungen ermöglichten es dem Physiklehrer Helmuth Mayr die im Folgenden kurz zu skizzierende Unterrichtsmethode zu entwickeln. (Eine genauere Darstellung dieses Konzepts ist im vorliegenden Tagungsband [9] zu finden).

Die Arbeit in den beiden Laborstunden findet im Wesentlichen in Gruppen statt, wobei sich - vom Lehrer nicht gesteuert - immer dieselben Gruppierungen, zwei Bruschen- und drei Mädchengruppen bilden. Am Beginn eines Abschnitts werden die Schüler/innen mit einer Thematik konfrontiert. Häufig wird sie von den Schülern gewählt. Die Themenstellung ist immer komplex, fächerübergreifend, häufig mit sozialen Implikationen. Die Schüler/innen erhalten Materialien aus der Literatur und entwickeln, jeweils für die eigene Gruppe, Fragestellungen und Experimente, wo sie ihre Fragen weiterentwickeln und Lösungen überprüfen. Sie sind diese Art des Arbeitens gewöhnt. In den von mir beobachteten Stunden war das Thema Erdbeben. Die bei der Arbeit auftretenden Fragestellungen führten zu der erst im Anschluß behandelten Theorie der Schwingungen und Wellen. Von den vier Gruppen bauten zwei einen Seismographen, eine Gruppe untersuchte die Stabilität von Häusern und eine andere die Wirkung von Beben bei verschiedenem Untergrund. Der Lehrer war zu Hilfestellungen bereit, in schwierigen Arbeitsphasen oder bei Stillstand half er durch gezielte Fragestellungen.

Der Unterricht aus der Sicht einer Beobachterin

Die Schülerinnen und Schüler wurden von mir etwa ein Monat lang im Physikunterricht beobachtet. Der Focus der Beobachtu ng lag dabei auf der Frage, welche Kompetenzen die Schülerinnen und Schüler in diesem Unterricht erwerben oder verbessern konnten und

insbesondere, was davon mögliche durch ihre Sozialisation bedingte Defizite seitens der Mädchen ausgeglichen werden konnten.

Es zeigte sich, dass die beschriebene Unterrichsform es u. a. ermöglicht

a) Gelegenheit gegeben wurde, Defizite im handwerklichen Bereich auszugleichen, was insbesondere den Mädchen zugute kam. Die Schülerinnen und Schüler konnten Erfahrungen in der Handhabung von Geräten gewinnen (z.B. lernten Sie den Umgang mit einem elektrischen Bohrer). Der Umgang mit einzelnen Geräten, insbesondere mit Stativmaterial kann auch unter dem Aspekt der Verbesserung des räumlichen Vorstellungsvermögens gesehen werden.

b) Die Beseitigung von Lernbehinderungen, wie sie insbesondere Mädchen im fragend entwickelnden Unterricht erfahren, wurde durch Gruppenarbeiten mit anschließender Präsentation, aber auch durch die Themenstellung selbst gefördert. In geschlechtshomogenen Gruppen hatten Schülerinnen und Schüler Gelegenheit, Kompetenzen zu entwickeln und ihr Selbstbewußtsein zu stärken. Die Ausgangssituation ist für Mädchen und Burschen gleich schwierig, die Fragestellungen erlauben es nicht, sich unter Verwendung von Fachvokabular über Probleme hinwegzuschwindeln. (Die Schülerinnen formulieren zunächst eher in der Alltagssprache, Burschen versuchen sich in der Fachsprache. Der Grund dafür mag darin liegen, daß die Verwendung der Fachsprache für Mädchen nicht in derselben Weise einen Prestigegewinn wie für die Burschen.)

c) Schülerinnen können genauso wie die Burschen ihre speziellen Vorerfahrungen einbringen und sie sind jenen der Burschen gleichwertig (z.B. bei der Frage, wie der Schreibstift beim Seismographen am günstigsten zu befestigen sei).

d) Alltagsmaterialien, mit denen die Schülerinnen vertraut sind (wie Scheuermittel, Katzenstreu, ein Nudelwalker) erhalten denselben Stellenwert wie das Experimentiermaterial aus der Physiksammlung oder die üblichen technischen Jungenspielzeuge.

e) Da Schülerinnen die Relevanz von Physik und Technik für ihr zukunftiges Leben nicht inderselben Weise sehen wie ihre männlichen Kolllegen, wollen sie verstärkt wissen, wozu sie Physik lernen. Komplexe Fragestellungen erlauben es, das im Physikunterricht erworbene Wissen im Gesamtzusammenhang zu sehen und seine Bedeutung zu erkennen. Insbesondere die Einbindung humanitärer und sozialer Implikationen entspricht dem Interesse der Schülerinnen.

Wieder muß betont werden, daß die Polarisation von männlich - weiblich nur bedingt erlaubt ist und die hier genannten Aspekte durchaus auch geeignet sind, auch Burschen, die mit dem traditionellen Physikunterricht nicht angesprochen werden, zu motivieren.

Ergebnisse der Interviews

In sechs teilstrukturierte Interviews wurden die Mädchen der Klase zu ihren Einstellungen und Interessen in Bezug auf Physik und Physikunterricht befragt. Die Interviews sollten über die Motivation der Mädchen, sich mit Physik zu beschäftigen, Auskunft geben und die Bedeutung des Physikunterrichts für dessen Entwicklung abgrenzen. Über die soziale Herkunft der Schülerinnen ist zu sagen, daß sie häufig aus Akademikerhaushalten stammen, in denen ein oder beide Elternteile ein naturwissenschaftliches Fach studiert haben Das Interesse der Schülerinnen für Naturwissenschaften wird positiv bewertet, Gespräche vor allem mit männlichen Bezugspersonen über physikalische Fragestellungen relativ häufig. Auffallend ist weiterhin, daß die Mädchen im Vorschul- und Volksschulalter zu Hause häufig gebastelt haben und ihnen derartige Aktivitäten heute noch Spaß machen.

Bei den folgenden Auszügen möchte ich mich auf zwei Themen beschränken: auf die Beschäftigung der Schülerinnen mit im Physikunterricht auftretenden, schwierigen Problemen (von den Schülerinnen als "Rätsel" bezeichnet) und auf das Experimentieren.

"Spaß macht in der Hauptsache an etwas herumzurätseln. Weniger die Inhalte, als das Denken rundherum ist interessant." "Denkst Du dann weiter darüber nach?" "Das kommt drauf an, wenn es mich interessiert, ja. Es ist oft ganz schrecklich, wenn ich auf der Straße geh, denk ich über was nach, was ich in Physik gelernt habe. Ich möchte eigentlich Schluß haben mit der Schule, aber dann komm es doch immer wieder." Oder eine andere Schülerin: *"Schon am Heimweg nach Hause. Man grübelt dann, warum geht das nicht. Zu Hause bin ich dann so abgelenkt, das ist gefährlich für andere Fächer."*

Bei den hier angesprochenen "Rätseln" spielt Vorwissen eine relativ geringe Rolle. Ausgangspunkt ist oft eine überraschende Beobachtung, für die man eine Erklärung sucht. Diese "Rätsel", zeigt sich in den Interviews, werden über die Schule hinaus zum Gesprächsthema. Schülerinnen können damit ihre "physikalische" Kompetenz auch außerhalb der Schule unter Beweis stellen. Sie ermöglichen es, Phänomenen auf den Grund zu gehen, an einer Frage "dran zu bleiben", sich in eine Fragestellung zu vertiefen.

Experimente werden von den Mädchen und den Burschen in gleicher Weise gerne entworfen und ausgeführt. Im theoretischen Teil des Unterrichts kommen sie häufig auf ihre experimentellen Erfahrunge zurück. Die Theorie erscheint den Schülerinnen erst über das Experiment glaubhaft und begreifbar. Eine auch in Mathematik sehr gute Schülerin: *"In der Theorie komm ich schwer mit, wenn die Kürzel an der Tafel stehen. Wenn ich etwas sehen kann, komm ich eher drauf."*

Besonders gerne erinnern sich die Schülerinnen an Experimente, die einfach Spaß machten, wie eine Wasserrakete im Schulhof zu starten oder Karamel zubereiten, oder an Experimente, wo sie etwas Nützliches produzieren konnten, wie den Bau einer Lochkamera, einer Fußbodenheizung oder einer Solarheizung. (Die Burschen bevorzugten Experimente im Bereich Elektronik oder Elektrotechnik.) Das eigenständige Experimentieren stärkt das Selbstvertrauen der Mädchen:

"Ich glaube, daß viele Mädchen gar nicht wissen, daß sie Talent für Physik haben. Dies kann man erst erfahren, wenn man Experimente macht und sich damit beschäftigt hat. Ich erinnere mich gern an Erfolge, wenn man aus eigener Kraft etwas errungen hat."

4.4. Intervention

Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Philadelphia 2003 (proposal)

Videos as a tool to improve the quality of physics education in upper secondary schools

HELGA STADLER

Theoretical framework

If we want to raise the quality of teaching and learning, it is important to know more about what happens in classrooms. Videos give us the chance to get an inside view, but even more they are a valuable tool to make teachers and learners reflect upon teaching and learning processes. In that way, videos can be used to initiate reflective processes. The documentation itself provides a basis for expanding teachers' knowledge about ways of teaching and learning. Moreover classroom videos may be an excellent starting point for professional discussion, creating a basis for networks, in which teachers with different profiles, different biographies etc. exchange their ideas and experiences (Sherin & Han 2002).

In our point of view, videos are an important tool to foster the professional development of teachers. We consider professional development within four dimensions: The willingness and competence to experiment and engage in constructive and purposeful work, the engagement in systematic self-criticism, self-determined work and communication, cooperation and dissemination (Altrichter & Krainer 1998). If we look at these dimensions as orthogonal system, in which action and reflection, autonomy and networking constitute the two axes respectively, we frequently find in the existing professional practices an asymmetry in the form of a less developed competence for reflection and networking. Action and an autonomous approach to teaching is more readily practised. Our recent work shows, that supporting teachers work in those two areas of reflection and networking - always seen in connection with their daily work – can raise the quality of their work done in class. We stress, that reflection by itself does not guarantee the improvement of action (Roth, Tobin & Zimmermann 2002). In the long term only the conjunction of all the dimensions mentioned above will ensure the improvement of classroom practices. We use videos to initiate reflection processes and professional talk as well as a basis for documentation and effective networking.

If we look at learning as a social process, for which all participants are jointly responsible, videos are an important tool to make students reflect upon their own learning processes and to establish learning communities in class. We use videos as a starting point to initiate feedback processes and as a document, which students and their teachers can use to reflect jointly about what happens in class, what indicates quality and which improvement might be necessary.

In Austria we have first experiences using videos in a two years in-service teacher education program *Pädagogik und Fachdidaktik für Naturwissenschaftslehrer/inen* (Altrichter, Posch, Somekh 1998, Kühnelt & Stadler 1997). In this program teachers learn different ways to examine their teaching and their students' learning processes using methods of action research. Teachers learn how to analyse videos and to share their knowledge and reflections with their colleagues. They learn how to give feedback and how to build networks of reflecting practitioners. They write reflective papers, thus providing a basis for networking.

In 2001, we started a program to improve the quality of mathematics and science teaching called "*Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching*" (IMST²). In one part

of this project we make use of videos in an even more systematic and extensive way. In our poster presentation we describe the way we use videos within IMST², and how we support teachers in their professional development using video analysis. The main part will deal with what we found imperative to foster such a development. A lesser part of our poster will present our approach to evaluate such a support system and resulting changes.

Ways to foster the professional development of science teachers by using class videos within the project IMST²

The project IMST²: *IMST² (Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching, coordination Konrad Krainer, IFF Austria) is a nationwide initiative of the Austrian government to improve mathematics and science teaching. The two major tasks of IMST² (2000-2004) are first the initiation, promotion, dissemination, networking and analysis of innovations in schools (and to some extent also in higher teacher education), and second the planning of a sustainable support system for the further development of mathematics and science teaching in conjunction with federal educational agencies (see e.g. Krainer 2001). Four major programs – S1: Basic education, S2: School development, S3: Teaching and learning processes and S4: Practice-oriented research – have been established. Four teams support initiatives at schools as well as develop corresponding theoretical concepts.*

Learning and Teaching Processes – IMST²: This part of the program concentrates on improving teaching and learning practices in math and science (mainly physics) classes. In the following we concentrate on the system we developed concerning the science part of the project. We support individual teachers and teams in their innovations, in reflection and networking by

- building structures for reflection and networking
- offering seminars (teachers report and discuss their work)
- informing about external research: results and tools are given to teachers (and students)
- providing innovative material
- editing and publishing reflective papers
- offering financial support

The use of videos within the project IMST²: For teachers working in the third program (Learning – and Teaching Processes) of IMST² videos have become an important tool:

- to document teaching and learning processes in order to give a basis for networking and to further teacher education (in-service and pre-service)
- to build learning communities of teachers and students
- to reflect (with their students or colleagues or teacher students) upon teaching and learning processes in their class

Teachers who want to analyse their teaching with videos encounter a lot of problems. To improve the quality of the videos we support the teachers with technical guidelines. In general, the problem in analyzing videos is the complexity of data. We tried to find ways to reduce that complexity for teachers, mainly by suggesting a set of explorative questions and providing guidelines for discussions. Videos are way to look at things from a distance, but teachers report, that it is difficult to find that distance. We developed guidelines for reflective papers and edited these papers to make other teachers learn from these experiences; we also made interviews using stimulated recall and counseled teachers in using data in form of triangulations. The most important task was to find ways, how to use videofeedback, within groups of colleagues and – that seems to be the most effective way to improve practise – with students in class.

Characteristics of work: Improving practice means that everybody involved in the process has to be active. So the teacher tries a new instruction module and evaluates it by documenting, analyzing with colleagues and students (e.g. using videofeedback) and disseminating their knowledge by writing reflective papers, presentations in and outside school. But the students also have to take responsibilities: summing up questionnaires, making videos, writing and commenting transcripts, protocols, summaries of discussions etc. Both, teachers and students, are responsible that the loop of innovation is going on. We as mentors

- provide and improve structures to support reflection and networking
- give a written feedback paper
- interview the teacher and his / her students (stimulated recall)

Evaluation is an integral part of IMST². In our project, we distinguish three different functions of evaluation:

The *process-oriented evaluation* should generate a continuous feedback thus providing steering knowledge for the project management and the project teams.

The *outcome-oriented evaluation* should work out the impact of the project at different levels of the educational system.

The *knowledge-oriented evaluation* should generate new theoretical and practical knowledge that will form a basis for improving support to innovations at schools.

Concerning our work with videos we evaluate our work in the following ways:

- The teachers themselves evaluate their work with action research methods and write reflective papers. Cross studies evaluate theses papers with respect to the goals of the program.
- In some cases the innovations are also evaluated from the outside (interviews, questionnaires, video analyses). The results of this external evaluation is given to the teachers (and sometimes also to the students) in order to support their studies and their future work. In that way we try to combine action research with academic research.
- Concerning the growth of professional development and the effects of the program on schools itself the teachers and headmasters and headmistresses of the schools are interviewed and questionnaires. In a similar way we evaluate seminars and meetings.

Preliminary results

The following results are based on interviews with teachers, their reflective papers, video analysis of group work in physics classes and whole sections of teachers lecturing to the

whole class, feedback from students (questionnaires and interviews), as well as our field notes of classroom observations and student-teacher discussions during video feedback sessions.

Preliminary analyses show the effectiveness of this intervention concerning:

- professionalizing (networking, reflection, action); - establishing a community of learners within the classroom
- tructured exchange of teacher knowledge inside and outside school

In detail the data show that

- the program is accepted by the teachers. They value the program as an important factor for their professional development and most of them want to continue their work. While in the first year only teachers we already had a personal relationship with opened their classrooms, now new teachers are interested and the number of teachers who take the risk of opening their classroom to strangers rises.
- the quality of the documentation of the projects as well as the way teachers approach their projects has improved within the two years the program exists.
- the use of videos has become a common tool to analyse the teaching process.
- in some schools teachers are starting to build "video clubs", in which teachers analyse their teaching. A group of teachers of different schools started to meet and network, exchanging ideas and experiences concerning their work with videos.
- the analysis of reflective papers demonstrates in some cases that the teachers started a cycle: evaluation using videos, interviews, questionnaires (in some cases together with students, in some cases with colleague or with mentors) – planning of alternative ways (using networks; in some cases together with students) – action in class - evaluation etc.
- teachers working with video feedback in class laid first steps to establish a learning community (One teacher describes his experiences with his students in the following way: *„The most difficult task for the students was to formulate ways how they can contribute to improve the situation. My interpretation is, that they were never asked to take responsibility for what happens in class. The reflective papers they wrote provided the possibility to make some suggestions. The reactions were constructive. First we decided to create new ways of repetitions at the beginning of a lesson."* (E-Mail, written by a teacher)

Discussion

The data we get from the interviews and written reports of students show, that videos are suited to establish learning communities, but that the teachers and students need support in using videos that way. They also need support in finding alternative ways to create learning environments. A second problem of our work is that projects like IMST² have a limited character: Working with a limited number of teachers and for a certain time we have to look for ways to bring about sustainable change. In our work in program three of IMST², we confront these problems by establishing a mentoring system and developing tools teachers can use to evaluate their work, to document it, to build networks within and outside schools. Up to now the following supporting tools were developed:

- A CD with video sequences, questions and literature (Jungwirth, Stadler 2002)
- A tool of how to make videos in your own class
- A set of analyzing questions
- A sequence on how to analyze videos together with our students

Supporting structures that can be used to build networks within and outside schools. Till now we organized

- an internet homepage, where the studies are published, so teachers get an insight view in ways how to work with videos. The documents are also examples of "good practice" concerning teaching methods.
- a monthly meeting, where teachers can exchange ideas and present their videos and studies

We also have some experiences in connecting teachers' reflections with research work of science educators. Furthermore we intend to further develop the tools mentioned above (how videos can be used by teachers, how to combine video analyses with other methods of evaluation etc.). In the long term we try to establish a community of learners within and outside schools, in which teachers open the doors of their classrooms to share their knowledge, their experience and their reflections in order to get a common basis in developing their future work.

References:

Altrichter, H., Krainer, K. (1998). Wandel von Lehrerarbeit und Lehrerfortbildung (*Changes in teacher´s work and inservice training)* In K. Krainer & P. Posch (Eds.), Lehrerfortbildung zwischen Prozessen und Produkten (p 33-51). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Altrichter, H., Posch, P., Somekh, B.(1998). Teachers investigate their work: an introduction to the methods of action research. Repr.- London [u.a.]: Routledge.

Jungwirth, H., Stadler, H.(2002). Ansichten. CD Rom. Innsbruck: Studienverlag.

Kühnelt, H.; Stadler, H.(1997). Combined updating on science and pedagogy for experienced teachers. In: Research in Science Education (RISE), 27(3), 425-444.

Krainer, K (2002). Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching (IMST²). Initial Outcome of a Nation-wide Initiative for Upper Secondary Schools in Austria. To appear 2002 in: Borovcnik, M. & Kautschitsch, H. (Eds.): Technology in Mathematics Teaching. Proceedings of the ICTMT 5 in Klagenfurt 2001, Schriftenreihe Didaktik der Mathematik v. 25. öbv&hpt, Vienna.

Roth, W.-M., Tobin, K., Zimmermann, A., Bryant, N., & Davis, C. (in press). Lessons on/from the dihybrid cross: An activity theoretical study of learning in coteaching. Journal of Research in Science Teaching.

Sherin, M.G., Han, S.(2002): Teacher Learning in the context of a Video Club. Paper presented at NARST, New Orleans, April 2002

In: Nordmeier, H., Hrsg., Didaktik der Physik, Vorträge Frühjahrstagung Bremen. Bad Honneff: Deutsche Physikalische Gesellschaft , 2002 (Tagungs-CD)

Geschlechtssensibler Unterricht – Individualisierung des Lehrens und Lernens unter der „Gender"-Perspektive. Der Schwerpunkt 3 des Projekts IMST²

HELGA STADLER

Kurzfassung

Das schlechte Abschneiden der AbsolventInnen der Höheren Schulen bei der TIMS-Studie (Third International Mathematics and Science Study) hat das österreichische Bildungsministerium veranlasst, ein Projekt zu finanzieren, das die Qualität des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts in Österreich verbessern soll. Einer der Schwerpunkte dieses Projekts hat das Ziel, geschlechtssensible Unterrichtsformen zu identifizieren bzw. zu entwickeln und damit die Qualität des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts zu verbessern. Auf diese Weise soll auch Mädchen und Buben, die bisher zu diesen Fächern Distanz gezeigt haben, die Möglichkeit gegeben werden, ihre Begabungen in diesem Bereich zu erkennen und individuelle Zugänge zu diesen Bereichen zu entdecken. Der Schwerpunkt des Programms liegt zum einen in der Unterrichts- und Schulentwicklung, zum anderen in der LehrerInnenbildung (Entwicklung einer CD) und der Forschung. Im Pilotjahr des für insgesamt fünf Jahre projektierten Programms wurden neben einer theoretischen Fundierung und der Strukturierung des Programms erste Erfahrungen in der Arbeit mit Schulen gesammelt.

1. Das Projekt IMST²

Während 10- und 14jährige österreichische Schülerinnen und Schüler bei der TIMS-Studie noch sehr gute bis gute Leistungen zeigten, schnitt in der Population 3 (also bei den AbiturientInnen) Österreich im internationalen Vergleich sehr schlecht ab. Die Analyse der Daten [1] ließ auf unterschiedliche Ursachen schließen (wie etwa ein Schulsystem, bei dem es in einzelnen Schultypen nur verschwindend wenig Physikunterricht gibt, oder ein Prüfungssystem, das Prüfungen nur über kurze Zeiträume erlaubt). Die Analyse der Daten gab zu der Vermutung Anlass, dass neben diesen strukturellen Rahmenbedingungen die Ursachen auch in der Marginalisierung der Naturwissenschaften (insbesondere der Physik) an den einzelnen Schulstandorten, vor allem aber im Unterricht selbst zu finden sind. Um nun einerseits den Status der Naturwissenschaften und der Mathematik an den Schulen zu stärken, andererseits beispielgebende Unterrichtsmodelle zu identifizieren bzw. zu entwickeln (im Sinne von „good practice"), wurde im Auftrag des Bildungsministeriums das Projekt IMST² (Innovations in Mathematics Science and Technology Teaching) geschaffen (Projektkoordination Prof. Dr. Konrad Krainer, IFF Klagenfurt). Im Pilotjahr (Oktober 2000 – Juni 2001) wurden alle Höheren Schulen Österreichs zur Teilnahme eingeladen. Derzeit sind etwa ein Fünftel aller österreichischen Höheren Schulen in dieses Projekt involviert [2].
Das Projekt IMST² umfasst vier Schwerpunkte [2, 3]: S1 Höhere Grundbildung, S2 Entwicklung von Schwerpunktschulen, S3 Geschlechtssensibler Unterricht und S4 Forschung und Entwicklung.. Die nachfolgenden Ausführungen konzentrieren sich auf die Beschreibung des naturwissenschaftlichen Teils des Schwerpunkts 3 „Geschlechtssensiblität – Zur Individualisierung des Lehrens und Lernens". Für die grundsätzliche Ausrichtung des Schwerpunktprogramms sind die Mathematikdidaktikerin Helga Jungwirth und ich verantwortlich.

2. Ausgangspunkt

Die Distanz der Mädchen zu Physik und Technik ist zwar ein internationales Phänomen, scheint aber in Österreich besonders ausgeprägt. So wurde etwa im Rahmen der OECD Österreich aufgefordert, Maßnahmen zu setzen, um den Anteil der Ingenieurinnen zu erhöhen [4]. Umfassende Untersuchungen, wie sie in anderen Ländern seit den 70iger Jahren durchgeführt wurden und werden, fehlen allerdings. Die TIMS-Studie war – trotz aller berechtigten Kritik – unter diesem Blickwinkel für Österreich besonders wertvoll. Es ist die erste Studie mit umfangreichem Datenmaterial zum mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht in Österreich. Ein Ergebnis der Studie war, dass – zumindest bei einer bestimmten Art der Testdurchführung – Mädchen weitaus schlechter abschnitten als Buben. Dies weltweit, doch in einigen Ländern, darunter auch in Österreich, war die Kluft besonders ausgeprägt [5], vor allem im Falle der Höheren Schulen in Physik und Mathematik [1, 6]. Da die Mädchen in der Schule im allgemeinen die besseren Noten haben, hat dieser Umstand zunächst verwundert. Die Analyse der Daten ergab, dass eine Reihe von Fakten diese Leistungsdifferenz mitverursachen, insbesondere der Umstand, dass Mädchen Schultypen mit verstärktem Physik- oder Techniikunterricht weitgehend abwählen und dass sich die Leistungsdifferenz verringert, wenn Mädchen und Buben nach demselben Curriculum unterrichtet werden. Für die Ursachen der bei gleichem Curriculum verbleibenden Leistungsdifferenz konnten allerdings nur Vermutungen angestellt werden: die Distanz der Mädchen zu technisch-naturwissenschaftlichen Berufen etwa und die daraus resultierende mangelnde Bereitschaft, sich mit diesen Gebieten auseinander zu setzen; die geringe Einschätzung der eigenen Kompetenzen in diesem Bereich oder eine Gesprächskultur, wo in der Mädchengruppe Physik und Technik als Thema keinen Raum haben [2, 7]. Eine Reihe von Untersuchungen weist darauf hin, dass auch die Schul- und Unterrichtskultur zur Distanz der Mädchen (und einiger Buben) von Physik und Technik beiträgt [8]. Hier setzt unsere Arbeit im Schwerpunkt 3 an.

Geschlechtssensibler Unterricht bedeutet aus unserer Sicht eine Unterrichtsgestaltung, die Mädchen und Buben Gelegenheit gibt, ihren individuellen Möglichkeiten entsprechend ihre Fähigkeiten zu entwickeln, Interessen zu entdecken, Chancen zu sehen und wahrzunehmen und sich dabei nicht durch tradierte Rollenvorstellungen einengen zu lassen. Dabei scheint uns (Helga Jungwirth und mir) der übliche Ansatz, Differenzen zwischen den Geschlechtern zu erforschen und darauf Interventionen aufzubauen, zumindest für die Arbeit mit vergleichsweise kleinen Gruppen, wie es die Schülerinnen und Schüler einer Klasse sind, nicht sinnvoll. Zum einen ist zu vermuten, dass damit die Differenzen zwischen den Geschlechtern stabilisiert werde, zum anderen trägt ein derartiger Ansatz dazu bei, Binnendifferenzen innerhalb eines Geschlechts verschwinden zu lassen und damit Buben und Mädchen noch weiter in ein (wenn auch verändertes) Rollenkorsett zu zwingen. In theoretischer Perspektive lässt sich unser Forschungs- und Interventionsansatz in diesem Schwerpunktprogramm am ehesten unter dem in der Literatur zu findenden Begriff „Dekonstruktion von Geschlecht“ subsumieren [9]. Dort, wo Geschlecht in den Mittelpunkt rückt, geht es in diesem Ansatz daher um die Frage, wie wird Geschlecht in der gegebenen Situation konstruiert, d.h. im Sinne von „doing gender“ [10] jeweils hergestellt. Dekonstruktion von Geschlecht bedeutet in diesem Zusammenhang, derartige Mechanismen offen zu legen. In einer vergleichsweise kleinen, überschaubaren sozialen Gruppe, wie sie durch eine Schulklasse gegeben ist, erscheint dieser Ansatz, auch was die Interventionsebene angeht, durchführbar und pädagogisch sinnvoll. Auf der Forschungsebene bedeutet dies, dass wir im allgemeinen nicht mit vergröbernden statistischen Methoden arbeiten, sondern den Ansatz der interpretativen ethnographischen Unterrichtsforschung wählen (vgl. auch [11]).

3. Zielsetzungen des Schwerpunkt 3

IMST^2 ist eine österreichweite Initiative zur Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschafltichen Unterrichts der Oberstufe. Die Philosophie des Programms wird auch in der Arbeit im Schwerpunkt 3 deutlich: Das Programm setzt – wie alle IMST Programme – an den Stärken und vorhandenen Ressourcen in Österreich an, unter Nutzung von Erfahrungen, die mit ähnlichen Programmansätzen im Ausland gemacht wurden. Zu den Hauptintentionen des Programms zählen die Förderung von Selbstevaluation, Reflexion und Vernetzung, die Unterstützung von Innovationen und Interdisziplinparität. Vernetzungen bedeutet auch Veröffentlichen und Nutzbarmachen von Erfahrungen unter Nutzung neuer Medien und Öffentlichkeitsarbeit (s. auch den Beitrag von H. Kühnelt im selben Tagungsband und IMST Homepage).

In der Umsetzung dieser Zielsetzungen für unseren Schwerpunkt bedeutet dies für den Bereich Naturwissenschaften, dass wir auf mehreren Ebenen gleichzeitig ansetzen, allerdings so, dass die einzelnen Bereiche vernetzt sind und Synergien genutzt werden:

Das Projekt IMST^2 ist ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt. Die Forschungsebene ist auch, aber nicht nur als Aktionsforschung zu verstehen und eng mit der Interventionsebene verknüpft. Forschung und Interventionen setzen auf der Ebene der Schule, insbesondere aber im Unterricht in der Klasse an. Auf der Schulebene vor allem mit der Zielsetzung, ein Schulklima zu fördern, das das Interesse an den Naturwissenschaften und an Mathematik fördert; auf der Unterrichtsebene geht es einerseits um die Verbesserung der Unterrichtssituation vor allem auf der Diskursebene, andererseits um ein verbessertes Angebot auf methodischer und inhaltlicher Ebene. Die Realisierung dieser Zielsetzungen erfordert zum einen beigleitende Forschung, worunter auch Aktionsforschung mit inbegriffen ist, zum anderen, auf der Interventionsebene, Vernetzungsangebote zwischen LehrerInnen einerseits, Schulen andererseits, aber auch Vernetzungen in Richtung Aus- und Weiterbilldungsinstitutionen, also Pädagogischen Akademien, Pädagogischen Instituten und Universitäten. Zu vermuten ist, dass diese Zielsetzungen nur durch eine stärkere Verknüpfung der Arbeit der Schwerpunkte untereinander zu erreichen sein wird.

4. Das Programm des Schwerpunkts 3 – Bereich Naturwissenschaften

Das Programm setzt, wie in Punkt 3 erwähnt, auf unterschiedlichen Ebenen an. Auf Schul- und Unterrichtsebene wird das Programm jeweils gemeinsam mit den LehrerInnen der am Schwerpunkt 3 beteiligten Schule erarbeitet. Die nachfolgende Skizze vermittelt einen groben Überblick, Kapitel 5 zeigt an einem Beispiel, wie sich die Konkretisierung im Einzelnen gestaltet. Für die Arbeit an den Schulen gilt in diesem Projektteil, dass sowohl an die Analyse als auch an der Ausarbeitung des Interventionsprogramm SchülerInnen wie Lehrernde gleichermaßen beteiligt sind.

Auf der Schulebene und Unterrichtsebene:

1. Dokumentation und multiperspektivische Analyse des Ist-Zustands (Fragebögen, Interviews, teilnehmende Beobachtung, Videoanalyse). Datenerhebung und Analysen werden zum Teil von den Beteiligten (LehrerInnen, SchülerInnen) durchgeführt, zum Teil von einem außenstehenden MitarbeiterInnenteam. Im zweiten Fall werden Analyseinstrumente und Analyseergebnisse allen Beteiligten (also auch Schülerinnen und Schülern) zur Verfügung gestellt.
2. Sichtbarmachen der Analyseergebnisse im Lehrkörper/der Schulklasse
3. gemeinsame Erarbeitung von Interventionsstrategien
4. Setzen von Interventionen

5. Evaluation mittels Aktionsforschungsmethoden

Auf regionaler Ebene:

durch Vernetzungsangebote (zweimal jährlich ein Treffen von LehrerInnen, die beim Schwerpunkt mitarbeiten)

Auf der LehrerInnenbildungsebene:

Entwicklung einer CD mit Videosequenzen und Anregungen zur eigenständigen fachdidaktischen Analyse

Bildung eines Netzwerks, wo LehrerInnen und Schulen AnsprechpartnerInnen für einzelne Bereiche vorfinden (etwa offene Lernformen, Bewertungsmethoden, partielle Aufhebung der Koedukation)

Ausbildungslehrgang für LehrerInnen, die Funktion eines/einer Mentors/Mentorin für Schulen übernehmen können.

Auf der universitären Ebene:

Forschungsprogramme (interpretative Unterrichtsforschung, projektiert)

Lehrerbildung (etwa durch Beteiligung von StudentInnen bei der Datenerhebung und Lehrveranstaltungen zum Thema „gender“)

5. Die Arbeit mit den Schulen

Schulen und LehrerInnen wurden über die Landesschulräte von IMST^2 informiert und konnten sich für die Teilnahme an diesem Programm melden; wobei es verschiedene Möglichkeiten der Intensität der Mitarbeit gibt (s. Homepage). Die Mitarbeit ist immer freiwillig und wird von Seiten der Schulleitung nicht gesondert honoriert. Für das Schwerpunktprogramm 3 haben sich im Pilotjahr 33 Schulen gemeldet, etwa 10 dieser Schulen sind zu einer intensiveren Zusammenarbeit im laufenden Schuljahr bereit. Die Arbeit mit den Schulen und LehrerInnen ist nach obigen Gesichtspunkten strukturiert, gestaltet sich im einzelnen aber immer völlig unterschiedlich. Im folgenden soll exemplarisch über die Arbeit an einer Schule (November 2000 – März 2001) im Westen Österreichs berichtet werden.

Fallbeispiel BG Dornbirn – Rahmenbedingungen und Analyse der Schulsituation

Ausgangspunkt für die im Dezember 2000 begonnene Arbeit war eine LehrerInnengruppe aus einem PFL-Lehrgang [12], d.h. von LehrerInnen, die bereits Erfahrung mit der Dokumentation von Unterricht und mit Aktionsforschungsansätzen haben. Dazu kommt eine Schulsituation, wo die Schulen derzeit veranlasst werden, ein Schulprogramm zu formulieren und autonom Schwerpunkte zu setzen. Die Schulsituation an dieser Schule war – wie an vielen Schulen derzeit – dadurch gekennzeichnet, dass es einerseits zuwenig PhysiklehrerInnen gibt, andererseits viele Lehrkräfte in humanistischen Fächern, die zur Erreichung ihrer vollen Lehrverpflichtung Stunden benötigen. Für die Schule bedeutete dies, dass es zahlreiche Unterrichtsangebote in den humanwissenschaftlichen und in den Sprachfächern gibt, vergleichsweise wenig aber in den naturwissenschaftlichen Fächern, insbesondere in Physik. In Interviews und Fragebögen formulierten der Großteil der SchülerInnen und Schüler, dass sie meinten, für ihre Zukunft sei insbesondere die Beherrschung von Sprachen zentral, Physik und Chemie hatten bei den befragten Schülerinnen und Schülern nur einen sehr geringen Stellenwert. Die abwertende Haltung gegenüber der Physik wird auch in der Wahl der Schultype deutlich: der naturwissenschaftliche Zweig wird nur von wenigen Schülern und kaum von Schülerinnen gewählt, so dass zumeist nur Halbklassen in diesem Schultyp in der Oberstufe zustande

kommen. Der Direktor der Schule, selbst Naturwissenschaftler, ist daran interessiert, dass dieser Schultyp an seiner Schule erhalten bleibt. Um zu erfassen, welche Motive die Schülerinnen und Schüler bei der Wahl des Schultyps haben, verfasst eine LehrerInnengruppe einen Fragebogen für die Schülerinnen und Schüler der vierten Klassen.

Fallbeispiel BG Dornbirn – Analyse der Unterrichtssituation und Interventionen

Zur Analyse der Unterrichtssituation in Physik werden in drei Oberstufenklassen Fragebögen ausgewertet, Interviews geführt und mehrere Stunden mittels einer Videokamera aufgezeichnet (die Aufnahmen werden von den Schülerinnen und Schülern selbst durchgeführt.) Den Schülerinnen und Schülern werden in der Folge einzelne Videosequenzen vorgeführt. Die Auswahl der Sequenzen erfolgt durch den Lehrer, die damit verbundenen Fragestellungen orientieren sich an den Ergebnissen der Fragebogenanalysen. Die Klasse verfasst schriftliche Kommentare zu den Videosequenzen und organisiert die Transkription dieser Sequenzen. Einer der für die SchülerInnen interessanten Punkte ist die unterschiedliche Partizipation am Unterricht.

In einem nächsten Schritt sollen aufgrund der Triangulation (Mentorin, Lehrer, SchülerInnen) gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern Interventionen überlegt und beschlossen werden. Des weiteren ist beabsichtigt, dass der Lehrer seine Erfahrungen im Rahmen des Schwerpunkts 4 publiziert bzw. bei einem Treffen der am Schwerpunkt IMST^2 beteiligten LehrerInnen vorstellt.

6. Literatur

[1] TIMSS 3 in Österreich– geschlechtsspezifische Aspekte. In: Tagungsband der 62. Physikertagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Didaktik der Physik, Ludwigsburg 1999

[2] IMST^2 Homepage des Projekts: http://imst.uni-klu.ac.at

[3] Krainer, K.: Das Projekt IMST² als Ausgangspunkt für eine Reforminitiative zur Weiterentwicklung des österreichischen Mathematik- und Naturwissenschaftsunterrichts. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik, Nr. 70, Juni 2000, 77-85.

[4] OECD Bericht: Review of Higher Education Policy in Austria. Paris 1993

[5] Mullis, I. / Martin, M. / Beaton, A. / Gonzalez, E. / Kelly, D. / Smith T.: Mathematics and Science Achievment in the Final Year of Secondary School: IEA´s Third Interantional Mathematics and Science Study (TIMSS). Center for the Study of Testing, Evaluation and Educational Policy. Boston College 1998.

[6] Kühnelt, H., Stadler, H.: Assessing an Assessment. Lessons from TIMSS3 in Austria. In: Research in Science Education. Past, Present, and Future. Proceedings of the Second International Conference of the European Science Education Research Association (E.S.E.R.A.), Kiel 1999, 612-614

[7] Stadler, H.: Fachdidaktische Analyse der österreichischen SchülerInnenergebnisse bei TIMSS Pop 3 - Betrachtung der Ergebnisse in geschlechtsspezifischer Hinsicht. In: Zweiter Zwischenbericht zum Projekt IMST - Innovations in Mathematics and Science Teaching. Im Auftrag des bm:bwk. IFF Klagenfurt, März 1999. Siehe auch: http://netscience.univie.ac.at/lise

[8] Stadler, H.: Do boys and girls hold different notions of understanding in physics? In Physics Education, 35(5) November 2000, 417-422

[9] Butler, J.: Gender Trouble. Routledge, 1990

[10] West, C. / Zimmerman, D.: Doing Gender. In: Lorber, J. / Farell, S. (Hg.): The Social Construction of Gender, 1991, 13-37

[11] Jungwirth, H.: Geschlechtssenisbel statt geschlechtsspezifisch – Zur Fundierung des gleichnamigen Schwerpunktprogramms im Projekt IMST^2 . Vortrag, gehalten auf der Tagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematikledge, März 2001, Ludwigsburg.

[12] Kühnelt, H.; Stadler, H.: Combined updating on science and pedagogy for experienced teachers. In: Research in Science Education (RISE), 1997, 27(3), 425-444

4.5. Der Gender-Aspekt in der technischen Ausbildung

1997 verfaßte die Autorin einen Bericht zu einer vom Bundesministeriums für Unterricht und kulturelle Angelegenheite beauftragten und von der Autorin durchgeführten Studie „Schülerinnen an Höheren Technischen Lehranstalten". Dieser Bericht wurde für die vorliegende Dissertation nochmals gekürzt (betrifft insbesondere die Einleitung und Kapitel I). Der vollständige Bericht ist unter dem angegebenen Titel beim bm:bwk (Abteilung III) erhältlich.

Schülerinnen an Höheren Technischen Lehranstalten. Eine Studie im Bereich Elektrotechnik und Maschinenbau

HELGA STADLER

Einleitung: Zur Situation der Frauen in Naturwissenschaft und Technik

Die geringe Präsenz von Frauen in Handwerk, Technik und Naturwissenschaften in der Ausbildung und im Berufsleben ist international betrachtet Gegenstand zahlreicher Untersuchungen. Auf das österreichische Bildungswesen bezogen zeigt sich die Distanz der Frauen zu Technik und mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereichen überall dort, wo Schülerinnen wählen können: in der AHS nach der 6. Schulstufe bei der Wahl der Schultype, nach der 8. Schulstufe bei der Wahl der weiterführenden Schule oder bei der Wahl des Lehrberufes, wo mit großem Abstand bei den Mädchen die "Einzelhandelskauffrau", die "Friseurin" und die "Bürokauffrau" an der Spitze der gewählten Berufe stehen. Die Buben dagegen sind im naturwissenschaftlichem Realgymnasium überrepräsentiert und an der Spitze der gewählten Lehrberufe steht der "Kraftfahrzeugmechaniker", der "Elektroinstallateur" und der "Tischler" [Vgl. Schneeberger 1995].

Besonders deutlich werden diese geschlechtsspezifischen Präferenzen im Bereich der Berufsbildenden Höheren Schulen (BHS), insbesondere im Bereich der Höheren Technischen Lehranstalten (HTL). Die Asymmetrie an der HAK ist wesentlich schwächer ausgeprägt als an der HTL. Das Wahlverhalten ändert sich auch nach dem 18. Lebensjahr nicht: Betrachtet man die HörerInnen- bzw. SchülerInnenzahlen an der TU bzw. an der HTL genauer, so zeigt sich, daß sowohl an der TU als auch an der HTL der Frauenanteil in Maschinenbau und Elektrotechnik besonders niedrig ist.[1] Die österreichischen Daten unterscheiden sich was die universitäre Ausbildung betrifft somit - von Einzelbereichen abgesehen - nicht wesentlich von jenen in der BRD.

I. KAPITEL:

SCHÜLERINNEN AN HÖHEREN TECHNISCHEN LEHRANSTALTEN

1. Höhere Technische Lehranstalten in Österreich

Österreich schuf sehr frühzeitig technische Bildungsstätten der höchsten Qualifikationsstufe, wobei offensichtlich die 1794 entstandene Pariser "école polytechnique" Vorbild war. 1815 begann der Lehrbetrieb des "Polytechnischen Instituts" in Wien. Im Herbst 1876 wurden unter dem Namen "k.u.k. Staatsgewerbeschulen" Schulzentren geschaffen, die höhere Gewerbeschulen und Werkmeisterschulen umfaßten, und nur in wenigen industriellen

[1] 2000/2001 waren 3,1% der HTL Schüler/innen im Bereich Elektrotechnik weiblich und 5,7% im Bereich Maschinenbau. Zum Vergleich: An der TU betrug der Frauenanteil im selben Zeitraum im Bereich Elektrotechnik 5,7%.

Hauptorten errichtet wurden. Die höheren Gewerbeschulen umfaßten vier Jahreskurse und wiesen ursprünglich drei Fachrichtungen auf: Baugewerbe, mechanisch-technisches Gewerbe und chemisches Gewerbe. Bei Ausbruch des ersten Weltkrieges gab es 18 höhere Gewerbeschulen mit rund 3000 Schülern. 1946 fand in Bad Ischl eine Konferenz statt, das "Ischler Programm" wurde ausschlaggebend für die weitere Entwicklung der BHS. Die gesetzliche Neuordnung des Schulwesens erfolgte 1962. Im Schulorganisationsgesetz wurde auch beschlossen, daß die erfolgreiche Ablegung der Reifeprüfung einer berufsbildenden höheren Schule zum Besuch einer wissenschaftlichen Hochschule gleicher oder verwandter Fachrichtung berechtigt.

Der Unterricht an der HTL läßt sich in drei Gruppen einteilen: Unterricht in Fächern, die auch im Gymnasium üblich sind, berufstheoretischer Unterricht und berufspraktischer Unterricht. Die SchülerInnen müssen während der Sommerferien Berufspraktika ablegen. Nach dreijähriger, facheinschlägiger, gehobener Berufstätigkeit können die Absolventen und Absolventinnen der HTL den Ingenieurtitel beantragen.

2. Bisherige Untersuchungen

Zum Thema Höhere Technische Lehranstalten gibt es vergleichsweise wenig Forschungsergebnisse. 1982 hat Schwendenwein den Versuch unternommen, Erfolg und Versagen von HTL-Schülern längsschnittmäßig zu untersuchen. Aus dem Jahre 1988 liegt eine Untersuchung von Rieder und Sonnberger vor, wo Werkstättenleiter und Absolventen der HTL ihre Ausbildung beurteilen. 1983 untersuchte Ellinger, J. in Rahmen einer Diplomarbeit die beruflichen Werthaltungen und Einstellungen von HTL-Schülern. Aus dem Jahre 1974 gibt es eine Diplomarbeit (Autor Kassl, M.) zum Thema über die Berufswünsche, Berufsinteressen und Berufsinformiertheit von HTL-Schülern. In keiner der genannten Arbeiten wurden geschlechtsspezifische Aspekte berücksichtigt.

Die einzige für das Thema relevante Untersuchung wurde von Dorothea Gaudart 1975 durchgeführt. Neben einer Erhebung der relevanten Fakten wird der Versuch unternommen, Bestimmungsfaktoren für die Inangriffnahme einer technischen Ausbildung (Fachschule, HTL, TU) zu bestimmen, den Studienverlauf von TU-Studentinnen zu verfolgen und über eine Absolventinnenbefragung die berufliche Situation der Absolventinnen zu erfassen. Für die vorliegende Studie interessant waren vor allem die Ergebnisse zu den Punkten Motivation für die Inangriffnahme einer technischen Ausbildung und die Situation der Schülerinnen in ihrer Ausbildung. Frau Gaudart kommt in diesen Bereichen zu dem Schluß, daß

- eine ausgeprägte Tradierung technischer Berufe besteht (41% der befragten HTL- und Hochschulabsolventinnen hatten einen Vater mit einem technischen Beruf und 40% nennen den Vater als entscheidendes Kriterium für die Inangriffnahme einer technischen Ausbildung). Die Vorbildwirkung des Vaters ist nach der Pflichtschule größer und beeinflußt daher mehr die Schul- als die Studienwahl.
- die Schwierigkeiten während der Ausbildung sich durch mitbedingte Ausbildungsmängel, wie z.B. zu geringe Kenntnisse in Mathematik, fehlende Ausbildung in handwerklichen Tätigkeiten ergaben, aber auch durch stereotype Voreingenommenheit meist älterer Lehrer gegenüber weiblichen Schülern.
- sich Anpassungsschwierigkeiten für Mädchen auch durch die Umstellung von einer "reinen Mädchenschule auf die Bubenschule" ergaben, vorwiegend während des 1. bis 3. Jahrgangs, diese aber im 4. und 5. Jahrgang wegfielen.

Aus der umfangreichen Literatur zum Thema Frau und Technik möchte ich an dieser Stelle ein Buch erwähnen, das mir für die vorliegende Untersuchung besonders wertvoll erschien:

Wald, R.: Ich habe mich für den Beruf entschieden. Es handelt sich dabei um das Ergebnis einer sehr umfangreichen Untersuchung, in deren Mittelpunkt Technikerinnen unterschiedlichster Bereiche in Hinblick auf ihre Ausbildung und ihre Berufstätigkeit befragt wurden. Was die Gründe für die Inangriffnahme einer technischen Ausbildung betrifft, kommt diese Untersuchung zu dem Schluß, daß

- sich oft Väter, auch Brüder, in technischen Arbeitsfeldern finden lassen, die die Berufswahl und die Berufsorientierung der Töchter beeinflussen, während die Mütter, je nachdem nach anfänglicher Distanz zur Berufsentscheidung der Töchter sie auf die Länge der Dauer der Ausbildung hin zuverlässig unterstützen
- in der Kindheit ein gewisser Abstand, wenn nicht Desinteresse gegenüber der sogenannten "Weiblichkeitskultur" entsteht, möglicherweise aber ein früher, praktischer Zugang zu technischer Arbeit - im Haushalt oder durch Mithilfe im elterlichen Betrieb.

II.KAPITEL

DIE STUDIE

1. Gegenstand, Ziel und Methode der vorliegenden Untersuchung

Ziel der Studie war es, einerseits Faktoren zu finden, die für die Schulwahl von Bedeutung sind, andererseits einen ersten Einblick in den Schulalltag der Schülerinnen zu gewinnen. Für die Studie wurden - sieht man von einigen Ergänzungen ab - ausschließlich Schülerinnen und Schüler Höherer Technischer Lehranstalten befragt. Alle Ergebnisse beruhen daher letztlich auf den Aussagen der befragten Schülerinnen und Schüler, darüber hinausgehende Verallgemeinerungen bedürfen weiterführende Untersuchungen, insbesondere der Miteinbeziehung der Stellungnahmen von Eltern und Lehrern. Ziel der Studie ist, einerseits die Voraussetzungen für die Erstellung eines ersten Maßnahmenkatalog zu schaffen, der - wenn dies nötig scheint - die Situation der Schülerinnen an der Schule verbessern soll, andererseits einen Ausgangspunkt für weitergehende Fragestellungen und Untersuchungen liefern.

Methodisch wurde folgendermaßen vorgegangen: Um die Konsistenz der Daten zu gewährleisten reduzierte ich die Untersuchung auf zwei Ausbildungsbereiche, um die Anonymität zu sichern und auch einen ersten Versuch zu einer Differenzierung zwischen ländlichen und städtischen Bereichen zu ermöglichen wurden zwei Schulen aus Wien und je eine Schule aus Niederösterreich und dem Burgenland ausgewählt. Nach Erfassung der wesentlichen statistischen Daten wurden die ersten zehn Interviews mit Schülerinnen durchgeführt. Aufgrund dieser Interviews und nach Gesprächen mit Lehrerinnen der betreffenden Schulen wurde ein Fragebogen ausgearbeitet. Der Großteil des Fragebogens wurde auch einer etwa gleich großen Vergleichsgruppe von Schülern vorgelegt. Die Schüler stammen großteils aus denselben Klassen wie die befragten Schülerinnen. Die Ergebnisse des Fragebogens waren Grundlage für weitere 16 Interviews mit Schülerinnen. Zu bestimmten Aspekten wurden auch 4 Schüler in Interviews befragt. Vervollständigt wurde die Untersuchung durch 4 Interviews mit Absolventinnen.

2. Der Fragebogen

Der Fragebogen sollte einerseits die für die Wahl der Schule maßgeblichen Aspekte erfassen, andererseits ein Bild der Situation der Schülerinnen an der Schule selbst geben. Die Ergebnisse des Fragebogens sind nur bedingt verallgemeinerbar, da die Anzahl der zur

Verfügung stehenden Probandinnen gemessen an der für statistische Untersuchungen nötigen Anzahl verhältnismäßig klein war. Dies betrifft vor allem jene Aussagen, die sich auf Untergruppen beziehen. Dennoch lassen sich - vor allem im geschlechtsspezifischen Vergleich - Tendenzen erkennen und Hinweise entnehmen, wo Probleme liegen könnten. Insbesondere im Zusammenhang mit den Interviews ergeben sie ein konsistentes Gesamtbild, das zu einem besseren Verständnis des Einzelfalls beitragen kann..

Die Auswertung der Daten des Fragebogens wurde mittels SPSS Version 4.0 durchgeführt.

2.1. Auswahl der Stichprobe und Durchführung der Befragung

Der Fragebogen wurde 76 Schülerinnen und 62 Schülern der in Punkt 2 beschriebenen Ausbildungszweige und Schulen vorgelegt. Dies entspricht in etwa 10% des Gesamtschülerinnenstands in den Ausbildungsbereichen Elektrotechnik/Elektronik und Maschinenbau. (Bezogen auf das Schuljahr 1992/93, wo es 478 Schülerinnen im Ausbildungsbereich Elektrotechnik/Elektronik und 238 Schülerinnen im Ausbildungsbereich Maschinenbau gab, entspräche dies 10,6%.)

Die Angaben der männlichen Schüler ermöglichen einen Vergleich der einzelnen untersuchten Parameter, wie familiäre Herkunft, Motivation, Zufriedenheit innerhalb der Schule, Zukunftsvorstellungen etc. Es sollten damit untersucht werden, inwiefern sich Schülerinnen in ihrem Verhalten, ihren Einstellungen, ihren Bedürfnissen etc. von ihren männlichen Kollegen unterscheiden. Wie bei vielen vergleichbaren Untersuchungen gilt auch hier in den meisten Fällen, daß die Bandbreite der Unterschiede innerhalb der Geschlechter größer ist als jene zwischen den Geschlechtern. Die statistischen Aussagen geben im Wesentlichen nur Tendenzen wieder und haben keinen prognostischen Wert für den Einzelfall.

Die Wahl der Ausbildungszweige wurde so getroffen, daß jene Bereiche gewählt wurden, wo der Anteil an Schülerinnen den Statistiken des BMUK folgend besonders gering war. Für die Durchführung der Untersuchung war die Zustimmung der entsprechenden Landesschulräte bzw. der Schuldirektoren nötig. Dieser Umstand sowie der relativ bescheidene finanzielle Umfang des Projekts reduzierte die Anzahl der in die Untersuchung miteinbezogenen Schulen schließlich auf vier.

2.2. Beschreibung der Stichprobe

2.2.1. Schulen /Ausbildungszweige

Die Untersuchung wurde an folgenden Schulen durchgeführt (die vorangestellten Großbuchstaben werden in der Folge weiterverwendet):

TGM Höhere Technische Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt, Wien 20, Wexstr. 19-23

A HöhereTechnische Lehranstalt Wien 4, Argentinierstr. 11

P HöhereTechnische Bundeslehranstalt Pinkafeld, 7423 Pinkafeld, Meierhofpl. 1

M Höhere Technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt Mödling, 2340 Mödling, Technikerstr. 1-5

Folgende Ausbildungszweige wurden gewählt (die vorangestellten Großbuchstaben stehen für die im folgenden gewählten Abkürzungen, die Abkürzungen in den Klammern geben an, in welchen Schulen diese Ausbildungszweige vertreten sind).

M Maschinenbau, Ausbildungszweig

a) Allgemeiner Maschinenbau (TGM, M)

b) KFZ-Technik (M; TGM)

c) Werkstofftechnologie und Schweißtechnik (TGM)

d) Automatisierungstechnik (A)

e) Installations-, Gebäudetechnik und Energieplanung (P)

E Elektrotechnik, Ausbildungszweige

a) Steuerungs-und Regeltechnik (A,TGM,P)

b) Energietechnik und Leistungselektronik (TGM,M)

N Elektronik Ausbildungszweig

a) Nachrichtentechnik (TGM, M)

b) Biomedizinische Technik (TGM)

c) Technische Informatik (M)

EDVO Elektron. Datenverarbeitung und Organisation (P)

2.2.2 Verteilung der Probandinnen und Probanden auf Schulen / Ausbildungszweige / Klassen

Der Fragebogen wurde 76 Schülerinnen und 62 Schülern vorgelegt. Die nachfolgenden Tabellen zeigen, wie sich diese Schülerinnen und Schüler auf die genannten Schulen, Ausbildungszweige und Klassen verteilen.

Legende zu den nachfolgenden Tabellen:

w, m *weiblich, männlich*

n *Anzahl*

% *Prozentanteile. Wenn nicht gesondert vermerkt beziehen sich die Prozentanteile auf das jeweilige Geschlecht (d.h. weiblich: n=76 entspricht 100%, männlich: n=62 entspricht 100%). In der Spalte gesamt beziehen sich die Prozentanteile auf die Gesamtstichprobe (n=138 entspricht 100%)*

v.p. *valid percent, Prozentanteile bezogen auf die Anzahl der Schülerinnen bzw. Schüler, die das entsprechende item angekreuzt haben; missing: Anzahl der Schülerinnen und Schüler, die das entsprechende item nicht angekreuzt haben*

mean *arithmetisches Mittel*

R, p *Korrelationskoeffizient und Signifikanz nach Pearson.*

In vielen Fällen wurde eine vierstufige Rating-Skala verwendet. Bei der Interpretation der Ergebnisse wurden alle wesentlichen statistischen Werte berücksichtigt. Die Wiedergabe der Ergebnisse in tabellarischer Form reduziert sich im allgemeinen auf eine Aufsummierung der ersten beiden Werte (z.B. "stimme eher zu" entstand aus der Aufsummierung der Anzahl jener die mit "stimme voll zu" und "stimme eher zu", "stimme eher nicht zu"

Tab. 1: Verteilung der Probandinnen und Probanden auf die verschiedenen Ausbildungszweige

	Maschinenbau		**Nachrichten=technik**		**Elektro=technik**		**EDVO**		**gesamt**	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
weiblich	18	23,7	26	34,2	20	26,3	12	15,8	76	55,1
männlich	13	21	30	48,4	13	21	6	9,7	62	44,9
gesamt	31	22,5	56	40,6	33	23,9	18	13	138	100

Tab. 2: Verteilung der Probandinnen und Probanden auf die einzelnen Jahrgänge

	1.Jahrgang		2.Jahrgang		3.Jahrgang		4.Jahrgang		5.Jahrgang	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
weiblich	19	25	15	19,7	18	23,7	10	13,2	14	18,4
männlich	14	22,6	14	22,6	11	19,4	10	16,1	12	19,4
gesamt	33	23,9	29	21	29	21,7	20	14,5	26	18,8

Die Verteilung der Probandinnen über die einzelnen Jahrgänge ist innerhalb der Stichprobe einigermaßen gleichmäßig und entspricht in etwa jener der männlichen Probanden. Unter den Schulen dominieren das TGM und die HTL Pinkafeld, aus denen etwa drei Viertel der befragten Schülerinnen und Schüler stammen.

2.2.3. Soziodemographische Daten

Von den befragten Schülerinnen geben 22 als Wohnort Wien an, von den Schülern 21. Etwa ein Drittel der befragten Schülerinnen und Schüler wohnt in Wien, ein weiteres Drittel kommt aus der näheren Umgebung, ein Drittel wohnt ein einem "relativ weit entfernten" Ort.

Wenn in der Folge einige Parameter hinsichtlich Unterschieden zwischen ländlicher und städtischer Schuljugend untersucht werden, so wird der Wohnort Wien mit "Stadt" bezeichnet, alle anderen Wohnorte mit "Land".

Der Anteil der SchülerInnen, die angeben, nicht am Schulstandort, sondern in einem "relativ weit entfernten Ort" zu wohnen, ist in Pinkafeld mit mehr als 40% relativ am höchsten, beträgt allerdings auch am TGM immerhin noch 20%. Dies wird auch in der zeitlichen Belastung der SchülerInnen durch den täglichen Weg zur und von der Schule deutlich. Die Wegzeiten (bezogen auf einen Schulweg) betragen im Mittel 35,4 min (weiblich) und 40,6 min (männlich). 32,9% der Schülerinnen und 11,3% der Schüler haben eine Wegzeit bis zu einer Viertelstunde, 52,6% der Schülerinnen und 43,5% der Schüler eine Wegzeit bis zu einer halben Stunde.

Die Schulwege sind z.T. sehr lang, bei Schülern etwas höher. Schülerinnen, die weit entfernt vom Schulstandort wohnen, wohnen nach Möglichkeit im Internat. Der Anteil der Internatschülerinnen ist etwas höher als jener der Internatsschüler: 14,5% der befragten Schülerinnen und 6,5% der befragten Schüler wohnen in einem Internat.

Der Umstand, daß der Anteil an Schülerinnen mit sehr kurzer Wegzeit wesentlich höher ist als jener der Schüler kann in Zusammenhang mit den Interviewaussagen zur Frage der Motivation/Beweggründe so interpretiert werden, daß räumliche Nähe des Schulstandortes (und damit verbundene Kenntnis des schulischen Umfeldes, Bekanntschaften mit Schülern etc.) Mädchen zunächst einmal auf die Idee bringen, einen HTL-Besuch auch für sich in Erwägung zu ziehen und vorhandene Hemmschwellen verringern.

Umgekehrt war für etwa 10% der Eltern (vgl. Kapitel III/3.2.) der befragten Schülerinnen ein sehr langer Schulweg ein zusätzlicher Grund, den HTL-Besuch nicht zu befürworten. Dies wird verständlich, da, wie die interviewten Schülerinnen häufig erzählen, Busverbindungen oft ungünstig sind und die Schülerinnen infolge des häufig langen Nachmittagsunterrichts sehr spät nach Hause kommen. Das Vorhandensein von Internatsplätze ist für viele Schülerinnen die Voraussetzung für den Besuch einer HTL. Zu prüfen wäre, ob an den einzelnen Schulstandorten Internatsplätze für Mädchen in ausreichender Zahl vorhanden sind.

Von den befragten SchülerInnen haben 8 (4 Schülerinnen und 4 Schüler) Deutsch nicht als Muttersprache. Besonders beachtenswert erscheint die Leistung nicht-deutschsprachiger Schülerinnen, die mit der Wahl einer technischen Schule ihre Sonderstellung noch verstärken. Allerdings sind Frauen, die einen technischen Beruf ausüben, z.B. in den Ländern des

ehemaligen Ostblocks häufiger anzutreffen als bei uns und - wie einem Interview entnommen werden kann - Bedenken, die von den Eltern hinsichtlich einer technischen Ausbildung der Tochter geäußert sind bei Schülerinnen des ehemaligen Ostblocks möglicherweise geringer als in der österreichischen Bevölkerung. (Vgl. Interview mit Schülerin H).

54 der befragten HTL Schülerinnen haben Geschwister, von den Burschen haben 48 Geschwister. Bei genauerer Analyse zeigt sich, daß HTL-Schülerinnen überproportional oft Älteste in der Geschwisterreihe sind. 50% (m: 43%) der Schülerinnen, die Geschwister haben, sind Älteste. Weitere 37% (22%) haben Geschwister, die um mehr als drei Jahre älter sind.

Die in der psychologischen Literatur den Ältesten einer Geschwisterreihe zugewiesenen Eigenschaften (wie z.B. erhöhte Verantwortungsbereitschaft) könnten mit einen Hinweis auf die psychologischen Voraussetzungen geben eine HTL-Ausbildung in Angriff zu nehmen und abzuschließen.

3. Die Interviews

Es wurden 26 Interviews mit Schülerinnen (Dauer zwischen 15 und 30 Minuten), 4 Interviews mit Schülern, 1 Interview mit einer HTL-Lehrerin und 4 Interviews mit Absolventinnen durchgeführt. Die Interviews wurden (mit Einverständnis der Interviewten bzw. deren Eltern) mit einem Kassettenrecorder aufgenommen und vollständig transkribiert und sind in Kapitel V zusammengefaßt.

Die Interviews mit den Schülerinnen dienten

zur Illustration und genaueren Darstellung einzelner Ergebnisse des Fragebogens

zur Klärung und Illustration von Gesamtzusammenhängen in Bezug auf einzelne Kategorien

zur Darstellung der Lebensprofile einzelner Schülerinnen, soweit diese für die zu untersuchenden Fragen von Relevanz sind

Die Interviews wurden als teilstrukturierte, offene Gespräche geführt. Die Leitfragen der SchülerInneninterviews entsprechen dem Themenkatalog des Fragebogens, bei den Interviews mit Technikerinnen wurde vor allem geschlechtsspezifische Fragen zum Thema Berufseinstieg und Berufstätigkeit hinzugenommen.

Die Interviews mit den Schülern dienten der genaueren Darstellung einzelner Fragen aus der Sicht der männlichen Schüler. Die Interviews mit den Absolventinnen lassen erstens erkennen, wie einzelne Fragen aus der rückblickenden Distanz betrachtet werden und beschäftigen sich zweitens mit der Frage, wie sich Frauen, die eine HTL absolviert haben in einer ausschließlich männlich dominierten Arbeitswelt zurechtfinden.

Die Interviews wurden mit dem Einverständnis der SchülerInnen und bei nicht volljährigen SchülerInnen mit dem Einverständnis der Eltern mit Band aufgezeichnet und transkribiert. Bei der Wiedergabe wurden einige der Aussagen zusammengefaßt, vor allem jene, die erzählend Tatbestände wiedergeben oder jene, die für ein besseres Verständnis umformuliert werden mußten. Die Anonymität wurde insofern gewahrt, als der Standort der Schule bzw. personengebundene Daten nicht wiedergegeben wurden. Verzichtet wurde auch auf die Nennung der Ausbildungsrichtung und des jeweiligen Jahrgangs. Dies führt zu einem Informationsverlust, erschien aber infolge der geringen Schülerinnenanzahl zur Wahrung der Anonymität unerläßlich.

III. KAPITEL

DIE HINWENDUNG ZUR TECHNIK UND DIE WAHL DER SCHULE

Die Hinwendung zur Technik - so ergaben die ersten Interviews - erfolgt sehr häufig bereits in der frühen Kindheit. In welcher Form die äußere Umgebung, insbesondere die Familie hier Einfluß nimmt, aber auch die Frage, welchen Einfluß der Umgebung insgesamt zukommt, war eine zentrale Aufgabe des Fragebogens. Darüber hinaus sollte ermittelt werden, ob und welche Bedeutung Schulerfahrungen haben.

1. Familiäres Umfeld und Technikbezug - Elternhaus, Geschwister und Verwandte

In allen vorhandenen Untersuchungen wird bestätigt, daß Frauen, die eine technische Ausbildung haben, in einem "technisch geprägtem Umfeld" aufgewachsen sind, das im wesentlichen durch die Ausbildung und/oder den Beruf des Vaters, manchmal auch des Bruders oder anderer Verwandter bestimmt ist. Die anfangs genannten items des Fragebogens sollten überprüfen, inwiefern dies auch bei der gewählten Stichprobe der Fall ist. Im Unterschied zu vergleichbaren Untersuchungen wurde hier nicht nur nach der schulische Ausbildung des Vaters gefragt, sondern auch Handwerksberufe miteinbezogen. Grund dafür war, daß für Schülerinnen "sichtbares Tun" ein wichtigerer Motivationsschub in Richtung auf eigenes "Tun" sein könnte.

Beruflich haben 55,3% der Väter von Schülerinnen (38,7% der Väter von Schülern) "mit Technik zu tun". Der Anteil der Schülerinnen, deren Vater ein Handwerk erlernt hat ist mit 61,9% deutlich höher als bei Schülern (46,8%). Bezüglich der weiterführenden technischen Ausbildung der Väter (HTL und TU) ergeben sich keine geschlechtsspezifischen Unterschiede: einen HTL-Abschluß oder TU-Abschluß haben 25% der Väter von Schülerinnen (27,5% der Väter von Schülern).

Tabelle 1: Verwandte mit technischer Ausbildung oder technischen Berufen (item A12 bis A17)

	weiblich		männlich		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
Vater ist HTL-Absolvent	16	21,1	15	24,2	31	22,5
Vater hat Studium an TU abgeschl.	3	3,9	2	3,2	5	3,6
Vater hat Lehre (Handwerk) abgeschl.	47	61,9	29	46,8	76	55,1
Schwester besucht(e) HTL	5	6,6	2	3,2	7	5,1
Bruder besucht(e) HTL	6	7,9	8	12,9	14	10,1
Schwester/Bruder studiert(e) an TU	3	3,9	2	3,2	5	3,6
Schwester/Bruder in techn. Lehrberuf	4	5,3	6	9,7	10	7,2
HTL-Absolvent in Verwandtschaft	28	36,8	24	38,7	52	37,7
Handwerker mit Technikbezug in Verw.	30	39,5	23	37,1	53	38,4

Differenziert man allerdings die obigen Daten nach städtischer und ländlicher Bevölkerung, so ist der Anteil der Väter, die eine Lehre in einem handwerklichen Beruf abgeschlossen haben, am "Land" signifikant höher. 39 von 54 Schülerinnen, die am "Land" wohnen geben an, daß der Vater eine Lehre in einem handwerklichen Beruf abgeschlossen hat, d.s. 76,5%; in der "Stadt" sind dies nur 40%. Umgekehrt ist der Anteil der Väter mit Ausbildung an einer HTL oder TU-Abschluß im städtischen Bereich höher: 9 (von 22) Vätern haben hier einen entsprechenden Abschluß, d.s. 45% (am Land nur 19,6%). Bei den Burschen zeigt sich hinsichtlich der Ausbildung der Väter zwischen ländlichem und städtischem Bereich kein signifikanter Unterschied.

Tabelle 2: Betrieb des Vaters (item A11)

	weiblich		männlich		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
Mein Vater besitzt einen Betrieb, der mit dem Fach, das ich hier studiere eng verwandt ist	13	17,1	2	3,2	15	10,9
Mein Vater besitzt einen Betrieb, der mit Technik zu tun hat	8	10,5	2	3,2	10	7,2
Mein Vater besitzt einen Betrieb, der mit dem Fach, das ich hier studiere, nichts zu tun hat	12	15,8	13	21	25	18,1
besitzt keinen Betrieb	43	56,6	43	69,4	86	62,3

27,6 % der Väter von Schülerinnen besitzen einen Betrieb, der unmittelbar mit dem Fach, das die Tochter studiert, oder zumindest mit Technik zu tun hat, aber nur 6,4% der männlichen Schüler. In geschlechtsspezifischer Hinsicht signifikant ist auch die Aufschlüsselung in "Stadt-Land": Von den 13 Schülerinnen, deren Ausbildung in einem engen Zusammenhang mit dem väterlichen Betrieb stehen, gibt nur eine Schülerin den Wohnort Wien an.

Hinsichtlich der Ausbildung und der Berufstätigkeit der Mütter ergeben sich keine Unterschiede zu den gesamtösterreichischen Werten. In Einzelfällen werden in den Interviews auch Mütter, in einem Fall zwei Großmütter genannt, die eine technische Ausbildung hatten.

2. Schulerfahrungen vor dem HTL-Besuch: AHS- und HS Besuch der HTL-Schülerinnen

2.1. Schulische Herkunft und schulische Leistungen an der AHS bzw. HS

2.1.1. Schulische Herkunft (AHS/HS)

Die Schülerinnen kommen zu etwa gleichen Teilen aus der AHS (50,0%) und aus der HS (47,4%). Die Schüler stammen zu 40,5% aus der HS und zu 56,5% aus der AHS, d.h. der AHS-Anteil ist etwas größer als bei den Schülerinnen.

Tabelle 3: Welche Schule wurde vor der HTL besucht

	weiblich		männlich		gesamt	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
HS	36	47,4	25	40,5	61	44,2
AHS	38	50	35	56,5	73	52,9
sonstige	2	2,6	2	3,2	4	2,8

Der Schulwechsel, der nach Abschluß der HS nötig ist, zwingt Schülerinnen, die maturieren wollen, zur Wahl zwischen verschiedenen Schultypen. Im wesentlichen reduziert sich diese Wahl auf eine Wahl zwischen ORG, HAK, HBLA und HTL, für Schülerinnen, die mit der Matura zugleich eine Berufsausbildung anstreben auf die Wahl zwischen HBLA, HAK und HTL. Werden HBLA und HAK aus unterschiedlichen Gründen abgewählt, dann wird die HTL zur ernsthaft zu überlegenden Alternative.

Tabelle 4: Schulische Herkunft in geschlechtsspezifischer Hinsicht

meine Klasse an der AHS/HS war	weiblich		männlich	
	n	**%**	**n**	**%**
eine reine Mädchenklasse	4	5,3	-	-
eine reine Burschenklasse	-	-	4	6,5
koedukativ	72	94,7	58	93,5

Tabelle 5: Mädchen in der AHS/HS (item B5)

An der HS/AHS gab es in meiner Klasse	weiblich		männlich		gesamt	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
vorwiegend Mädchen	21	29,2	3	5,2	24	18,5
vorwiegend Burschen	9	12,5	13	22,4	22	16,9
etwa gleich viele Mädchen und Burschen	42	58,3	42	72,4	84	64,6

v.p.;

Nur einzelne Schülerinnen und Schüler kommen aus nicht koedukativ geführten Schulklassen. Der Anteil der Schülerinnen aus Klassen, in denen die SchülerInnen überwiegend weiblich war, ist signifikant höher als der entsprechenden männlichen Vergleichsgruppe. Insgesamt stammen 25 Mädchen aus reinen Mädchenklassen oder aus Klassen, in denen es vorwiegend Mädchen gab, das sind 32,9% aller Schülerinnen. Beachtung verdienen diese Zahlen unter dem Aspekt, daß Mädchen, die aus der AHS kommen, zum Großteil aus dem naturwissenschaftlichen Realgymnasium kommen und dort der Mädchenanteil im Schuljahr 93/94 insgesamt nur 37,9% betrug.

2.1.2. Schulische Leistungen

Die Schüler und Schülerinnen hatten ihre Leistung in der AHS bzw. HS einzuschätzen. Etwa 52,6% der Schülerinnen (21,0% der Schüler) beurteilten ihre Leistungen mit Sehr gut, 23,7% (m: 55,8%) mit Gut. Unter jenen Schülerinnen, die eine HTL besuchen wollen, ist der Anteil der "sehr guten" Schülerinnen signifikant höher als jener der Schüler. Dies trifft auch noch dann zu, wenn man nach Schultypen aufgliedert: Schülerinnen aus der HS haben bessere Noten als Schüler, die aus der HS kommen

Tabelle 6: Schulerfolge an der AHS/HS

Ich war an der HS/AHS eine	weiblich		männlich		gesamt	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
sehr gute SchülerIn	40	52,6	13	23,2	53	40,2
gute SchülerIn	18	23,7	31	55,4	49	37,1
mittelmäßige SchülerIn	18	23,7	12	21,4	30	22,7

missing n=6 (männlich); v.p.

Etwa zwei Drittel bis drei Viertel der Schülerinnen beurteilen auch ihre Leistungen in den naturwissenschaftlichen Fächern (M,Ch,Ph,Bio) mit Gut bzw. Sehr gut, bei den Burschen liegen die Prozentsätze - mit Ausnahme von Physik - tendenziell etwas niedriger, im Fach Deutsch beurteilen 60,5% der Mädchen, aber nur 37,1% der Burschen ihre Leistungen mit Gut oder Sehr gut.

Tabelle 7: Schulerfolge an der AHS/HS auf einzelne Fächer bezogen

Ich war gut oder sehr gut in ...	weiblich		männlich		gesamt	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Mathematik	58	76,3	41	66,1	99	71,7
Physik	50	65,8	53	85,5	110	79,7
Biologie	57	75	45	72,6	101	73,2
Chemie	56	73,7	38	61,3	88	63,8
Deutsch	46	60,5	23	37,1	69	50

Interesse und Begabung im Fach Physik impliziert für Burschen Interesse und Begabung für Technik, für Mädchen scheint dieser Zusammenhang nur für einen Teil der Schülerinnen sichtbar zu sein.

Mädchen schätzen ihre Eignung für eine technische Ausbildung eher an ihren Leistungen im Fach Mathematik, wie auch später Mathematik für viele Mädchen das bevorzugte Fach ist, in dem sie sich am kompetentesten fühlen, häufig Klassenbeste sind. Geschlechtsspezifische Barrieren scheinen in der Mathematik - und dies belegen u.a. auch die Hörerinnenzahlen an der Universität - wesentlich geringer zu sein als im Fach Physik.

Während die Mädchen gleichmäßig begabt sind, weisen Burschen häufig mittelmäßige bis schwache Leistungen im Fach Deutsch auf. Die Wahl zwischen AHS (ORG, HAK) und HTL ist für die Burschen eine Wahl zwischen einer naturwissenschaftlich-technischen Ausbildung und einer sprachbetonten Ausbildung. Wenn sie in den Sprachen schwach sind, wird - bei vorhandenem Interesse für Physik - die HTL zur wählbaren Alternative.

2.2. Soziale Integration der Schülerinnen in der HS/AHS

Neben den Schulleistungen sind für Schülerinnen und Schüler die sozialen Interaktionen innerhalb der Klasse von großer Bedeutung.

An der AHS/HS waren die Schülerinnen gut sozial integriert. Sie geben zu 94,7% an, innerhalb der Klasse damals sehr gute oder gute FreundInnen gehabt zu haben.

Tabelle 8: Soziale Beziehungen zwischen Mädchen und Burschen aus der Sicht der Mädchen

	trifft voll zu	trifft großteils zu	trifft zum Teil zu	trifft nicht zu
	n	n	n	n
Ich habe mich in der AHS/HS besser mit den Burschen als mit den Mädchen verstanden	21	26	18	9

missing: n=2

61,9% der Schülerinnen geben an, sich in ihrer AHS/HS-Zeit eher besser mit den Burschen als mit den Mädchen verstanden zu haben. Dies entspricht auch der von vielen geäußerten Ablehnung weiterer Mädchen innerhalb der HTL und den Aussagen in Schülerinneninterviews. (Vgl. Kap.IV) Dennoch scheinen diese Mädchen in der Klasse zumindest eine gute Freundin gehabt zu haben, da etwa die Hälfte der befragten Schülerinnen angibt, daß ihre beste Freundin aus der AHS/HS-Zeit stammt und/oder sie heute noch Kontakt mit den Freundinnen aus dieser Zeit hätten. Kein einziges Mädchen gibt an, isoliert und ohne Freundin gewesen zu sein. Daß ein hoher Prozentsatz der Mädchen in ihrer AHS/HS-Zeit gut sozial integriert und unter ihren MitschülerInnen anerkannt waren, zeigt sich auch darin, daß 35,7% der befragten Schülerinnen (unter den Schülern 25,4%) zumindest einmal Klassensprecherin waren.

3. Motive und Beweggründe für den HTL-Besuch

Unter den Faktoren, die in Bezug auf die Wahl der HTL den SchülerInnen am wichtigsten erschienen, findet sich etwa gleichrangig mit berufsbezogenen Aspekten das Interesse an der Technik. In den Interviews mit Schülerinnen wird deutlich, daß sehr häufig das erste Anzeichen für ein entsprechendes Interesse bereits in der Kindheit sichtbar werden und in diesen frühen Erlebnissen oft das Fundament für ein spätere Hinwendung zu einer intensiveren Beschäftigung gelegt wurde. In diesem Abschnitt soll geklärt werden, wie sich diese Interessen äußern, welche Bedeutung das familiäre Umfeld in diesem Zusammenhang hat und ob es geschlechtsspezifische Unterschiede gibt.

3.1. Interesse an Technik

Tabelle 9: Interesse für Technik in der Kindheit (item C3)

Bereits als Kind habe ich mich	weiblich		männlich		gesamt	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
für technische Geräte interessiert	40	61,5	47	77,0	87	69,0
technische Baukästen geschenkt erhalten	11	16,9	26	42,6	37	29,4
mit techn. Baukästen gespielt	20	30,8	26	42,6	46	36,5
technische Gegenstände zerlegt	19	29,2	5	8,2	24	19,o
Gegenstände, wie z.B. Puppen zerlegt	32	49,2	44	72,1	76	60,3
technische Geräte zu reparieren versucht	34	52,3	41	67,2	75	79,5

v.p.

Mehr als die Hälfte der Schülerinnen (61,5%) gibt an, sich bereits in der Kind für technische Geräte interessiert zu haben. (Wobei die SchülerInnen unter "Kindheit" in etwa die Zeit bis zum zwölften Lebensjahr verstanden haben). Das technische Interesse der Mädchen drückt sich darin aus, daß sie Gegenstände zerlegen oder versuchen sie zu reparieren. Dies, obwohl das technische Interesse der Mädchen von den Eltern deutlich weniger gefördert wird als bei den Burschen: Etwa 41,9% der Burschen erhielten technische Baukästen geschenkt, aber nur 14,5% der Mädchen. Bei genauerer Untersuchung zeigt sich, daß das kindliche Interesse der SchülerInnen an der Technik bei Mädchen unabhängig davon ist, ob es in der Stadt oder am Land aufgewachsen ist, bei den Knaben ist das Interesse derjenigen, die am Land aufgewachsen sind, deutlich höher.

Im folgenden sind einige Aussagen aus Interviews wiedergegeben, die illustrieren, in welcher Form und in welchem sozialen Kontext das Interesse der Mädchen an der Technik zutage getreten ist.

A und B: *"Ich habe da nie Probleme gehabt. Ich habe da schon von klein auf herumgesägt und gefeilt und gebohrt. Mit meinem Vater. Wenn der im Geschäft gezeichnet hat, bin ich daneben gesessen mit der Säge oder mit der Feile. Wenn ich eine Puppe bekommen habe, die sprechen hat können, habe ich nicht die Puppe angeschaut, sondern habe sie hinten auseinandergenommen. Ich habe alles zerlegt, bis es nicht mehr funktioniert hat."*

H *hat sich häufig allein beschäftigt und ohne Wissen der Eltern versucht, Gegenstände zu reparieren: "Manchmal ist es gut gegangen, manchmal ging es noch mehr kaputt. Es hat mich interessiert, was da drinnen ist."*

J: *"Ich habe meistens meinem Vati geholfen. Oder ich bin selber in die Werkstätte nach hinten gegangen. Aus irgendeinem Kupferrohr etwas gemacht. Da war ich noch ziemlich klein. Oder wenn etwas zum Sortieren war, das habe ich auch gemacht. Oder im Verkauf. Zerlegt? Ja, die Waschmaschine repariert, mit meinem Vati."*

L: *"In der VS wollte ich schon etwas mit Elektrizität zu tun haben. Ich habe schon als Kind Radios zerlegt"*

M: *M´s Onkel ist Meßtechniker: "Als ich klein war, war ich öfter dabei."*

Aus den wenigen, an dieser Stelle wiedergegebenen Aussagen ist zu erkennen, daß das soziale Umfeld, in dem die Mädchen agieren, häufig - aber nicht immer - durch Väter oder andere Verwandte geprägt ist, denen die Mädchen zusehen und nachahmend ihre ersten - handwerklichen - Erfahrungen mit der Technik machen. Dieses selbständige Umgehen mit den Dingen ist für viele Mädchen - wie auch später im Interviewteil ausführlich gezeigt wird - der erste Einstieg in die Technik. Das Interesse am "Wie funktioniert das?" resultiert häufig erst aus diesen ersten Erlebnissen. Voraussetzung ist, daß Eltern diesen spielerischen Umgang

nicht im Wege stehen, ihn nach Möglichkeit fördern, indem sie eine entsprechende Umgebung schaffen, die Töchter "anleiten", sie an Tätigkeiten, wie Reparaturarbeiten, teilhaben lassen. Die daraus resultierende engere persönliche Bindung an den betreffenden Erwachsenen führt darüber hinaus - wie die Interviews mit den HTL-Schülerinnen zeigen - zu einer positiven Akzeptanz der Technik im allgemeinen.

3.2. Förderungen und Behinderungen durch die Eltern

Im folgenden soll geklärt werden, in welcher Weise Eltern und andere Verwandte, insbesondere aber die Väter, ihre Töchter in ihrer Entwicklung eines auf Technik bezogenen Interesses fördern und in dieser oder anderer Form ihre Schulwahl beeinflussen, in welcher Hinsicht die Eltern Bedenken gegen die Schwierigkeiten in der Schulwahl ihrer Töchter äußern und inwiefern Eltern die Schulwahl ihrer Töchter im Unterschied zu jener der Söhne sehen. Vermutet werden darf, daß Väter zukünftiger HTL-Schülerinnen ihre Töchter hinsichtlich der Entwicklung eines Interesses für Technik in einem höheren Maß gefördert haben als dies etwa bei AHS-Schülerinnen der Fall ist. Dies müßte durch eine entsprechende Studie allerdings belegt werden.

3.2.1. Förderung durch den Vater

Das Interesse der Väter am Schulbesuch ihrer Töchter ist relativ hoch und entspricht in etwa dem Interesse, das Väter auch am HTL-Besuch ihrer Söhne haben: 61,1% der Väter der befragten Schülerinnen "haben sich über den Schulbesuch gefreut". Das Interesse der Väter an der technischen Ausbildung ihrer Töchter findet einerseits in einer relativ frühen Förderung und Anteilnahme am Interesse der Töchter für technische Bereiche ihren Niederschlag, andererseits ist ein Teil der Väter direkt an einer Übernahme des eigenen Betriebs durch die Tochter interessiert.

Tabelle 10: Förderung durch den Vater (item C4)

Mein Vater ...	weiblich		männlich		gesamt	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
hat mir als Kind den Umgang mit technischen Geräten gezeigt	32	44,4	33	56,9	65	50
hat mit mir technische Geräte repariert	27	37,5	28	48,3	55	42,3
mich in einen Betrieb mitgenommen und mir Geräte gezeigt	16	22,2	8	13,8	24	18,5
mich in seinen Betrieb mitgenommen und mir Geräte gezeigt	10	13,9	7	12,1	17	13,1
hat mich schon sehr früh gesagt, er hätte es gerne, wenn ich die HTL besuchte	8	11,1	2	3,4	10	7,7
hat mir zugeredet, die HTL zu besuchen	10	14,1	8	13,8	18	14
hat sich über den Schulbesuch gefreut	44	61,1	34	58,6	78	60
ist an dem, was ich lerne, interessiert	41	56,9	27	46,6	68	52,3
war nicht begeistert vom HTL-Besuch	5	6,9	4	6,9	9	6,9
hat sich nicht für die Schule interessiert	5	6,9	0	0	5	3,8

Mehr als zwei Fünftel der Väter zukünftiger HTL-Schülerinnen haben ihren Töchtern die Funktionsweise technische Geräte erklärt und - in etwas geringerem Ausmaß - mit ihnen gemeinsam Reparaturarbeiten durchgeführt. (Etwas weniger ein Fünftel der Schülerinnen hat dies ohne Hilfe des Vaters versucht. Die Zahlen bei männlichen Schülern liegen bei allen items, die sich auf die Förderung des Interesses beziehen, über jenen der Schülerinnen.)

Zu vermuten war, daß das Interesse der Väter an der Entwicklung eines technischen Interesses der Töchter in einem engen Zusammenhang mit dem eigenen Interessen steht, die z.T. auch in der eigenen beruflichen Tätigkeit ihren Niederschlag finden. Dies wurde durch eine Analyse der Korrelationskoeffizienten bestätigt.

Zwischen dem Interessen des Kindes für technische Geräte und der Förderung durch den Vater besteht ein enger Zusammenhang: Die Väter zeigen den Mädchen den Umgang mit technischen Geräten, reparieren gemeinsam, nehmen sie, so dies möglich ist, in einen Betrieb mit. Im Gegensatz dazu scheinen Mädchen, die ihr Interesse an der Technik darin bekunden, daß sie Gegenstände zerlegen, offensichtlich ohne elterliche Unterstützung zu handeln, was sich u.a. darin äußert, daß ihre Väter "von der Idee, eine HTL zu besuchen nicht begeistert waren", sich über den Schulbesuch nicht gefreut haben.

Wenn ein technischer Betrieb vorhanden war, wird einerseits der Versuch unternommen, die Mädchen positiv zu motivieren und die Töchter werden in den Betrieb mitgenommen (w 13,9%, m 12,1%), andererseits wird auf die Mädchen auch in manchen Fällen Druck ausgeübt: Etwa 11,1% (m 3,4%) der Väter haben ihren Töchtern (Söhnen) schon sehr früh deutlich gesagt, da sie es gerne sehen würden, wenn sie eine HTL besuchen würden.

Tabelle 11: Übernahme des elterlichen/väterlichen Betriebs (item C5)

Mein Vater hat einen Betrieb und möchte, daß ich diesen übernehme	weiblich		männlich		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
trifft voll oder zum Teil zu	15	22,1	2	3,7	17	13,9
trifft nicht zu, obwohl es Betrieb gibt	1	1,5	1	1,9	2	1,6
es gibt keinen derartigen Betrieb	51	75	50	92,6	101	82,8

v.p.; missing: N = 16 (11,6% der Gesamtstichprobe), m 8 (12,9%)

Daß eine mögliche Betriebsübernahme aus der Sicht der Tochter einerseits dazu beitragen kann, Interesse zu fördern, andererseits zum Zwang werden kann, belegen folgende Interviewaussagen:

E: *"Ich habe das bei meinem Vater gesehen, das hat mir gefallen. Im Betrieb habe ich ihm zugeschaut."*

D: *"Eigentlich mein Vater wollte das mehr. Ich glaube, wenn er das nicht gesagt hätte, ich wäre sicher nicht daher gegangen. Wir haben ein Geschäft. ... Das soll ich einmal übernehmen."*

Neben den Vätern können in diesem Zusammenhang auch Großväter etc. von Bedeutung sein:

W: *Denn mein Opa der ist auch in die HTL gegangen, in denselben Ausbildungszweig. Und ich hab mir die Firma von ihm anschau´n dürfen. Und sie hat mir relativ gut gefallen.*

3.2.2. Einstellung der Eltern, insbesondere der Mütter zur Schulwahl ihrer Töchter

Tabelle 12: Einverständnis der Eltern (item C6 und C7)

	weiblich		männlich		gesamt	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Vater hätte andere Berufsausbildung bevorzugt (eher ja)	8	11,1	2	3,4	10	7,6
Mutter hätte andere Berufsausbildung bevorzugt (eher ja)	21	27,6	5	8,2	26	19

Tabelle 13: Einverständnis der Eltern (item C9 und C10)

	weiblich		männlich		gesamt	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Mutter hatte zunächst Bedenken	29	38,2	16	26,2	45	32,8
Mutter hat sich nicht geäußert	11	14,5	7	11,9	23	16,8
Mutter hat sich sofort gefreut	29	38,2	40	67,8	61	44,5
Vater hatte zunächst Bedenken	8	11,4	11	18,6	19	14,7
Vater hat sich nicht geäußert	12	17,1	7	11,9	19	14,7
Vater hat sich sofort gefreut	44	62,9	40	67,8	84	65,1

Väter, die sich für die Ausbildung ihrer Kinder interessieren, befürworten im allgemeinen die Schulwahl ihrer Töchter (und Söhne). Von den Müttern äußerten 38,2% ihre Bedenken gegen die Wahl ihrer Töchter, aber nur 26,2% gegen die Wahl ihrer Söhne. Etwa die Hälfte (w 19,7%, m 11,5%) verloren diese Bedenken später und sind heute mit der Wahl ihrer Kinder einverstanden. Sofort gefreut haben sich 38,2% (m 52,5%), nicht geäußert 14,5% (m 19,7%). Einwände gegen die Schulwahl der Töchter bestehen seitens der Mütter hauptsächlich im ländlichen Bereich, im städtischen Bereich äußerten sich anteilsmäßig nur halb so viele Mütter gegen die Wahl der Tochter. (Bei den Vätern gibt es hier keine regionalen Unterschiede). Bei einer analogen Aufschlüsselung für Schüler bestehen Bedenken der Eltern gegen die Wahl des Sohnes praktisch ausschließlich im städtischen Bereich.

Das Interesse der Mütter für technische Fragen wird von etwa 80 % der Schülerinnen und Schüler mit gering oder nicht vorhanden eingestuft. Großes Interesse der Mutter für Technik korreliert mit einer positiven Einstellung zur Schulwahl der Tochter.

Tabelle 14: Gründe für die Ablehnung der Eltern (item C11)

	weiblich		männlich		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
Entfernung vom Wohnort	7	9,2	5	8,1	12	8,6
Angst vor schulischen Mißerfolgen	16	21,1	12	19,4	28	20,3
einziges Mädchen in der Schule/Klasse	8	10,6	-	-	8	5,8
unweiblicher, seltener Beruf	3	3,9	-	-	3	5,8
die Eltern hatten keine Einwände	42	55,3	45	72,6	87	63,0

Etwa 45% der Schülerinnen und 30% der Schüler geben Gründe für die Ablehnung der Eltern an. Auch hier zeigt sich, daß die Widerstände der Eltern gegen einen HTL-Besuch ihrer Kinder bei den Töchtern doch wesentlich größer waren als bei den Söhnen. Ursachen für die Ablehnung der Eltern waren aus der Sicht der Schülerinnen und Schüler

- die Angst, daß ihr Kind den Leistungsanforderungen nicht gewachsen sein könnte. (Der höhere Prozentsatz bei den Schülern ist vermutlich auf deren schlechtere Schulleistungen zurückzuführen.)
- die größeren Entfernung vom Wohnort
- bei den Mädchen Umstände, die mit dem geringen Mädchenanteil an der HTL zu tun haben (Ängste, daß Tochter das einzige Mädchen in der Klasse sein könnte, dem Mädchenanteil in der Schule, männlichen Berufswelt etc.)

Unterschiede in der Einstellung der Eltern, insbesondere der Mütter stehen im wesentlichen im Zusammenhang mit der Außenseiterposition der Schülerinnen während ihrer Ausbildung und im späteren Berufsleben. Die Interviews zeigen, daß darüber hinaus, Mütter häufig wünschen, daß ihre Töchter in Kleidung und Verhalten den bestehenden weiblichen Normen entsprechen. Eine technische Ausbildung, ein technischer Beruf paßt nicht in dieses Konzept. Etwas genauer beleuchten einige Interviewaussagen die Ängste der Mütter hinsichtlich der Schulwahl ihrer Töchter.

G: *"Sie [die Mutter] war mit, als der erste Schultag war und sah in der Klasse nur lauter Burschen und sonst nur ein einziges Mädchen. Sie sagte: Komm gehn wir wieder, da hast Du nichts verloren. Von einer anderen Mutter hörte sie auch, daß ich ein Arbeitsgewand benötige, schmieden muß und in die Werkstätte muß, das bestärkte sie. Sie wollte eine Tochter haben, die in die Modeschule geht, immer schön angezogen, aber sie hat sich damit abgefunden."*

O: *"Für die Mädchen ist es eine Überwindung, in diese Schule zu gehen, mit den Eltern darüber zu reden. Meine Mutter war nicht dafür. Sie meinte das schaff' ich nicht, das arme Kind, usw.. Mein Vater hat sich dazu nicht negativ geäußert. Sie sind jetzt einverstanden, da die Noten und die Ergebnisse wirklich gut sind"*

O: *"die Leute, die meine Mutter kennt, sie wird oft gefragt, was sie geht in die HTL, ist denn das etwas für ein Mädchen? ... Da in der Schule überhaupt nicht, in meinem Heimatort, das ist ein kleines Kaff, meine Lehrer aus der HS und der Direktor haben mir zugeredet, aber die Leute die meine Mutter kennt, sie wird oft gefragt, was du gehst in die HTL, ist denn das etwas für ein Mädchen? Was soll sie denn da einmal werden? Usw. Hier im Ort [gemeint ist der Standort der Schule] ist man das gewohnt, aber bei uns ist das einmalig. ... Das zweite Mädchen, das aus unserer HS gekommen ist und hier in die Schule gegangen ist, hat mit Auszeichnung maturiert. Sie hat vor zwei Jahren maturiert. Meine Mutter spielt mit deren Mutter Tennis und meine Mutter hat sich bei ihr erkundigt, als ich gesagt habe, ich wolle an die HTL gehen. Sie hat auch meiner Mutter zugeredet, mich hierher gehen zu lassen."*

Es gibt auch Väter, die gegen eine technische Ausbildung ihrer Töchter sind. Wie hier, in diesem Fall, wo die Tochter versucht, die Rollenvorstellungen des Vaters zu beschreiben:

G: *"Wenn ich in den Keller gegangen bin und die Bohrmaschine geholt habe, das war für meinen Vater ein ungewöhnlicher Anblick, denn er stammt noch aus der Zeit, wo die Frauen nicht berufstätig war. Er hat das Gefühl gehabt, er muß es selber machen oder mir genau erklären, weil er Angst gehabt hat, daß ich es nicht kann, oder daß mir was passiert."*

3.3. Der Einfluß des Freundeskreises und des sozialen Umfelds

Mehr als die Hälfte der SchülerInnen (w 55,3%, m 69,4%) hatten vor dem Schuleintritt HTL-Schüler persönlich gekannt. Unter den sechs Schülerinnen, die angeben vor dem Schuleintritt HTL-Schülerinnen gekannt zu haben, haben fünf eine Schwester an der HTL. 19,4% der Schülerinnen und 41,1% der Schüler, die Bekannte an der HTL hatten, gaben an, daß sie durch diese Bekanntschaften bei ihrer Schulwahl beeinflußt worden wären.

Insgesamt haben mehr Schüler vor dem Schuleintritt Bekanntschaften mit HTL-Schülern und werden von diesen auch in einem höheren Maß beeinflußt als die Mädchen. Mädchen haben vor dem Schuleintritt mit HTL-Schülerinnen praktisch keinen Kontakt. Ihre Informationen über die Schule beziehen sie zu etwa 20% von männlichen Schülern.

K: *"Eine [HTL-Schülerin] habe ich gekannt, mit der habe ich geredet. Und ich habe mir gedacht, wenn sie das schafft, schaffe ich es auch."*

Für viele Mädchen bedeutet bereits die Äußerung des Wunsches, eine HTL zu besuchen, eine Überwindung und eine erste Konfrontation mit einer möglichen zukünftigen Außenseiterrolle. Manchmal gelingt es ihnen, Freundinnen zu überzeugen, mitzugehen, häufig sind sie die einzigen ihrer Klasse, die diesen Weg gehen. Mehr als die Hälfte der Schülerinnen kennt weder Schüler aus der Schule, die sie besuchen wird, noch Schüler, die aus der eigenen Schule kommend diese Schule besuchen werden. Um diesen ersten Schritt zu gehen, benötigen Mädchen, die von zu Hause diesbezüglich nicht gestützt werden, Mut und entsprechendes Selbstvertrauen.

3.4. Physikunterricht an der AHS/HS

Ein Drittel der Schülerinnen hat den Entschluß, die HTL zu besuchen "schon sehr früh" gefaßt und offensichtlich unabhängig vom Schulgeschehen die Vorstellung entwickeltet, eine technische Ausbildung in Angriff zu nehmen. In diesem Teil des Fragebogens war zumindest im Ansatz zu klären, inwiefern Physikunterricht überhaupt die Entscheidungsfindung der Schülerinnen beeinflußt und wenn dies der Fall ist, wie in diesem Physikunterricht inhaltlich und methodisch gearbeitet wurde.

Tabelle 15: Physikunterricht an der AHS/HS (item B8) aus der Sicht der Schülerinnen

An den Physikunterricht erinnere ich mich	
sehr gerne	35,5%
gerne	39,1%
gleichgültig	18,8%
unangenehm	6,5%

Zukünftige HTL-Schülerinnen haben zum Physikunterricht eine vergleichsweise positive Einstellung: Der Anteil jener, die Physik gerne oder sehr gerne mochten liegt bei etwas über 70%. (Das Fach Physik rangiert - insbesondere bei Schülerinnen - üblicherweise bei Umfragen unter den unbeliebtesten Fächern. Vgl. u.a. H. Muckenfuß, Lernen im sinnstiftenden Kontext. Berlin 1995) Das Interesse der Schülerinnen unterscheidet sich nicht von jenem ihrer männlichen Kollegen, obwohl ihre Leistungen im Mittel aus Schülerinnensicht schlechter beurteilt wurden (vgl. Kap. 4.1.2.)

Tabelle 16: Physikunterricht in der AHS/HS - Experimente ((item B10)

Wir haben im Physikunterricht an der AHS/HS	**weiblich**		**männlich**		**gesamt**	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
viele Experimente gesehen	43	58,1	43	70,5	86	63,7
gelegentlich selbst experimentiert	35	47,3	26	42,6	61	45,2
häufig selbst experimentiert	12	15,8	6	9,8	18	13,3
gelernt, wie techn. Geräte funktionieren	22	29,7	25	41	47	34,8

v-p.

Die befragten HTL-Schülerinnen haben in ihrer HS/AHS-Zeit einen Physikunterricht erlebt, indem etwa die Hälfte dieser Schülerinnen gelegentlich oder auch häufig die Gelegenheit hatte selbst zu experimentieren. Bei männlichen Schülern ist dies deutlich weniger der Fall. Da Mädchen im Unterricht vermutlich nicht häufiger die Gelegenheit zu selbständigen Experimenten haben als Burschen, läßt der Umstand, daß der Mädchenanteil in diesem Punkt signifikant höher ist, die Vermutung zu, daß auch gelegentlich durchgeführte Schülerexperimente das Technik-Interesse der Mädchen wesentlich fördern.

Interesse für Technik kann bei mehr als der Hälfte der Schülerinnen mit einem entsprechend hohem Interesse am Physikunterricht in Zusammenhang gesehen werden. In etwas weniger als

der Hälfte der Fälle, in denen Schülerinnen entsprechend hohes Interesse als Motiv für den HTL-Besuch angeben, hat dieses Interesse jedenfalls nicht seinen Ursprung im Physikunterricht. Jene die ihr Interesse für Technik eher gering schätzen, haben auch kein Interesse für den Physikunterricht gehabt (dies trifft auf 15 Schülerinnen und auf zwei Schüler zu).

In etwa einem Viertel der Fälle haben die Physiklehrer von der Entscheidung der Schüler zum HTL-Besuch gewußt und sie dazu ermuntert. Der Prozentsatz ist bei Mädchen und Burschen gleich hoch, d.h. es ist anzunehmen, daß es zumindest bei jenen Lehrern keine geschlechtsspezifischen Vorurteile gab. Etwa 60% der Physiklehrer wußten nichts von der Entscheidung ihrer Schüler.

Aus den vorliegenden Daten (Sympathie für das Fach und den Lehrer, Häufigkeit von Demonstrationsexperimenten, Schülerexperimente) ist zu entnehmen, daß die Mehrzahl der HTL-Schülerinnen einen sehr motivierenden Physikunterricht hatten, der in manchen Fällen zu ihrer Entscheidung beitrug, diese jedenfalls kaum negativ beeinflußte. Physikunterricht in der Unterstufe der AHS/HS ist damit insgesamt ein wichtiger Faktor in der Entscheidungsfindung der Schülerinnen. Dies bestätigen auch die Interviews: Fall A; B und C zeigen, daß eine positive Einstellung zum Physikunterricht mit entsprechend lang anhaltendem technischem Interesse korreliert.

Die folgenden Schülerinnenaussagen zeigen u.a., wie Physikunterricht, indem die Funktionsweise technische Alltagsgegenstände zum zentralen Unterrichtsthema wird, das Interesse der Schülerinnen weckt und verstärkt, wie wichtig die individuelle Förderung durch den Lehrer oder die Lehrerin, wie aber auch Unterrichtsmethoden und -Inhalte die Entscheidungsfindung beeinflussen:

J: *"Ich habe in Physik und Chemie ein Sehr gut gehabt. Der Lehrerin hat es auch so gut gefallen, daß ich dahergehe. Es war interessant, und wir haben viel gemacht. Viele Versuche, mit dem Licht zum Beispiel. Und wir haben gelernt, wie das Mikrophon funktioniert und das Radio, das hat mich sehr interessiert. Sie hat uns gezeigt, aus was das besteht. Und dann haben wir auch Versuche selbst gemacht, ein Bügeleisen zerlegt, einen Toaster und solche Dinge."*

O: *In der HS hat ihr Physik besonders gut gefallen. Gefallen hat ihr, daß sie der ganzen Klasse überlegen war, daß sie nach einmaligem Durchlesen eines Textes diesen allen erklären konnte: "... z.B. das Starterprinzip, ich habe das gelesen und gut verstanden und die anderen haben nichts verstanden. Und auch unser Physiklehrer hat mich immer unterstützt und hat gesagt, ich werde das sicher schaffen, wenn ich hierher gehe. In Mathematik hatten wir eine sehr gute Lehrerin, die uns immer voll gefordert hat, nicht streng, aber so Zusatzaufgaben, Denkaufgaben, die haben mich sehr angesprochen." Wenn Ihnen Physik- und Mathematikunterricht keinen Spaß gemacht hätten, wären Sie dann hierher gegangen? "Dann wäre ich sicher nicht in die HTL gegangen. Ich kenn´ andere, die gehen jetzt BORG oder HASCH, die sagen Physik und Mathematik, so schwer, so fad. Es waren die einzigen Gegenstände, bei denen mir nicht fad war."*

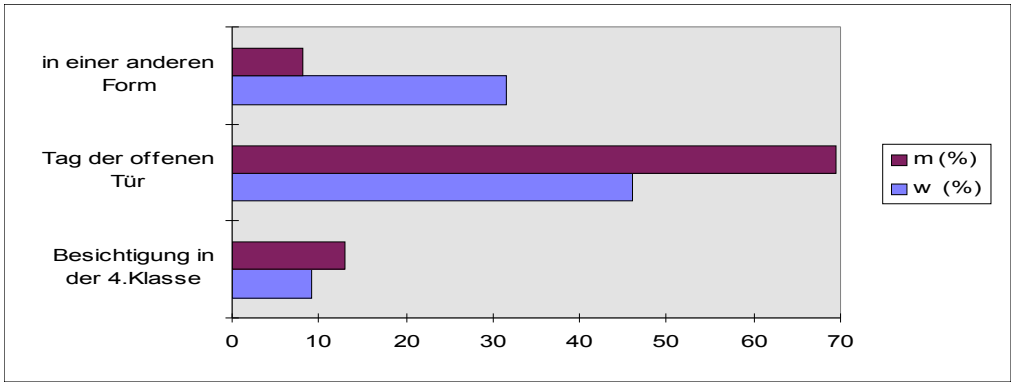
Deutlich wird hier auch, daß es der Lehrerin der Schülerin O auch gelungen ist, die Begabung der Schülerinnen zu erkennen und sie sich die Mühe genommen hat, diese speziell zu fördern und damit nicht nur ihre Kompetenzen erweitert sondern auch ihr Selbstvertrauen gestärkt hat.

3.5. HTL als Schule (Gebäude, Organisation) - erste Eindrücke

Ein wichtiges Motiv für die Wahl der HTL ist aus dem Blickwinkel der Schülerinnen und Schüler, der Umstand, daß ihnen ihre zukünftige Schule gefällt. Dem Tag der offenen Tür bzw. Führungen mit vierten HS/AHS-Klassen kommt - neben der wichtigen Funktion einer

ersten Informationsveranstaltung (insbesondere für die Wahl des richtigen Ausbildungszweiges) - auch in dieser Hinsicht einige Bedeutung zu.

Diagramm zu Tab. 17: Kennenlernen der Schule (17% der SchülerInnen haben die Schule vor dem Schuleintritt nicht gekannt.)



AHS-Schüler nützen den Tag der offenen Tür, AHS-Schülerinnen nützen ihm nur zum Teil. Die Möglichkeit einer Besichtigung im Rahmen der AHS/HS wird praktisch nur von den Hauptschulen wahrgenommen. Auch in den Empfehlungen der AHS-LehrerInnen wird das Konkurrenzdenken zwischen den beiden Schultypen spürbar.

Über ein erstes Kennenlernen und eine mögliche Motivation hinausgehend stellt sich die Frage, ob der Tag der offenen Tür die zukünftigen Schülerinnen ausreichend informiert. Der Umstand, daß ein Viertel der befragten Schülerinnen aus heutiger Sicht zwar wieder dieselbe Schule, aber einen anderen Ausbildungszweig wählen würden, und Schülerinnenäußerungen in Interviews weisen darauf hin, daß dieser Tag für eine umfassende sachliche Information nicht ausreicht.

3.6. Subjektive Einschätzung der Faktoren

In diesem Abschnitt soll untersucht werden, welche Faktoren aus der Sicht der Schülerinnen für die Schulwahl entscheidend waren bzw. welche Bedeutung die Schülerinnen einzelnen Faktoren zuweisen.

Den SchülerInnen wurden 12 mögliche für die Entscheidungsfindung maßgebende Faktoren vorgegeben. Sie sollten deren Wichtigkeit in einer vierstufigen Ranking-Skala bewerten.

Tabelle 18: Faktoren, die die Schulwahl beeinflußt haben (item C22)

Faktoren, die die Schulwahl beeinflußt haben	weiblich		männlich		gesamt		mean	
	n	%	n	%	n	%	w	m
Wunsch des Vaters	16	21,3	15	25	31	23,0	3,360	3,283
Wunsch der Mutter	8	10,5	10	16,9	18	13,3	3,632	3,458
Freunde	12	15,8	17	28,3	29	21,3	3,526	3,050
Freundinnen	2	2,7	4	7	6	4,6	3,811	3,737
Lehrer	18	24	16	27,1	34	25,4	3,213	3,085
Interesse an Technik	59	78,7	60	96,8	119	86,9	1,853	1,34
Schule hat gefallen	53	70,7	50	83,3	103	76,3	2,040	1,900
Image der SchülerIn	23	31,1	25	41,7	48	35,8	3,041	2,750
Image des Ingenieurs	42	56,8	36	59	78	57,8	2,392	2,279
gute Berufsaussichten	66	88	57	93,4	123	90,4	1,547	1,426
sicherer Job	65	85,5	53	85,5	118	85,5	1,724	1,613
Verdienst	60	78,9	51	85	111	81,6	1,895	1,667

In der Tabelle ist die Anzahl bzw. der Prozentanteil jener SchülerInnen angegeben, die in der vierstufigen Rating-Skala die ersten beiden Stufen (trifft voll bzw. zum Großteil zu)

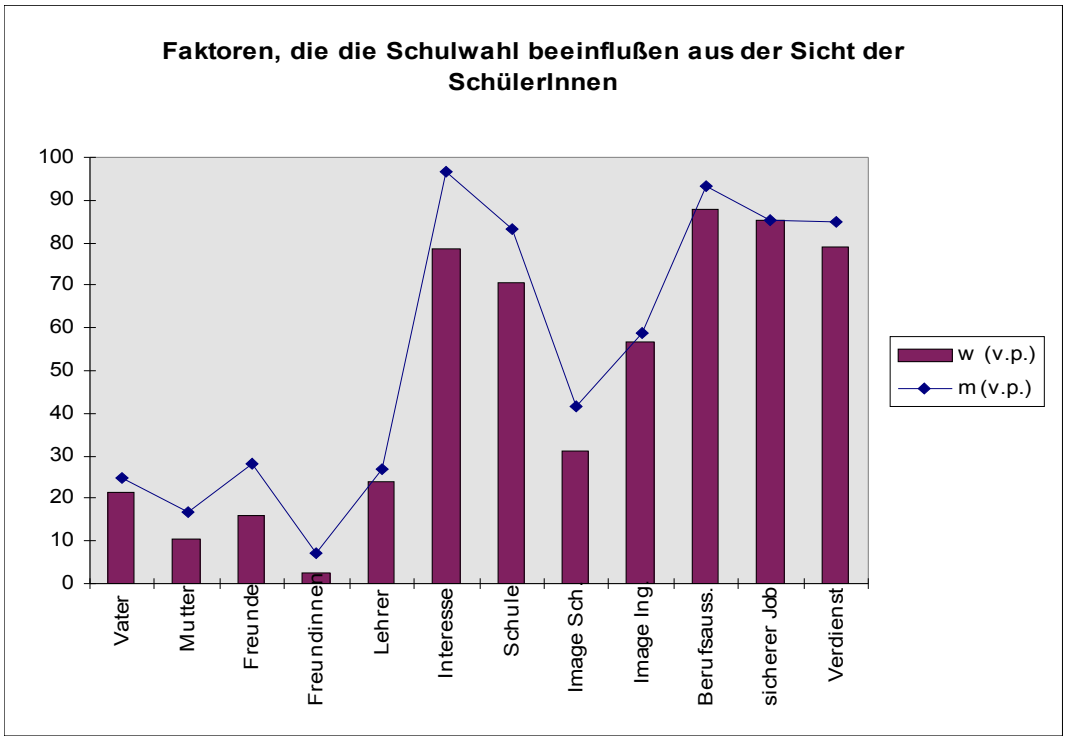
ankreuzten. 12 Schülerinnen und 6 Schüler haben unter Sonstiges als weiteren Grund für ihre Wahl den Umstand genannt, daß die HTL mit der Matura und damit der Studienberechtigung gleichzeitig eine Berufsausbildung gegeben ist.

Bei einer groben Betrachtung der Ergebnisse erkennt man zwischen weiblichen und männlichen Beweggründen kaum Unterschiede. Als Hauptmotive werden sowohl von Burschen als auch von Mädchen einerseits Interesse genannt, andererseits Umstände, die mit dem zukünftigen Beruf zusammenhängen: günstige Berufsaussichten, der sichere Job sowie Verdienst, aber auch das soziale Ansehen das man als Ingenieur genießt. Ein hohen Stellenwert hat auch der Umstand, daß die Schule selbst bei der ersten Besichtigung einen guten Eindruck hinterlassen hat sowie das Prestige, das man als HTL-SchülerIn genießt. Hinsichtlich geschlechtsspezifischer Unterschiede ergibt eine etwas genauerer Analyse, daß:

Nur etwa ein Drittel der Schüler messen den Eltern einen gewissen Einfluß zu, der Einfluß des Vaters bei beiden Geschlechtern den höheren Stellenwert hat, der Einfluß der Mutter bei den Burschen ein wenig mehr ausgeprägt ist.

96,8% der Burschen und 78,6% der Mädchen geben als stärkstes Motiv ihr Interesse für Technik an. (36 dieser Schülerinnen, das sind 55% stufen das Interesse für die Technik allerdings als "sehr wichtig" ein.) Das bedeutet, daß etwa 21,3% der Mädchen aber nur etwa 3% der Burschen aus anderen Motiven die HTL besuchen. Der Mädchenanteil erscheint hier realistisch, wenn man die bisher besprochenen Fakten - insbesondere die direkte Einflußnahme der Eltern mitbedenkt. Unrealistisch ist der niedrige Prozentsatz der wenig interessierten Schüler. (Für Schüler bedeutet es möglicherweise einen Prestigeverlust, sich selbst und anderen einzugestehen, daß z.B. das Interesse an der Technik im Laufe der Jahre nachgelassen hat, oder daß bei der Schulwahl durchaus auch andere Gründe maßgeblich waren. Mädchen sehen in einer derartigen Feststellung im allgemeinen keinen Prestigeverlust und können sich daher auch freimütiger äußern.)

Diagramm 3 zu Tab.18: Faktoren, die die Schulwahl beeinflußt haben, in der subjektiven Einschätzung der SchülerInnen.



Alle mit dem Beruf zusammenhängenden items werden von den Burschen und Mädchen sehr hoch bewertet (etwa 80-90% stufen mit sehr wichtig oder wichtig ein), tendentiell allerdings

etwas stärker von den Burschen als von den Mädchen (zwischen 50% und 67% der Burschen bewerten mit sehr wichtig, bei den Mädchen sind dies zwischen 42 und 60%), insbesondere gilt dies für die Frage nach der Wichtigkeit des Verdiensts.

Tabelle 19: Berufsbezogene Faktoren in Hinblick auf die Schulwahl. Die SchülerInnen stuften in einer vierstufigen Rating-Skala die folgenden Faktoren als "Sehr wichtig" ein:

	w (%)	m (%)
Berufsaussichten	60,0	67,2
sicherer Job	46,1	56,5
guter Verdienst	42,1	50,0
Ansehen als Ingenieur	27,0	31,1

Mehr als 70% der Burschen und Mädchen zeigten sich von der Schule selbst beeindruckt. Schlüsselt man dies für die einzelnen Schulen auf, dann zeigt sich, daß bei 50% (m 33,3%) der zukünftigen Schülerinnen der HTL-Pinkafeld der Umstand, daß die Schule gefallen hat, als sehr wichtig eingestuft wurde (TGM 31%, bei den anderen Schulen ist diesbezüglich infolge der geringen Schülerinnenzahlen keine relevante Aussage zu treffen)..

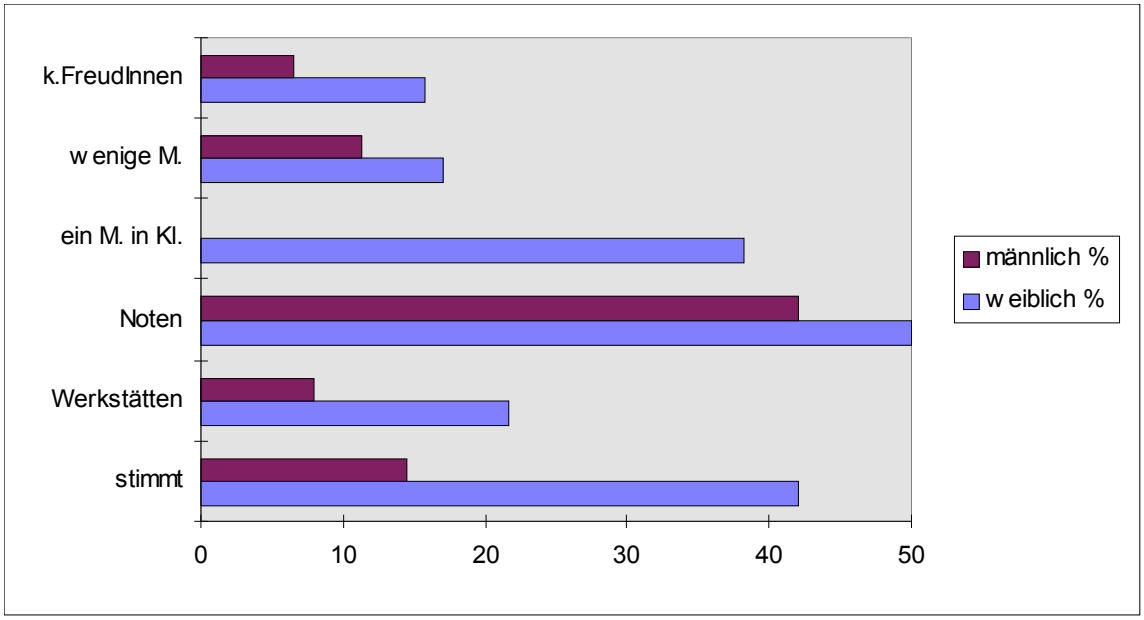
Bei den Burschen gaben auch etwa zwei Drittel der Burschen an, daß Freunde, die mit ihnen gegangen sind, bei der Schulwahl keine große aber doch eine gewisse Rolle gespielt hätten, bei den Mädchen war dies nur bei etwa bei einem Viertel der Fall.

Lehrerempfehlungen der AHS bzw. HS haben keinen großen Einfluß, aber nur etwa um die Hälfte (m 38,7%,w 55,3%) geben an, daß sie überhaupt keinen Einfluß hätten. Die befragten Schülerinnen sind in ihren Entscheidungen von den Empfehlungen der LehrerInnen weniger beeinflußt als die Schüler.

4. Ängste vor dem Schuleintritt

Im folgenden Teil sind jene Ergebnisse des Fragebogens wiedergegeben, die sich mit den Ängsten der Schülerinnen vor dem Schuleintritt befassen.

Diagramm: Ängste vor dem Schulbesuch (item C23 und C24)



Mädchen hatten vor dem Schuleintritt signifikant mehr Ängste als Burschen: Mehr als vierzig Prozent der Mädchen gaben an, vor dem Schuleintritt Angst gehabt zu haben, aber nur 14,5% der Burschen; nur 30% der Mädchen aber 50% der Burschen sagen, daß sie überhaupt keine Angst hatten. Die Ängste der Mädchen sind in allen durch die items abgefragten Bereichen ausgeprägter als jene der Burschen. Untersucht man, welche Faktoren den Mädchen Angst

machen, so findet man in der Hauptsache zwei Bereiche besonders ausgeprägt: die Angst vor schlechten Noten und die Angst vor der Situation in der neuen Klasse, insbesondere die Angst, möglicherweise in der zukünftigen HTL-Klasse das einzige Mädchen zu sein. Diese Ängste decken sich auch mit jenen der Eltern, im speziellen mit jenen der Mütter. Mehr als ein Fünftel der Schülerinnen hat auch Angst vor der ungewohnten Situation in den Werkstätten.

Burschen haben, wenn sie überhaupt Ängste haben (oder diese eingestehen), Angst vor schlechten Noten. Trotz schlechterer Schulleistungen in der HS/AHS ist ihre Angst, die Schule nicht zu schaffen, weniger ausgeprägt als bei den Mädchen. Mädchen sind insgesamt wesentlich unsicherer, was sich u.a. auch darin zeigt, daß etwa die Hälfte der Mädchen, die an der Herkunftsschule sehr gute Noten hatte, Angst hat, die Schule nicht zu schaffen.

Die Angst, daß sie die Schule leistungsmäßig nicht schaffen könnten trifft etwa die Hälfte der Schüler und ist bei Mädchen und Burschen in etwa gleich groß, allerdings meint etwa ein Drittel der Mädchen, daß diese Angst besonders groß gewesen sei. Bei den Burschen sind dies nur etwa 8%, trotz der schlechteren Noten, die sie in der Unterstufe hatten. Untersucht man den Zusammenhang zwischen Schulleistungen in der AHS/HS genauer, dann zeigt sich, daß etwa die Hälfte der Schülerinnen, die in der Stammschule sehr gute Leistungen erbrachten, Angst davor hatte, die Schule nicht zu schaffen (bei den Burschen sind dies nur zwei von neun Schülern).

Signifikant ist die Angst der Mädchen, möglicherweise einziges Mädchen in der Klasse zu sein. Nur etwa 31,6% sagen, sie hätten da überhaupt keine Angst, 17,1% geben zu, davor sehr große Angst gehabt zu haben. Daß an der Schule überhaupt wenig Mädchen sein würden, stört die Mädchen weniger. Etwa 58% meinen, daß sei ihnen gleichgültig, etwa ein Fünftel hat auch in diesem Punkt mehr oder weniger große Ängste gehabt. Im übrigen stört dieser Umstand auch bereits vor dem Schuleintritt auch mehr als die Hälfte der Burschen.

Angst, daß sie keine Freundinnen finden würden, haben (vermutlich wegen ihrer guten sozialen Integriertheit) nur etwa 20% der Mädchen. Diese Mädchen haben auch schwer von ihrem Freundeskreis in der HS/AHS abgenommen und finden auch, daß es "schön wäre, wenn es an der HTL mehr Mädchen gebe". Etwa die Hälfte der Schülerinnen hatten vor dem HTL-Besuch keinen Kontakt mit zukünftigen SchulkollegInnen, findet zum Teil schwer Anschluß und leiden vor allem in den ersten Jahren unter Einsamkeit.

Die Ängste der Mädchen kamen auch in den Interviews zur Sprache:

K: *"Ja, es war überhaupt niemand da, der die Schule mit mir zusammen besucht hätte. Und der lange Schulweg, die schlechte Busverbindung, die Entscheidung Internat oder Bus."*

K: *"Nach der Aufnahmsprüfung habe ich mich erkundigt, wie viele es sind, und mir wurde gesagt, drei oder vier, dann ist es mir schon besser gegangen.*

O: *"Als Mädchen wird man behütet und meine Mutter wußte zwar, daß ich in der HS mit Burschen keine Probleme hatte, ich war Klassensprecherin und ich konnte mich immer schon durchsetzen, das haben auch die Lehrer gesagt. Es war nicht so schlimm, ein bisserl ein Zweifel ... "*

S: *"An der AHS wäre ich schon gerne geblieben. Wegen der Freundinnen. Das war schwer, die ganzen Freundinnen zu verlassen."*

U: *"Die große Schule vielleicht, die vielen Wochenstunden, es ist anstrengend. Und wenn sie vielleicht nicht so gut in der Schule war, die Angst, daß sie es nicht schafft. Auch Angst vor den Werkstätten, daß sie das nicht schafft."*

W: *"Ich hatte bloß fix erwartet, daß kein Mädchen in der Klasse ist. ... Teilweise war da ein bisserl Angst dabei." Weil man die Mädchen gewohnt war. Wenn man Probleme hatte ist man eher zu den Mädchen gegangen. Und hier ist man auf sich selbst angewiesen."*

5. Zusammenfassung und Interpretation

5.1. Beschreibung der Stichprobe

Die Studie betraf die Ausbildungsbereiche Elektrotechnik/Elektronik und Maschinenbau. Die Wahl der Ausbildungszweige wurde so getroffen, daß jene Bereiche gewählt wurden, in denen der Anteil an Schülerinnen den Statistiken des BMUK folgend besonders gering war. In die Untersuchung wurden insgesamt vier Schulen miteinbezogen. Zwei dieser Schulen gehören zum nichtstädtischen Bereich, zwei liegen in Wien. Unter den Schulen dominieren, was die Anzahl der befragten Schülerinnen und Schüler angeht, die HTL Pinkafeld und das TGM, unter den Ausbildungszweigen Nachrichtentechnik. Der Fragebogen wurde insgesamt 76 Schülerinnen und 62 Schülern vorgelegt. Die Schüler stammen im wesentlichen aus denselben Klassen, aus denen auch die Schülerinnen kommen. Etwa ein Drittel der befragten Schülerinnen und Schüler wohnt in Wien.

5.2. Beschreibung des "Technisches Umfeldes" innerhalb der Familie / Förderungen und Behinderungen durch die Eltern / Erfahrungen in der Kindheit

Zukünftige HTL-Schülerinnen finden in der Mehrzahl der Fälle zu Hause ein Milieu vor, das durch die technische oder handwerkliche Ausbildung, der beruflichen und/oder privaten handwerklichen Tätigkeiten oder den technischen Beruf des Vaters oder der Geschwister geprägt ist: Etwa ein Viertel der Väter der Schülerinnen haben eine Ausbildung an der HTL oder an der TU, mehr als 60% der Väter haben eine Lehre in einem handwerklichen Beruf abgeschlossen. Der Ausbildungsgrad der Väter von HTL-Schülerinnen liegt damit weit über dem der übrigen Bevölkerung. (Lt. OECD-Studie 1993 haben 45% der männlichen österreichischen Wohnbevölkerung einen Lehrabschluß und 6,6% einen BHS-Abschluß). Etwa die Hälfte der Schülerinnen gibt an, daß der Beruf, den der Vater derzeit ausübt, "etwas mit Technik zu tun" habe. (Bei den befragten männlichen Schülern sind die Prozentanteile hinsichtlich der HTL- bzw. TU-Ausbildung gleich hoch, hinsichtlich der väterlichen handwerklichen Ausbildung und des väterlichen "technischen" Berufs deutlich geringer).

Signifikante Unterschiede ergeben sich auch, wenn man die Daten in städtischen und ländlichen Bereich aufschlüsselt. Unter den Schülerinnen, die nicht in Wien wohnen, ist der Anteil jener, deren Väter eine abgeschlossene Lehre hat, signifikant höher als im städtischen Bereich. Im städtischen Bereich ist der Anteil der Vater mit HTL- oder TU-Ausbildung signifikant höher als jener im nicht städtischen Bereich. Bei den Burschen zeigen sich keine diesbezüglichen Unterschiede.

Daten, die sich auf die Ausbildung der Geschwister, der Mütter und der übrigen Verwandtschaft beziehen zeigen keine geschlechtsspezifische Unterschiede. Allerdings fällt auf, daß fünf der befragten Schülerinnen Schwestern haben, die eine HTL besuchen. HTL-Schülerinnen (und in einem etwas geringerem Ausmaß auch HTL-Schüler) sind überproportional häufig Älteste in der Geschwisterreihe.

27,6 % der Väter von Schülerinnen besitzen einen Betrieb, der unmittelbar mit dem Fach, das die Tochter studiert, oder zumindest mit Technik zu tun hat, aber nur 6,4% der männlichen Schüler. Der HTL-Besuch als Vorbereitung auf eine Übernahme des elterlichen Betriebs, findet sich hauptsächlich im ländlichen Bereich, im städtischen Bereich sind derartige Fälle wesentlich seltener: Von 13 Schülerinnen, die angeben, daß ihre Ausbildung in engstem Zusammenhang mit dem väterlichen Betrieb stehe, stammt nur eine aus Wien.

HTL-Schülerinnen, die im ländlichen Bereich aufgewachsen sind, sind in der Entwicklung ihrer Interessen häufig durch den elterlichen Betrieb und/oder handwerkliche Arbeiten des Vaters geprägt, Schülerinnen, die in der Stadt aufwachsen, haben diese Gelegenheit eher selten. (Hier wäre es besonders wichtig, die so entstandenen Defizite durch eine verpflichtende Teilnahme am Gegenstand Technisch Werken auszugleichen.)

Mehr als die Hälfte der Schülerinnen gibt an, sich bereits in der Kind für technische Geräte interessiert zu haben. Das technische Interesse der Mädchen drückt sich darin aus, daß sie Gegenstände zerlegen oder versuchen sie zu reparieren. Das soziale Umfeld, in dem die Mädchen agieren, ist häufig - aber nicht immer - durch Väter oder andere Verwandte geprägt, denen die Mädchen bei der Arbeit zusehen und wo sie nachahmend ihre ersten - handwerklichen - Erfahrungen mit der Technik machen. Dieses selbständige Umgehen mit den Dingen ist für viele Mädchen - wie auch später im Interviewteil ausführlich gezeigt wird - der erste Einstieg in die Technik. Voraussetzung ist, daß Eltern diesem spielerischen Umgang nicht im Wege stehen, ihn nach Möglichkeit fördern, indem sie eine entsprechende Umgebung schaffen, die Töchter an Tätigkeiten, wie Reparaturarbeiten etc. teilhaben lassen. Die daraus resultierende engere persönliche Bindung an den betreffenden Erwachsenen führt darüber hinaus - wie die Interviews mit den HTL-Schülerinnen zeigen - zu einer positiven Akzeptanz der Technik im allgemeinen. Obwohl zu vermuten ist, daß HTL-Schülerinnen von ihren Eltern, insbesondere aber den Vätern stärker gefördert wurden als andere Schülerinnen, zeigt sich, daß der Anteil der Schüler, die durch Eltern (Väter) in der Entwicklung ihres technischen Interesses gefördert wurden auch hier deutlich höher ist.

HTL-Schülerinnen wurden weitgehend durch ihre Väter (manchmal auch durch andere Verwandte, vgl. Interviews) in ihrem technischen Interesse gefördert. (Entsprechende Zahlenwerte über AHS-Schülerinnen wären in diesem Zusammenhang interessant). Die Gründe für das Interesse der Väter sind z.T. (etwa 20% der Gesamtstichprobe) dadurch bestimmt, daß die Töchter möglicherweise im eigenen Betrieb arbeiten oder diesen übernehmen sollen, z.T (etwa 40%) ist es so, daß die Väter selbst entweder einen Beruf ausüben, der mit Technik zu tun hat und/oder selbst ein sehr ausgeprägtes technisches Interesse haben und ihre Töchter entsprechend fördern. Väter, die selbst in einem technischen Beruf tätig sind, neigen auch eher dazu, ihren Töchtern einen HTL-Besuch nahezulegen, Väter, deren Interesse sich darin ausdrückt, daß sie zu Hause z.B. selbst Reparaturarbeiten durchführen, fördern das Interesse ihrer Töchter nur zum Teil in Hinblick auf eine Berufsausbildung, stehen aber der Wahl ihrer Töchter positiv gegenüber.

Väter stehen der Schulwahl ihrer Töchter mehrheitlich positiv gegenüber, Mütter befürworten zwar die Schulwahl ihrer Söhne, stehen aber der Schulwahl iher Töchter häufig ablehend gegenüber: (Während sich 60% der Väter über die Schulwahl ihrer Töchter freuen, sind dies bei den Müttern nur 38%. Unter den Vätern erheben 11,4% Einwände gegen die Schulwahl ihrer Töchter, bei den Müttern sind dies 38%. Über die Schulwahl des Sohnes freuen sich 68% der Mütter). Insbesondere äußern Mütter aus ländlichen Gebieten Vorbehalte. Die Gründe für die Widerstände der Eltern gegen die Wahl der Tochter sind aus der Sicht der Schülerinnen in erster Linie Ängste, ob diese den schulischen Leistungsanforderungen entsprechen wird, in zweiter Linie Ängste, die mit dem geringen Mädchenanteil an der HTL zu tun haben. Die Bedenken der Eltern, daß die Söhne den Anforderungen nicht genügen werden, sind wenn man die Gesamtstichprobe betrachtet, etwa gleich hoch. Von der Gesamtstichprobe her betrachtet, unterscheiden sich die Bedenken der Eltern im geschlechtsspezifischen Vergleich allein durch Umstände, die mit der spezifischen Situation an einer "männlichen" Schule zu tun haben. Dies erklärt z.T. auch, warum die Widerstände der Mütter größer als die der Väter sind und die Widerstände der Mütter gegen die Schulwahl der Tochter größer als gegen die Schulwahl des Sohnes. Etwa die Hälfte der Mütter hat ihre

Meinung nach einiger Zeit geändert und steht nun nach Aussage der Töchter deren Schulwahl positiv gegenüber.

Die Studie zeigt, daß die Ängste und Sorgen der Mütter, insofern sie die soziale Situation der Tochter innerhalb der Schule und der Klasse im Auge haben, im allgemeinen durchaus berechtigt sind. In der Realsituation an der Schule zeigt es sich erst, ob die Töchter eine für sie akzeptable Situation vorfinden oder wenn dies nicht der Fall ist, imstande sind, dem psychischen Druck standhalten. Mütter können dann, wie in den Interviews deutlich wird, in schwierigen Situationen für die Töchter eine wichtige Hilfe sein.

5.3. Schulerfahrungen vor dem HTL-Besuch

Zukünftige HTL-Schülerinnen stammen etwa zur Hälfte aus der HS, sind im allgemeinen in allen Fächern gleichmäßig begabt und etwa drei Viertel dieser Schülerinnen waren in ihren Schulleistungen sehr gut oder gut. Im einzelnen fällt auf, daß die Mädchen ihre Leistungen im Fach Mathematik höher einschätzen als jene in Physik, bei den Burschen ist dies umgekehrt. Gute Leistungen in Mathematik sind für die Schülerinnen der wichtigste Hinweis darauf, daß sie, was ihre Begabung betrifft, für die HTL geeignet sind. Nur etwa ein Drittel der Burschen gibt an, auch in Deutsch gut oder sehr gut gewesen zu sein, bei den Mädchen sind dies doppelt soviele. Mädchen wählen die HTL nicht, weil sie Deutsch (bzw. Sprachen allg.) abwählen, bei Burschen ist die Distanz zu den Sprachen ein für die Wahl einer technischen Schule mitentscheidendes Motiv.

Etwa ein Drittel der Schülerinnen stammt aus Klassen, in denen es vorwiegend oder ausschließlich Mädchen gab. Dies weist zwar darauf hin, daß HTL-Schülerinnen eher aus Klassen kommen, in denen Mädchen dominieren, eine diesbezügliche gesicherte Aussage müßte allerdings durch weitere Daten belegt werden. Für die HTL ist dieser relativ hohe Prozentanteil insofern relevant, als besonders in den ersten Klassen darauf vermehrt Rücksicht zu nehmen wäre, daß Mädchen, die in ihrer sozialen Umgebung kaum je mit Burschen zu tun hatten, völlig unvorbereitet in das soziale Klima einer männlich dominierten HTL-Klasse kommen. Für viele der Mädchen bedeutet diese Umstellung auch - wie in den Interviews gesagt wurde - eine außergewöhnliche psychische Streßsituaiton..

Ein Hindernis für den HTL-Besuch ist für Mädchen der Verlust der sozialen Kontakte und die damit verbundene Angst vor Isolation in der Klasse. (Dies gilt auch für Burschen, für diese ist allerdings die Chance, neue Freundschaften zu schließen sichtbar größer.) Etwa die Hälfte der Mädchen gibt an, auch heute noch die beste Freundin aus ihrer Pflichtschulzeit zu kennen.

Der Großteil der Schülerinnen war in ihrer HS/AHS-Zeit gut sozial integriert, was sich auch darin äußert, daß etwa ein Drittel zumindest einmal Klassensprecherin war. Dennoch wird in den Antworten der Schülerinnen eine Distanz zu den Mitschülerinnen deutlich: Der Großteil der Schülerinnen gibt an, sich - neben der kleinen Gruppe gleichgesinnter Freundinnen - besser mit den Burschen der Klasse als mit den Mädchen verstanden zu haben. Die Distanz vieler Schülerinnen zu weiblichen Kultur- und Kommunikationsformen scheint sich in der Schulzeit an der HTL zu verstärken: Auch an der HTL läßt sich aus den Aussagen in der Mehrzahl der Fälle eine Distanz zu anderen Mädchen/Frauen herauslesen, daneben besteht meist eine enge Verbindung zu einer kleinen Gruppe gleichgesinnter Freundinnen.

Interesse für Technik ist unter den von den Schülerinnen angegebenen Motiven dasjenige, das am häufigsten genannt wird. Wenn dieses Interesse nicht schon in der Kindheit entwickelt wurde (was bei etwa der Hälfte aller befragten Schülerinnen der Fall war), ist anzunehmen, daß das Interesse durch schulischen Unterricht geweckt oder zumindest gefördert wurde. Hohes Interesse für Technik kann bei mehr als der Hälfte der Schülerinnen mit einem entsprechend hohem Interesse am Physikunterricht in Zusammenhang gesehen werden. Jene die ihr Interesse für Technik eher gering schätzen, haben auch kein Interesse für den Physikunterricht gehabt.

Zukünftige HTL-Schülerinnen haben zum Physikunterricht eine vergleichsweise positive Einstellung: Der Anteil jener, die Physik gerne oder sehr gerne mochten liegt bei etwas über 70%, der Anteil jener Schülerinnen, die Physikunterricht negativ erlebt haben, ist verschwindend klein. Die Gründe für die positive Einstellung der Schülerinnen liegen einerseits im Interesse, das die Schülerinnen durch ihre häuslichen Vorerfahrungen schon mitbringen und in ihrer Begabung, andererseits scheint mehr als die Hälfte der befragten Schülerinnen einen sehr motivierenden und engagierten Physikunterricht erlebt zu haben: Etwa die Hälfte der Schülerinnen haben gelegentlich oder sogar häufig die Gelegenheit gehabt, selbst zu experimentieren. Bei männlichen Schülern ist dies deutlich weniger der Fall. Einige Schülerinnen wurden, wie sie in Interviews erzählen, von ihren PhysiklehrerInnen auch speziell gefördert.

Auch hier zeigt sich - wie dies bereits im Falle der elterlichen Förderung zu beobachten war - daß speziell für die Entwicklung eines Interesses für Technik erste Erfahrungen im praktischen Umgang mit technischen Geräten entscheidend sind. Für die meisten Burschen ist dieser Zugang selbstverständlich: Sowohl zu Hause werden sie eher zu Reparatur- und Bastelarbeiten herangezogen, in der Schule haben sie Unterricht in Technisch Werken und Technik ist häufiges Thema in ihren Gesprächen mit Freunden. Beschäftigung mit Technik bedeutet für den Burschen nicht nur einen Imagegewinn in allen sozialen Gruppierungen, sondern paßt auch zum Bild des zukünftigen Mannes und stärkt ihn in seiner geschlechtsspezifischen Identitätssuche. Mädchen, die sich für Technik interessieren, sind diesbezüglich in ihrer Mädchengruppe isoliert, sie entwickeln ihre Interessen gegen die gängigen Vorstellungen von Weiblichkeit.

5.4. Formelle und informelle Informationen über die zukünftige Schule

Insgesamt haben wesentlich mehr Schüler vor dem Schuleintritt Bekanntschaften mit HTL-Schülern und werden von diesen auch in einem höheren Maß beeinflußt als die Schülerinnen. Mädchen haben vor dem Schuleintritt mit HTL-Schülerinnen praktisch keinen Kontakt, mit HTL Schülern nur zu etwa 20%.

Ein wichtiges Motiv für die Wahl der HTL ist aus dem Blickwinkel der Schülerinnen und Schüler, der Umstand, daß ihnen ihre zukünftige Schule gefällt. AHS-Schüler nützen für das erste Kennenlernen der Schule den Tag der offenen Tür, AHS-Schülerinnen nützen ihm nur zum Teil. Die Möglichkeit einer Besichtigung im Rahmen der AHS/HS wird praktisch nur von den Hauptschulen wahrgenommen. Auch in den Empfehlungen der AHS-LehrerInnen wird das Konkurrenzdenken zwischen den beiden Schultypen spürbar.

Dem Tag der offenen Tür bzw. Führungen mit vierten HS/AHS-Klassen kommt - neben der wichtigen Funktion einer ersten Informationsveranstaltung (insbesondere für die Wahl des richtigen Ausbildungszweiges) - auch in dieser Hinsicht einige Bedeutung zu.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob der Tag der offenen Tür die zukünftigen Schülerinnen ausreichend informiert. Der Umstand, daß ein Viertel der befragten Schülerinnen aus heutiger Sicht zwar wieder dieselbe Schule, aber einen anderen

Ausbildungszweig wählen würden, und Schülerinnenäußerungen in Interviews weisen darauf hin, daß dieser Tag für eine umfassende sachliche Information nicht ausreicht.

Eine genauere Information vor dem HTL-Eintritt wäre auch bezüglich der tatsächlichen Anforderungen in der Schule wichtig, insbesondere was den Zeitaufwand betrifft. Manche AHS-Schülerinnen und Schüler lehnen, wie die entsprechende Umfrage zeigte, die HTL für sich ab, weil sie der Meinung sind, daß sie dann zuwenig Zeit hätten, jenen Tätigkeiten nachzugehen, die sie bisher in ihrer Freizeit ausgeübt haben. Darüberhinausgehend stellt sich für die AHS-Schülerinnen die Frage, inwiefern es die HTL ihren SchülerInnenn ermöglicht, neben der Schule etwa ein Musikinstrument zu lernen, Sport zu betreiben, Literatur zu lesen, allgemein Interessen und Fähigkeiten auszubilden, die für ihr späteres Leben wichtig sind. Insbesondere trifft dies Mädchen, deren Interessen eher breit gefächert sind und die, wie Studien zeigen, weniger zu Spezialisierungen neigen als Burschen. Dem steht gegenüber, daß etwa drei Viertel der HTL-Schülerinnen angeben, bei vernünftiger Zeiteinteilung über genügend Freizeit zu verfügen. Eine diesbezügliche genauere Erhebung und eine mit den tatsächlichen Gegebenheiten übereinstimmende realistische Beschreibung für zukünftige Schülerinnen wäre sicherlich sinnvoll.

Für die zeitliche Belastung der Schülerinnen ist der Schulstandort und Einzugsbereich der Schule wichtig. Dort wo der Einzugsbereich groß ist, ist auch zu berücksichtigen, daß den Schülerinnen genügend Internatsplätze zur Verfügung stehen. Von den befragten Schülerinnen geben 14,5% an, im Internat zu wohnen. Etwa 10% der HTL-Schülerinnen gaben an, daß ihre Eltern Bedenken gegen die Wahl der Schule wegen der großen Entfernung vom Schulstandort hatten. Dies ist verständlich, wenn man langen Schulzeiten und die für diese SchülerInnengruppe oft schlechten Busverbindungen mitbedenkt. Umgekehrt zeigt sich, daß räumliche Nähe und die damit verbundene Kenntnis des schulischen Umfeldes Hemmschwellen verringern.

5.5. Subjektive Einschätzung der Bedeutung der einzelnen Faktoren

Für die Wahl einer BHS ist zunächst einmal die Aussicht mit der Matura gleichzeitig über eine abgeschlossene Berufsausbildung zu verfügen maßgebend. Schülerinnen, die eine derartige Ausbildung anstreben, können in unserem Schulsystem im wesentlichen nur zwischen HAK, HBLA und HTL wählen.

Für die Schulwahl entscheidenden Aspekte aus der Sicht der Schülerinnen und Schüler ist einerseits das Interesse an der Technik, andererseits sind es berufsbezogene Faktoren, wie guter Verdienst und die Aussicht auf einen sicheren Job. Mit Abstand folgen der Umstand, daß die Schule bei einem ersten Kennenlernen beeindruckt hat, dann das Prestige, das Ingenieure später im Berufsleben genießen und das Prestige, das die SchülerInnen bereits gegenwärtig haben. Der Einfluß von Eltern, Lehrern und FreundInnen wird von beiden Geschlechtern relativ gering eingestuft. Das Antwortverhalten der Schüler entspricht von Details abgesehen jenem der Schülerinnen.

5.6. Ängste vor dem Schuleintritt

Für viele Mädchen bedeutet bereits die Äußerung des Wunsches, eine HTL zu besuchen, eine Überwindung und eine erste Konfrontation mit einer möglichen zukünftigen Außenseiterrolle. Sie merken die Distanz außerhalb der Schule und innerhalb der Klassenkolleginnen. Manchmal gelingt es ihnen, Freundinnen zu überzeugen, mitzugehen, häufig sind sie die einzigen ihrer Klasse, die diesen Weg gehen. Mehr als die Hälfte der Schülerinnen kennt weder Schüler aus der Schule, in die sie gehen wird, noch Schüler, die aus der eigenen Schule kommend diese Schule besuchen werden. Um diesen ersten Schritt zu gehen, benötigen Mädchen, die von zu Hause diesbezüglich nicht gestützt werden, Mut und entsprechendes Selbstvertrauen.

Wie alle schulischen Veränderungen ist auch der Eintritt in die HTL mit Angst verbunden. Allerdings sind die Ängste der zukünftigen Schülerinnen signifikant stärker als jene der Schüler: Mehr als 40% der Mädchen geben an, vor dem Eintritt in die HTL Angst gehabt zu haben. Die Ängste konzentrieren sich im wesentlichen auf zwei Faktoren: Angst vor negativen Noten und Angst vor der sozialen Situation in der Klasse, insbesondere die Angst in der zukünftigen HTL-Klasse das einziges Mädchen zu sein. Diese Ängste decken sich mit den Befürchtungen der Eltern. Etwa ein Fünftel der zukünftigen Schülerinnen hat auch Angst, infolge der geringen Mädchenzahl an der Schule keine Freundin zu finden, mehr als ein Fünftel auch Angst vor der ungewohnten Situation in den Werkstätten.

Burschen haben, wenn sie überhaupt Ängste haben, Angst vor schlechten Noten, aber trotz schlechterer Schulleistungen in der HS/AHS ist ihre Angst, die Schule nicht zu schaffen, weniger ausgeprägt als bei den Mädchen. Mädchen sind insgesamt wesentlich unsicherer, was sich u.a. auch darin zeigt, daß etwa die Hälfte der Mädchen, die an der Herkunftsschule sehr gute Noten hatte, befürchtete, die Schule nicht zu schaffen.

Schülerinnen haben nicht nur vor dem Schuleintritt mehr Ängste als ihre männlichen Kollegen, auch ihr Schulalltag ist stärker von Ängsten geprägt: Etwa die Hälfte der Schülerinnen hat Angst vor Prüfungen, Schularbeiten, immerhin 40% vor dem Unterricht bei bestimmten Lehrern, um die 10% vor der Situation in der Klasse. Daß die Ängste der Schülerinnen vor Prüfungssituationen und Lehrern stärker ausgeprägt ist als jene der Schüler, obwohl die Leistungen der Schülerinnen sich zumindest in ihrer Selbsteinschätzung nur wenig von jener der Schüler unterscheidet (vgl. Kap. 6.5.) entspricht einerseits dem geringerem Selbstwertgefühl der Schülerinnen, sollte aber auch auch mit der enormen Streßsituation der Schülerinnen, der sie in ihrer besonderen Situation als weibliche Minderheit ausgesetzt sind gesehen werden. Daß etwa 40% der Schülerinnen angeben, in diesem Zusammenhang Angst vor bestimmten Lehrern zu haben, sollte zu denken geben. Auch in diesem Zusammenhang ist es wichtig, daß Lehrer lernen, sich mit der besonderen Situation der Schülerinnen auseinanderzusetzen und diese - speziell im Zusammenhang mit Prüfungssituationen - zu berücksichtigen. Schülerinnen, die nicht nur den zeitweiligen Aggressionen ihrer Mitschüler ausgesetzt sind - und dies ist etwa bei der Hälfte der Schülerinnen der Fall, sondern auch verstärkte Distanz von Lehrerseite verspüren - in welcher Form sich diese auch immer äußert - sind einer letztlich unzumutbaren Belastung ausgesetzt. Bei etwa einem Fünftel der befragten Schülerinnen treten in diesem Zusammenhang zeitweise psychosomatische Störungen auf.

Obwohl ein Teil der LehrerInnen ein besonders gutes Vertrauensverhältnis hat, den Schülerinnen auch in schwierigen Situationen zur Seite steht, ist insgesamt das Vertrauen zu Lehrern ist bei Burschen etwas ausgeprägter als bei Mädchen. Etwa ein Viertel der Burschen würden sich bei Schwierigkeiten an einen Lehrer wenden, aber nur etwa 15% der Mädchen. Mehr als die Hälfte der Mädchen haben als Vertrauensperson an der Schule einen Freund (55%), etwas weniger als die Hälfte (42%) eine Freundin. Etwa die Hälfte der SchülerInnen (w 45%, m 50%) haben ihre wichtigste Vertrauensperson außerhalb der Schule.

Etwa zwei Drittel der Schülerinnen wissen nicht, ob es an der Schule eine Vertrauenslehrerin gibt, etwa 33% der Schülerinnen könnten sich vorstellen, bei Schwierigkeiten eine Vertrauenslehrerin aufzusuchen.

Insgesamt ist das Vertrauen zu Lehrern bei Burschen etwas ausgeprägter als bei Mädchen. Etwa ein Viertel der Burschen würden sich bei Schwierigkeiten an einen Lehrer wenden, aber nur etwa 15% der Mädchen. Etwa zwei Drittel der Schülerinnen wissen nicht, ob es an der Schule eine Vertrauenslehrerin gibt, ein Drittel der Schülerinnen könnte sich vorstellen, bei Schwierigkeiten eine Vertrauenslehrerin aufzusuchen.

IV. KAPITEL

DIE SITUATION AN DER SCHULE

1. Die Situation in der Klassengemeinschaft und das Verhältnis zu den anderen Schülerinnen der Schule

Im folgenden soll untersucht werden, ob sich die Schülerinnen und Schüler in ihrer Klasse wohlfühlen, sich integriert und akzeptiert fühlen, und inwiefern ein diesbezüglicher Zusammenhang mit der Höhe der Schulstufe und der Anzahl der Mädchen in einer Klasse besteht.

Der Großteil der Schülerinnen und Schüler gibt an, sich heute innerhalb der Klasse wohlzufühlen. Etwas relativiert wird diese Aussage, durch die weiterführenden Fragen. Sie zeigen letztlich, daß der Anteil der Schülerinnen, die sich an der HTL "sehr wohl" fühlen, etwas weniger als 50% beträgt, daß weitere 30 - 40% dies nur mit Einschränkungen behaupten und daß 10 - 20% der Schülerinnen große Probleme haben.

Etwa 20% der Mädchen (und ein Drittel der Burschen) haben sich an der HS/AHS woher gefühlt. Diesen Schülerinnen fehlen Kontakte mit anderen Mädchen, sie haben Probleme innerhalb der Klassengemeinschaft mit den Burschen.

Mit der Klassengemeinschaft sind etwa drei Viertel der Schülerinnen zumindest relativ zufrieden. Die Anzahl der eher Unzufriedenen ist bei den Schülerinnen etwas höher als bei den Schülern. Sie steigt auch mit zunehmenden Schuljahren: etwas an: ein Drittel der Schülerinnen höherer Klassen zeigt sich mit der Klassengemeinschaft unzufrieden. Dies könnte auch damit zusammenhängen, daß in höheren Klassen öfter Schülerinnen eine völlig veränderte Klassensituation vorfinden: waren sie in den ersten Klassen noch oftmals zu viert oder fünft, sind sie nun sehr häufig das einzige Mädchen innerhalb der Klasse.

Die Schülerinnen fühlen sich besonders wohl, wenn sie als Schülerinnen zu zweit in der Klasse sind, am wenigsten, wenn sie allein in der Klasse sind. Männliche Schüler fühlen sich, wenn mehr Mädchen in der Klasse sind, deutlich woher.

Im Rückblick haben die Schülerinnen besonders die Situation in der ersten Klasse als schwierig in Erinnerung. Darauf wird in einem späteren Kapitel eingegangen.

Ein besonderer Teil des Fragebogens beschäftigt sich mit der Frage, wie das Verhältnis der Schülerinnen zu den anderen Mädchen der Schule ist, insbesondere wurde gefragt, ob es an ihrer Schule oder in ihrer Klasse mehr Mädchen geben solle. Auf den damit angeschnittenen Fragenkreis kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Für die Schülerinnen impliziert die Frage durchaus konkrete Aspekte, wie das soziale Miteinander in einer nicht frei gewählten Kleinstgruppe.

Tabelle 1: Wünschen sich SchülerInnen mehr Mädchen an der HTL

In der AHS/HS gab es mehr Mädchen. Ich habe dies als angenehm empfunden..	weiblich		männlich		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
stimme voll zu	12	16	26	43,3	38	28,1
stimme großteils zu	14	18,7	20	33,3	34	25,2
stimme ein wenig zu	28	37,3	7	11,7	35	25,9
stimme nicht zu	21	28,0	7	11,7	28	20,7

v.p.; missing männlich n = 2, weiblich n = 1

Nur etwa ein Drittel der Mädchen, aber drei Viertel der Burschen, fanden es eher "angenehmer" (trifft voll bzw. großteils zu), in der AHS/HS mehr Mädchen als Schulkollegen gehabt zu haben.

Tabelle 2: Mehr Mädchen in der Klasse / in der Schule

Es wäre schön, wenn es in meiner	weiblich		männlich		Mean	
	n	%	n	%	weiblich	männlich
Klasse mehr Mädchen gebe	23	31,5	50	86,2	3,014	1,690
In meiner Schule mehr Mädchen gebe	26	35,6	49	84,5	2,863	1,707

Vierstufige Ratingskala. Die Werte 1 und 2 (stimmt voll und stimmt großteils) wurden aufsummiert.

Missing männlich n = 4/4, weiblich n = 3/3. Die Prozentwerte beziehen sich auf die Gesamtstichprobe.

Tabelle 3: Einschätzung der Schwierigkeiten eines Mädchens in einer reinen Bubenklasse durch die SchülerInnen

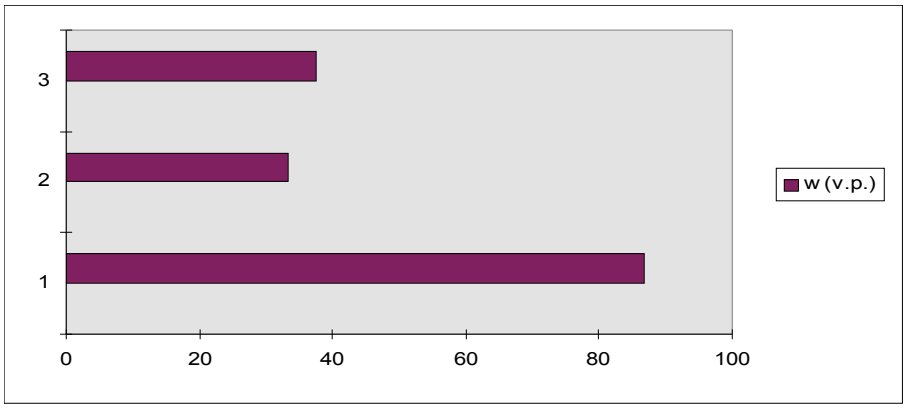
Ein Mädchen in einer reinen Bubenklasse hat es schwer ...	weiblich		männlich	
	n	v,p.	n	v.p.
stimmt voll	13	17,6	25	43,9
stimmt großteils	19	25,7	19	33,3
stimmt ein wenig	17	23,0	9	15,8
stimmt nicht	25	33,8	4	7,0

missings männlich n = 5, weiblich n = 2

Mean: weiblich 2,730; männlich 1,860

Diagramm: Kontakte mit anderen Schülerinnen (item D78)

1 Mit einigen Mädchen der Nachbarklassen habe ich guten Kontakt
2 Ich sehe die anderen Mädchen der Schule nur beim Turnunterricht
3 Ich hätte mit den Mädchen meiner Schule gerne mehr Kontakt



missing: 1/7/4

Der Verhältnis der befragten Schülerinnen zu anderen Mädchen und zu Burschen wird auch durch folgende Ausschnitte aus den Interviews mit Schülerinnen verdeutlicht:

Die beginnende Distanz der Schülerinnen zu anderen Mädchen während ihrer HS/AHS-Zeit verdeutlichen die folgenden Aussagen:

D: *"Ich mag das nicht bei den Mädchen das Getue. Im Gymnasium, da waren zwei Gruppen von Mädchen, die waren vollkommen zerstritten."*

F: *Die Schülerin kommt aus einer Mädchenschule: "Das waren Töchter aus privilegierteren Kreisen, bis auf diejenigen, mit denen ich mich immer noch treffe, habe ich mich mit denen nicht verstanden. Weggehen wollte ich dort auf jeden Fall."*

J: *"Da gab es viele Streitereien. Hier halten alle zusammen, sie streiten vielleicht miteinander, aber es gibt keine solche Gruppenbildung."*

N: *"Die Gemeinschaft ist hier besser. Im Gymnasium waren mehr Mädchen, das war dort ein Grupperl und da ein Grupperl."*

Y und Z: *"In der HS hatten die Buben überhaupt nichts zu sagen, und die Mädchen haben ihre Machtkämpfe ausgetragen. Das war schrecklich. Wer besser ausschaut, den besseren Freund hat."*

Die Distanz zu weiblicher Kultur ist auch in anderen Aussagen spürbar::

G: *"Ich wollte nie das Konventionelle, nie das für Mädchen Übliche. ... Wenn Mädchen in einer Gruppe zusammenkommen, das Verhalten mag ich überhaupt nicht. Schlimm ist, daß ich mich dann auch so verhalten würde, das mag ich nicht."*

Die ursprünglich Distanz der Schülerinnen zu Mädchen wird einerseits durch die Anpassung an die männlichen Verhaltensnormen verstärkt, andererseits haben die HTL-Schülerinnen auch nicht mehr die Unbeschwertheit ihrer AHS-Kolleginnen, sie sind, wie auch ihre männlichen Kollegen in Interviews meinen, (frühzeitig) "reifer" und ernster.

O: *"Ich bin auch in meiner Freizeit hauptsächlich mit Burschen zusammen, denn so wie die Mädchen miteinander reden, so kichernd usw., das tut man einfach nicht. Mir kommt das so Tussi-mäßig vor."*

H: *"Ich versteh mich auch viel besser mit Burschen, auch in der Freizeit unterhalte ich mich mehr mit Burschen."* ***T:****: T meint, sie würde heute die üblichen Mädchengespräche "nicht mehr ertragen".* ***U:*** *"In der AHS habe ich mich besser mit den Mädchen verstanden, jetzt verstehe ich mich auch mit Burschen. Und ich bin selbstbewußter geworden, einfach weil man z.B. manches allein machen muß, weil sonst kein Mädchen da ist."*

O: *"Die anderen Freundinnen sagen, ich red so komisch, ich bin so derb, so burschenmäßig. Ich könnte mich jetzt nie über Klamotten unterhalten oder stundenlang einkaufen gehen, das gibt mir einfach nichts."*

W: "*Ich tu´mir jetzt schwerer im Umgang mit Mädchen. Weil ich nicht mehr auf deren Reaktionen gefaßt bin. Die haben andere Sorgen, denke ich. Irgendwie ärgert es mich auch, daß ich das verlernt habe."*

X: *"Die so hysterisch sind, die ganze Zeit herumkichern. Die sind furchtbar. Hier ist es schon hart und durch die Probleme, die man hier hat, ich glaube schon, da wird man reifer."*

Y und Z: *Mit Mädchen, die nicht diese Schule besuchen, haben beide auch heute Schwierigkeiten, da sie das Gefühl haben, von diesen in ihren Problemen nicht verstanden zu werden. "Die wollen nur ihren Spaß haben. ... Mein Selbstbewußtsein ist gestiegen und so glauben viele, ich bin arrogant geworden. Nur weil ich mit ihnen nicht zurechtkomme."*

Für die Schülerinnen ist es zum Teil schwierig innerhalb der Schule Kontakte mit anderen Schülerinnen zu haben oder Freundschaften zu schließen. Manche Schülerinnen kennen ihre Mitschülerinnen nur aus dem Turnunterricht, innerhalb des Schulgebäudes sind Begegnungen dann nur zufällig.

G: *"Es ist schwierig, an der Schule Freundinnen mit gleichen Interessen in einem ähnlichen Alter zu finden."*

Auch aus den traditionellen männlichen Kommunikationsstrukturen ausgeschlossen:

I: *"In den Freistunden gehen die Buben ins Gasthaus, und die Mädchen nicht."*

Die Probleme der Schülerinnen sind auch dann gravierend, wenn sie zu zweit in der Klasse sind, sich aber miteinander nicht verstehen:

V: *"In dieser Klasse gab es auch eine zweite Schülerin, mit der ich seit der ersten Klasse zusammen war. Aber wir waren beide sehr verschieden. Es ist besser allein in einer Klasse das einzige Mädchen zu sein, als sich mit der zweiten nicht gut zu verstehen. Auch zu dritt ist es schwierig: da hängen zwei zusammen und eine ist draußen. Gut ist es homogen gemischt zu sein, oder einzeln. ..."*

Wenn die Schülerinnen ihr Mißtrauen anderen gegenüber abbauen, bilden sich Gemeinschaften, in denen der Zusammenhalt besonders gut sein kann:

R: *"In der HAK glaube ich, gibt es viele Eifersüchteleien zwischen den Mädchen, und wir, wir halten zusammen."*

U: *"Anfänglich haben wir uns in der Werkstätte mit den anderen Mädchen nicht so gut vertragen, uns gehänselt. Jetzt ist es schon besser, nach dem Schikurs."*

Der Großteil der Mädchen und Burschen haben im allgemeinen das Gefühl, in der Klasse beliebt und anerkannt zu sein. Allerdings sind sich die Burschen hier sicherer als die Mädchen (w 25%, m 38,7% antworten mit stimme voll zu). Der Anteil jener, die den Eindruck haben, abgelehnt zu werden, ist in etwa gleich groß (w und m 15%).

19 der befragten Schülerinnen, das ist ein Viertel der Gesamtstichprobe, waren in ihrer HTL-Zeit zumindest einmal Klassensprecherin. Dies trifft nur für 8 Burschen zu. Der Anteil der Mädchen an den Klassensprechern ist damit überproportional hoch. Er zeigt, daß Mädchen, die sich anpassen konnten, anerkannt und gut sozial integriert sind. Vermutlich werden sie auch gewählt, weil die Burschen die Erfahrung gemacht haben, daß sie integrierend wirken und eine gute Gesprächsbasis mit den Lehrern eröffnen.

Tabelle 4: Stellung der Schülerinnen in der Klassengemeinschaft

	weiblich		männlich		Mean	
	n	%	n	%	weiblich	männlich
Ich bin KlassensprecherIn oder - StellvertreterIn	20	26,3	8	12,9	3,157	3,593
Kollegen schreiben Mitschriften oder HÜs ab	54	71,0	31	50,0	2,160	2,639
Burschen kommen mit ihren Problemen manchmal zu mir	47	61,1	-	-	2,200	2,923

Drei Viertel der Schülerinnen geben an, daß ihre männlichen Schulkollegen öfter bei ihnen abschreiben. etwa zwei Drittel der Mädchen sagen, daß die Burschen mit Problemen mehr oder weniger häufig zu ihnen kämen.

K: *"Bei den Mädchen sagt man auch, sie führen die saubereren Hefte und so. Wir haben natürlich auch immer die Hausübungen ausgetauscht."*

Mädchen fühlen sich eher für das soziale Geschehen in der Klasse (gutes Auskommen mit den Lehrern, Engagement für schwache Schüler) verantwortlich als Burschen. Dies bejahen voll oder zumindest zum Großteil etwa 57% der Mädchen. Nur etwa ein Viertel meint, dies stimme so nicht.

Die sozialen Beziehungen zwischen den Schülerinnen und Schülern spiegeln z.T. auch jene sozialen Strukturen wieder, die die Schülerinnen und Schüler aus ihrer sozialen Umgebung kennen. Die Mädchen übernehmen für die Burschen wichtige soziale Funktionen: sie wirken integrierend, lösen Probleme, sind hilfsbereit, organisieren Schulfeste usw. Dafür, daß sie den Aggressionen seitens ihrer männlichen Kollegen standhalten müssen, für ihre Anpassung und ihre sozialen Hilfestellungen werden die Schülerinnen von ihren Kollegen von Zeit zu Zeit "belohnt": Wenn sie (in Ermangelung anderer Mädchen) in ihrer Eigenschaft als Frau gebraucht werden, sind die Schülerinnen für diese Hinwendung besonders dankbar, wie die folgenden beiden Äußerungen zeigen:

J: *"Sehr schön war, als es die Fußballmeisterschaften gab, und unsere HTL hat auch mitgespielt. Und alle haben mich gefragt: Gehst eh´ mit zuschauen und so. So in der Art, wenn Du zuschaust, dann gewinnen wir. Und da habe ich mir gedacht, das war schon lieb. Und jetzt bei der Abschlußfeier auch, sie haben gesagt ich soll kommen. Aber ich darf halt nicht. ... ich wäre das einzige Mädchen."*

O: *"Lustig war natürlich der Schikurs. Man genießt das natürlich schon, wenn man am Abend fortgeht und gefragt wird, gehst mit oder machst du mit. Das war super... "*

A: "In der Klasse verarschen sie dich meistens die ganze Zeit. Aber so sind eh die meisten recht nett."

2. Erstes Schuljahr an der HTL

In den Schülerinneninterviews wurde immer wieder betont, daß besonders das erste Jahr an der HTL für die Schülerinnen schwierig sei. Im folgenden soll untersucht werden, ob dies in der Mehrzahl der Fälle zutrifft und worin diese Schwierigkeiten bestehen.

Ein Drittel der Schülerinnen (aber nur halb so viele Schüler) geben an, im ersten Schuljahr des öfteren traurig oder deprimiert gewesen zu sein (stimme voll bzw. großteils zu).

Die Schwierigkeiten der Schülerinnen im ersten Schuljahr scheinen nicht nur insgesamt größer als jene der Schüler zu sein, sondern sie sind auch hinsichtlich der genannten Begründungen stärker ausgeprägt:

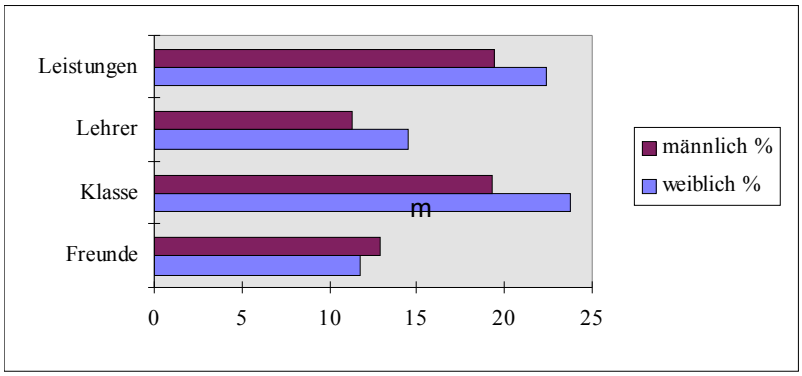
Tabelle 5: Erstes Schuljahr an der HTL. Gründe für das Mißbehagen

Im ersten Schuljahr in der HTL war ich öfter deprimiert oder traurig. Gründe dafür waren	weiblich		männlich		Mean	
	n	%	n	%	weiblich	männlich
Freunde aus der AHS/HS haben gefehlt	9	11,8	8	12,9	3,088	2,955
Schwierigkeiten in der Klasse	18	23,7	12	19,3	2,556	2,476
Schwierigkeiten mit Lehrern	11	14,5	7	11,3	3,000	3,143
Leistungen entsprachen nicht den Erwartungen	17	22,4	12	19,4	2,639	2,522

Vierstufige Ratingskala. Die Werte 1 und 2 (stimmt voll und stimmt großteils) wurden aufsummiert.

Missing männlich n = 40 (64,5%), weiblich 41 (53,9%). Die Prozentwerte beziehen sich auf die Gesamtstichprobe.

Diagramm zu Tab.5: Gründe für das Mißbehagen im ersten Schuljahr



Die Gründe sind in etwa bei Burschen und Mädchen dieselben: zum einen entsprechen die schulischen Leistungen nicht den Erwartungen, zum anderen gibt es Schwierigkeiten innerhalb der Klasse. Großklassen und Leistungsdruck verstärken Aggressionen innerhalb der Schulklassen. Schülerinnen sind allerdings stärker belastet als Schüler. Speziell bei Schuleintritt leiden sie unter der unpersönlichen Gesamtsituation. Zur Isolation in ihrer Minderheitensituation kommen die gegen sie als Mädchen gerichteten Aggressionen ihrer Mitschüler, die sie oft völlig unvorbereitet treffen. Einige Interviewaussagen verdeutlichen die Schwierigkeiten der Schülerinnen in den ersten Klassen.

O: *"Eher am Schulanfang die Unsicherheit, man kennt die Leute nicht und man wird auch irgendwie dumm angschaut. Jedesmal wenn ein neuer Lehrer kommt, wieviele Mädchen haben wir, wo sind denn die, die werden dann ausgefragt, warum sie da gehen wollen, und so weiter, das zipft einem dann an. Am Anfang war ich mir da ziemlich unsicher, aber das gibt sich dann nach ein zwei Monaten."*

A: *"In der Klasse verarschen sie dich meistens die ganze Zeit.*

T: *"Im ersten Jahr war es so, daß sie gesagt haben, ihr Mädchen, ihr habt ja keine Ahnung, wir sind die Mehrheit. Heuer ist es schon besser. Im ersten Jahr hat man schon schauen müssen, daß man seinen Willen durchbringt."*

V: *"In der ... Klasse war die Klassengemeinschaft sehr schlecht gewesen und ich hatte gesundheitliche Schwierigkeiten."*

W: *"Am Anfang war es ein bißchen erschreckend. Sehr erschreckend. In der ersten Woche wollte ich schon aufhören. ... Es ist so plötzlich gekommen. Das Schulhaus war irrsinnig groß. Ganz allein kam ich mir da verlassen vor. Da hat man sich auf niemanden stützen können. Ich habe niemanden gekannt. ... Dann habe ich mit meiner Mutter darüber gesprochen. Sie hat gesagt, ich soll bis Weihnachten durchhalten und dann entscheiden."*

3. Werkstätten

Die Schülerinnen haben in der HS/AHS im allgemeinen nicht, wie ihre männlichen Kollegen, am Unterricht in Technisch Werken teilgenommen und mit Werkzeugen auch zu Hause häufig kaum oder keinen Kontakt gehabt. Die von etwa einem Viertel der Schülerinnen geäußerte Angst vor den Werkstätten vor dem Eintritt in die HTL ist daher bei den Schülerinnen stärker vorhanden als bei den Schülern (vgl. Kap.III/4). Darauf scheinen die Werkstättenlehrer allerdings auch Rücksicht zu nehmen, was die Schüler dazu veranlaßt, zu meinen, die Schülerinnen würden hier bevorzugt behandelt (vgl. Kap.IV/8.). Die Schülerinnen meinen, daß sie zumindest, was die Beurteilung anlangt, genauso wie ihre männlichen Kollegen behandelt werden. Auf die Frage, was in der HTL besonderen Spaß macht, gaben die Schülerinnen in den Interviews sehr häufig die Arbeit in den Werkstätten an. Mehr als 30% der Schülerinnen (und Schüler) besuchen die Werkstätte sehr gerne,

Werkstätten spielen auch eine besondere Rolle in Hinblick auf sexuelle Aggressionen seitens der Mitschüler (vgl. Kap. IV/5). Die Schülerinnen arbeiten häufig allein in Burschengruppen und verlieren damit den Schutz ihrer Schulkolleginnen.

Wieviel Freude der Werkstättenunterricht den Schülerinnen macht, wo aber auch die anfänglichen Ängste der Schülerinnen liegen, zeigen die folgenden Interviewausschnitte:

Zu den Anfangsschwierigkeiten im Werkstättenunterricht:

A und B: *"Ich hab die Sachen vorher nicht in der Hand gehabt, aber jetzt geht das eh schon besser. Die Burschen haben sich am Anfang geschickter angestellt. Bei der Drehmaschine, ich habe mich da ja voll nicht ausgekannt. Die haben alle so großgoschert getan.... Die Burschen geben sich so, als wären sie die Experten, und die Mädchen seien diejenigen, die keine Ahnung hätten."*

I: *"Ja bei den großen Maschinen habe ich mich schon gefürchtet, aber jetzt geht das schon besser."*

K: *"Ich hatte keine Voraussetzungen, ich mußte lernen, wie man einen Hammer hält..."*

W: "*In der Werkstatt, am Anfang wußte ich nicht, ob ich das kann, was dort verlangt wird. Und die ersten Tage waren wirklich hart. Ich war doch auch körperlich schwächer. Aber dann bin ich draufgekommen, daß die Burschen auch nicht mehr können. Dort, wo man wirklich Muskel braucht, hat mir der Lehrer geholfen und mir Tricks verraten, wie es einfacher geht."*

Zur Freude am Werkstättenunterricht:

D und E: *Auf die Frage was im Verlaufe ihrer HTL-Schulzeit besonderen Spaß gemacht hat: "In der ersten Klasse die Werkstätte".*

K: *"Mich hat das interessiert, dann kann ich auch zu Hause etwas machen, mit dem Moped oder irgendwo. Das braucht man immer wieder. Das gefällt mir sehr gut."*

M: *"Praktisch ist das viel interessanter als theoretisch. Spaß macht es, die Kabel zusammenzuschließen und am schönsten ist es am Schluß zu sehen, daß alles funktioniert."*

Die Schülerinnen äußern häufig, daß sie froh darüber sind, wenn sie speziell in den ersten beiden Klassen, in ihrer Arbeitsgruppe auch ein Mädchen haben:

O: *"... wie das ist in der Werkstatt ist, zu sechst sitzen, als einziges Mädchen, da bin ich immer zu zweit mit einer Freundin, das geht sich mit dem Alphabet gut aus."*

Die Schülerinnen haben im allgemeinen den Eindruck, z.B. beim Aufräumen der Werkstatt bevorzugt zu werden, vielleicht auch die einzelnen Schritte genauer erklärt zu bekommen, aber im allgemeinen genauso wie die Buben benotet zu werden. Selten, aber hin und wieder haben die Schülerinnen, allerdings auch den Eindruck, besser als die Burschen benotet zu werden:

4. Ängste

Das Leben von Schülerinnen und Schülern ist oftmals mit Ängsten verbunden: Ängsten vor Prüfungen, Schularbeiten, Lehrern, Ängsten vor Aggressionen der MitschülerInnen. Die folgende Tabelle zeigt, daß HTL-Schülerinnen davon insgesamt stärker betroffen sind als ihre männlichen Kollegen:

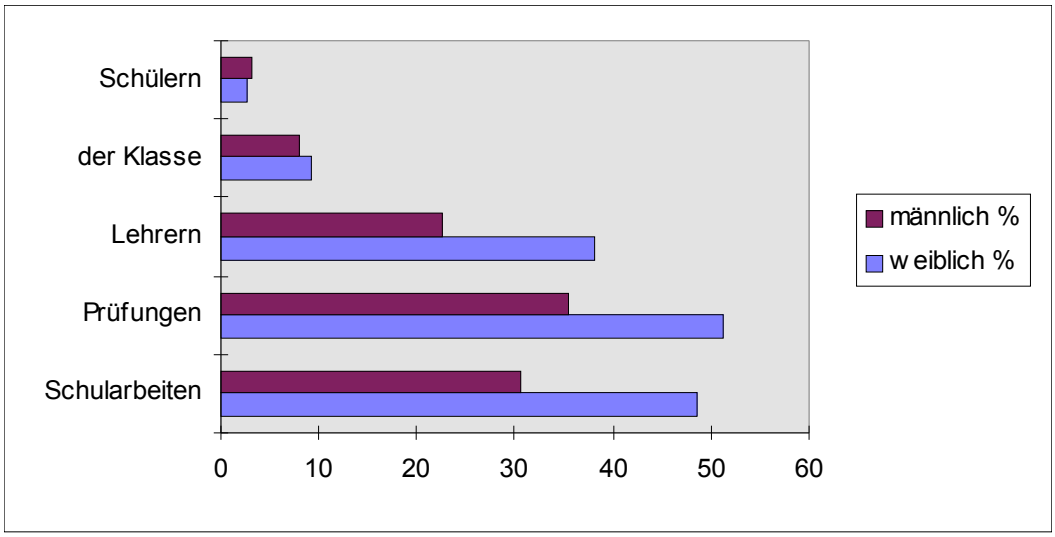
Tabelle 6: Ängste

Ich habe Angst vor	weiblich		männlich		Mean	
	n	%	n	%	weiblich	männlich
Schularbeiten	37	48,6	19	30,6	2,592	2,967
Prüfungen	39	51,3	22	35,5	2,386	2,800
bestimmten Lehrern	29	38,1	14	22,5	2,878	3,211
der Klasse	7	9,2	5	8,1	3,657	3,667
Schülern	2	2,6	2	3,2	3,871	3,842

Vierstufige Ratingskala. Die Werte 1 und 2 (stimmt voll und stimmt großteils) wurden aufsummiert.

Missing männlich n = , weiblich n = 6/2/6/6. Die Prozentwerte beziehen sich auf die Gesamtstichprobe.

Diagramm zu Tab.6: Ich habe Angst vor ...



HTL-Schülerinnen haben auf die Schulsituation bezogen mehr Angst als HTL-Schüler: vor Schularbeiten und Prüfungen haben etwa 50% der Schülerinnen Angst, vor Lehrern immerhin 40%, vor der Situation in der Klasse etwa 10%. In allen genannten Fällen sind die Ängste der Schülerinnen stärker ausgeprägt als die der Schüler: Schülerinnen haben signifikant mehr Angst vor Schularbeiten, mündlichen Prüfungen (w 51%, m 36%) und vor dem Unterricht bei bestimmten Lehrern (w 38%, m 22,5% antworten mit trifft voll bzw. großteils zu). Die Situation innerhalb der Klasse macht etwa 30% der SchülerInnen in mehr oder weniger hohem Ausmaß zu schaffen, Angst vor anderen Schülern und vor der Situation in der Klasse haben insgesamt 8 Schülerinnen (und 11 Schüler).

Ängste können nicht nur zu einer Verminderung der Leistungsfähigkeit und der Leistungsmotivation führen. In manchen Fällen sind diese Ängste so stark, daß sie psychosomatische Auswirkungen haben: Ein Drittel der Schülerinnen (m 16%) gibt an, daß es in ihrer Schullaufbahn ein Schuljahr gegeben habe, indem sie besonders häufig krank waren. Etwa 40% der Schülerinnen (m 14%) geben an, daß es Zeiten gibt, wo sie vor dem Schulbesuch "Bauchweh" hätten oder sich sonst irgendwie krank fühlten."

Etwa ein Viertel der befragten Schülerinnen, aber nur 7,3% % der Schüler haben Angst vor bestimmten Lehrern und leiden gleichzeitig unter psychosomatische Störungen. Insgesamt ist auch das Vertrauen zu Lehrern bei Burschen etwas stärker ausgeprägt als bei Mädchen: etwa ein Viertel der Burschen, aber nur etwa 15% der Mädchen würden sich bei Schwierigkeiten an einen Lehrer wenden.

5. Aggression gegen Mädchen

Wie die Analyse der Ängste der Schülerinnen und deren Eltern vor dem Schuleintritt gezeigt hat, steht neben der Frage der Leistung die Angst vor der Situation, einziges Mädchen in einer Klasse zu sein, im Vordergrund. Ängste vor Isolation in Verbindung mit sexistischen Aggressionen der Mitschüler spielen - nachdem eine technische Ausbildung in die engere Wahl gezogen wird - daher auch eine zentrale Rolle bei der Schulwahl.

Der in diesem Kapitel behandelte Teil des Fragebogens wurde ausschließlich von Schülerinnen beantwortet.

Tabelle 7: Sexuelle Belästigung (item D32 und D33)

Das passiert ...	Burschen gebrauchen in meiner Gegenwart ordinäre Worte		Burschen sprechen mich direkt in einer Form an, die "unter der Gürtellinie liegt"	
	n	**%**	**n**	**%**
häufig	31	40,8	8	10,5
manchmal	38	50,0	33	43,4
sehr selten	7	9,2	26	34,2
nie	-	-	9	11,8

v.p.; missing weiblich n = 0

Tabelle 8: Sexuelle Belästigung (item D34 und D35)

	Wenn man sich nicht wehrt, kann es passieren, daß Burschen zudringlich werden		Ich wurde zumindest einmal von Burschen gegen meinen Willen angegriffen	
	n	**%**	**n**	**%**
stimmt /ja	10	13,2	16	21,2
habe davon gehört	28	36,8	-	-
passiert nicht/nein	37	48,7	59	77,6

v.p.; missing weiblich n = 1/1

Diagramm zu Tab.8: Sexuelle Belästigung (item D34 und D35)

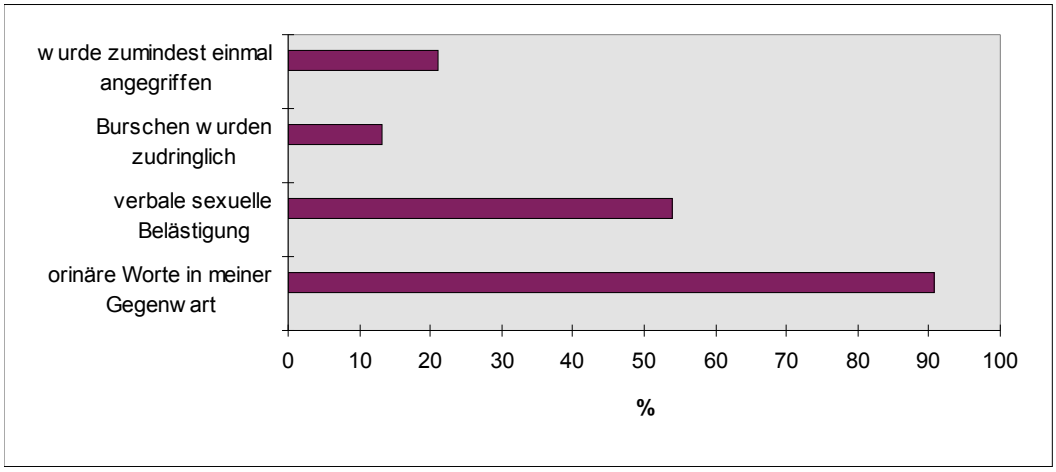


Tabelle 9: Sexuelle Belästigung (item D32 bis D35)

	n	**%**
Burschen gebrauchen manchmal/häufig ordinäre Worte	69	90,8
Burschen sprechen mich in dieser Form direkt an	42	53,9
Burschen werden zudringlich	10	13,2
Ich werde mindestens einmal gegen meinen Willen angegriffen	16	21,2

Tabelle 10: Sexuelle Belästigung (item D36 , D37, D38, D40)

	n	**%**
In den ersten Schuljahren waren solche Vorfälle häufiger	15	19,7
Es waren hauptsächlich die Burschen der anderen Klassen	18	23,7
Derartige Belästigungen gibt es heute innerhalb der Klasse nicht mehr	54	71,1
Ich kann heute derartige Belästigungen verhindern (item D40/4)	52	68,4

Tabelle 11: Sexuelle Belästigung (item D39)

	n	%	v.p.	stimmt nicht	missing
Wenn es derartige Vorfälle gibt so ist das				n	n
... in der Werkstatt	28	36,9	41,8	24	9
... in den Pausen	42	55,3	60,9	16	7
... in den Stunden	16	21,1	24,2	39	10
... außerhalb der Schule	21	21,1	31,8	33	10
Ich weiß nichts von derartigen Vorfällen	19	25	34,5	24	21

Vierstufige Ratingskala. Die Werte 1 und 2 (stimmt voll und stimmt großteils) wurden aufsummiert.

Diagramm zu Tab.11: Sexuelle Belästigung (item D39)

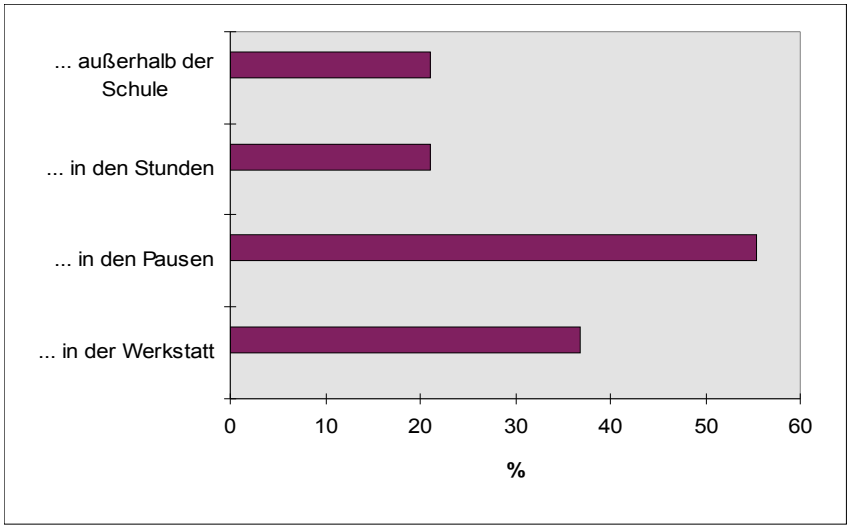


Tabelle 12: Abwehrverhalten (Item D41)

Ich habe mich gegen derartige Belästigungen gewehrt, indem ich ...	stimmt		stimmt großteils		stimmt ein wenig		stimmt nicht	
	n	v.p.	n	v.p.	n	v.p.	n	v.p.
so getan habe, als würde ich die Bemerkungen nicht hören	16	28,1	12	21,1	11	19,3	18	31,6
in derselben Form zurückgeantwortet habe	34	54	17	27	7	11,1	5	7,9

missing n = 19/13 (25% / 17,1% aller Schülerinnen)

Vierstufige Ratingskala. Die Werte 1 und 2 (stimmt voll und stimmt großteils) wurden aufsummiert.

Tabelle 13: Verhalten der Lehrer bei verbalen oder körperlichen Übergriffen gegen Schülerinnen (Item D46)

	weiblich		**männlich**		**gesamt**	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Die Lehrer merken nichts davon	27	35,5	15	24,2	42	30,4
Die Lehrer merken es, aber reagieren nicht	21	27,6	7	11,3	28	20,3
Ein Lehrer hat dieses Problem einmal angesprochen	33	43,4	15	24,2	48	34,8

missing: weiblich n = 13/16/9 (11,8 % bis 17,9%), männlich n=31/34/33 (ca. 50% bis 54,8%)

Tabelle 14: Vertrauenslehrerin (item D43, item D44 und D45)

	weiblich	
	n	%
Es gibt an der Schule eine Vertrauenslehrerin		
stimmt	19	25
stimmt nicht	3	3,9
weiß ich nicht	48	63,2
Ich könnte mir vorstellen, wenn ich Schwierigkeiten habe, eine Vertrauenslehrerin aufzusuchen	25	32,9
Bei derartigen Schwierigkeiten kenne ich eine/n Lehrer/in, an die ich mich wenden könnte	45	59,2

Etwa 40% aller befragten Schülerinnen geben an, daß Burschen in ihrer Gegenwart häufig ordinäre Worte gebrauchen, weitere 50% sagen, daß dies manchmal geschehe. [absolute Häufigkeit hier anzugeben erscheint sinnlos, da es auf das subjektive Empfinden der Mädchen ankommt]. In dieser Form *direkt* verbal attackiert werden (item D33), mehr als die Hälfte der Mädchen häufig oder zumindest manchmal, nur 12% ist dies nie passiert.

Etwa die Hälfte der Mädchen meint, daß es passieren kann, daß "Burschen auch zudringlich werden, wenn man sich nicht wehrt" (item D34). Ein Fünftel der Mädchen wurde gegen ihren Willen körperlich angegriffen. Dies geschehe in den ersten Jahren häufiger: etwa 70% der Schülerinnen geben an, derartige Belästigungen verhindern zu können und heute innerhalb der Klasse keine Schwierigkeiten mehr zu haben (item D37). Etwa ein Viertel sagt, daß sie in der Hauptsache von Burschen anderer Klassen belästigt werden.

Bei genauerer Befragung gibt etwa ein Fünftel der Mädchen an, von derartigen Belästigungen nichts zu wissen (bzw. sie werden als solche nicht wahrgenommen) (item D39 und 41). Ein Fünftel der Schülerinnen gibt an, daß sie auch während des Unterrichts belästigt werden (stimme voll bzw. großteils zu), mehr als ein Drittel geben die Werkstätten an (stimme voll bzw. großteils zu). Der Großteil der Übergriffe (60%) passiert in den Pausen (stimme voll bzw. großteils zu). Wichtig wäre es in diesem Zusammenhang, Werkstättenleiter entsprechend zu sensibilisieren, die Arbeitsgruppen in den Werkstätten so zu gliedern, daß Mädchen maximal geschützt werden.

Etwa die Hälfte der Mädchen gibt an, sexuelle Aggressionen gegen ihre Mitschülerinnen zwar beobachtet zu haben, aber da noch nie Probleme gehabt zu haben. Sie könnten sich "durchsetzen". Etwa 10% haben derartige Vorfälle nie beobachtet. 40% geben allerdings zu, diesbezüglich Probleme zu haben oder zumindest gehabt zu haben.

Der Anteil der Schülerinnen, die angeben hier nie Probleme gehabt zu haben (item D42), ist in den Klassen mit mehr als drei Mädchen signifikant am höchsten (76,5%), bei einem Mädchen in der Klasse beträgt er 33,3%, bei zwei Mädchen 37,5%. In Klassen mit mehr Schülerinnen nehmen die sexuellen Aggressionen ab, bei etwa fünf Schülerinnen/Klasse werden sie, wie die

Interviews zeigen, entweder von den Schülerinnen überhaupt nicht mehr wahrgenommen bzw. sie unterscheiden sich in ihrem Ausmaß nicht mehr von dem, was Schülerinnen auch in ihrer außerschulischen Umgebung gewohnt sind. Umgekehrt bedeutet dies, daß etwa zwei Drittel der Schülerinnen, die allein oder zu zweit in der Klasse sind, lernen müssen, mit derartigen Aggressionen zurechtzukommen. Vor allem für Schülerinnen, die allein damit zurechtkommen müssen, entweder weil sie allein in der Klasse sind, oder weil sie mit ihrer Kollegin keine Gesprächsbasis haben, ist dies eine außerordentliche Belastung.

Etwa 70% der Schülerinnen betonen, heute mit diesem Problem zurechtkommen. Dieses Image der Unverwundbarkeit wird auch durch andere Aussagen bestätigt. Die Mädchen geben sich häufig stark und unverwundbar, weil sie einerseits wissen, daß diese Strategie in der Auseinandersetzung mit den Schulkollegen hilfreich ist, sie andererseits in ihrer exponierten Position glauben, dieses Image wahren zu müssen. Wenn sie ihre Verletzbarkeit zeigen, werden sie auch härter attackiert. Wenn es nicht gelingt, mit diesem Problem fertig zu werden, suchen sie die Schuld bei sich. [Vgl. Interviewaussagen]. Dies entspricht der Einstellung, wenn es um Verletzungen von Frauen geht, mögliche Schuld nicht beim Täter, sondern beim Opfer zu suchen.

Wie unterschiedlich die Schülerinnen sexuelle Aggressionen erleben, zeigen die folgenden Interviewausschnitte:

C: *"Es war an sich harmlos, aber es ist trotzdem unangenehm. Ich war doch das einzige Mädchen und da lachen noch die anderen. ... Man kann sich dann gar nicht auf den Unterricht konzentrieren."*

R: *" ... es kommt immer darauf an, mit wem man zusammen ist. In der Gruppe sind sie immer stärker, wenn man mit einem allein ist, ist der total in Ordnung, aber wenn sie zu zweit sind, führen sie sich total blöd auf."*

S: *"Ja schon auch, so wie halt Burschen miteinander reden, so wird auch mit uns geredet. Das war früher allerdings noch stärker. Ich bin das gewohnt, ich bin zu Hause in der Ortschaft auch meistens mit Burschen zusammen."*

X: *"Ordinäre Witze o.ä. gibt es öfter, aber sie sind nicht ernst zu nehmen. Schulkollegen machen das, um mich zu provozieren oder eine Diskussion über ein Thema einzuleiten. ´Schau mal ob sie einsteigt.´ Diese Witze kommen auch bei Professorinnen, die sie nicht leiden können."*

V: *"Wenn man sich allein unterhalten hat, war alles in Ordnung, aber kaum ist ein zweiter oder dritter dazugekommen. In der ersten Klasse, die haben unter die Gürtellinie geschlagen, wo es nur gegangen ist. Man war total unvorbereitet immer wieder, weil man sich ja allein mit ihnen gut unterhalten hat. Aber das hat nicht nur mich betroffen, sondern alle."*

O: *"... am Anfang habe ich mir gedacht: Über so etwas können die lachen? Pervers. Ordinär. Am Anfang kann man darüber nicht lachen, aber jetzt lach ich drüber. ... Es ist nicht so arg, aber zweideutige Sachen sind irrsinnig oft. Jetzt mach ich halt auch mit. Jetzt red ich über das andere Geschlecht, genau so wie sie über uns reden. Es ist jetzt nicht so arg, aber am Schulanfang war es irgendwie ungut, nach dem Schikurs war es besser, denn da lernt man sich besser kennen. Die Lehrer merken nichts davon, denen ist das auch vollkommen egal. ... Es ist nicht so, daß sie mich jetzt total fertig machen, es ist nur das allgemeine Reden, sie nehmen auch keine Rücksicht, sie reden einfach ihre dummen Sachen daher, egal ob es mich stört oder nicht stört. Auch wenn ich das nicht so gut finde, das ist ihnen egal, die reden weiter. Mittlerweile ist mir das auch egal, sollen sie reden was sie wollen.*

Die Interviewaussagen geben auch bereits Hinweise darauf, welche Strategien die Schülerinnen entwickeln, um die Situation zu bewältigen (*item D41;* bei dieser Frage gibt es

etwa 20-25% missings, das entspricht in etwa jenem Prozentanteil der Schülerinnen, die mit diesem Problem in ihrer Schulzeit kaum konfrontiert wurden). Die Mädchen reagieren je nach Situation. Häufig tun sie so, als hätten sie entsprechende Bemerkungen nicht gehört. Der Großteil der Mädchen (etwa 75%) aber wehrt sich, indem die Mädchen in derselben Form antworten, d.h. die Burschen in derselben Weise attackieren. Die Burschen sind dann - wie u.a. aus einem Interview mit einem Schüler hervorgeht - erstaunt, die Mädchen nicht mehr in der Opferrolle zu finden, schrecken zurück und verlieren die Lust an weiteren Angriffen. Die Schülerinnen geben an, dieses Verhalten in der HTL "gelernt" zu haben. Die Burschen klassifizieren dieses Verhalten in der Folge als unweiblich, HTL Schülerinnen seien daher weniger attraktiv (Vgl. Kap IV/9.1).

J: *"Teilweise schon. Aber da gibt es nichts. Das lassen wir uns nicht gefallen. Ich jedenfalls nicht." "Meistens ist das ja in der Werkstatt. Da sind wir nicht zusammen. Man fragt sich: Gibt es das, daß er so alt ist wie wir? Die Lehrer, die merken nichts davon."*

K: *"Nein, und wenn es wirklich einmal vorkommt, nimmt man das eher gelassen und sagt das gleiche nur auf eine andere Art wieder zurück. Wenn man nichts drauf sagt, dann ist man selber schuld. Wenn man eher ruhig ist muß man sich sicher mehr gefallen lassen. Aber wenn man es gleich kalt-warm zurückgibt, dann .... Dann wissen sie wie sie dran sind und wissen wieweit sie gehen dürfen. Eine von uns ist eher ruhiger." Dort gehen die Burschen weiter? "In gewisser Weise ja. Aber sie wissen, wo die Grenze ist."*

Die Schülerinnen betonen immer wieder, wie wichtig es ist, selbstsicher zu sein und selbstbewußt aufzutreten.

V: *Ihre Schulkollegin ist mit der Situation gut zurechtgekommen: "Sie ist wortgewandt, schlagkräftig, kann sich gut zur Wehr setzen."*

B: *"Ich hab da noch nie Probleme gehabt. Ich kann mich durchsetzen.*

35,5% der Schülerinnen meinen, die Lehrer merken nichts, bzw. wenn sie etwas merken, reagieren sie nicht (27,6%). In etwa der Hälfte der Fälle ist dieses Problem zumindest einmal im Laufe der Schulzeit angesprochen worden. Etwa die Hälfte der Schülerinnen (43,3%) hat dies noch nie erlebt. Die Beobachtungen der Burschen bestätigen die Aussagen der Mädchen. Auch in diesem Zusammenhang wäre es wichtig, daß LehrerInnen für entsprechende Vorgänge sensibilisiert werden, lernen sie wahrzunehmen. Für die Schülerinnen kann es bereits eine Hilfe bedeuten, wenn ihre Situation von LehrerInnen angesprochen und damit öffentlich gemacht wird.

C:*"Es war hauptsächlich in den Pausen. Einmal war es während des Unterrichts. Der Lehrer hat nicht geschaut, weil es da immer so zugeht. Er hat deshalb auch darauf nicht reagiert."*

O: *"Vertrauenslehrerin? Ich wüßte nicht, was ich mit der besprechen sollte, ich brauch keine. Ich könnte ihr erzählen, daß unsere Burschen Witze machen, die ich nicht lustig finde, aber da kann man nichts machen."*

R:*"... Da war ein Mädchen dabei, das hat die falsche Schulwahl getroffen, die haben sie zwischendurch auch fertig gemacht." Und die Lehrer? "Die Lehrer haben sie eher bevorzugt. Sie hat auch das Gespräch mit den Lehrern gesucht."*

U: *"Sexuell belästigt wurden sie vor allem innerhalb der Klasse in der ersten Klasse: z.B. ob das mein Freund ist, was wir in der Nacht so treiben usw. Zuerst habe ich nicht gewußt, wie ich reagieren soll. Dann habe ich selber blöde Bemerkungen gemacht, dann haben sie mitbekommen, wie unangenehm das ist und haben einige Zeit aufgehört. Einzeln sind sie ja erträglich, aber in Gruppen war es schlimm. Das haben wir ihnen einmal gesagt, dann war es besser. Die Lehrer haben das schon zum Teil mitbekommen und haben ihnen gut zugeredet*

und ihnen gesagt, sie sollen froh sein, daß Mädchen in der Klasse sind. Das hat auch etwas gebracht."

Z: *"In der ersten Klasse waren wir zu zweit unter siebenunddreißig. Die Buben haben dann blöd geredet, mich einmal beim Fenster hinausgehalten. Die Lehrer, denen ich das erzählt habe, haben das nicht geglaubt. Eine Lehrerin hat sogar gemeint, ich hätte das provoziert." "Mit meiner besten Freundin habe ich darüber geredet. Ich habe auch mit den Buben darüber geredet. Aber während ich geredet habe, haben sie wieder blöde Bemerkungen gemacht. Da habe ich gesehen, das bringt nichts." Jetzt geht es besser. Ein Teil der Burschen, die besonders aggressiv waren, hat die Schule verlassen. Wenn jetzt noch hin und wieder "blöde" Bemerkungen kommen, ignoriert sie diese oder "ich sag auch irgend etwas Blödes zurück". Von den Lehrern wurde bisher auf dieses Thema nicht eingegangen, auch nicht vom Klassenvorstand.*

Neben den hauptsächlich verbal ausgetragenen direkten sexuellen Belästigungen müssen die Schülerinnen auch mit sexistischen Äußerungen der Schüler zurechtkommen.

F: *Größere Schwierigkeiten hatte sie erst in der dritten Klasse: "Das war das letzte Halbjahr, ... ´Mädchen in der Technik´ usw."*

G: *"Die Burschen merken das gar nicht, wenn sie verletzend sind, sie haben das Gespür dafür nicht. Wenn sie einem z.B. auf Gewicht oder Figur ansprechen. Sie merken dann nicht daß sie verletzen, wenn man zu ihnen etwas derartiges sagt, berührt sie das überhaupt nicht. Ich versuche es ihnen dann zu erklären. Bei manchen nützt das nichts, die sind echt ätzend, gegen die Burschen genauso wie gegen uns. ... Da habe ich erst damit umgehen lernen müssen. Hätte ich das nicht gelernt, wäre ich nicht mehr an der Schule. In der ersten und zweiten Klasse sind die Klassen sehr groß, da sind viele in der Klasse, die nur ein neuntes Schuljahr wollen, sich für die Sache nicht interessieren und es ist noch keine Klassengemeinschaft da, man kennt sich gegenseitig noch nicht so gut. Da gab es immer wieder welche, die gemeine Bemerkungen machten und da war ich manchmal echt verzweifelt. Aber das hat sich später gelegt. Einige Burschen haben mir auch geholfen."*

V: *"oder man begann, mich wegen meiner Stimme zu verarschen."*

Y: *"Und die blöden Bemerkungen der Buben waren schon extrem. Wegen des Aussehens, wegen der Kleidung. Auch ordinäre Sachen. Das hat sich jetzt gelegt. Wir haben das dann auf dieselbe Tour gemacht. Und sie haben auch bemerkt, daß das unangenehm ist."*

O: *"Zum Beispiel über meine Frisur, dann sagen Sie, ... Aber ich kann über solche Dinge lachen, das hat mich noch nie gestört. Ich sag dann oft auch etwas Entsprechendes zurück.... Es kommt selten vor, aber wenn es vorkommt, es ärgert mich nicht aber ich mach mir meine Gedanken."*

Selten haben Schülerinnen den Eindruck, daß auch Bemerkungen der Lehrer gegen sie gerichtet sein könnten:

G: *" Ich habe dann in der ... Klasse zwanzig Kilo abgenommen und ich trug dann auch kürzere Röcke. Einige Lehrer haben dann Bemerkungen gemacht, auch in anderen Klassen. Einer hat gemeint, ich glaube, ich könne mit einem kurzen Rock und einem netten Augenaufschlag alles bei ihm erreichen. Ich war damals beim Direktor und er mußte sich entschuldigen."*

O: *"Es gibt auch Lehrer, die blöde Witze zum Erzählen haben, und in einer Klasse, wo Mädchen sind, verkneifen sie sich diese Witze dann, das ist ganz klar."*

Tabelle 15: Selbstbewußtsein (item D47)

Während der HTL-Zeit habe ich mich verändert ...	weiblich		männlich		gesamt		v.p.	
	n	%	n	%	n	%	w	m
Ich bin selbstsicherer geworden 2	69	80,8	55	88,7	124	89,8	93,2	90,2
Ich kann meine Interessen Lehrern gegenüber besser vertreten 6	51	67,1	48	77,4	99	71,8	70,8	78,7
Ich kann besser mit Burschen reden 5	52	68,4	-	-	-	-	71,2	-
Ein wenig mehr Selbstbewußtsein könnte ich gut brauchen 4	25	32,9	17	27,3	42	30,4	35,7	29,3

missing: weiblich n = 2/4/3/6, männlich n= 1/1/-/4. Vierstufige Ratingskala. Die Werte 1 und 2 (stimmt voll und stimmt großteils) wurden aufsummiert.

Die Mädchen betonen in ihrer HTL-Zeit an Selbstsicherheit gewonnen zu haben. Dies bestätigen nachfolgende Aussagen aus Interviews:

***C**: Ich war früher weicher, durch die Schule bin ich ziemlich hart geworden."*

***F:** "Ich bin nicht mehr so naiv, habe mehr Menschenkenntnis. Ich bin selbstbewußter, ich habe mich zu wehren gelernt."*

***S:** "Ich bin selbstbewußter, ich kann mich besser durchsetzen."*

Dennoch meint etwa ein Drittel der Schülerinnen, etwas mehr Selbstsicherheit könnten sie gut gebrauchen. Innerhalb der Klasse und Lehrern gegenüber treten Burschen tendenziell etwas selbstsicherer auf. Praktisch alle Mädchen meinen auch, sie verstünden die Burschen nun besser, nur in wenigen Fällen ist dies nicht der Fall.

6. Lehrer-Schüler Verhältnis in Hinblick auf die Situation der Mädchen

Wie bereits in den vorhergehenden Kapiteln erwähnt, ist es für die Schülerinnen besonders wichtig, in schwierigen Situationen Verständnis und Hilfe bei LehrerInnen zu finden. Darüber hinaus wollen sie nicht bevorzugt behandelt werden und in ihren Leistungen genauso wie ihre männlichen Kollegen beurteilt werden. Viele Lehrerinnen und Lehrer sind, wie die nachfolgenden Tabellen zeigen, tatsächlich für die Schülerinnen wichtige GesprächspartnerInnen.

Tabelle 16: Verhältnis LehrerIn-SchülerIn (item D48)

	weiblich		männlich		gesamt		mean	
	n	v.p.	n	v.p.	n	v.p.	w	m
Mit den meisten Lehrern kann man gut sprechen	53	69,7	50	80,6	103	74,6	2.079	1,871
Man wird hier von den Lehrern ernst genommen	53	70,7	49	83,1	102	76,1	1,947	1,814

missing weiblich 0/1 männlich 0/3

Vierstufige Ratingskala. Die Werte 1 und 2 (stimmt voll und stimmt großteils) wurden aufsummiert.

Etwa 70% der Schülerinnen haben mit ihren LehrerInnen ein gutes Gesprächsklima und fühlen sich von diesen ernst genommen (bei den Schülern ist dieser Prozentsatz geringfügig höher). Umgekehrt bedeutet dies allerdings auch, daß etwa 30% der Schülerinnen nicht diesen Eindruck gewonnen haben.. Dies bestätigen auch die nachfolgenden Interviewaussagen:

***K:** "Nein. Es sind so nette Lehrer da, wenn man Schwierigkeiten oder Fragen hat, da hilft jeder."*

D: *"Es ist hier lockerer, auch die Lehrer sind hier besser, wenn man Probleme hat, kann man zu den Lehrern gehen, eigentlich fast alle ... "*

N: *"Man hat mit ihnen [den Lehrern] auch privat zu tun, geht am Abend fort, so ein gutes Verhältnis zu Lehrern habe ich noch nie gehabt. Wir sind oft privat per Du, sie laden uns ein zum Essen gehn. Früher dachte man: Lehrer, um Gottes Willen, weg, hier ist das komplett anders. Viele Lehrer sind im Internat Erzieher, da hat man dann ohnedies ein anderes Verhältnis und das wirkt sich auch in der Schule aus."*

N: *"Wenn ich etwas brauche, kann ich zu einem Lehrer gehen."*

Wie auch im vorhergehenden Kapitel erwähnen die Schülerinnen immer wieder, daß sie von vielen LehrerInnen Hilfestellungen, sowohl was die Klassensituation betrifft, aber auch häufig was das Fach betrifft erhalten. Viele Schülerinnen betonen, daß sie mit Lehrern ein besonders positives Gesprächsklima hätten. Besonders positiv erleben es die Schülerinnen, wenn Lehrer deutlich sagen, daß Schülerinnen zu sehr guten Leistungen fähig sind.

S: *"Die Lehrer erzählten manchmal im Unterricht, daß es Mädchen gegeben habe, die besser seien als die Burschen. ... "*

J: *In Mechanik habe ich einen Einser und der Lehrer hat gesagt, es taugt ihm, daß in einem solchen Gegenstand ein Mädchen so gut ist."*

Tabelle 17: Bevorzugung der Mädchen durch die Lehrer (item D49)

	weiblich		männlich		gesamt		mean	
	n	v.p.	n	v.p.	n	v.p.	w	m
Die Lehrer sind zu den Mädchen im allgemeinen freundlicher als zu den Burschen	41	55,4	42	71,2	83	62,4	2,378	2,034
Die Burschen in der Klasse meinen, daß Mädchen bevorzugt werden	63	85,1	41	68,3	104	77,6	1,635	2,033
Mädchen müssen im Werkstättenunterricht weniger leisten, um dieselbe Note zu bekommen	15	21,1	27	47,4	42	32,8	3,408	2,596
Mädchen bekommen die praktischen Arbeiten öfter und freundlicher erklärt	29	39,2	34	58,6	63	47,7	2,919	2,345
Um dieselbe Note zu bekommen muß ein Mädchen mehr leisten als ein Bursch	9	12,5	5	8,3	14	10,6	3,586	3,617

missing weiblich 2/2/ 5/2/4 männlich 3/2/5/4/2

Vierstufige Ratingskala. Die Werte 1 und 2 (stimmt voll und stimmt großteils) wurden aufsummiert.

Vor allem männliche Schüler betonen, daß die Schülerinnen von den Lehrern bevorzugt behandelt werden. Sie meinen, daß die LehrerInnen zu den Schülerinnen besonders freundlich seien und ärgern die Kolleginnen damit, daß sie immer wieder betonen, daß sie auch bei Noten bevorzugt würden. Die Schülerinnen sehen dies nicht so und wollen ihre Leistungen nicht in dieser Form abgewertet sehen.

A und B: *Die Burschen haben den Eindruck, daß die Mädchen von den Lehrern bevorzugt werden und ziehen die Mädchen damit auf. A: "Die Burschen sagen, wenn ich einen Minirock trage, dann kriege ich einen Einser. Das geht die ganze Zeit dahin. Ich weiß nicht, man muß*

auch was können. Vielleicht wird den Mädchen ein bißchen was geschenkt. Aber das ist auch nicht so arg."

D: *"Die Burschen meinen, daß die Mädchen bevorzugt werden, aber ich seh das nicht so. Ich werde weder bevorzugt noch benachteiligt, das überhaupt nicht, dann noch eher bevorzugt."*

G: *" ... Im großen und ganzen ist es ausgewogen, man kriegt genauso viele Bevorzugungen wie Benachteiligungen."*

I: *"Das schon, leichter hatte ich es schon. Bei Wiederholungen, nicht so schwere Fragen und so."*

J: *In der Schule zieht sie sich betont lässig an und trägt Hosen. Kurze Röcke trägt sie zu Hause. "Schauen einem ja auch die Lehrer an. Und denken sich, die zieht das an, weil sie eine gute Note bekommen will. Ich will meine Noten ehrlich."*

Eingangs wurde erwähnt, daß etwa 30% der Schülerinnen mit LehrerInnen auch weniger gute Erfahrungen gemacht haben. Dies bestätigen auch die nachfolgenden Prozentanteile:

Tabelle 18: Vorurteile von HTL-LehrerInnen bezüglich der technischen Fähigkeiten von Schülerinnen (item D50, D51 und D52)

	weiblich		männlich		gesamt	
	n	v.p.	n	v.p.	n	v.p.
Ich habe von Lehrern gehört, Mädchen hätten an der HTL nichts verloren (D50)						
einmal	18	23,7	3	4,8	21	15,2
mehrmals	20	26,3	8	12,9	28	20,3
nie	38	50	51	82,3	89	64,5
Ich habe erlebt, daß Lehrer sagen, Mädchen seien für einen technischen Beruf nicht geeignet (D52)						
mehrmals	11	14,5	3	5,1	14	10,4
sehr selten	33	43,4	14	23,7	47	34,8
nie	32	42,1	42	71,2	74	54,8
Im Unterricht gewinne ich den Eindruck, daß Lehrer glauben, Mädchen können nicht soviel leisten wie Burschen (D51)						
manchmal	23	30,3	11	19,6	34	25,8
sehr selten	29	38,2	18	32,1	47	35,6
nie	24	31,6	27	48,2	51	38,6

missing männlich n = 0/3/6, weiblich 0/0/0

Tabelle 19: Reaktion der SchülerInnen auf frauenfeindliche Bemerkungen von Lehrern (item D53)

Derartige Bemerkungen ...	weiblich		männlich		gesamt		v.p.	
	n	%	n	%	n	%	w	m
sind eher spaßig gemeint	37	48,7	32	51,7	69	50	51,4	64
verletzen mich	31	40,8	6	9,7	37	26,8	44,3	17,1
machen mich wütend	22	29,0	9	14,5	31	22,4	33,3	23,1

missing: weiblich n = 4/6/10, männlich n= 12/27/23

Vierstufige Ratingskala. Die Werte 1 und 2 (stimmt voll und stimmt großteils) wurden aufsummiert.

Etwa 30% der Mädchen haben den Eindruck, von den Lehrern manchmal für dümmer gehalten zu werden, nur 30% meinen, daß sei nie der Fall gewesen. Auch dieses Phänomen wurde von den männlichen Schülern beobachtet, wenn auch in einem geringfügig geringerem Ausmaß. Etwa 10-30% der SchülerInnen, also auch der Burschen, sind der Meinung, daß Mädchen, wenn auch nur in einem geringfügigem Ausmaß mehr leisten müssen als die Burschen, um dieselben Noten zu bekommen. Besonders durchschnittliche und schwache Schülerinnen gewinnen den Eindruck, daß LehrerInnen glauben, sie könnten nicht soviel leisten wie ihre männlichen Kollegen. Diesen Eindruck bestätigen auch männliche Schüler.

Etwa ein Viertel der Mädchen hat von einem Lehrer einmal gehört, daß Mädchen an der HTL nichts verloren hätten, ein weiteres Viertel gibt an, dies mehrmals gehört zu haben. (Die angegebenen Prozentanteile können sich unter Umständen auf weniger als die Hälfte verringern, wenn man berücksichtigt, daß die befragten Schülerinnen und Schüler z.T. aus denselben Klassen kommen.) Derartige Bemerkungen werden von den Mädchen naturgemäß stärker registriert, aber auch etwa ein Fünftel der Burschen hat solche Bemerkungen gehört. Darüber hinaus gibt es in selteneren Fällen auch Einzeläußerungen von Lehrern, Mädchen hätten in technischen Berufen nichts verloren. Derartige Äußerungen werden häufig "spaßig" formuliert, aber etwa die Hälfte der Mädchen und etwa ein Drittel der Burschen haben den Eindruck, sie seien durchaus ernst gemeint.

Vorurteile und Mißtrauen, das manche Schülerinnen hin und wieder verspüren, kommen auch in den Interviews zur Sprache:

"Es gibt z.B. öfter den Spruch ´Ja, für ein Mädchen hast Du es ja ganz gut gemacht.´"

"Der Lehrer, der ... unterrichtet, nimmt meistens die Mädchen dran und sagt, daß die Mädchen fast nie aufzeigen und teilnahmslos im Unterricht sitzen." "... der Lehrer meint, die Mädchen seien nicht so gut wie die Burschen" Sie hat auch den Eindruck, daß der Lehrer den Mädchen bei Prüfungen schwierigere Fragen gibt als den Burschen. Andere Lehrer machen keine Unterschiede zwischen Burschen und Mädchen.

"Man erwartet direkt, daß die Mädchen doppelt so interessiert sind. Wenn man dreier und vierer hat, sind sie total erstaunt, was bei den Burschen selbstverständlich ist."

"Ein oder zwei Lehrern mußte ich erst beweisen, daß ich was kann. Aber seither ist alles in Ordnung. Ich mußte nur beweisen, daß mich die Sache genauso interessiert wie die Burschen.

"Bei mir war es letztes Jahr so, daß ich in ... drei oder vier mal drangekommen bin und andere Leute überhaupt nicht. Auch wenn sie, wie ich ein ... bekamen." R. hatte keine derartigen Erfahrungen.

"Von Lehrern gibt es hin und wieder so Bemerkungen, wie ´Frauen gehören hinter den Herd´. Das ist eigentlich lustig."

"Manche Lehrer bevorzugen Mädchen, manche sind der Meinung, daß Mädchen in der Technik nichts verloren haben. Dies wurde von einem Lehrer auch direkt geäußert: ´Frauen sollen Kinder bekommen. Sie halten den Streß in der Technik nicht aus.´ Das hatte sich auch auf die Prüfungen und auf die Noten ausgewirkt. Aber es war ein Einzelfall. So direkt war das ein Einzelfall, sonst werden eher Witze auf der Seite der Burschen gemacht.... Manche Lehrerinnen stehen dann eher auf der Burschenseite, da sie die größere Masse für sich gewinnen wollen."

"Man kann als Mädchen nicht soviel pfuschen wie die Burschen. Man muß es besser können. Man muß immer um eine Spur mehr Interesse zeigen, wenn man irgendwo herumlümmelt, wird man angestänkert, zum Burschen sagt man: Jetzt tun wir was oder so. Zum Mädchen sagt man, willst nicht mehr oder kannst nicht mehr, da sind wir immer die armen schwachen

Mädchen, wenn man einmal fünf Minuten schaut und eine Pause macht oder sonst irgend etwas. ... Man fällt mehr auf, ganz klar."

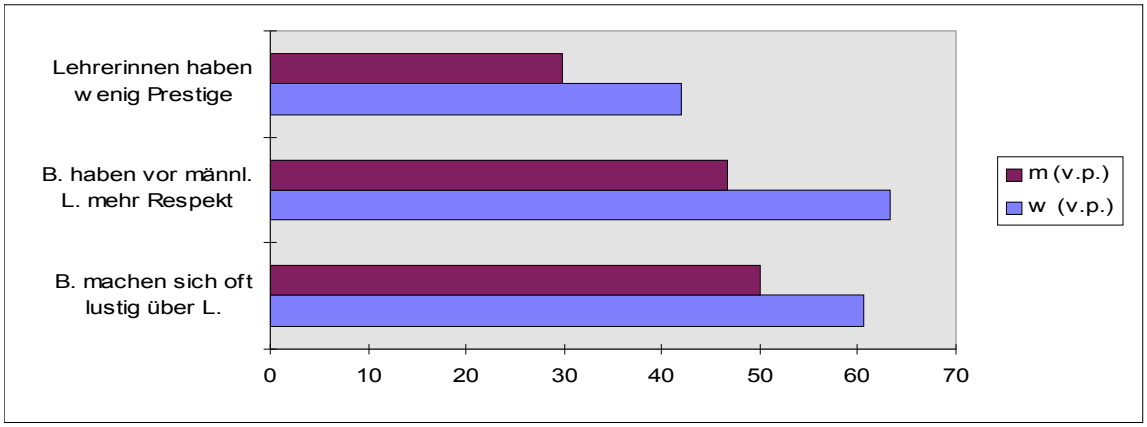
Die wenigen weiblichen Lehrerinnen haben es im Unterricht häufig schwerer als ihre männlichen Kollegen. Die Burschen machen sich über sie eher lustig, nehmen sie weniger ernst als ihre männlichen Kollegen. Etwa ein Drittel der SchülerInnnen geben an, daß Lehrerinnen an der Schule weniger Prestige haben. Nur bei etwa 30-40% der Lehrerinnen ist dies nicht der Fall.

Tabelle 20: Verhalten der SchülerInnen gegenüber Lehrerinnen (item D54)

	weiblich		männlich		gesamt		v.p.	
	n	%	n	%	n	%	w	m
Burschen machen sich über Lehrerinnen häufiger lustig als über Lehrer	46	60,6	29	46,8	75	54,3	60,5	50,0
Burschen haben vor Lehrern mehr Respekt	48	63,2	28	45,2	76	55,1	63,2	46,7
Lehrerinnen haben an der Schule wenig Prestige	29	38,2	17	27,5	46	33,1	42,0	29,8

missing: weiblich n = 0/0/7, männlich n= 4/2/5. Vierstufige Ratingskala. Die Werte 1 und 2 (stimmt voll und stimmt großteils) wurden aufsummiert.

Diagramm zu Tab.20: Verhalten von SchülerInnen gegenüber Lehrerinnen (item D54)



7 Schulhaus

Was die Schulgebäude insgesamt betrifft, zeigten sich viele Schülerinnen zunächst zwar von der Größe der Gebäude, von den Werkstätten, den Mensen etc. beeindruckt, fühlten sich aber später in der kalten und unpersönlichen Atmosphäre dieser Gebäude verunsichert.

Tabelle 21: Schulgebäude (item D79, D80, D82, D83)

	weiblich	
	n	v.p.
Mit en Damentoiletten gibt es an unserer Schule keine Probleme	50	66,7
An unserer Schule ist alles so unpersönlich	36	50
Das Schulgebäude ist sehr kalt. Es wäre schön, wenn es mehr Blumen und Bilder gebe.	43	58,9
Das Schulgebäude gefällt mir recht gut	32	44,4

missing 1/4/3/4

An einem Drittel der Schulen gibt es Probleme mit den Damentoiletten. 47% der Mädchen meinen, die Schule sei kalt und unpersönlich, aber nur etwa 8% aller Mädchen haben damit Schwierigkeiten. Etwa 42% könnten sich allerdings vorstellen, daß es schön wäre,. mehr Blumen, Bilder usw. innerhalb des Schulgebäudes zu haben.

In einem Interview erklärt eine Lehrerin, daß sie mit der Schaffung eines besonders "heimeligen" Klassenraums nicht nur bei den Schülerinnen ihrer Klasse großen Erfolg hatte. Die Frage, inwiefern persönlicher gestaltete Zonen geschaffen werden könnte, wäre ein Thema, das im SGA oder einfach innerhalb der einzelnen Klassen diskutiert werden sollte. Solche, von den SchülerInnen einer Klasse selbst gestalteten Räume, bewirken u.a. auch, ein verstärktes Zusammengehörigkeitsgefühl und ein vermindertes Aggressionspotential. Insbesondere wäre (auch von SchülerInnen) in diesem Zusammenhang auch die Frage der Zuordnung männlicher Attribute zum Begriff der Technik zu diskutieren und vielleicht auch Fragen des Zusammenhang von Ästhetik und Technik.

8. Schulleistungen in der HTL

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde auch erfaßt, wie die Schülerinnen und Schüler ihre Schulleistungen einschätzen. Zu vermuten ist, daß bei sehr guten Leistungen diese auch tatsächlich mit den Zeugnisnoten übereinstimmen, da diese im Zeugnis ausgewiesen sind.

13,5% aller befragten Schülerinnen (m: 8,1%) bezeichnen sich als sehr gute Schülerinnen, weitere 20% (m: 35,5%) als gute Schülerinnen. Der Anteil der schwachen Schülerinnen ist mit etwa 13% (m: 14%) eher gering. Daß der Anteil derjenigen Schülerinnen, die sich eher durchschnittlich bezeichnen höher ist als jener der Schüler könnte auf das geringere Selbstbewußtsein der Schülerinnen zurückzuführen sein. Dies würde auch den weiteren Ergebnissen dieses Fragebogenteils entsprechen, in dem Schülerinnen durchwegs besser abschneiden als ihre männlichen Kollegen. (Eine mit Hilfe der Landesschulräte durchgeführte umfangreichere Untersuchung in diesem Punkt wäre jedenfalls wünschenswert.)

Tabelle 22: Schulleistungen in der Selbsteinschätzung der SchülerInnen (item D65)

	sehr gut		gut		durchschnittlich		eher schlecht		sehr schlecht	
	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m
n	10	5	15	22	37	27	11	8	1	-
v.p.	13,5	8,1	20,3	35,5	50,0	43,5	14,9	12,9	1,4	-

missing weiblich n = 2

Diagramm zu Tab. 22: Schulleistungen in der Selbsteinschätzung der SchülerInnen (item D65)

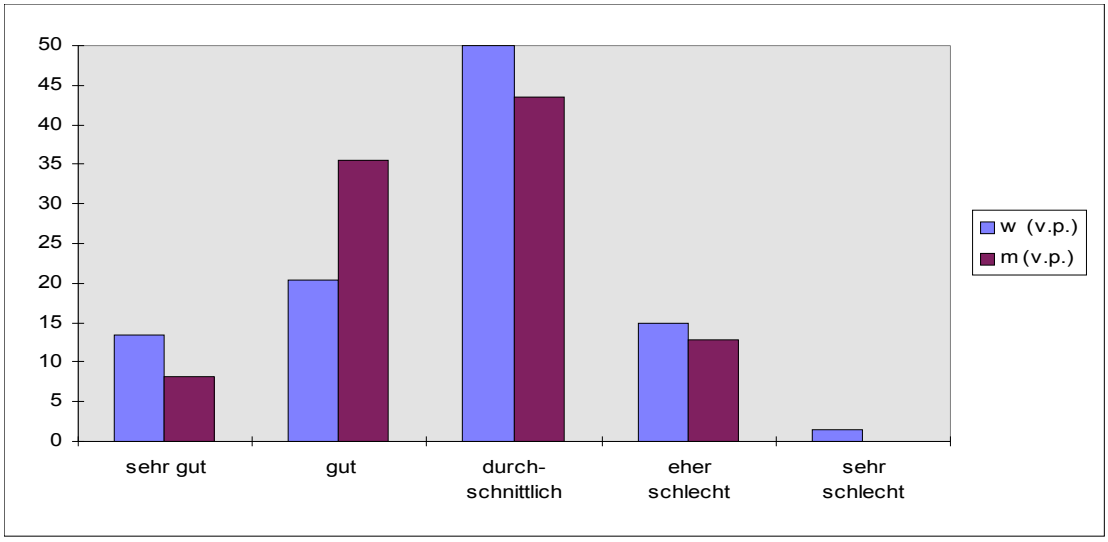
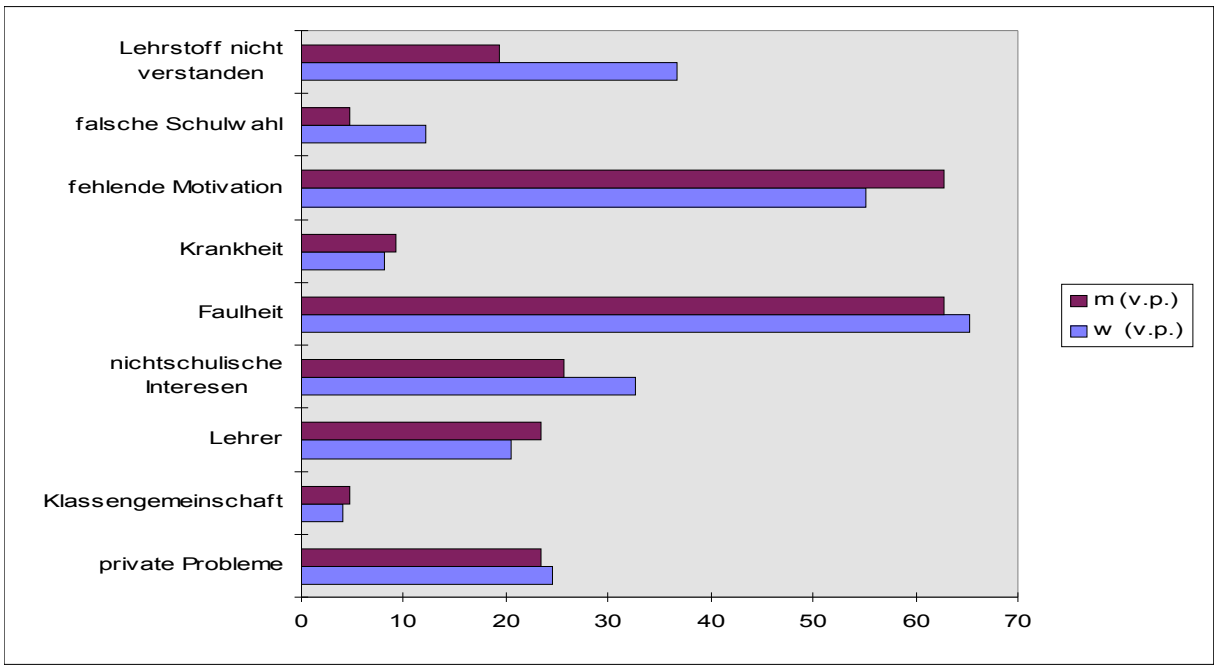


Diagramm: Gründe für negative Noten aus der Sicht der SchülerInnen (item D71)



Die Frage, in welchem Schuljahr es größere Schwierigkeiten in Bezug auf Schulnoten gegeben habe, wurde von etwa 33% der Schülerinnen und 21% der Schüler beantwortet, was darauf zurückzuführen sein kann, daß etwa ein Drittel der Schülerinnen in ihrer Schulzeit an der HTL nie größere Schwierigkeiten hatte. Bezogen auf die Schulstufen sind die Schwierigkeiten der Schülerinnen etwa auf die ersten zwei Schulstufen gleichmäßig verteilt, Burschen haben die größten Schwierigkeiten in der ersten Klasse.

Unter den Befragten haben 14% der Schülerinnen aber 22% der männlichen Schüler wenigstens einmal im Laufe der Schulzeit eine Klasse wiederholt. Drei Schülerinnen haben zweimal wiederholt. Einzelne Schülerinnen halten offensichtlich auch unter größten Schwierigkeiten an ihrem Ziel fest. (Zumindest zwei dieser Schülerinnen haben keine Betriebsübernahme in Aussicht).Bei der Frage, welche Schulklasse wiederholt wurde, dominiert bei den Schülern wieder die erste Klasse, bei den Schülerinnen verteilen sich die Wiederholungsfälle auf alle Klassen. Als Gründe für negative Leistungen geben die betroffenen Schülerinnen und Schüler etwa zur Hälfte Faulheit und / oder etwa zur Hälfte

mangelnde Motivation (v.p.) an. Auch hier schätzen sich Schülerinnen unbegabter ein: 37%, v.p. (m 28%, v.p.) nennen mangelnde Begabung als Ursache für schlechte Leistungen. Etwa ein Achtel der befragen Schülerinnen gibt an, die falsche Schule gewählt zu haben. Dieser Prozentsatz ist bei den Schülern deutlich geringer. Weitere Gründe, die etwa von jeweils einem Viertel der SchülerInnen genannt werden: außerschulische und private Gründe und ein weiteres Viertel gibt den Lehrer die Schuld.

Aus der Österreichischen Schulstatistik läßt sich die drop-out Rate berechnen: Im ersten Schuljahr der HTL ist sie für Schülerinnen und Schüler etwa gleich hoch und betrug im Schuljahr 1991/92 bei Schülerinnen 21,8%, bei Schülern 22,2%. Im zweiten Jahrgang ist sie bei den Schülern mit 10,5% deutlich höher als bei den Schülerinnen mit 5,8%, in den beiden folgenden Jahrgängen beträgt sie 6,8% bzw. 8,7%.

Während die drop-out Raten (sieht man von den zweiten Jahrgängen ab) bei Schülerinnen und Schülern etwa gleich hoch sind, liegt der Anteil der männlichen Schüler, die zum Aufsteigen nicht berechtigt sind, wie in allen Schultypen, so auch in der HTL über demjenigen der Schülerinnen.

In den diese Studie betreffenden Ausbildungsbereichen Elektrotechnik/Elektronik einerseits und Maschinenbau andererseits unterscheiden sich die Leistungen der Schülerinnen was Klassenwiederholungen und Nachtragsprüfungen betrifft nur wenig von denen ihrer männlichen Kollegen. Die nachfolgenden Zahlenangaben beziehen sich wieder auf das Schuljahr 1991/92.

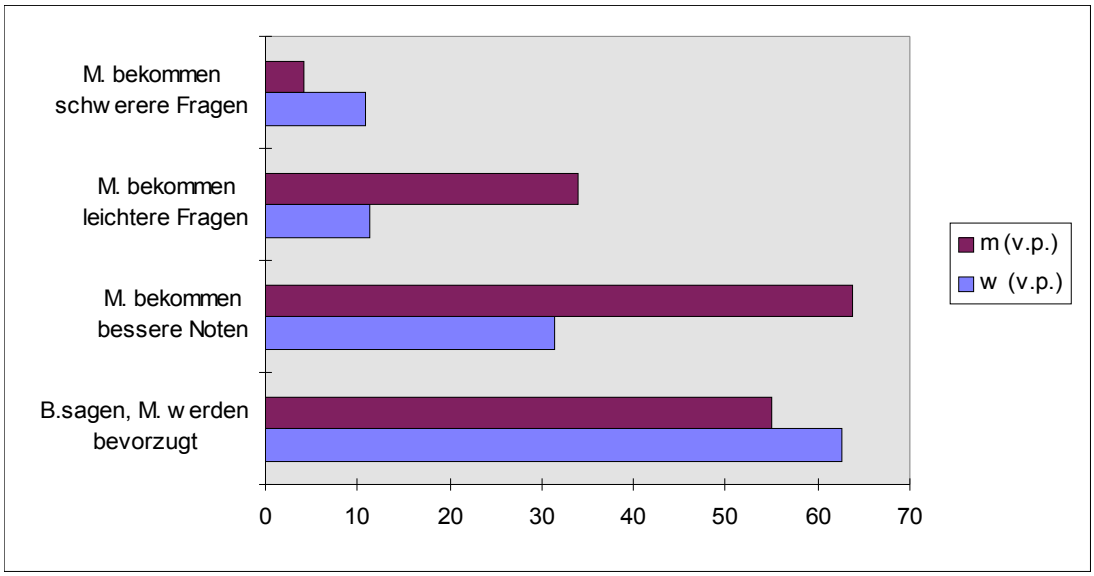
Tabelle 23: Schulerfolg, Ausbildungsbereiche Elektrotechnik/Elektronik und Maschinenbau, am Ende des Schuljahres 1991/92

	Elektrotechnik / Elektronik				**Maschinenbau**			
	w		**m**		**w**		**m**	
	n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Österreich (Summe)	498	3,8	12548	96,2	239	2,5	9187	97,5
Berechtigt zum Aufsteigen , Normalfall	344	69,1	8527	68,0	186	77,8	6296	68,5
Berechtigt zum Aufsteigen, ausgez./guter Erfolg	39	7,8	775	6,2	8	3,3	437	4,8
nicht berechtigt zum Aufsteigen, mit Wiederh.prüfung	23	4,6	617	4,9	12	5,0	440	4,8
nicht berechtigt zum Aufsteigen, o. Wiederh.prüfung	45	9,0	1047	8,3	9	3,8	809	8,8

Die Prozentangaben in der ersten Zeile beziehen sich auf die GesamtschülerInnenanzahl, die übrigen Prozentangaben auf die Gesamtanzahl der Schülerinnen bzw. auf die Gesamtanzahl der Schüler.

Der von den befragten Schülerinnen angegebene Prozentanteil sehr guter Schülerinnen liegt über dem österreichischen Gesamtdurchschnittswert, jener der Schüler mit negativen Noten entspricht bei den Schülerinnen in etwa dem österreichweiten Durchschnitt, bei den männlichen Schülern liegt er darüber.

Diagramm: Bevorzugung bzw. Benachteiligung der Schülerinnen in Hinblick auf die Notengebung aus der Sicht der SchülerInnen (item 72, 73, 74)



Von den Schülerinnen in den Interviews wurde immer wieder betont, daß ihre männlichen Kollegen meinten, sie würden bei Prüfungen bevorzugt. Tatsächlich haben etwa zwei Drittel der Schüler und ein Viertel der Schülerinnen haben den Eindruck gewonnen, daß Mädchen zumindest in einigen Fächern besser als die Burschen benotet werden. Etwa ein Drittel der Burschen glauben, die Mädchen bekämen häufig leichtere Fragen, unter den Schülerinnen sind dies nur etwa 10%. Allerdings haben etwa auch 10% der Schülerinnen den Eindruck, häufig schwerere Fragen zu bekommen. Eindeutig verneint wird item D73 von etwa zwei Drittel der SchülerInnen und einem Drittel der Schüler.

Mädchen werden manchmal besser, manchmal aber auch schlechter beurteilt als Burschen. In Interviews meinen die Mädchen, das hielte sich etwa die Waage. Manchen Lehrern fällt es offensichtlich schwer, Mädchen genauso wie Burschen zu beurteilen. Burschen hänseln die Mädchen damit, daß sie besser beurteilt werden und geben ihnen so zu verstehen, daß ihre guten Noten nicht auf Begabung und Können zurückzuführen sind, sondern auf ihr besseres Verhältnis zu den Lehren. Sie können z.T. schwer akzeptieren, daß Mädchen ähnliche Begabungen wie sie haben und gleich viel oder besseres zu leisten imstande sind. Im Gegensatz dazu wollen die Mädchen gleich behandelt werden und derartige Äußerungen treffen sie auch dementsprechend hart. (Vgl. auch Kap. 6.2. und 6.3.)

Gute Leistungen von SchülerInnen rufen bei SchulkollegInnen oft Neid und Mißgunst hervor. Wenn Schülerinnen gute Leistungen erbringen führt dies bei ihren männlichen Kollegen darüber hinaus zu Aggressionen. Sie sehen ihre Überlegenheit in einem Bereich gefährdet, der mit ihrer (noch unsicheren) männlichen Identität zu tun hat. Die Leistungen der Schülerinnen werden daher häufig zunächst abgewertet, wie auch folgende Ausschnitte aus den Schülerinneninterviews zeigen:

W: *Zum Umstand, daß sie in Mathematik Klassenbeste ist: "Das ärgert auch die Kollegen."*

X: *"Spannungen gab es nach Schularbeiten und Tests. Z.B. Dir werden alle Noten geschenkt. Und: Was machst denn Du als Frau da."*

J: *Auf die Frage, wann sie es als nachteilig empfinde, Mädchen zu sein: "Daß irgendwer, wenn man jetzt eine schlechtere Note hat, sagt "Ist eh klar" oder Ähnliches." "Ja, spaßhalber sagen das auch die Lehrer. Ich glaube, die nehmen das nicht ernst. Bei den Schülern, da weiß ich es nicht. Zeitweise, wenn sie eine Phase haben, da meinen sie es ernst."*

O: *" Die Burschen sagen zwar immer, bei den Mädchen schauen sie nicht so genau, wenn man z.B. beim Trafo einen Einser bekommt, sagen sie, man hätte ihn nur bekommen weil man ein Mädchen ist. Sie meinen das nicht ernst, aber irgendwie ist doch ein Hintergedanke dabei."*

9. Technik und Frauen

9.1.HTL-Schülerinnen aus der Sicht ihrer Mitschüler

Tabelle 24: Meinungen von HTL-Schülern über HTL-Schülerinnen (item D60 und D61)

Ich finde, Mädchen, die eine AHS oder eine andere Schule besuchen,...	n (m)	v.p.(m)
kleiden sich weiblicher als Schülerinnen der HTL	27	51,9
benehmen sich weiblicher als Schülerinnen der HTL	18	34,6
sind im allgemeinen etwas attraktiver als HTL-Schülerinnen	34	65,4
Ich fände es nicht so gut, wenn meine Freundin eine HTL besuchen würde	17	27,4

missing: 10/10/10/0

Die Überanpassung, die von den Schülerinnen verlangt wird, wird von ihren männlichen Kollegen nicht mit Zuneigung honoriert Zwei Drittel der HTL-Schüler finden AHS-Schülerinnen attraktiver als ihre Kolleginnen an der Schule: Sie meinen, daß sich Schülerinnen anderer Schultypen weiblicher kleiden (etwa 50%), etwa ein Drittel der Burschen stört das Benehmen ihrer Kolleginnen, ein Viertel der Burschen fände es nicht gut, eine Freundin zu haben, die eine HTL besucht. In den Gesprächen mit den Absolventinnen wird deutlich, daß die Überanpassung, wie sie zumindest oberflächlich von den Schulkollegen wahrgenommen wird, verbunden mit hohem Leistungsdruck eine Identitätsfindung verzögern und erschweren kann.

9.2. Das Technikinteresse der Schülerinnen aus der Sicht der Schülerinnen und Schüler

Burschen interessieren sich mehr für Technik. Dieser Aussage stimmen etwa zwei Drittel der Schüler, aber auch etwa 45% der Schülerinnen voll oder großteils zu. Etwa zwei Drittel der Schülerinnen und Schüler glauben auch beobachtet zu haben, daß Burschen in ihrer Freizeit häufiger über technische Themen reden. Etwa die Hälfte der Burschen hält sich auch für technisch begabter (item D86 stimme voll bzw. großteils zu), dem stimmen in der gleichen Weise etwa nur zwanzig Prozent der Mädchen zu, 60% der Schülerinnen, aber nur 26% der Schüler halten diese Aussage für völlig falsch. Insgesamt werden alle diesbezüglichen Aussagen von den Schülerinnen stärker als von den Schülern abgelehnt (vgl. Medianwerte).

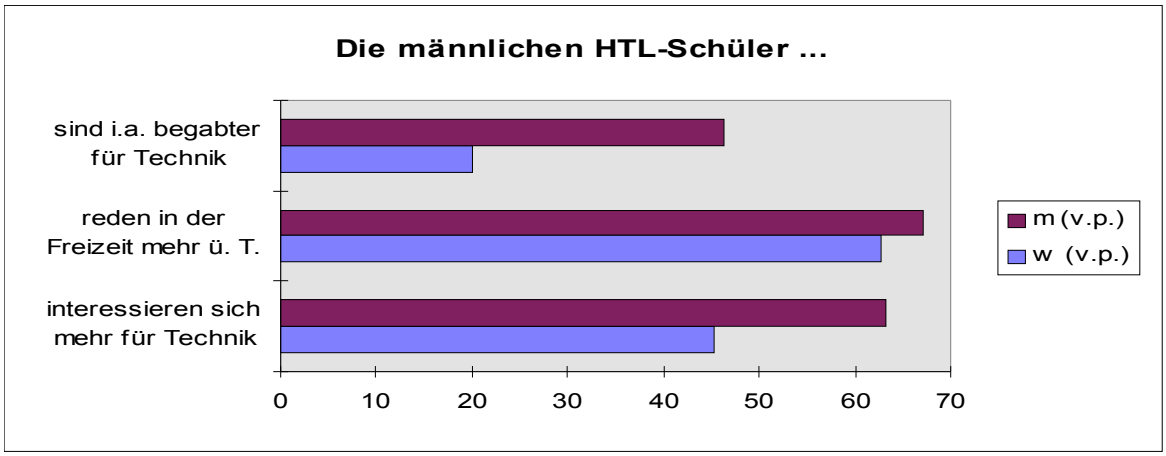
Tabelle 25: HTL-Schülerinnen und Technikinteresse (item D84, D85 und D86)

	weiblich		männlich		gesamt		mean	
	n	v.p.	n	v.p.	n	v.p.	w	m.
Die Burschen, die diese Schule besuchen interessieren sich mehr für Technik als die Mädchen	34	45,3	36	63,2	70	53,0	2,720	2,211
Männlich HTL-Schüler reden in ihrer Freizeit häufiger über Technik als weibliche HTL-Schülerinnen	47	62,7	39	67,2	86	64,7	2,253	2,069
Burschen sind im allgemeinen begabter für Technik als Mädchen	15	20,0	27	46,4	42	31,6	3,320	2,672

missing: weiblich n = 1/1/1, männlich n= 5/4/4

Vierstufige Ratingskala. Die Werte 1 und 2 (stimmt voll und stimmt großteils) wurden aufsummiert.

Diagramm zu Tab: 25: Technisches Interesse von HTL-Schülern im Vergleich zu HTL-Schülerinnen aus der Sicht der Schülerinnen und Schüler (item D84,85,86)



Schülerinnen und Schüler glauben, daß sich männliche Schüler mehr für Technik interessieren, 60% der Schüler und 20% der Schülerinnen halten darüber hinausgehend - trotz gleichwertiger Schulleistungen Burschen für technisch begabter als Mädchen. Den diesen Äußerungen zugrundeliegenden Rollenklischees sind wir an vielen Stellen begegnet, insbesondere wurde deutlich, wie hoch das daraus resultierende Aggressionspotential ist. (Die Frage, inwiefern Lehrer, die ähnlich wie ihre Schüler sozialisiert wurden, das beschriebene Klima mitgestalten, muß jeder Lehrer letztlich für sich beantworten. Gegenzusteuern statt kumpelhaftes Anbiedern erfordert Selbstsicherheit und Engagement).

10. Schulisches Umfeld

10.1. Ferialpraxis

Von den befragten Schülerinnen haben ca. 60% (m 70%) bereits zumindest eine Ferialpraxis gemacht.

Tabelle 26: Ferialpraxis (item 64)

Ich habe folgende Erfahrungen gemacht	weiblich	
	n	v.p.
Für Mädchen ist es schwieriger einen Stelle als Ferialpraktikantin zu bekommen	12	23,5
Ich wurde genauso eingesetzt wie die Burschen	33	64,7
Die Burschen hatten mehr Gelegenheit zu praktischen Arbeiten	9	17,6
Burschen bekommen bei gleicher Arbeit mehr bezahlt	1	2
Burschen werden eher in technischen Bereichen eingesetzt	15	29,4
Burschen werden insgesamt bevorzugt	4	7,8

missing: n= 25 (haben noch keine Ferialpraxis gemacht)

Von jenen, die eine Praxis absolviert haben, haben etwa die Hälfte der Schülerinnen (m 62%) den Posten über Beziehungen bekommen, etwa ein Viertel der SchülerInnen hatte überhaupt keine Probleme, ein weiteres Viertel meinte, sie hätten als Frauen größere Schwierigkeiten als die Burschen gehabt, einen Posten zu finden. 29% der Schülerinnen hat die Erfahrung gemacht, daß sie nicht in derselben Weise im Betrieb eingesetzt wurden wie die Burschen und daß diese eher für technische Bereiche herangezogen wurden.

Die beiden nachfolgenden Ausschnitte aus den Interviews zeigen, wie sich für manche Schülerinnen die Situation darstellt:

F: *Über Vermittlung des Vaters eines Schulkameraden hätte sie auch eine Stelle im AKH bekommen - allerdings wurden dort, wegen fehlender Sanitäranlagen wie man ihr sagte, nur*

Burschen genommen. Sie hatte letztlich eine Stelle bei Siemens bekommen: "Die Burschen hatten, da sie in der Werkstätte waren, eine Stunde weniger und außerdem Gleitzeit."

G und H: *G: "Als meine Mutter mich bei der Prokuristin der Firma anmeldete, meinte diese, das gehe in Ordnung. Darauf sagte meine Mutter: ´Da wird sich meine Tochter aber freuen.´ Die Prokuristin war entsetzt. Sie hätten außer den Sekretärinnen und ihr nur Männer in der Firma und es wäre unmöglich eine Frau aufzunehmen. ... Ich war dann drei Jahre hindurch in der Firma." H: "Beim zweiten Mal hat die Mutter eines Schulkollegen bei der Anmeldung von zwei Praktikanten gesprochen. Als ich erschien, mußte die Firma akzeptieren, daß es ein Mädchen war."*

10.2. Freizeitverhalten

Manche AHS-Schülerinnen und Schüler lehnen, wie eine Umfrage in einer vierten Klasse AHS ergab, die HTL für sich ab, weil sie der Meinung sind, daß sie dann zuwenig Zeit hätten, jenen Tätigkeiten nachzugehen, die sie bisher in ihrer Freizeit ausgeübt haben. Inwiefern es die HTL ihren Schülerinnen und Schülern ermöglicht, neben der Schule etwa ein Musikinstrument zu lernen, Sport zu betreiben, Literatur zu lesen, allgemein Interessen und Fähigkeiten auszubilden, die für das spätere Leben des Jugendlichen wichtig sind. Insbesondere trifft dies Mädchen, die weniger zu Spezialisierungen neigen als Burschen.

Tabelle 27: Freizeitverhalten (item D75, D76)

	weiblich		männlich		gesamt	
	n	v.p.	n	v.p.	n	v.p.
Ich bin mit der Schule voll ausgelastet und habe keine Freizeit	23	31,1	19	31,7	42	31,3
Ich habe genug Freizeit, wenn ich mir meine Zeit einteile	56	80,0	46	76,7	102	78,5

missing weiblich n=2/6 männlich n = 2/2

Etwa 70% der Schülerinnen und Schüler meinen, sie hätten, wenn sie sich ihre Zeit entsprechend einteilen, genügend Freizeit. Der Rest meint, sie hätten kaum Freizeit. Das Freizeitausmaß der Schülerinnen hängt - wenn man von Begabung, persönlichem Ehrgeiz etc. absieht, von verschiedenen eher zufälligen Faktoren ab: der täglichen Wegzeit, der manchmal zufälligen Lehrerkonstellation, dem Ausbildungsbereich. Dementsprechend unterschiedlich sind auch die einzelnen Stellungnahmen zu diesem Thema, von denen hier einige wiedergegeben werden:

D: *"Wir haben schon lang Schule, wir bekommmen auch genug Aufgaben, aber wir haben schon genug Freizeit, es ist ´zum Derpacken´ ..."*

E: "*Wenn man ordentlich mitlernt, muß man eigentlich eh nicht so viel machen."*

M*: "Man hat relativ wenig Freizeit. Wenn man z.B. eine Zeichnung machen muß, ist der ganze Nachmittag weg. Oder man sitzt bis halb sechs in der Schule und hat dann noch Hausübungen zu machen."*

L: *"Manchmal würde ich gerne nur schlafen."*

O: *"Konkret mit der Schule nicht, aber mit den Busverbindungen gibt es ein Problem. Es ist zwar etwa nur eine halbe Autostunde, aber die Wartezeiten sind sehr lange." Sie kommt an drei Tagen der Woche erst nach 18.30 nach Hause.*

Das Image der HTL was den Aufwand an Zeit betrifft ist für viele Schülerinnen eher abschreckend. Eine diesbezügliche genauere Erhebung und eine mit den tatsächlichen Gegebenheiten übereinstimmende realistische Beschreibung für zukünftige Schülerinnen wäre sicherlich sinnvoll.

11. Zufriedenheit mit der Schulwahl

Beinahe zwei Drittel der Schülerinnen (und Schüler) sind mit ihrer Schulwahl zufrieden. Allerdings ist bei den Burschen die Zufriedenheit mit dem gewählten Ausbildungszweig etwas größer: etwa ein Viertel der Mädchen würde einen anderen Ausbildungszweig wählen (m 13%). Nur einige wenige HTL-Schülerinnen und -Schüler würden ein ORG oder eine AHS vorziehen. Mit dem Fächerkanon zeigt sich etwa die Hälfte der SchülerInnen relativ zufrieden, die andere Hälfte wünscht sich verstärkt allgemeinbildende und umweltbezogene Fächer, etwa ein Viertel wirtschaftsbezogene Fächer. (Die Wünsche der Schüler sind ähnlich, allerdings bevorzugen sie eher wirtschaftsbezogene Fächer als allgemeinbildende.) Etwa zwei Drittel der Schülerinnen interessieren sich nach wie vor für das, was sie an der HTL lernen, ein geringer Prozentsatz (w 16%, m 15%) meint, daß sie/er sich früher eher mehr für Technik interessiert hätten. Der Eindruck, den die Schüler von ihren Mitschülerinnen haben, daß diese sich weniger für Technik interessieren, ist damit nicht zu bestätigen.

Tabelle 28: Zufriedenheit mit der Schulwahl (E1)

Wenn ich nochmals vor der Wahl stünde, würde ich, wenn ich frei wählen könnte ...	weiblich		männlich		gesamt	
	n	v.p.	n	v.p.	n	v.p.
dieselbe Schule und denselben Ausbildungszweig wählen	47	62,7	40	64,5	87	63,5
eine HTL, aber eine andere Schule wählen	2	2,7	7	11,3	9	6,6
einen anderen Ausbildungszweig wählen	18	24,0	8	12,9	26	19,0
ein ORG oder ein anderes Gym. besuchen	-	9,3	3	4,8	10	7,3
eine Lehre beginnen	-		1	1,6	1	0,7
eine Kindergartenfachschule, Modeschule etc.	1	1,3	-	-	1	0,7
sonstiges	-	-	3	4,8	3	2,1

missing weiblich n = 1, männlich n = 0

Diagramm zu Tab 28: Zufriedenheit mit der Schulwahl (E1)

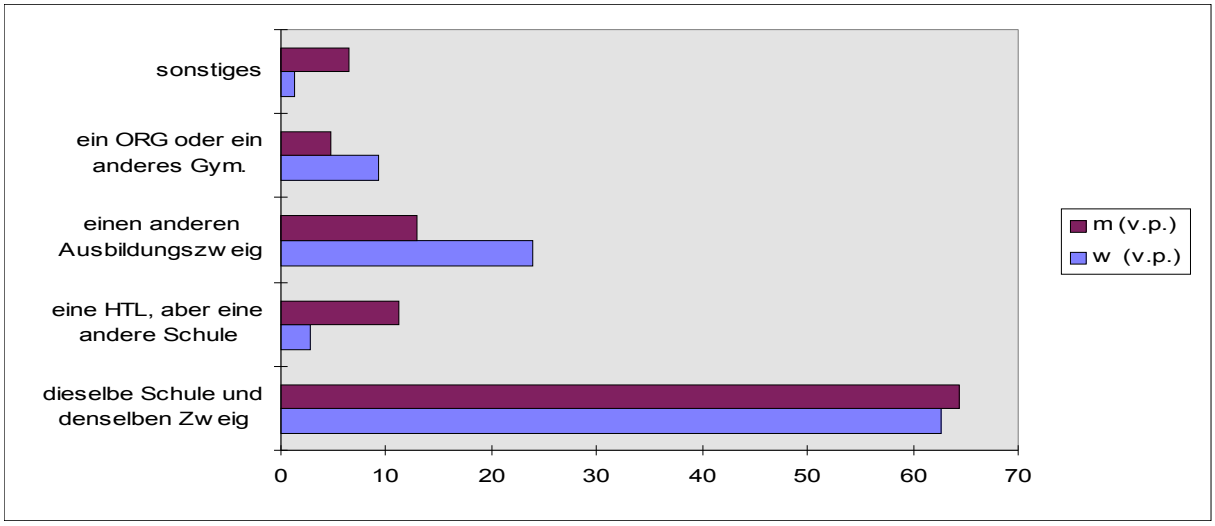
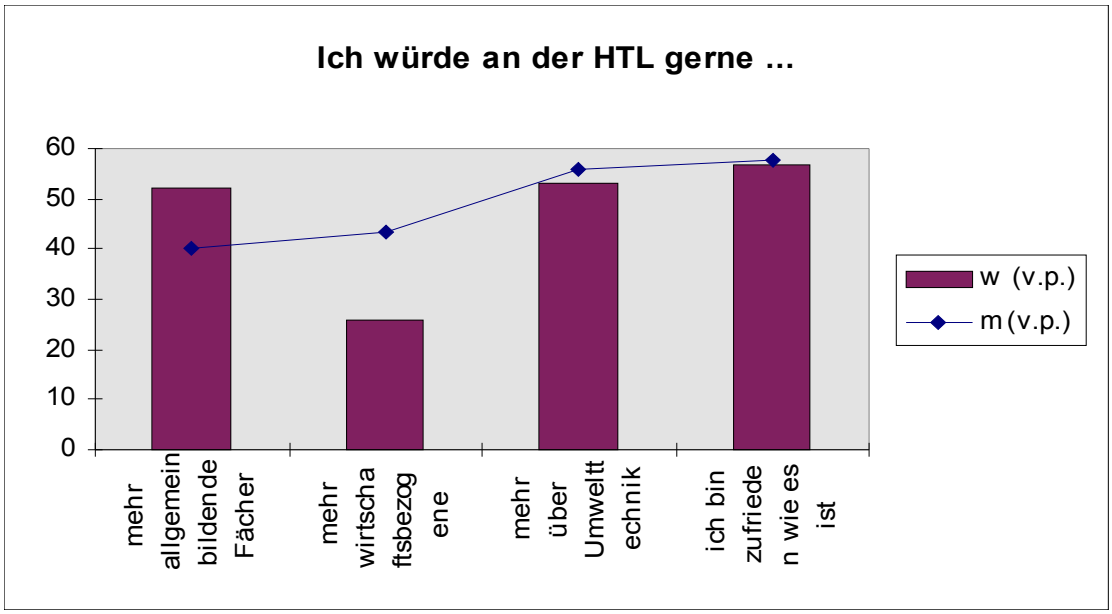


Tabelle 29: Zufriedenheit mit dem Fächerkanon an der Schule (item E2)

Ich würde gerne ...	weiblich		männlich		mean	
	n	**v.p.**	**n**	**v.p.**	**w**	**m.**
mehr allgemeinbildende Fächer haben	39	52	24	40	2,573	2,817
mehr wirtschaftsbezogene Fächer haben	19	25,7	26	43,3	2,986	2,683
mehr über Umwelttechnik lernen	40	53,3	33	55,9	2,400	2,441
ich bin zufrieden wie es ist	42	56,8	34	57,6	2,473	2,237

missing weiblich n = 1/2/1/2 männlich 2/2/3/3

Diagramm zu Tab. 29: Zufriedenheit mit dem Fächerkanon an der Schule (item E2)



Schlüsselt man die Daten altersmäßig auf (I. und II. Jahrgang: "jünger"; ab III.Jahrgang "älter"), so ergibt sich folgendes Bild:

Der Wunsch nach wirtschaftsbezogenen Fächern kristallisiert sich bei den Schülerinnen erst in den höheren Klassen heraus. Hier polarisiert sich allerdings die Meinung: 36,6% (m: 55,9%) sind eher für eine verstärkte Miteinbeziehung wirtschaftlicher Aspekte, 63,4% eher dagegen.

Auch der Anteil der mit dem Fächerkanon Unzufriedenen wächst unter den Schülerinnen in den höheren Schulstufen: 53,6% der älteren Schülerinnen (m:50%) und 30,3% der jüngeren Schülerinnen sind eher unzufrieden.

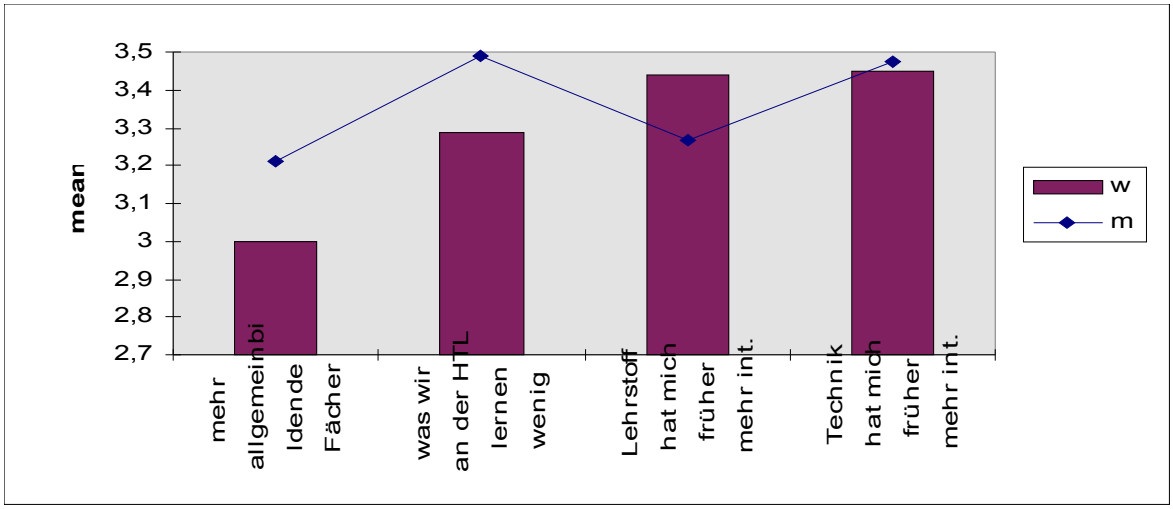
Während das Statement: "Was wir an der HTL lernen, interessiert mich eher wenig" von den Schülerinnen der ersten und zweiten Jahrgänge von 12,2% eher bejaht wird, sind dies bei den älteren Schülerinnen 27,5%, also etwa ein Viertel (m:17,2%). 19,5% (m:20,6%) der älteren Schülerinnen meinen, daß sie der Lehrstoff in den ersten Jahren eher mehr interessiert hätte., 23,8% (m:14,7%) dieser Schülerinnengruppe gibt an, sich früher mehr für Technik interessiert zu haben. (Bei den Schülern liegen die vergleichbaren Prozentanteile im allgemeinen etwas niedriger.)

Tabelle 30: Technikinteresse (item E3 und item E4)

	weiblich		männlich		gesamt		mean	
	n	v.p.	n	v.p.	n	v.p.	w	m
Mich interessieren mehr die allgemeinbildenden Fächer	27	35,5	14	23,0	41	29,9	3,000	3,213
Was wir an der HTL lernen interessiert mich eigentlich sehr wenig	15	27,3	8	13,6	23	17,4	3,288	3,492
In den ersten Jahren hat mich der Lehrstoff mehr interessiert	9	14,1	10	17,9	19	15,8	3,438	3,268
Ich habe mich früher mehr für Technik interessiert	12	15,8	9	16,4	21	15,9	3,451	3,475

missing weiblich 0/3/12/5; männlich 1/3/6/1. Mierstufige Ratingskala. Die Werte 1 und 2 (stimmt voll und stimmt großteils) wurden aufsummiert.

Diagramm zu Tab. 30: Technikinteresse. Mich interessieren ... (item E3 und item E4)



Das mit den Jahren bei einem Teil der Schülerinnen schwindende Interesse wird auch in manchen Aussagen deutlich:

D: *"Es ist hier einfach alles so trocken, ich find es fehlen Fächer, etwa Biologie oder Geschichte." " Mathematik gefällt mir irrsinnig gut ..."*

E: *"Ab und zu macht es mir schon noch Spaß, Mathematik vor allem und Elektronik."*

E: *"Momentan interessiert mich das ganze nicht mehr so richtig. Ich möchte gerne was anderes machen, ich weiß zwar nicht was."*

F: *Ihre Schulleistungen haben in letzter Zeit nachgelassen, weil "mich die Sache nicht so interessiert. Die anderen bauen auch zu Hause Schaltungen und setzen sich mit den Themen auseinander". Zur Biomedizinischen Technik: "Ab der vierten Klasse gibt es dort mehr Anatomie, das ist mehr Abwechslung zu den technischen Fächern." Sie meint, daß Englisch und Wirtschaft vernachlässigt werden und interessiert sich für die allgemeinbildenden Fächer. Geschichte und Deutsch mag sie, auch Physik, insofern auch über das Weltbild der Physik gesprochen wurde. "Technik interessiert mich jetzt eher weniger, früher habe ich mir das anders vorgestellt."*

X: *"Ich bin jetzt draufgekommen, daß es in meiner Klasse ziemlich viele gibt, die, wie sie selbst sagen, eigentlich nicht hierher gehören und lieber am Gymnasium wären. Seither ist es für mich nicht mehr so unangenehm."*

12. Zukunftsperspektiven

Ein Drittel der Schülerinnen beabsichtigt, nach Abschluß der HTL sofort in den Beruf zu gehen (w 31%, m 27%), ein Drittel möchte an einer Fachhochschule oder an der TU weiterstudieren (w 32%, m 24%), der Rest möchte etwas anderes machen oder ist noch unentschlossen. Bei den Burschen dominieren Wirtschaft und TU, bei den Mädchen TU und Fachhochschule. Der Anteil der Unentschlossenen ist bei den Schülerinnen höher.

Etwa die Hälfte der SchülerInnen wollen letztlich in dem Beruf, für den sie ausgebildet wurden bleiben. 10% der Schülerinnen wollen weiterhin der Technik treu bleiben, wollen aber den Bereich wechseln (w 10,4%, m 3%). Mehr als ein Fünftel der Schülerinnen (und Schüler) haben von ihrem Beruf noch keine konkreten Vorstellungen, weniger als ein Fünftel (w 17%, m 19%) wollen einmal etwas ganz anderes machen. Etwa zwei Drittel der SchülerInnen wollen einmal beruflich selbständig sein.

Die Aussagen decken sich mit dem hohen Zufriedenheitsgrad mit der gewählten Ausbildung. Sie ist bei beiden Geschlechtern in etwa gleich hoch. 59,2% der Schülerinnen (m: 51,6%)

wollen indem sie ein technisches Studium ergreifen oder in ihrem erlernten Beruf tätig sind, der Technik "treu bleiben", etwa ein Viertel der Schülerinnen (und Schüler) sind bereit, eine zusätzliche längere Ausbildung in einem technischen Bereich auf sich zu nehmen.

Tabelle 31: Zukunftsperspektiven (item F1)

Nach Beendigung der HTL möchte ich ...	weiblich		männlich		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
sofort einen Beruf ergreifen	23	30,3	17	27,4	40	29,0
an einer Fachhochschule studieren	7	9,2	5	8,1	12	8,7
an der TU studieren	15	19,7	10	16,1	25	18,1
eine Ausbildung machen, die mit Biologie oder Medizin zu tun hat	7	9,2	3	4,8	10	7,2
eine mehr wirtschaftsbezogene Ausbildung machen	4	5,3	10	16,1	14	10,1
etwas völlig anderes machen	13	17,1	10	16,1	23	16,7
ich weiß es noch nicht	22	28,9	9	14,5	31	22,5

missing: weiblich n = 0 männlich n=0. Vierstufige Rating-Skala.

Diagramm zu Tab. 31: Zukunftsperspektiven (item F1)

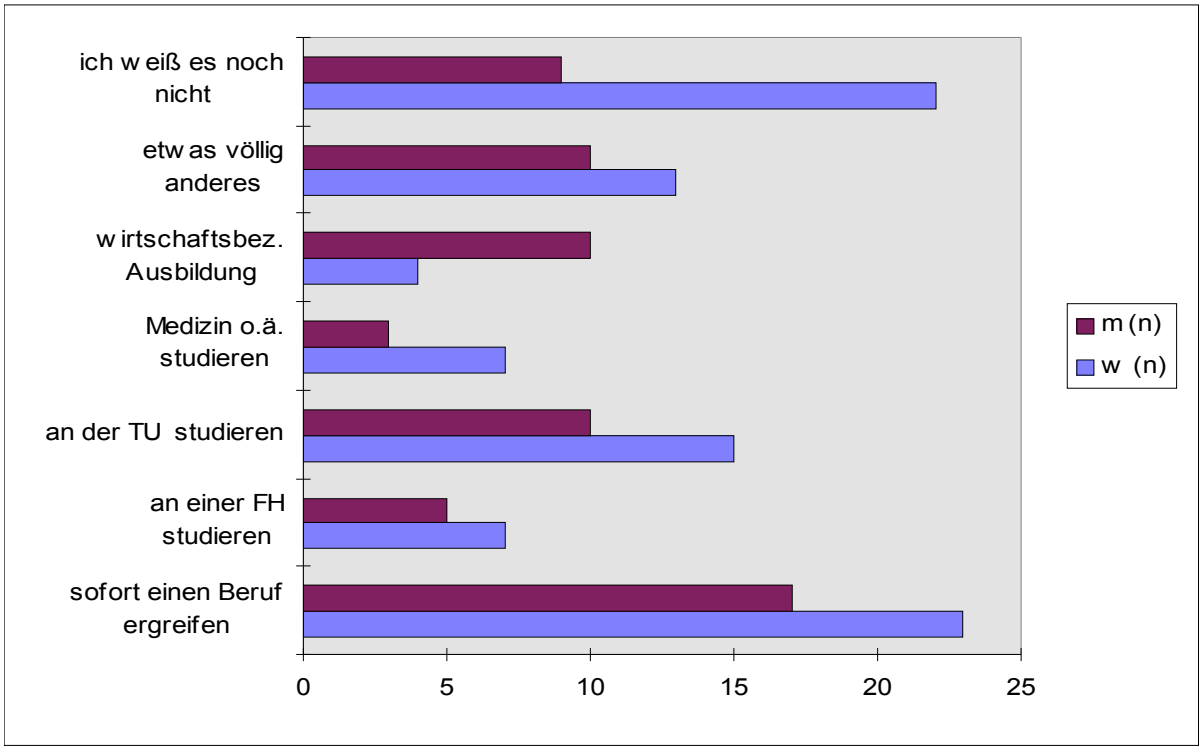
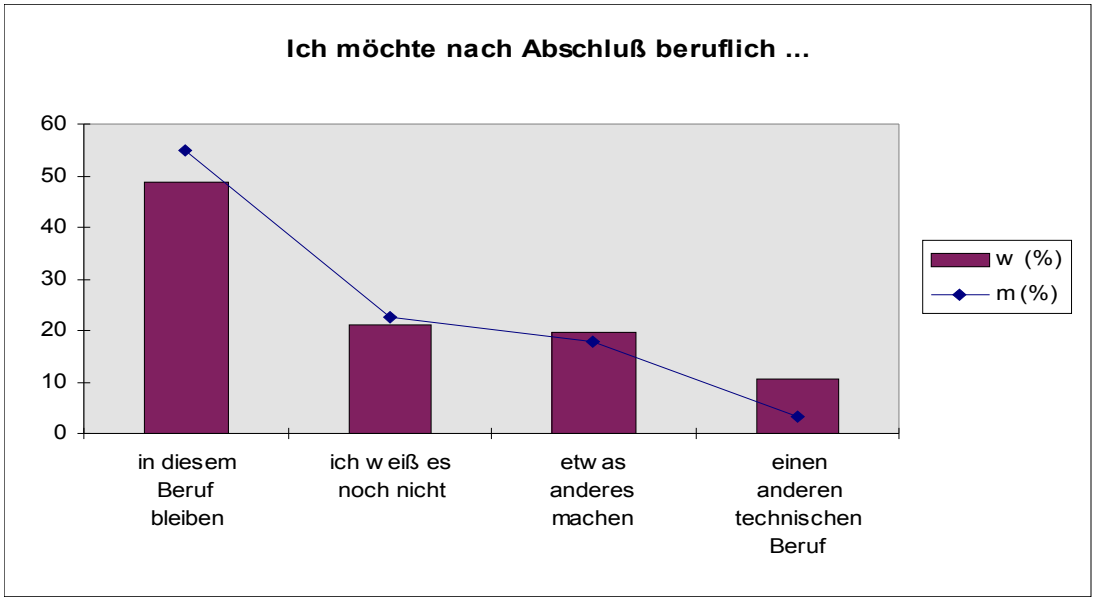


Diagramm: Vorstellungen vom zukünftigen Beruf (item F2)



Etwa 80% der SchülerInnen wollen später einmal Familie haben, etwa 20% können sich Kinder, wenn überhaupt, erst sehr spät vorstellen.

Unmittelbar nach dem HTL-Abschluß beabsichtigen etwa 30% der Schülerinnen sofort in den Beruf zu gehen, weitere 30% möchte an einer Fachhochschule oder an der TU weiterstudieren, 10% wollen etwas anderes machen oder ist noch unentschlossen. Bei den weiterführenden Studien dominieren TU und Fachhochschule.

Der Anteil der Unentschlossenen ist mit 30% auf den entsprechenden Anteil der jüngeren Schülerinnen zurückzuführen.

Tabelle 32: Beruf und Familie (F4)

Ich könnte mir gut vorstellen	weiblich		männlich	
	n	v.p.	n	v.p.
Beruf und Familie unter einen Hut zu bringen	55	75,3	47	78,3
meinen Beruf vollständig aufzugeben und bei den Kindern zu bleiben	-		4	6,7
Beruf und Familie kann ich mir nicht vorstellen	2	2,7	4	6,7
ich werde sehr spät, wenn überhaupt, Kinder bekommen	16	21,9	5	6,7

missing: weiblich n = 3; Männlich n = 2

13. Zusammenfassung und Interpretation

Das Bild, das sich auf Grund des Fragebogens (Teil D) bietet, ist weniger einheitlich als das der übrigen Teile. Es zeigt sich, daß im geschlechtsspezifischen Vergleich die Schülerinnen insgesamt wesentlich mehr Ängste haben als die Schüler, daß sie in Bezug auf ihre soziale Stellung in der Klasse unsicherer sind als ihre männlichen Kollegen und daß sie den unterschiedlichsten Formen von Gewalt ausgesetzt sind. Dennoch gibt etwa die Hälfte der Schülerinnen an, in der Klasse keine weiteren Schülerinnen haben zu wollen und sich innerhalb der Klasse sehr wohl zu fühlen, weitere 30-40% stimmen dem mit Einschränkungen zu, aber nur etwa 10-20% der Schülerinnen geben zu, Probleme zu haben.

Ein Beispiel zeigt, wie komplex die Zusammenhänge sind: Ein Drittel der Schülerinnen, die einziges Mädchen/Frau in der Klasse sind, geben an, in diesem Schuljahr nicht gerne in die Schule zu gehen, aber nur etwa 10% dieser Schülerinnengruppe gibt an, sich in der Klasse eher nicht wohl zu fühlen. Andererseits sind die Probleme der Schülerinnen, die allein in der

Klasse sind, offensichtlich so deutlich, daß sie auch von den Burschen wahrgenommen werden: etwa drei Viertel der Schüler, aber weniger als die Hälfte der Schülerinnen geben an, ein Mädchen in einer reinen Burschenklasse habe es schwer. Die Schülerinnen neigen offensichtlich dazu, Probleme, die sie in diesem Zusammenhang in ihrer Umgebung sehen oder selbst erlebt haben, nicht als solche wahrhaben. Statt Reflexion gibt es Verdrängung. Die für eine Reflexion nötige Umgebung fehlt. Für die meisten HTL-Lehrer ist die Situation der Mädchen kein Thema, die Schulfächer lassen auch kaum zu, daß Gespräche über nicht-fachbezogene Themen stattfinden bzw. wenn sie in seltenen Fällen stattfinden so geschieht dies in einer Umgebung, in der die entsprechenden Voraussetzungen für derartige Gespräche fehlen. Die Schülerinnen müssen sich zudem "stark" geben, um nicht noch mehr von den Burschen attackiert zu werden. Nach außen hin, den Eltern und ihrer sozialen Umgebung gegenüber sind sie erfolgreiche HTL-Schülerinnen, ihre Probleme zuzugeben, würde einen massiven Imageverlust bedeuten. Im Zusammenhang mit dem Umstand, daß sie ihre Sonderstellung in vielfacher Hinsicht auch genießen, ergibt sich möglicherweise eine neurotisierende Situation. Dazu kommt, daß ehemalige HTL-Schülerinnen im späteren Berufsleben ähnliche Situationen vorfinden.

13.1. Soziale Strukturen innerhalb der Klasse

Der Großteil der Schülerinnen und Schüler gibt an, sich heute innerhalb der Klasse wohlzufühlen. Etwas relativiert wird diese Aussage, durch die weiterführenden Fragen. Sie zeigen letztlich, daß der Anteil der Schülerinnen, die sich an der HTL "sehr wohl" fühlen, etwas weniger als 50% beträgt, daß weitere 30 - 40% dies nur mit Einschränkungen behaupten und daß 10 - 20% der Schülerinnen große Probleme haben.

Diese Anteile findet man etwa auch als Antwort auf die Fragen, ob sich die Schülerinnen in der HS/AHS wohler gefühlt hätten, man findet sie, wenn nach der Zufriedenheit mit der Klassengemeinschaft gefragt wird oder als Antwort auf die Frage, ob sich die Schülerinnen von der Klasse akzeptiert fühlen. Insgesamt zeigt sich, daß die Unzufriedenheit in höheren Jahrgängen zunimmt, was einerseits mit einer allgemeinen Schulmüdigkeit zusammenhängen könnte, mit dem Umstand, daß manche Schülerinnen die Fächer nicht mehr in dem Maße interessieren, aber auch mit der Tatsache, daß viele Schülerinnen in den höheren Jahrgängen eine völlig veränderte Klassensituation vorfinden: waren sie in den ersten Klassen noch oftmals zu viert oder fünft, sind sie nun sehr häufig das einzige Mädchen in der Klasse.

Der Großteil der Schülerinnen hat den Eindruck, derzeit in ihrer Klasse eher beliebt und anerkannt zu sein. Die Schülerinnen erfüllen innerhalb der Klasse häufig wichtige soziale Funktionen: etwa zwei Drittel geben an, daß eher für die sozialen Aufgabe innerhalb der Klasse verantwortlich sind, daß die Kollegen mit ihren Problemen manchmal zu ihnen kommen, daß sie ihre Hausübungen zum Abschreiben weitergeben. In diesem Zusammenhang und wegen ihrer kommunikativen Kompetetenzen, insbesondere was LehrerInnen betrifft, werden sie auch häufig zu Klassensprecherinnen gewählt. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, daß sich für die Schülerinnen die Situation durch eine Veränderung im Klassenverband ändern kann und Schülerinnen infolgedessen doch vergleichsweise häufig im Verlaufe ihrer Schulzeit Phasen durchleben, in denen sie mit großen Schwierigkeiten konfrontiert sind. Erfahren Schülerinnen in derartigen Phasen keine Hilfe, kann dies dazu führen, daß die Schülerin die Schule vorzeitig verläßt. Zu berücksichtigen ist selbstverständlich auch, daß für das Urteil der Schülerinnen über ihr relatives Wohlbefinden der jeweilige Gesamt-Erfahrungshorizont der Schülerinnen maßgeblich ist.

Die Schülerinnen fühlen sich besonders wohl, wenn sie als Schülerinnen zu zweit in der Klasse sind, am wenigsten, wenn sie allein in der Klasse sind. (Männliche Schüler fühlen sich, wenn mehr Mädchen in der Klasse sind, deutlich wohler.) Etwa zwei Drittel der Schülerinnen wünschen keine weiteren Mädchen in ihrer jetzigen Klasse (drei Viertel der männlichen

Schüler würde dies umgekehrt eher befürworten). Etwa drei Viertel der Mädchen geben an, sie verstünden sich mit Burschen besser als mit Mädchen, der weitaus größte Teil dieser Schülerinnen gibt auch an, gerne in die Schule zu gehen.

Nur etwa ein Drittel der Schülerinnen wünscht, daß es an der HTL in ihrer Klasse oder an der Schule mehr Mädchen gebe. Darunter sind auch jene etwa 10-20%, die große Probleme haben, Probleme mit der Klassengemeinschaft und mit ihren Schulkolleginnen. Diesen Schülerinnen fehlen Kontakte mit anderen Mädchen, sie haben Probleme innerhalb der Klassengemeinschaft mit den Burschen. Auch wenn diese Gruppe relativ klein zu sein scheint (etwa um die 10%), erfordert sie ein besonders hohes Maß an Hilfestellung. Aus den Interviews geht auch hervor, daß ein weitaus größerer Anteil der Schülerinnen im Laufe der Schulzeit Krisensituationen innerhalb der Klasse erlebt, wo die Kommunikation der Schülerinnen mit ihren männlichen Kollegen gestört ist, sie Aggressionen ausgesetzt sind. Mädchen, die in dieser Situation keine Hilfestellung bekommen, versagen dann auch leistungsmäßig und verlassen häufig die Schule.

Unter den Schülerinnengruppierungen gibt es zwei Extrempositionen: Die einen sind in der Klasse beliebt, gehen gerne zur Schule, genießen ihre Vorzugsposition gegenüber den Burschen, wollen daher auch nicht mehr Mädchen in der Klasse bzw. an der Schule, verstehen sich mit Burschen im allgemeinen besser als mit Mädchen, empfinden andere Mädchen auch als Konkurrenz. Die andere, eher kleinere Gruppe fühlt sich unter den Burschen nicht wohl, kann sich in der Klasse nicht behaupten, fühlt sich einsam und möchte, daß mehr Mädchen an der Schule sind. Zwischen diesen Extrempositionen findet man die drei eingangs erwähnten Gruppen.

Interviews zeigen allerdings auch, daß die Schulzufriedenheit jener Mädchen, die etwa zu fünft oder sechst in einer Klasse sind, sehr hoch ist. Die Schülerinnen finden sich dann in einer Mädchengruppe, in der sie sich nicht als Außenseiter fühlen, die ihre Interessen, Probleme etc. teilt und wo sie sich verstanden fühlen. In Klassen mit mehr Mädchen verschwindet auch die Aggressivität der Burschen gegen die Mädchen. Auch Burschen fühlen sich in Klassen mit hohem Schülerinnenanteil wohler.

13.2. Schwierigkeiten und Ängste; erstes Schuljahr an der HTL

Schülerinnen haben nicht nur vor dem Schuleintritt mehr Ängste als ihre männlichen Kollegen, auch ihr Schulalltag ist stärker von Ängsten geprägt: Etwa die Hälfte der Schülerinnen hat Angst vor Prüfungen, Schularbeiten, immerhin 40% vor dem Unterricht bei bestimmten Lehrern, um die 10% vor der Situation in der Klasse. Daß die Ängste der Schülerinnen vor Prüfungssituationen und Lehrern stärker ausgeprägt ist als jene der Schüler, obwohl die Leistungen der Schülerinnen sich in der Selbsteinschätzung der Schülerinnen und nach den vorliegenden statistischen Daten nur wenig von jener der Schüler unterscheidet entspricht einerseits dem geringerem Selbstwertgefühl der Schülerinnen, sollte aber auch in Verbindung mit der enormen Streßsituation der Schülerinnen, der sie in ihrer besonderen Situation als weibliche Minderheit ausgesetzt sind gesehen werden. Daß etwa 40% der Schülerinnen angeben, in diesem Zusammenhang Angst vor bestimmten Lehrern zu haben, sollte zu denken geben. Auch in diesem Zusammenhang ist es wichtig, daß Lehrer sich vermehrt mit der besonderen Situation der Schülerinnen auseinandersetzen und diese - speziell im Zusammenhang mit Prüfungssituationen - berücksichtigen. Schülerinnen, die nicht nur den zeitweiligen Aggressionen ihrer Mitschüler ausgesetzt sind - und dies ist etwa bei der Hälfte der Schülerinnen der Fall, sondern auch verstärkte Distanz von Lehrerseite verspüren - in welcher Form sich diese auch immer äußert - sind einer letztlich unzumutbaren Belastung ausgesetzt. Bei etwa einem Fünftel der befragten Schülerinnen treten in diesem Zusammenhang zeitweise psychosomatische Störungen auf.

Insgesamt ist das Vertrauen zu Lehrern bei Burschen etwas ausgeprägter als bei Mädchen. Etwa ein Viertel der Burschen würden sich bei Schwierigkeiten an einen Lehrer wenden, aber nur etwa 15% der Mädchen. Etwa zwei Drittel der Schülerinnen wissen nicht, ob es an der Schule eine Vertrauenslehrerin gibt, ein Drittel der Schülerinnen könnte sich vorstellen, bei Schwierigkeiten eine Vertrauenslehrerin aufzusuchen.

Im Rückblick haben die Schülerinnen besonders die Situation in der ersten Klasse als schwierig in Erinnerung. Großklassen und Leistungsdruck verstärken Aggressionen innerhalb der ersten Klassen. Schülerinnen sind allerdings stärker belastet als Schüler. Speziell bei Schuleintritt leiden sie unter der unpersönlichen Gesamtsituation. Zur Isolation in ihrer Minderheitensituation kommen die gegen sie als Mädchen gerichteten Aggressionen ihrer Mitschüler, die sie oft völlig unvorbereitet treffen.

Insgesamt stimmen etwa ein Drittel der Schülerinnen der Aussage "Ich war im ersten Schuljahr öfter traurig oder deprimiert" eher zu, der Anteil jener, die voll zustimmen liegt bei 20%, bei Schülern ist er verschwindend klein. Etwa 45% der Schülerinnen (aber 60% der Schüler) stimmen dieser Aussage nicht zu. Die Gründe sind in etwa bei Burschen und Mädchen dieselben: zum einen entsprechen die schulischen Leistungen nicht den Erwartungen, zum anderen gibt es Schwierigkeiten innerhalb der Klasse. Annähernd ein Viertel der Schülerinnen ist davon betroffen. Der Anteil jener, die angeben, daß Schwierigkeiten mit LehrerInnen oder fehlende FreundInnen verantwortlich sind, ist insgesamt wesentlich geringer.

Besondere Zuwendung sollte benötigen Schülerinnen, die allein in der Klasse sind. Die Schwierigkeiten der Schülerinnen in den Großgruppen zu erfassen, ist für LehrerInnen sicher sehr schwierig, da die Gesamtsituation auch für sie häufig nicht einfach zu bewältigen ist. Dennoch sollten sie zumindest für die Probleme der Schülerinnen sensibilisiert werden, Hilfe von außen erscheint allerdings unumgänglich. Ein wichtiger Ansatz wären auch Tutorinnen (vgl. Zusammenfassung der Interviews).

13.3. Aggression gegen Mädchen/Frauen

Etwa 30% der befragten Schülerinnen sind erheblichen sexuellen Belästigungen seitens ihrer Mitschüler ausgesetzt, bei etwa 50% ist dies hin und wieder der Fall, etwa 10% haben damit keine Erfahrungen gemacht. Die Schülerinnen werden in den meisten Fällen direkt verbal attackiert, 13% haben im Laufe ihrer Schulzeit an der HTL erlebt, daß ihre Mitschüler zudringlich wurden, 21% geben an, zumindest einmal gegen ihren Willen auch körperlich angegriffen worden zu sein. Die Vorfälle finden in den Pausen, in der Werkstatt, teilweise auch während der Unterrichtsstunden statt. Die Schülerinnen wehren sich hauptsächlich dadurch, daß sie bei verbalen Aggressionen diese verbal erwidern. Etwa ein Drittel der Schülerinnen hat den Eindruck, daß LehrerInnen nichts von diesen Vorgängen merken, etwa ein Viertel meint, die LehrerInnen wüßten davon, aber reagierten nicht.

Aggressionen dieser Art sind vor allem Schülerinnen, die allein oder zu zweit in der Klasse sind, und jüngere Schülerinnen ausgesetzt. Diese Schülerinnen geben auch an, daß es nicht gelungen sei, die Situation zu verbessern.

In den Interviews wurde deutlich, daß die Schülerinnen nicht nur direkt sexuell angegriffen werden, sondern sie auch häufig Opfer sexistische Bemerkungen ihrer Mitschüler sind. Auch die Herabwertung der Leistungen der Schülerinnen (vgl. 2.6. und 2.8.) fallen in diese Kategorie.

Die Überanpassung, die von den Schülerinnen verlangt wird, wird von ihren männlichen Kollegen nicht mit Zuneigung honoriert: Zwei Drittel der HTL-Schüler finden AHS-Schülerinnen, insbesondere was Kleidung und Benehmen betrifft, attraktiver als ihre

Kolleginnen an der Schule. In den Gesprächen mit den Absolventinnen wird deutlich, daß die Überanpassung, wie sie zumindest oberflächlich von den Schulkollegen wahrgenommen wird, verbunden mit hohem Leistungsdruck eine Identitätsfindung verzögern und erschweren können. Auch hier ließe sich durch geschulte Betreuung der Schülerinnen vieles vermeiden.

Eine Erhöhung des Schülerinnenanteils in der Klasse auf etwa fünf verbessert die Situation der Schülerinnen erheblich, doch gelingt dies umgekehrt nur, wenn die Schule oder der Ausbildungszweig den Schülerinnen akzeptabel erscheinen. Dies setzt voraus, daß Schülerinnen und deren Eltern die Gewißheit haben müssen, daß Formen sexueller Gewalt an diesen Schulen zumindest nicht häufiger sein dürfen als an anderen vergleichbaren Schulen. Wenn es nicht gelingt, die technischen Schulen in diesem Bereich für Mädchen akzeptabel zu gestalten, wird es kaum gelingen, den Anteil an Schülerinnen wesentlich zu erhöhen.

13.4. Lehrer-Schüler Verhältnis in Hinblick auf die Situation der Mädchen

Etwa 70% der Schülerinnen haben mit ihren LehrerInnen ein gutes Gesprächsklima. Die Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler hat auch den Eindruck, daß Schülerinnen von den LehrerInnen bevorzugt behandelt würden. Burschen schätzen allerdings die Bevorzugung ihrer Mitschülerinnen deutlich höher ein als diese selbst.

Etwa 30% der Schülerinnen haben offensichtlich nicht so gute Erfahrungen gemacht. Dies könnte auch im Zusammenhang damit stehen, daß etwa 30% der Schülerinnen hin und wieder den Eindruck gewinnen, für weniger begabt als ihre Kollegen gehalten zu werden und daß einige wenige LehrerInnen den Schülerinnen den Eindruck vermitteln, auch fehl am Platz zu sein. Dies trifft insbesondere durchschnittliche und schwache Schülerinnen und wird - etwas abgeschwächt - auch von Schülern wahrgenommen. Aus Schülerinneninterviews geht hervor, daß manche Lehrer mißtrauisch sind und die Schülerinnen den Eindruck gewinnen, sie müßten durch vermehrtes Engagement diese erst überzeugen. Dies erklärt auch, warum insbesondere durchschnittliche und schwache Schülerinnen sich von manchen LehrerInnenn weniger akzeptiert fühlen als ihre männlichen Kollegen.

Diskriminierende Äußerungen von LehrerInnenseite werden häufig als Spaß formuliert und von den Schülerinnen auch so aufgefaßt.

Mehr als ein Drittel der Schülerinnen hat den Eindruck, daß Lehrerinnen an der Schule wenig Prestige besitzen. Dies drückt sich u.a. darin aus, daß etwa die Hälfte der Schüler angeben, vor Lehrern mehr Respekt zu haben. (Auch hier wird, wie in allen Fällen, die Diskriminierung von den Schülerinnen stärker wahrgenommen als von den Schülern.)

Das geringe Prestige der Lehrerinnen hängt auch damit zusammen, daß praktisch ausschließlich allgemeinbildende Fächer, d.h. wenig prestigeträchtige Fächer unterrichten. Dies schwächt auch die Position der Schülerinnen und hat außerdem zur Folge, daß Schülerinnen in diesen wenigen Frauen nur schwer für sie akzeptable weibliche Lebens- und Identifikationsmuster finden können und daß Schüler (und Schülerinnen) in den üblichen Klischeevorstellungen weiter bestärkt werden.

13.5. Schulleistungen aus Schülerinnensicht

Der Anteil jener Schülerinnen, die sich als sehr gute Schülerinnen bezeichnen ist in dieser Stichprobe etwas höher als es dem gesamtösterreichischen Durchschnitt entspricht, liegt aber auch hier wie österreichweit über jenem der männlichen Schüler. (Österreichweit beträgt der Schülerinnenanteil mit sehr gutem oder gutem Erfolg im Bereich Elektrotechnik/Elektronik 7,8% (m: 6,2%). Unter den befragten Schülerinnen finden sich auch anteilsmäßig weniger Repetentinnen als bei den befragten Schülern (ihr Anteil entspricht mit 18,4% in etwa dem österreichischen Durchschnitt). In den mittleren Notenbereichen schätzen sich auch hier die Schülerinnen schlechter ein als ihre männlichen Kollegen, was (da dies in Widerspruch zu

allen anderen Daten steht) mit ihrem schwächer ausgeprägten Selbstbewußtsein zusammenhängen dürfte. Eine mit Hilfe der Landesschulräte durchgeführte umfangreichere Untersuchung in diesem Punkt wäre jedenfalls wünschenswert.

Das schwächer ausgeprägte Selbstbewußtsein der Schülerinnen wird auch darin deutlich, daß Schülerinnen und Schüler glauben, daß sich männliche Schüler mehr für Technik interessieren, 60% der Schüler und 20% der Schülerinnen halten darüber hinausgehend - trotz gleichwertiger Schulleistungen Burschen für technisch begabter als Mädchen. Den diesen Äußerungen zugrundeliegenden Rollenklischees sind wir an vielen Stellen begegnet.

Bezogen auf die Schulstufen sind die Schwierigkeiten der Schülerinnen etwa auf die ersten zwei Schulstufen gleichmäßig verteilt, Burschen haben die größten Schwierigkeiten in der ersten Klasse. Auch bei der Frage, welche Schulklasse wiederholt wurde, dominiert bei den Schülern wieder die erste Klasse, bei den Schülerinnen verteilen sich die Wiederholungsfälle auf alle Klassen. Allerdings ist die drop-out-Rate bei Schülerinnen in der ersten Klasse genauso hoch wie bei den Schülern: Österreichweit betrug sie im Schuljahr 1991/92 an der HTL etwa 20%. Schülerinnen, die in der ersten Klasse negativ abschneiden, neigen eher dazu, die Schule zu verlassen, als die erste Klasse zu wiederholen. Eine genauere Analyse, wann und warum Schülerinnen der ersten Klasse die Schule verlassen wäre in Verbindung mit eventuellen Stützmaßnahmen sinnvoll. Den Schülerinneninterviews ist zu entnehmen, daß auch später sehr erfolgreiche Schülerinnen in der ersten Klasse Phasen hatten, in denen sie die Schule verlassen wollten und erst durch das Eingreifen der Eltern, insbesondere der Mütter, zu einem weiteren Versuch bereit waren.

Die Gründe, die die Schülerinnen für ihr negatives Abschneiden angeben, entsprechen jenen der Schüler. Im Vordergrund steht mangelnde Motivation zum Lernen, allerdings meinen auch - im Gegensatz zu den Schülern - mehr als 10% der Schülerinnen, die falsche Schule gewählt zu haben.

Schüler haben in sehr hohem Maß den Eindruck, daß Schülerinnen von LehrerInnen nicht nur bevorzugt behandelt sondern auch besser benotet werden. Burschen hänseln die Mädchen damit, daß sie besser beurteilt werden und geben ihnen so zu verstehen, daß ihre guten Noten nicht auf Begabung und Können zurückzuführen sind, sondern auf ihr besseres Verhältnis zu den Lehren. Sie können z.T. schwer akzeptieren, daß Mädchen ähnliche Begabungen wie sie haben und gleich viel oder besseres zu leisten imstande sind. Im Gegensatz dazu wollen die Mädchen gleich behandelt werden und derartige Äußerungen treffen sie auch dementsprechend hart. Dieser Form der Aggression begegnen fast alle Schülerinnen.

Die Schülerinnen selbst sind der Ansicht, daß sie was die Noten betrifft, von den LehrerInnen genauso behandelt werden wie ihre männlichen Kollegen, nur von einem eher kleinen Teil der Lehrer zum Teil besser, von einem anderen Teil eher schlechter benotet werden. Das gleiche sich, wie sie selbst häufig sagen (und wie auch aus der Statistik hervorgeht) in etwa aus.

Die Schülerinnen haben in der HS/AHS im allgemeinen nicht, wie ihre männlichen Kollegen, am Unterricht in Technisch Werken teilgenommen und mit Werkzeugen auch zu Hause häufig kaum oder keinen Kontakt gehabt. Die von etwa einem Viertel der Schülerinnen geäußerte Angst vor den Werkstätten vor dem Eintritt in die HTL ist daher bei den Schülerinnen stärker vorhanden als bei den Schülern. Darauf scheinen die Werkstättenlehrer allerdings auch Rücksicht zu nehmen. Auf die Frage, was in der HTL besonderen Spaß macht, gaben die Schülerinnen in den Interviews sehr häufig die Arbeit in den Werkstätten an.

Von den befragten Schülerinnen haben ca. 60% (m 70%) bereits zumindest eine Ferialpraxis hinter sich gebracht. Von jenen, die eine Praxis absolviert haben, haben etwa die Hälfte der Schülerinnen (m 60%) den Posten über Beziehungen bekommen, etwa ein Viertel der SchülerInnen hatte überhaupt keine Probleme, ein weiteres Viertel hatten die Erfahrung

gemacht, als Frauen größere Schwierigkeiten als die Burschen gehabt, einen Posten zu finden. 29% der Schülerinnen gaben an, daß sie nicht in derselben Weise im Betrieb eingesetzt wurden wie die Burschen und daß diese eher für technische Bereiche herangezogen wurden.

13.6. Zufriedenheit mit der Schulwahl und Zukunftsperspektiven

Beinahe zwei Drittel der Schülerinnen und Schüler sind mit ihrer Schulwahl zufrieden. Bei den Burschen ist die Zufriedenheit mit dem gewählten Ausbildungszweig größer, die Schülerinnen würden etwa zu einem Viertel aus heutiger Sicht einen anderen Ausbildungszweig wählen (unter den Schülern sind es anteilsmäßig etwa halb so viele). Nur einige wenige HTL-Schüler würden ein ORG oder eine AHS vorziehen.

Etwa die Hälfte der Schülerinnen ist mit dem Fächerkanon zufrieden, die andere Hälfte wünscht sich etwas verstärkt allgemeinbildende und umweltbezogene Fächer, etwa ein Viertel der Schülerinnen auch mehr wirtschaftsbezogene Fächer. Insgesamt läßt sich sagen, daß die Zufriedenheit mit dem Fächerkanon bei höheren Jahrgängen geringer ist, daß etwa bei einem Viertel der Schülerinnen höherer Jahrgänge auch das Interesse an der Technik geringer geworden ist. Die hohe Spezialisierung führt in manchen Fällen mit den Jahren zu mangelndem Interesse. Dies erklärt auch den Wunsch nach einer Verbreiterung des Angebots hinsichtlich der Miteinbeziehung anderer, durchaus berufsbezogener Inhalte.

Unmittelbar nach dem HTL-Abschluß beabsichtigen etwa 30% der Schülerinnen sofort in den Beruf zu gehen, weitere 30% möchte an einer Fachhochschule oder an der TU weiterstudieren, 10% wollen etwas anderes machen oder ist noch unentschlossen. Bei den weiterführenden Studien dominieren TU und Fachhochschule. Der Anteil der Unentschlossenen ist mit 30% auf den entsprechenden Anteil der jüngeren Schülerinnen zurückzuführen.

Auch was die beruflichen Vorstellungen betreffen, bestätigen die Aussagen den hohen Zufriedenheitsgrad mit der gewählten Ausbildung. Sie ist bei beiden Geschlechtern in etwa gleich hoch. Etwa die Hälfte der SchülerInnen wollen letztlich in dem Beruf, für den sie ausgebildet wurden bleiben, 10% der Schülerinnen wollen weiterhin der Technik treu bleiben wollen, aber den Bereich wechseln wollen. Mehr als ein Fünftel der Schülerinnen (und Schüler) haben von ihrem Beruf noch keine konkreten Vorstellungen, weniger als ein Fünftel wollen einmal etwas ganz anderes machen. Etwa zwei Drittel der SchülerInnen wollen einmal beruflich selbständig sein.

Etwa 80% der SchülerInnen wollen später einmal Familie haben, etwa 20% können sich Kinder, wenn überhaupt, erst sehr spät vorstellen.

V. KAPITEL

DIE INTERVIEWS

1. Interviews mit Schülerinnen

Im folgenden werden Ausschnitte aus Schülerinterviews wiedergegeben. Die Auswahl dieser Ausschnitte erfolgte nach zwei Gesichtspunkten:

Welche Faktoren in der Biografie haben die Hinwendung zur Technik und die Wahl der Schule beeinflußt?

Welche Faktoren beeinflussen das subjektive Wohlbefinden an der Schule?

Aussagen zum ersten Punkt wurden unter "Motivation" zusammengefaßt, zum zweiten unter "Soziale Stellung innerhalb der Klasse". Dazu kommt in Einzelfällen noch der Aspekt "Zufriedenheit mit der Schulwahl".

Um ein möglichst konsistentes Bild zu geben wurden zu diesem Zweck einzelne Schülerpersönlichkeiten ausgewählt.

1.1. Schülerinnen, die ihre Schulwahl positiv beurteilen

G und H:

G: Motivation: *"Ich wollte nie das für Konventionelle, nie das für Mädchen Übliche." Sie bastelt gerne, z.B. Seidenmalerei, kocht gerne: "Wenn ich in den Keller gegangen bin und die Bohrmaschine geholt habe, das war für meinen Vater ein ungewöhnlicher Anblick, denn er stammt noch aus der Zeit, wo die Frauen nicht berufstätig war. Er hat das Gefühl gehabt, er muß es selber machen oder mir genau erklären, weil er Angst gehabt hat, daß ich es nicht kann, oder daß mir was passiert." Der Vater war Handwerker und "macht alles, er kann alles. Er verlegt auch Leitungen, Installationen ... ". Die Mutter war mit der Entscheidung der Tochter eine HTL zu besuchen nicht einverstanden. "Sie wollte eine Tochter haben, die in die Modeschule geht, immer schön angezogen, aber sie hat sich damit abgefunden." "Wenn Mädchen in einer Gruppe zusammenkommen, das Verhalten mag ich überhaupt nicht. Schlimm ist, daß ich mich dann auch so verhalten würde, das mag ich nicht."* ***Soziale Stellung innerhalb der Klasse:*** *G ist heute Schulsprecherin. In der ersten Klasse war sie sehr schüchtern: "Wenn sie peinliche Fragen stellten, bin ich rot geworden." In den ersten beiden Klassen wurde sie von den Burschen wegen ihrer Figur gehänselt, sie war dann auch längere Zeit krank und hat diese Klasse wiederholt. Ein Zeit lang wollte sie auch die Schule verlassen. Dank einer Diät nahm sie beträchtlich ab und eine an der Schule geschlossene Freundschaft half ihr über diese Krise schließlich hinweg.*

H: *H hat die VS in Jugoslawien besucht, die letzten beiden Klasse der HS in Wien.* ***Motivation:*** *In Jugoslawien wurde in der Schule Wert daraufgelegt, "viele technische Sachen zu machen. Basteln und Zeichnen usw." Der Lehrer in Serbien hatte gemeint, sie sei begabt, auch der HS-Lehrer in Wien bestärkte sie in ihrer Wahl, die HTL zu besuchen. Auch sie hatte bereits als Kind zu Hause, wenn etwas kaputt gegangen war, immer sofort versucht, es zu reparieren. "Manchmal ist es gut gegangen, manchmal ging es noch mehr kaputt. Es hat mich interessiert, was da drinnen ist." "Gesagt wurde auch, Techniker hätten eine gute Berufschance".* ***Soziale Stellung innerhalb der Klasse:*** *In der VS und in der HS, die sie besuchte, gab es fast ausschließlich Burschen. In der ersten Klasse der HTL war sie allein unter 37 Burschen. "Ich versteh mich auch viel besser mit Burschen, auch in der Freizeit unterhalte ich mich mehr mit Burschen." H ist diejenige in der Klasse, die immer ihre Mitschriften zum Abschreiben hergibt. Wenn Burschen gegen sie aggressiv wurden, so bot sie ihnen doppelt Angriffsflächen: "Weil ich aus Jugoslawien komme, da haben sie manchmal solche Bemerkungen gemacht, ich soll nach Jugoslawien zurückgehen. Es ist aber nur dann, wenn sie wütend sind, sonst nicht." Umgekehrt genießt sie, genauso wie G, die besondere Situation als Mädchen auf Sportwochen oder Schikursen.*

Die Motivation eine HTL zu besuchen und das Interesse an der Technik nicht zu verlieren, scheint besonders dann gegeben zu sein, wenn sich das außergewöhnliche Interesse an der Technik bereits in der Kindheit sichtbar wird (zerlegen, reparieren etc.), hier offensichtlich nicht gefördert von Eltern, aber in dem einen Fall ermöglicht durch das Vorhandensein einer Werkstatt und das väterliche Vorbild, in dem anderen Fall durch die Schule gefördert und das positive Reagieren der Lehrer. Dazu kommt in beiden Fällen eine deutliche Ablehnung der konventionellen weiblichen Kultur: G "wollte nie das Konventionelle, das für Mädchen Übliche". Das Bild einer an Mode, an allem "Weiblichen" interessierten Tochter, das ihre

Mutter für sie entworfen hatte, lehnte sie ab. Heute wird sie von der Mutter unterstützt und umgekehrt schätzt auch die Tochter und die sogenannten weiblichen Beschäftigungen. H war schon immer gerne mit Burschen zusammen: "Ich verstehe mich auch viel besser mit Burschen"

Dennoch erleben sich die Mädchen an der HTL zunächst in einer Außenseiterposition. Diese wird durch äußere Umstände verstärkt: hier die Gastarbeiterinnentochter, dort die Figur. Vor allem die Äußerungen, die gegen ihre Figur gerichtet waren, haben die Schülerin tief getroffen. Erst nach Krisen (Krankheit, Gewichtsreduktion) wird diese Situation überwunden, die Mädchen werden anerkannt und G wird sogar zur Schulsprecherin gewählt.

Schüler mit auffallenden äußeren Merkmalen sind häufig dem Spott der Schüler ausgesetzt. Aggressionen der Schüler gegen andere werden hier sehr gezielt gesetzt. Die betroffenen HTL-Schülerinnen treffen derartige Äußerungen besonders hart: in einem Alter, in dem sie erste Akzeptanz vom anderen Geschlecht erhoffen, erleben sie eine deutliche Ablehnung in einem Bereich, den sie oft auch kaum beeinflussen können. Sie erleben nicht, daß derartige Äußerungen auch andere Mädchen treffen, haben kaum Gelegenheit zum Vergleich und zur Distanzierung. Wenn nicht Schulkollegen/innen hier unterstützen, sind die Schülerinnen auf die Hilfe der Lehrer angewiesen, was voraussetzt, daß diese die Situation wahrnehmen und die Stärke und Fähigkeit besitzen, erfolgreich für eine Minderheit Partei zu ergreifen.

Verständnis für die Situation der Mädchen zeigen die einen (im Fall von G ihr ehemaliger Klassenvorstand, mit dem sie ihre Probleme besprechen konnte), völliges Unverständnis (das auch offensichtliches Unverständnis nicht nur für die Probleme Jugendlicher sondern Unverständnis für Probleme von Frauen ist) die anderen. Die Mädchen betonen immer wieder, sie wollten ihre Lehrer nicht durch Kleidung provozieren.

Was die Noten betrifft, so haben die Schülerinnen, abhängig von ihrem Erfahrungshintergrund und ihrer Sensibilität unterschiedliche Eindrücke: Die einen meinen, sie hätten eine Sonderposition und müßten oft erst beweisen, daß sie zumindest genauso interessiert wären, wie ihre männlichen Kollegen, dann würden sie akzeptiert. Die meisten der Schülerinnen sehen im Verhalten der LehrerInnen entweder keine Unterschiede oder sie meinen, sie würden bei dem einen Lehrer bevorzugt, bei einem anderen benachteiligt und dies gleiche sich letztlich aus.

Anzunehmen ist, daß es sicher für manche Lehrer, die selbst in einer von Männern dominierten Ausbildung standen und in einer männlichen Berufswelt stehen, das Verhalten der Mädchen ungewöhnlich und schwer interpretierbar ist, und daß darüber hinaus die Mädchen in ihrer Außenseiterrolle stärker im Klassenverband sichtbar werden. Dies kann einerseits zu unbewußten Aggressionen führen (sieht man von den sehr wenigen Lehrern ab, die direkt äußern, daß Frauen in der Technik nichts verloren haben und ihre diesbezüglichen Aggressionen durchaus bewußt zulassen), aber - und dies scheint der häufigere Fall zu sein - auch zu vermehrten Wohlwollen (auch aus Angst vor Fehleinschätzungen), insgesamt aber letztlich zu Fehlinterpretationen und zu Fehleinschätzungen. Beides wirkt sich auf die Kommunikation innerhalb der Klasse und gegenüber den Mädchen aus und kann selbstverständlich auch im Prüfungsverhalten - so es sich nicht um standardisierte Tests handelt - nicht ausgeschaltet werden.

Dem Gesamtbild entspricht, daß der Fragenkomplex Frau und Technik sowie Fragen im Zusammenhang Emanzipation der Frau und Sexismus im Unterricht nur von sehr wenigen LehrerInnen angesprochen wird, die meisten SchülerInnen mit diesen Themen im Unterricht nie konfrontiert wurden.

Die Schülerinnen reagieren auf ihre Außenseiterrolle mit Anpassungsstrategien: in der Sprache, in der Kleidung. Dies wird auch direkt geäußert: Als Minderheit, meinen sie,

müssen sie sich der Mehrheit anpassen. Weibliche Kleidung wird von Schülern und von Lehrern - diesen Eindruck gewinnen jedenfalls die Schülerinnen - als Provokation aufgefaßt.

J: Motivation: *"Wir haben zu Hause einen .....betrieb, und den kann ich genausogut führen." J ist mit dem Betrieb zu Hause von Kindheit an vertraut. "Ich habe meistens meinem Vati geholfen. Oder ich bin selber in die Werkstätte nach hinten gegangen. Aus irgendeinem Kupferrohr etwas gemacht. Da war ich noch ziemlich klein. Oder wenn etwas zum Sortieren war, das habe ich auch gemacht. Oder im Verkauf. Zerlegt? Ja, die Waschmaschine repariert, mit meinem Vati." Sie war auch in der HS eine gute Schülerin, besonders gefiel ihr der Physikunterricht. "Ich habe in Physik und Chemie ein Sehr gut gehabt. Der Lehrerin hat es auch so gut gefallen, daß ich dahergehe. Es war interessant, und wir haben viel gemacht. Viele Versuche, mit dem Licht zum Beispiel. Und wir haben gelernt, wie das Mikrophon funktioniert und das Radio, das hat mich sehr interessiert. Sie hat uns gezeigt, aus was das besteht. Und dann haben wir auch Versuche selbst gemacht, ein Bügeleisen zerlegt, einen Toaster und solche Dinge." "In der vierten Klasse, da haben wir eine Berufsberatung gehabt. Da haben sie verschiedene Schulen vorgestellt. Aber da war halt nichts dabei. In die HAK geh ich sicher nicht, denn da war mein Bruder. Da hab ich mir gedacht, ich werd das probieren, der Vater hat uns schon oft davon erzählt und es taugt mir." Die Mutter ist vom Talent ihrer Tochter und dem Besuch der HTL "begeistert". Wenn sie die Chance gehabt hätte, hätte sie auch diese Schule besucht. Kennengelernt hat J die Schule am Tag der offenen Tür "... Vor den Maschinen hab ich schon ein bißerl gschaut." Gut gefallen hat ihr "die ganze Schule. Ich habe noch nie ein so großes Schulgebäude gesehen. Und daß Mädchen ja doch weniger sind."* ***Soziale Stellung innerhalb der Klasse:*** *J ist Klassensprecherin, das zweite Mädchen der Klasse Stellvertreterin. "Die anderen haben sich alle nicht getraut." "Es sind eh alle so nett, die Buben. Na zeitweise sind sie schon gemein. So hänseln und so. Zum Beispiel in der Werkstatt sagen sie ´Du wirst ja bevorzugt´. Aber man sieht schon, bei der Abschlußfeier, betteln und bitten sie, daß wir kommen." "Ich habe sie zurückgehänselt."* ***Zufriedenheit mit der Schulwahl:*** *Die Schülerin besuchte vor dem Eintritt in die HTL eine katholische private Mädchenhauptschule. "Da gab es viele Streitereien. Hier halten alle zusammen, sie streiten vielleicht miteinander, aber es gibt keine solche Gruppenbildung." Die Schülerin fühlt sich wohl und der Lehrstoff interessiert sie. "Es wird gesagt, daß es nur für die Buben ist. Ich find das ist nicht richtig." Nach dem Abschluß will sie zuerst beim Vater im Betrieb arbeiten: "Er bleibt ja noch länger im Geschäft, daß er mich einführt und dann werde ich das Geschäft weiterführen." Daneben will sie Familie und Kinder haben.*

Viele der bereits genannten, für eine positive Einstellung und die Wahl der Schule wichtigen Faktoren spielen hier zusammen: Die Schülerin ist mit dem Betrieb, den sie übernehmen soll aufgewachsen und hatte dort auch Gelegenheit zu ersten Erfolgserlebnissen in der Handhabung von Materialien usw. Neben dem Vater interessiert sich auch die Mutter für den Ausbildungszweig, den die Tochter besucht und bejaht den Schulbesuch der Tochter. In der Schule hatte das Mädchen das Glück, einen Physik- und Chemieunterricht zu haben, der auch anschaulich auch die technischen Anwendungen beinhaltete, und auch die Physiklehrerin stand dem HTL-Besuch der guten Schülerin positiv gegenüber. Darüber hinaus weiß die Schülerin, wozu sie diese Ausbildung macht: Sie wird den Betrieb des Vaters übernehmen. Das Rollenbild der im Betrieb arbeitenden Frau, die gleichzeitig Mutter ist, ist ihr zumindest im Ansatz von ihrer Mutter her vertraut und stellt für sie kein Problem dar. Ihre Selbstsicherheit hilft ihr im Umgang mit den Burschen der Klasse. Der Umgang mit Burschen war ihr insofern nicht fremd, da sie einen älteren Bruder hatte und dessen Freunde kannte. Allerdings hat auch sie mit den Aggressionen der Burschen gegen die Mädchen zu kämpfen. Aus einer reinen Mädchenschule kommend war sie darauf nicht vorbereitet. Daß sie eine Freundin in der Klasse hat, ist besonders in diesem Zusammenhang für sie wichtig.

K: Motivation: *"Mein Vater hat auch HTL gemacht. Ich habe ehrlich gesagt nicht gewußt, ob ich eine Modefachschule oder HTL machen soll, ich hab´ mir eben den Ruck dazu gegeben. Mädchen werden immer mit Mode oder mit Küche in Verbindung gebracht. Und ich habe mir gedacht, mach ich eben etwas anderes, probieren kann ich es ja." Der Vater hat einen Betrieb, der allerdings mit ihrer Ausbildung in keinem Zusammenhang steht. "Und wir haben uns erkundigt, was ich nachher verdiene und welche beruflichen Möglichkeiten ich haben werde. Da sind dann so viele Wege offen." K ist die einzige Tochter und der Vater ist sehr stolz auf sie. "Auch eine HTL-Schülerin habe ich gekannt, mit der habe ich geredet. Und ich habe mir gedacht, wenn sie das schafft, schaffe ich es auch." Gebastelt oder mit Werkzeug hantiert hatte sie vorher nie. Auch den Physikunterricht an der Schule mochte sie nicht. Man hatte ihr gesagt, Physik an der HTL würde schwer werden, aber sie hatte sich gedacht: "Wenn es die Buben schaffen, schaffe ich es auch." "Ich komme aus einem sehr kleinen Ort und mittlerweile wissen es dort schon alle, man ist dann doch ein bisserl etwas Besseres." Man hat also mehr Prestige? "Ja, genau das. Und wegen der beruflichen Möglichkeiten nachher." Ein Freund, den sie schon vorher gekannt hatte, hatte dieselbe Fachrichtung besucht. "Das war sicher auch ein Punkt, der mich daher gebracht hat. Ich habe mir dann auch gesagt, wenn ich wirkllich Probleme habe, dann kann er mir sicher helfen." Schwierigkeiten gab es auch: "Ja, es war überhaupt niemand da, der die Schule mit mir zusammen besucht hätte. Und der lange Schulweg, die schlechte Busverbindung, die Entscheidung Internat oder Bus." "Nach der Aufnahmsprüfung habe ich mich erkundigt, wie viele es sind, und mir wurde gesagt, drei oder vier, dann ist es mir schon besser gegangen." Auch der Freund hatte ihr vom Besuch der Schule abgeraten. Seine Begründung war [sie lacht], "daß es zu schwer sein sollte. Wahrscheinlich ist er genau der gleichen Ansicht, daß die Frau nicht so eine Schule besuchen sollte. Aber ich habe ihm das Gegenteil bewiesen."* ***Situation in der Klasse:*** *"Bei den Mädchen sagt man auch, sie führen die saubereren Hefte und so. Wir haben natürlich auch immer die Hausübungen ausgetauscht." Zu vorkommenden verbalen sexuellen Belästigungen in der Klasse meint sie: "Wenn man nichts drauf sagt, dann ist man selber schuld. Wenn man eher ruhig ist muß man sich sicher mehr gefallen lassen. Aber wenn man es gleich kalt-warm zurückgibt, dann .... Dann wissen sie wie sie dran sind und wissen wieweit sie gehen dürfen."* ***Zufriedenheit mit der Schulwahl:*** *An der HTL hat sie das Gefühl, eher ernst genommen zu werden. Ihr Wort zählt jetzt etwas. Sie freut sich auch darüber, fast jeden Tag neue Leute kennenzulernen. Obwohl sie in der HS und auch nur eine durchschnittliche Schülerin war, bewältigt sie die Anforderungen. "In der ersten Klasse der HTL wurde fast ausschließlich wiederholt." Das ermöglichte ihr, Rückstände aufzuholen. Auch hier lernt sie gerade soviel um durchzukommen. Es ist ihr wichtig, die Schule zu schaffen.*

Obwohl die Schülerin vor dem HTL-Eintritt kein Interesse für Technik oder Physik zeigte, wählt sie den Weg in die HTL. Ausschlaggebend war einerseits der Vater, der selbst eine HTL besuchte und nun stolz darauf ist, daß seine einzige Tochter diesen Weg gewählt hat, andererseits möchte ihn die Tochter nicht enttäuschen und findet auch selbst daran Freude, eine schwierige Situation, in diesem Fall den HTL-Abschluß zu bewältigen. Die HTL zu besuchen, bedeutet für die sonst mittelmäßige Schülerin einen Prestigegewinn: im Ort, der Familie gegenüber, dem Freund gegenüber. Auch an der Schule wird sie von den Schulkollegen und den Lehrern respektiert, das ist ihr wichtig. Ihr Selbstvertrauen ("Wenn andere das können, dann kannst Du es auch.") hilft ihr dabei. Das gesteckte Ziel trotz aller Schwierigkeiten zu erreichen, ist ihr aus den genannten Gründen wichtig. Dieses Durchhaltenwollen wird auch von anderen Schülerinnen und Absolventinnen genannt, wenn auch die dahinterstehenden Motive jeweils durchaus unterschiedlich sind.

N: Motivation: *"Ich bin zusammen mit einer Freundin da. EDV wollten wir sowieso machen. Den Entschluß haben wir zum Semester im Gymnasium gefaßt. Uns hat die EDV interessiert und wir haben uns erkundigt. ... Der Computer hat mich fasziniert. Ich habe im Vorjahr einen*

bekommen, für die Schule. In der dritten Klasse des Gymnasiums haben wir einen EDV Kurs machen können." "Wir haben dann in der Schule angerufen. In der HTL gibt es einen Lehrer, der macht Führungen durch die Schule und er hat uns zusammen mit einigen anderen die Schule gezeigt." N wohnt im Internat. "Die Mutter war zunächst nicht sehr einverstanden, allein schon weil ich das ganze Jahr weg bin." Die Freundin wollte eigentlich die Kindergartenschule besuchen, aber N hat sie überredet, mit ihr in die HTL zu gehen. ***Soziale Stellung in der Klasse:*** *Die Schülerinnen haben sich innerhalb der Mädchengruppierungen im Gymnasium nicht wohl gefühlt. Sie finden, daß die Klassengemeinschaft nun besser ist. "Ursprünglich waren wir vier Mädchen. Wir haben uns gleich vertragen, das war vom ersten Tag an eine Klassengemeinschaft. Als wir durch die Klassen geführt wurden, hat der Lehrer uns darauf vorbereitet, daß wenige Mädchen da sind. Er hat auch die Buben vorbereitet, wenn ein Mädchen allein in der Klasse ist, das ist der Schatz, und der wird behütet, und da darf keiner nahekommen und da darf kein Lehrer was Falsches sagen."* ***Schulerfolg und Schulzufriedenheit:*** *Am Computer arbeitet sie nach wie vor gern und manchmal programmiert sie auch privat. Sie muß allerdings die Klasse nochmals wiederholen, da sie bei schriftlichen Arbeiten immer negativ abschnitt, obwohl sie, wie sie sagt, den Lehrstoff gut versteht.*

N ist ein Beispiel dafür, wie Gebiete, die (noch) nicht als rein männliche Domäne gelten, die noch relativ jung sind, wie hier die EDV auch für Frauen interessant sind. (Dasselbe gilt für Biomedizinische Technik: Sie involviert einerseits die Humanwissenschaften faktisch der Terminus nicht männlich besetzt.) Dazu kommt, daß in diesem Fall die Eltern einfach durch den Kauf eines Computers der Schülerin erste Erfolgserlebnisse ermöglichten und dies auch in der Schule gefördert wurde. Daß sie innerhalb der Klassengemeinschaft mit ihrem Interesse nicht allein war, sondern eine Freundin gefunden hat, mit der sie arbeiten und spielen konnte, verstärkt ihre Bereitschaft, sich mit dem Computer auseinanderzusetzen. Wie wichtig den Mädchen soziale Beziehungen in der Schule sind, zeigt, daß auch die Freundin, die eigentlich eine Kindergartenschule besuchen wollte, nun mit ihr die HTL besucht.

Die Schülerin geht gerne in die Schule: Sie hat dort ihre beste Freundin, darüber hinaus sind sie insgesamt gesehen fünf Mädchen in der Klasse, ein Zahlenverhältnis, in dem sich die Mädchen innerhalb der Klassengemeinschaft nicht mehr als Minderheit fühlen. Die Lehrer haben die Burschen und Mädchen auf die spezielle Situation hinwiesen und die Burschen für das Geschehen vom Anfang an mitverantwortlich machten.

Beide Mädchen haben sich innerhalb der von den Mädchen dominierten Gymnasialklasse nicht wohlgefühlt. Sie beklagten die Gruppenbildungen unter den Mädchen, aus der sie möglicherweise ausgeschlossen waren. Daß sich Mädchen in der HS/AHS-Klasse nicht wohlfühlten, weil sie sich nicht den unter den Mitschülerinnen herrschenden weiblichen Normen und Verhaltensmustern fügen wollten, ist für viele Schülerinnen jedenfalls ein Grund, nach dem vierten Lebensjahr die Schule zu verlassen. Auf der Suche nach einer für sie passenden weiterführenden Schule haben sie dann die wieder mädchendominierte HAK abgewählt. Wenn sie wie in diesem Fall in eine funktionierende Klassengemeinschaft kommen und die Anzahl der Mädchen in der Klasse sind, daß diese nicht unter ihrer Ausgegrenztheit leiden, erfahren sie eine Gemeinschaft, die ihren Interessen und ihren Verhaltensmustern eher entspricht als die Herkunftsklasse und genießen wenn sie erfolgreich sind, unter verminderten Konkurrenzdruck ihre weibliche Rolle. Dies wurde von Absolventinnen direkt geäußert und gilt für Schule und Berufsleben gleichermaßen.

Wie sich aus anderen Interviews gibt, ist der Leistungsdruck, dem sich die Mädchen in manchen Fällen unterwerfen, oft sehr hoch, da sie glauben (bzw. interpretieren sie ihre Erfahrungen in dieser Weise), ihre Schulwahl durch entsprechend hohes Interesse und gute Leistungen der Familie und den Lehrern gegenüber rechtfertigen zu müssen. Die black-outs der Schülerin bei schriftlichen Leistungsüberprüfungen könnten hier ihre Ursache haben.

O: Motivation: "*Für die Mädchen ist es eine Überwindung, in diese Schule zu gehen, mit den Eltern darüber zu reden. Meine Mutter war nicht dafür. Sie meinte das schaff´ich nicht, das arme Kind, usw.. "Das zweite Mädchen, das aus unserer HS gekommen ist und hier in die Schule gegangen ist, hat mit Auszeichnung maturiert. Sie hat vor zwei Jahren maturiert. Meine Mutter spielt mit deren Mutter Tennis und meine Mutter hat sich bei ihr erkundigt, als ich gesagt habe, ich wolle an die HTL gehen. Sie hat auch meiner Mutter zugeredet, mich hierher gehen zu lassen." "Mein Vater hat sich dazu nicht negativ geäußert. Sie sind jetzt einverstanden, da die Noten und die Ergebnisse wirklich gut sind." "Meine Schwester ist etwas älter und besucht die HAK in .... Da wollte ich zunächst auch hingehen, sie war allerdings mit der Schule dann sehr unzufrieden. Für mich schied damit die HAK aus, und nach dem BORG sollte man eigentlich studieren, ich aber wollte nach der Schule sagen können, jetzt habe ich die Ausbildung und jetzt steige ich ins Berufsleben ein. Die HTL hier ist auch von meinem Wohnort nicht sehr weit entfernt. Zunächst war es nur ein kurzer Einfall, dann habe ich es mir in den Kopf gesetzt, daß ich daher will. Ich habe mir eingeredet, das will ich machen und das schaff ich." "Ich kannte auch einen Kollegen aus der Volksschule, mit dem versteh ich mich gut, und der ist auch mit mir dahergegangen. Allein glaube ich wäre ich auch hergegangen, aber die Entscheidung ist mir natürlich leichter gefallen, weil ich ihn gekannt habe. Ich habe auch noch ein paar andere gekannt aus meiner Umgebung, die daher gegangen sind. In den Semesterferien sind wir mit der Schule auch einmal hierhergefahren, da war eine Führung und das hat mich sehr angesprochen." "Mathematik ist mir schon immer gelegen und Physik, das paßt mit Elektrotechnik zusammen. Und Maschinenbau klingt noch viel mehr wie ein Männerberuf als Elektrotechnik." In der HS hat ihr Physik besonders gut gefallen. Gefallen hat ihr, daß sie der ganzen Klasse überlegen war, daß sie nach einmaligem Durchlesen eines Textes den Mitschülerinnen alles erklären konnte: "... z.B. das Starterprinzip, ich habe das gelesen und gut verstanden und die anderen haben nichts verstanden. Und auch unser Physiklehrer hat mich immer unterstützt und hat gesagt, ich werde das sicher schaffen, wenn ich hierher gehe. In Mathematik hatten wir eine sehr gute Lehrerin, die uns immer voll gefordert hat, nicht streng, aber so Zusatzaufgaben, Denkaufgaben, die haben mich sehr angesprochen." "Was ich einmal gemacht habe, ist mein Radio repariert." "Mein Bruder ist ein Jahr älter als ich und er macht eine Elektrikerlehre. Aber meine Entscheidung war schon vorher da." **Soziale Stellung innerhalb der Klasse:** Angst, in der HTL wenig Mädchen vorzufinden hatte nicht sie, sondern die Mutter. "Ich bin auch in meiner Freizeit hauptsächlich mit Burschen zusammen ..." "[In der HS] Ich war Klassensprecherin und ich konnte mich immer schon durchsetzen, das haben auch die Lehrer gesagt." ich habe wirklich Glück gehabt mit der Klasse. Wir verstehen uns alle ... eigentlich irrsinnig gut." Wenn Sie wirklich etwas auf dem Herzen hat, bespricht sie das mit einem Schulkollegen, den sie aus der Volksschule kennt.*

Der Widerstand vieler Mütter gegen die Entscheidung der Töchter wird auch hier sichtbar: Der Widerstand hat seine Ursache einerseits in der Angst vor der "Burschenschule", andererseits wird darin der mütterliche Wunsch sichtbar, eine Tochter zu haben, die sozial von ihrer Umgebung akzeptiert wird und auf die sie in diesem Sinne stolz sein können. Erst ein Beispiel, das ihr zeigt, daß ihre Tochter nicht völlige soziale Außenseiterin ist, überzeugt die Mutter. Auch für die Tochter mag das Vorbild einer erfolgreichen HTL-Schülerin für ihre Entscheidung mitbestimmend gewesen sein. Für ihre Entscheidung selbst gibt die sehr nachdenkliche Schülerin viele Gründe an: den Wunsch, nach der Schule nicht weiterzustudieren unter gleichzeitigem Ausschluß der HAK, die Schulnähe und Bekannte, mit

denen sie über die Schule gesprochen hat, einen Freund, der die HTL besucht und den sie bereits aus der VS-Zeit kannte, eine spezielle Förderung im Mathematik- und Physikunterricht und die Empfehlung des HS-Lehrers. Elektrotechnik schien ihr auch - im Gegensatz zu Maschinenbau - gerade noch mit ihrem weiblichen Rollenverständnis vereinbar. Auch der Bruder, der eine Elektrikerlehre absolviert, mag bei ihren Entscheidungen eine Rolle gespielt haben. Auch in diesem Gespräch wird deutlich, daß die Schülerin in ihrem Entschluß eine Herausforderung sieht und den unbedingten Willen hat, alle Schwierigkeiten zu überwinden, "es zu schaffen."

Sie war auch in der HS Klassensprecherin und hat keine Probleme im Umgang mit ihren MitschülerInnen. Dennoch registriert sie sehr sensibel frauenfeindliche Äußerungen ihrer Mitschüler und die diesbezüglichen Einstellungen der Lehrer, aber auch auf die technikfeindlichen Äußerungen von Mädchen, die nicht ihre Schule besuchen. Ihre für andere Mädchen außergewöhnliche Interessen sowie ihr der Burschenklasse angepaßtes Benehmen und ihre Sprechweise machen sie für diese zur Außenseiterin. Obwohl sie den Anpassungsdruck von beiden Seiten durchschaut, und sie darunter leidet, daß auf sie, da sie zur Minderheit zählt, keine Rücksicht genommen wird, hat sie innerhalb der Schule (noch) nicht den Mut zum Widerstand und fügt sich in das von ihr erwartete Muster.

Q und R: Motivation: ***Q:*** *"Ich interessiere mich sehr für Technik und es war so, daß man Vater mit mir zu Hause sehr viel gemacht hat. Wir haben eine große Werkstatt und er hat mir gesagt, das kann man so machen und jenes so. Er hat mir bei vielen Sachen geholfen, und das ist so gekommen. ... Er hat immer alles erklärt und daher habe ich mich bei der weiteren Schulwahl dafür entschieden, weil mich das wirklich interessiert." "Er hat mich sehr gefördert, er fördert mich noch immer. Es interessiert ihm auch sehr, was in der Schule läuft. Er frägt mich, wie es mir geht, und wie es mit den Lehrern ausschaut." "Ja, die Entscheidung ist von mir ausgegangen, ich habe gesagt, ich will das machen. ... " Im Physikunterricht an der HS wurden die guten Schüler gezielt gefördert.* ***Zufriedenheit mit der Schulwahl: Q:*** *" Die Elektrotechnik ist für mich einfacher. Man muß kreativ sein, die Schaltungen entwerfen, das liegt mir einfach. ... Wenn man irgendwelche Schaltungen entwickelt, da muß man kreativ sein, auch wenn man Schaltungen berechnet, man kann nicht sagen, ich setz in diese und jene Formel ein, man muß auch kombinieren können." Q bastelt auch zu Hause an Schaltungen.. Sie ist eine sehr gute Schülerin und möchte beruflich einmal "etwas machen, wo [sie] Ideen einbringen kann, etwas entwerfen kann."* ***Soziale Stellung innerhalb der Klasse:*** *Q: "Wenn man zu viert in einer Klasse ist, merkt man nichts, denn da halten die Mädchen zusammen und die Burschen trauen sich nichts zu sagen." "... Wir haben unseren Freundeskreis hier und verstehen uns mit den Burschen sehr gut." Wären die Burschen eher traurig, wenn die Mädchen plötzlich draußen wären? "Ich glaub schon. Ich hoffs."*

Q wurde von ihrem Vater, der einen Betrieb besitzt, von Kind an in ihrem technischen Interesse gefördert. Ihre Begabung und ihr Interesse sind so stark, daß sie nicht nur eine sehr gute Schülerin ist, sondern sich auch in ihrer Freizeit mit dem Bau von Schaltungen etc. auseinandersetzt. Besonders schätzt sie, daß ihr die Arbeit ermöglicht, kreativ zu sein und daß sie - indem sie sieht, daß die Schaltung funktioniert - selbst die Richtigkeit ihrer Überlegungen überprüfen kann. Auch R stammt aus einer technisch vorbelasteten Familie: Vater und Bruder haben eine technische Ausbildung und auch die Mutter befürwortet den HTL-Besuch ihrer Tochter. Obwohl ihre Interessen breiter gestreut sind, ist auch sie eine erfolgreiche Schülerin. In beiden Fällen unterstützen die Eltern ihre Töchter auch bei der Suche nach einer Ferialpraxisstelle.

Zur Schulzufriedenheit trägt das gute Klassenklima bei: Obwohl die Burschen auch hier Bemerkungen machen, die von den Mädchen nicht gerne gehört werden, überwiegt die Kollegialität. Auch hier ist zu vermuten, daß die relativ hohe Anzahl von Mädchen für diese positive Entwicklung mitverantwortlich ist.

T und U: Motivation: *T: "Wir haben in der vierten Klasse in der AHS einen Neigungstest gemacht. Und anschließend haben wir verschiedene Schulen abgeklappert. Und weil die HTL in der Nähe ist und man nachher einen guten Beruf hat." "Dann habe ich mir die Abteilungen angeschaut und ... war das interessanteste." U: "Ich habe mir mit meinen Eltern verschiedene Schulen angeschaut. ... wollte eigentlich mein Vater. Auch Bekannte und mein Klassenvorstand haben mir die Schule empfohlen."* ***Soziale Stellung innerhalb der Klasse:*** *Die beiden Schülerinnen waren immer zu zweit in der Klasse. Verbale Zudringlichkeiten gab es im ersten Jahr, später sei das, sagen sie, besser geworden. Auch deshalb, weil sich Lehrer für die Mädchen eingesetzt hatten und sich diese zunehmend auch erfolgreicher wehren konnten. "Anfänglich haben wir uns in der Werkstätte mit den anderen Mädchen nicht so gut vertragen, jetzt ist es schon besser, nach dem Schikurs." "Wir sollten vielleicht eine Gruppe bilden, damit wir uns gegen die Burschen wehren können."* ***Zufriedenheit mit der Wahl der Schule:*** *Für beide war es vorteilhaft, daß in der Schule kein technisches Vorwissen verlangt wurde. Obwohl sie sich eher zufällig für Elektrotechnik entschieden hatten und "keine Ahnung" hatten, was von ihnen verlangt werden würde, hatten sie die für sie richtige Wahl getroffen. Die beiden sind gut bzw. durchschnittlich, was ihre Leistungen betrifft.*

Die Wahl der Schule erfolgte bei T nach Ausschalten aller anderen Möglichkeiten, dazu kam die räumliche Nähe der Schule und die guten Berufsaussichten. Bei U waren Empfehlungen von Bekannten und Lehrern maßgebend, insbesondere aber der Wunsch des Vaters. Die Wahl des Ausbildungszweiges erfolgte erst nach der Schulwahl. Ein besondere Interessen in Bezug auf Technik, Physik oder das von ihnen gewählte Fach hatten die Mädchen in ihrer Schulwahl nicht beeinflußt, zumindest wurde dieses von ihnen nicht genannt. Dennoch interessiert sie das, was sie in der Schule lernen heute und sie sind erfolgreiche Schülerinnen.

Wenn die Eltern einer technischen Ausbildung der Tochter positiv gegenüberstehen und diese fördern, die Schule darüber hinaus nach Möglichkeit z.B. durch die räumliche Nähe oder die Ausbildung des Vaters, der Geschwister etc. den Schülerinnen vertraut ist, ist ein HTL-Besuch zumindest im Raum Wien für begabte Mädchen ein Schritt, den sich Eltern und Schülerinnen wohl überlegen, aber keine schwer zu überwindende Hürde. Die Zufriedenheit mit dem Schulbesuch hängt dann einerseits von der Wahl des richtigen Ausbildungszweiges ab - Elektrotechnik scheint hier ein für Mädchen besonders akzeptabler Bereich zu sein - andererseits von der positiven Bewältigung der sozialen Situation innerhalb der Klasse. Ein Beitrag dazu wäre, wie dies auch von den Schülerinnen ausdrücklich formuliert wird, die Kommunikation der Mädchen untereinander zu fördern, dafür Strukturen zu schaffen oder vorhandene Strukturen zu nützen (Schulveranstaltungen, Turnunterricht, Werkstätten), ohne damit die Außenseiterposition der Mädchen zu verstärken. Hilfreich war für die Mädchen auch, wie sie sagen, daß einzelne Lehrer ihr Problem nicht ignoriert hatten, sondern in der Klasse zur konkreten Situation Stellung bezogen haben.

Für die Mädchen wichtig war auch, daß keine Vorkenntnis im technischen oder handwerklichen Bereich vorausgesetzt wurden, sie die Chance hatten mit den Burschen auch leistungsmäßig gleichzuziehen. Das Wissen über dieses Vorgehen seitens der LehrerInnen könnte die Ängste der Mädchen, die einen Schulwechsel überlegen, mindern. Auch Ängste vor dem Schulgebäude, der unpersönlichen Stimmung an der Schule sollten ernstgenommen werden. Ein Tutorinnensystem - die Anfängerinnen erhalten für das erste Schuljahr ältere Schülerinnen als Betreuerinnen zugewiesen - wäre auch eine erste Gelegenheit der Kontaktaufnahme mit den Schülerinnen der zukünftigen Schule gegeben.

W: Motivation: *"Das war Anfang der vierten, ich habe überlegt, was ich weitermachen soll. Ich wollte nicht weitergehen in die AHS. Dann habe ich mir verschiedene Schulen angeschaut. ... Dann ist mir irgendwie Technik eingefallen. Denn mein Opa der ist auch in die HTL gegangen, in denselben Ausbildungszweig. Und ich hab mir die Firma von ihm anschau´n dürfen. Und sie hat mir relativ gut gefallen. Ich hab´s mir interessant vorgestellt und dann hab ich es gemacht." Sie hatte sich vorher nie mit Technik beschäftigt, gebastelt o.ä. hatte sie als Kind nicht. Physik hat sie in der Schule nie besonders interessiert, sie denkt, sie sei auch nicht besonders begabt. Ihre Eltern waren über ihren Entschluß, die HTL zu besuchen, überrascht.* ***Soziale Stellung in der Klasse:*** *Am Anfang fühlte sie sich sehr isoliert und überlegte, ob sie eine andere Schule bleiben sollte. Ihre Mutter unterstützte sie in dieser Phase. "Und dann hat es mir gefallen. Vor allem hat es mich interessiert. Ich fand es sehr interessant und ich habe es auch leicht verstanden." "In der Klasse waren immer alle sehr nett. Die Klassengemeinschaft hat sich allerdings jedes Jahr geändert und man muß sich immer aufs neue darauf einstellen. Nach der ersten Klasse ist die Hälfte nur übriggeblieben. Auch jetzt ist wieder die Hälfte sitzengeblieben.* ***"Zufriedenheit mit der Wahl der Schule:*** *Bezüglich der Schulfächer liegt ihr vor allem Mathematik. In diesem Fach ist sie Klassenbeste. Wenn sie nochmals wählen würde, würde sie wieder dieselbe Ausbildung wählen. Es fasziniert sie zu sehen, zu sehen, wie technische Geräte funktionieren.*

Das Interesse der Schülerin, die vorher weder mit Physik noch mit Technik wie sie sagt in irgendeiner Form zu tun hatte oder dafür Interesse zeigte, wurde durch ein Gespräch mit dem Großvater und einem Besuch in dessen Betrieb geweckt. Die Begabung der Schülerin in diesem Bereich wäre sonst möglicherweise nie hervorgetreten, sie wurde weder von den Eltern noch von der Schule entdeckt oder gefördert. Ihrer offensichtlichen Begabung entsprechend ist die Schülerin an dem, was sie lernt, äußerst interessiert und ist auch entsprechend erfolgreich.

Die Geschichte der Schülerinnen, deren Begabungen oftmals von ihren Vätern entdeckt und weiterentwickelt wurde, seltener schon von der Schule, zeigt, daß bei Mädchen und Frauen speziell im technischen Bereich ein Begabungsreservoir vorhanden ist, das oft nur durch Zufall ans Tageslicht tritt oder gar entsprechend gefördert und weiterentwickelt wird.

Burschen werden innerhalb der Familie und - wie Untersuchungen zeigen auch in der Schule - stärker gefördert. Wenn sie im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich begabt sind, wird diese Begabung für die Umgebung (Elternhaus, Schule) sichtbar und da eine zukünftige Ausbildung und Tätigkeit in diesen Bereichen sozial verträglich ist und sie in der Entwicklung ihres geschlechtsspezifischen Rollenbildes stärkt, widmen sich die Burschen tatsächlich in Ausbildung und Berufstätigkeit diesen Feldern - ein Zirkel, der wie sich zeigt, nur schwer zu durchbrechen ist.

Von den guten Schülerinnen nennen, auf jene Fächer angesprochen, in denen sie unter den Besten sind, viele Mathematik. Mathematik ist unter den Fächern, die auch den ´harten´ Naturwissenschaften und der Technik zugezählt werden, jenes, das am wenigsten geschlechtsspezifisch spezifiziert ist und wo Leistungen, die hauptsächlich auf schriftlichen Arbeiten beruhen, innerhalb einer Klasse vergleichsweise einfach objektiv zu beurteilen sind. Es mag daher kein Zufall sein, daß an der HTL Schülerinnen speziell in diesem Fach besonders gute Leistungen erbringen.

In der Anfangsphase ist es wichtig, daß in der besonders schwierigen Situation des Wechsels in eine männlich dominierte Schule, den Mädchen jemand hilft, sie berät, so daß sie nicht in Gefahr laufen, frühzeitig aufzugeben. Im hier gezeichneten Fall hat die Mutter, die selbst eine akademische Ausbildung hat und daher über entsprechende Erfahrung verfügt, diese Aufgabe übernommen.

1.2. Schülerinnen, die aus ihrer Sicht die falsche Schulwahl getroffen haben

D: Motivation: *"Eigentlich mein Vater wollte das mehr. Ich glaube, wenn er das nicht gesagt hätte, ich wäre sicher nicht daher gegangen. Wir haben ein Geschäft. ... Das soll ich einmal übernehmen. Ja, aber ich möcht das nicht machen. ... Beziehungen zur Technik hatte ich zu Hause keine, gebastelt nie. Auch jetzt greife ich zu Hause nichts an. ... Im Gymnasium haben wir fast nichts gemacht. Die anderen kennen das teilweise schon aus dem Physikunterricht."* ***Zufriedenheit mit der Schulwahl: "****So gefällt es mir hier viel besser, wie das läuft. Aber was man lernt gefällt mir nicht. Es ist hier lockerer, auch die Lehrer sind hier besser, wenn man Probleme hat, kann man zu den Lehrern gehen, eigentlich fast alle ... Die Werkstätten, das gefällt mir. ... Mit Burschen tu ich mir nicht schwer, ich war immer mehr mit Burschen zusammen.. Es ist hier einfach alles so trocken, ich find es fehlen Fächer, etwa Biologie oder Geschichte. Ich möchte einen Beruf mit der Natur haben, mit Kindern oder mit Tieren, Lehrerin würde mir gut gefallen. Mathematik gefällt mir irrsinnig gut ... Die Mädchen, ich weiß nicht, ob das welche freiwillig machen. Das sind teilweise die Väter, oder eine Freundin hat sie mitgezogen. es interessiert halt nicht so viele."*

Die Schülerin D zeichnet ein sehr positives Bild, was ihre sozialen Beziehungen zu den anderen Schülern und zu den Lehrern betrifft, obwohl sie leistungsmäßig sehr schwach ist. Ihr Hauptproblem ist, daß sie zur Technik keinerlei Beziehung hat, auch keine Gelegenheit hatte, ein solches Interesse in der Schule oder der Familie zu entwickeln und sich nun auch in ihrer Rolle als Frau mit ihrem technischem Umfeld nicht identifizieren kann, sich auch nicht vorstellen kann, daß es Frauen bzw. Mädchen gibt, bei denen dies der Fall ist. Die Zwangssituation, in der sie steht, verstärkt zudem ihre allgemeine Aggression gegen alles, was mit Technik zu tun hat. Was ihr dennoch Freude macht, ist der praktische Umgang mit den Dingen in der Werkstatt. Am ehesten annehmbar erscheint ihr Biomedizinische Technik, da dies, wie sie meint, ihren Interessen mehr entspricht.

I: Motivation: *"Mein Vater hat es wollen. Ja, er wollte das, schon immer. Meine Schwester geht auch daher. Er sagt, man hat dann gute Berufschancen. Auch der Schwester hat der Vater gesagt, daß sie diese Schule besuchen soll. ... Eigentlich wollte ich Kindergärtnerin werden." Lieber wäre sie am Gymnasium geblieben, aber "dann wär er immer wild gewesen." Der Vater der Schülerin besitzt eine Firma, für deren Übernahme eine eine entsprechende Ausbildung an der HTL günstig ist. Die Mutter der Schülerin hatte auf die Entscheidung des Vaters keinen Einfluß. Zu dieser Firma hat die Schülerin keine Beziehung. Auch in ihrer Kindheit hatte sie sich nie für technische Dinge interessiert, in der Schule war sie in Mathematik und Physik war sie eher schwach..* ***Zufriedenheit mit der Schulwahl:*** *Sie ist eine eher gute Schülerin, besonders in Mathematik und Physik, die technischen Fächer machen ihr nur manchmal Spaß. "Es ist eh super. ... Die Lehrer sind nicht so wie im Gymnasium, nicht so streng." Was sie stört, ist die lange Schulzeit. Im übrigen hat sie jetzt eine Freundin gefunden und sagt, sie fühle sich wohl.*

Die Schülerin ist sehr angepaßt, dem vom Vater festgesetzten Schulwechsel setzte sie keinen offenen Widerstand entgegen, sie fügte sich, wenn auch unter Tränen. Ihre Angepaßtheit erleichtert ihr nun die Situation in der Schule und sie ist jetzt auch zufrieden. Wichtig war ihr, daß sie wieder eine Freundin in der Klasse gefunden hat, daß sie in der Schule seitens der Lehrer Entgegenkommen erfährt, daß sie gegenüber dem offensichtlich strengem Vater eine Fluchtmöglichkeit hat. Auf die Verwirklichung ihrer eigenen Vorstellungen hat sie verzichtet.

1.3. Schülerinnen, deren Interesse für Technik sich im Laufe der Schulzeit so verringert hat, daß sie sich bei erneuter Wahl möglicherweise für eine andere Richtung entschieden hätten

F: Motivation: *Der Vater besitzt einen Betrieb und war am HTL-Besuch der Tochter besonders interessiert, die Mutter hätte die AHS bevorzugt. Die Schülerin kommt aus einer*

Mädchenschule: "Weggehen wollte ich dort auf jeden Fall." Heute meint sie, würde sie die Technik nicht mehr in demselben Maße interessieren: "... mich die Sache nicht so interessiert. Die anderen bauen auch zu Hause Schaltungen und setzen sich mit den Themen auseinander". Sie hätte gerne Biomedizinische Technik gemacht: "Ab der vierten Klasse gibt es dort mehr Anatomie, das ist mehr Abwechslung zu den technischen Fächern." Sie hat das Gefühl, daß Englisch und Wirtschaft vernachlässigt werden und interessiert sich für die allgemeinbildenden Fächer. Geschichte und Deutsch mag sie, auch Physik, insofern auch über das Weltbild der Physik gesprochen wurde. "Technik interessiert mich jetzt eher weniger, früher habe ich mir das anders vorgestellt." "Ich will in Zukunft Wirtschaft machen und technische Firmen beraten, Produktmanagment.." ***Soziale Stellung innerhalb der Klasse:*** *Die Schülerin war von Anfang an einziges Mädchen in der Klasse. "Am Anfang war es eher unangenehmer, das einzige Mädchen zu sein, es war schwieriger Freundschaften zu schließen." Einige Zeit hindurch hatte es allerdings auch größere Probleme mit den Klassenkameraden gegeben: "... haben sie mich sekkiert. Jetzt verstehe ich mich wieder mit der ganzen Klasse."*

Die Motivation der Schülerin verringerte sich im Laufe der Schulzeit und infolge der Spezialisierung. Sie hat erkannt, daß sie lieber mehr mit Menschen zu tun haben möchte. Darüber hinaus interessieren sie allgemeinbildende Fächer, die sie an der HTL vermißt. Sie meint eine gezielte Beratung wäre am Beginn günstig gewesen. Auch für sie wäre Biomedizinische Technik ein Ausweg in Richtung Interdisziplinarität und Humanwissenschaften. In ihren beruflichen Vorstellungen versucht sie zwar ihre technische Ausbildung zu integrieren, in ihrer eigentlichen Tätigkeit will sie allerdings nichts Technisches - in dem Sinne, wie sie es nun in der Schule betreibt - machen. (Auch die Gespräche mit fertigen Technikerinnen zeigen, daß diese ihr technisches Wissen zwar nutzen, aber ihre eigentliche Stärke und auch ihren berufliche Befriedigung z.B. in der Kommunikation, in wirtschaftlichen Überlegungen etc. finden).

Auch in der Klassensituation der Schülerin hatten sich vorübergehend - als einziges Mädchen der Klasse - größere Probleme ergeben. Als Beispiel für die Aggressionen ihrer Schulkollegen werden auch hier Äußerungen der Burschen genannt, die sie in ihrer Eigenschaft als Technikerin und Frau treffen. Bei Auseinandersetzungen greifen die Burschen auf diese Stereotypen zurück und treffen die Mädchen doppelt, da sie sie als Frau und als Technikerin angreifen. Mädchen wird an der Schule auch keine Identifikations- oder Leitfigur geboten, da Lehrer in den technischen Fächern ausschließlich männlich sind, Lehrerinnen praktisch ausschließlich in den Humanwissenschaften, selten Mathematik unterrichten. Mädchen haben auch das Gefühl den Burschen in der Technik unterlegen zu sein, da sie sich in ihrer häuslichen Beschäftigung nicht mit Technik auseinandersetzen und die Burschen daher an Vorsprung gewinnen. Dies trifft sie in ihrem Ehrgeiz und Wettbewerbsdenken und verringert ihre Motivation.

Tatsächlich gibt es unter den interviewten Mädchen nur ein oder zwei, die angeben, sich in ihrer Freizeit mit dem Unterrichtsstoff auseinanderzusetzen, indem sie z.B. Schaltungen bastelten. Daß dies Mädchen nicht tun hat mehrere Gründe: Beschäftigung mit Technik entspricht nicht der Freizeitkultur der Mädchen und führt sie daher in die soziale Isolation. Mädchen sind traditionellerweise kommunikativer und an Beziehungen zwischen Menschen interessiert und die Mädchen, zumindest in ihrer Freizeit diesen Bedürfnissen nachzugehen: zu lesen, sich mit Freunden zu treffen, z.T. auch traditionelle weibliche Beschäftigungen wie kochen auszuüben.

V: Motivation: *"Mit fünf Jahren habe ich ein Zimmer renoviert, mein Bruder hat den Putz abgeschlagen und ich bin mit meinem Vater gesessen und hab die elektrischen Leitungen gemacht. ... Dann habe ich irgendwann beschlossen, einen Automotor zu bauen. Mein Vater*

war als Techniker in der ... beschäftigt und kannte viele Leute und wir haben dann gefachsimpelt." Es hat ihr schon immer Spaß gemacht, "mit vorhandenen Materialien etwas zu bauen. Ich arbeite gern mit Holz und hier habe ich die Liebe zum Schweißen entdeckt. Ich mag auch Schmieden. Man haut drauf und es entsteht etwas völlig Neues." Zwei aus ihrer AHS-Klasse gingen an diese HTL und so kam ich auf die Idee, hierher zugehen. Die AHS wollte sie nicht weiter besuchen: "Nachdem Gymnasium, da muß man ja förmlich studieren. Aber jetzt kann ich es mir aussuchen." ***Soziale Stellung innerhalb der Klasse:*** *Die Schülerin besucht einen Ausbildungszweig, in dem die Anzahl der Mädchen insgesamt äußerst gering ist. "In der ... Klasse war die Klassengemeinschaft sehr schlecht gewesen und ich hatte gesundheitliche Schwierigkeiten. In dieser Klasse gab es auch eine zweite Schülerin, mit der ich seit der ersten Klasse zusammen war. Aber wir waren beide sehr verschieden. Es ist besser allein in einer Klasse das einzige Mädchen zu sein, als sich mit der zweiten nicht gut zu verstehen." Sie selbst hatte in dem Schuljahr, von dem sie erzählt, das Reden verlernt. Wenn sie etwas sagte, wurde sie entweder nicht gehört, "oder man begann, mich wegen meiner Stimme zu verarschen." (Eines der Handikaps war, daß Deutsch nicht ihre Muttersprache war.) "Der Abteilungsvorstand hatte vorgeschlagen, daß ich die Klasse wechseln sollte. Doch da war es zu spät." Sie wiederholte die Klasse, fühlte sich in der neuen Klasse wohl, hatte allerdings - trotz ihrer offensichtlichen vielseitigen Begabungen - weiterhin was ihre Schulleistungen betraf, große Schwierigkeiten.*

Für die schwierige Situation, die die Schülerin in einer Klasse erlebte (und die auch schließlich zu gesundheitlichen Problemen und leistungsmäßig zum Versagen führte) gibt es einige Erklärungen: ein Ausbildungszweig der von Mädchen nur äußerst selten gewählt wird, das offensichtlich sehr aggressive Klassenklima, die von ihr völlig verschiedene Schulkollegin, die schlechten Schulleistungen der Schülerin (die sich umgekehrt durch die Situation weiter verschlechterten), vor allem aber der Umstand, daß die Schülerin durch verschiedene familiär bedingte Umstände (möglicherweise auch durch ihre nicht diesem Schultyp angemessenen Begabungen und Denkweisen) sich schon in der AHS nur schwer in das soziale Muster einfügen konnte und nun in der HTL zur völligen Außenseiterin und zum Opfer der Aggressionen ihrer Mitschüler wurde.

SchülerInnen, die nicht den gängigen Normen entsprechen, haben es an jeder Schule schwer. Doch hat die Schülerin einer AHS die Möglichkeit, unter vielen Mitschülerinnen ein ihr passend erscheinendes soziales Netz zu finden. Diese Möglichkeit gibt es an einer HTL infolge der geringe Anzahl der Mädchen nicht. Schülerinnen, die entweder im Aussehen oder im Verhalten nicht den gängigen Normen entsprechen, bieten - wie auch aus anderen Erzählungen hervorgeht - den Burschen viele Angriffsflächen: Hier war es vor allem die Zweisprachigkeit der Schülerin, die - sonst ein Vorteil - hier zum Nachteil wurde. In ihrer Angst versagte der Schülerin auch die Stimme und sie war dem Gespött preisgegeben. Mit ihrer Klassenkollegin hatte sie nichts gemeinsam und diese war ihr daher auch keine Stütze. Auch die Lehrer - an der Abteilung gibt es nur vereinzelt und sehr selten Mädchen - waren offensichtlich mit der Situation überfordert. Der Vorschlag, die Klasse zu wechseln, der von Seite der Lehrer gemacht wurde, kam zu spät. Daß die Schülerin trotz allem einen Abschluß anstrebt, entspricht einerseits ihrer Erziehung andererseits gibt es für sie keine vernünftigen Alternativen.

Mädchen, die eine HTL besuchen wollen, müssen - wie auch alle Schülerinnenaussagen bestätigen - sehr selbstbewußt sein. Die Konfliktmöglichkeiten können darüber hinaus relativ groß werden, wenn sie in ihrem Erscheinungsbild, ihrem Verhalten und weitgehend auch in ihrem Denken nicht den gängigen Normen entsprechen, bzw. umgekehrt formuliert, wenn ein Mädchen in einem der genannten Punkte nicht dem gängigen Bild entspricht, wird sie außergewöhnliche Schwierigkeiten haben, die im Extremfall zum völligen Zusammenbruch oder zu lebenslänglichen psychischen Schäden führen können. Darüber hinaus müssen die

Mädchen zu weitgehender Anpassung bereit sein. (Dies mag auch der Grund sein, warum einige der Mädchen, die zwar kein spezielles Interesse für Technik entwickelt haben, aber gewohnt sind, sich dem Vater unterzuordnen, sich durchaus in der Schule wohlfühlen). Es ist anzunehmen, daß Fälle, wie die der Schülerin V selten sind bzw. daß Mädchen selten diese Belastungen bis zum Abschluß durchhalten. Zu vermuten - und teilweise geht dies auch aus den vorhandenen Interviews hervor - ist, daß es dennoch kein Einzelfall ist. Bei meiner Arbeit an den Schulen ist mir aufgefallen, daß es eine Reihe von Schülerinnen gibt, von denen gesagt wurde, daß sie sehr häufig krank oder abwesend sind. Dies war auch bei der Schülerin hier der Fall. (Das Interview mußte einige Male verschoben werden). Es ist zu vermuten, daß es - auch an den von mir in die Studie miteinbezogenen Abteilungen - mehr Schülerinnen gibt, die ein ähnliches Schicksal wie die Schülerin V erlitten haben. Dies bestätigen auch Äußerungen von Absolventinnen und SchülerInnen. Aufgabe der LehrerInnen wäre es, hier rechtzeitig die Situation zu erkennen und Hilfestellungen (auch von außen) anzubieten. Dies nicht nur als humane Verpflichtung des Erziehers und der Erzieherin. Auch von zukünftigen Technikern werden später im beruflichen, gesellschaftlichem und privatem Leben Eigenschaften und Fähigkeiten verlangt, die die Bereitschaft jenseits der Normen zu denken und zu handeln voraussetzen. Diese Talente unter den SchülerInnen zu erkennen und zur Entfaltung zu bringen ist eine wichtige Aufgabe der Schule. Umgekehrt würde eine derartige Entwicklung - und sie ist in Ansätzen durchaus auch an der HTL zu beobachten - auch den Mädchen den Zugang zu diesem Schultyp erleichtern.

X: Motivation: *Die Eltern rieten ihr, eine Schule zu besuchen, nach der sie eine abgeschlossene Ausbildung habe. Die HAK hatte sie nicht interessiert. Mathematik und Physik hatten ihr in der AHS Spaß gemacht. Auch der Vater hat eine handwerkliche Ausbildung im Bereich Elektrotechnik.* ***Soziale Stellung innerhalb der Klasse:*** *Von den ursprünglich sechs Schülerinnen ist nur noch sie geblieben, ab der dritten Klasse war sie das einzige Mädchen. "Als ich allein war, das war ein Schock. In der dritten Klasse haben wir dann einige gröbere Kämpfe gehabt. Dann war ich bei der Schulpsychologin und habe mit ihr die Probleme der Klasse analysiert. ... Die Situation war ganz ungewohnt. Mit den Mädchen, das war eine Gemeinschaft, mit den Burschen das hat man erst aufbauen müssen. Da hat es zwar auch früher Verbindungen gegeben, aber sie waren nicht so intensiv." "Spannungen gab es nach Schularbeiten und Tests. Z.B. Dir werden alle Noten geschenkt. Und: Was machst denn Du als Frau da. Derartige Aggressionen seitens der Schüler gab es auch während des Unterrichts." Einige der LehrerInnen versuchten X zu helfen und ergriffen ihre Partei bei Diskussionen, was für die Schülerin eine große psychische Hilfe bedeutete. Im letzten Jahr hat sich das Klassenklima etwas verbessert und derartige Bemerkungen sagt sie seien heute "eher spaßig gemeint".* ***Zufriedenheit mit der Wahl der Schule:*** *Auf die Klasse wird seitens der Lehrer ein besonders hoher Leistungsdruck ausgeübt, was einerseits zu Spannungen und internen Kämpfen innerhalb der Klasse führte, andererseits viele auch sehr begabte Schüler überfordert, da sie auf Privatleben weitgehend verzichten müssen und die Freude an der Arbeit verlieren. Auch X machen die fachspezifischen Gegenstände keinen Spaß mehr. Heute interessieren sie die wirtschaftlichen Fächer, sie möchte später etwas Geisteswissenschaftliches studieren, dies hatte ihr an der Schule gefehlt. Sie beklagt auch, daß die Ausbildung in Englisch nicht ausreichend ist. Daß sie auch keine Zeit habe, ihre musikalischen Begabungen zu pflegen und weiterzubilden. "Ich bin jetzt draufgekommen, daß es in meiner Klasse ziemlich viele gibt, die, wie sie selbst sagen, eigentlich nicht hierhergehören und lieber am Gymnasium wären. Seither ist es für mich nicht mehr so unangenehm."*

Auch diese Schülerin ist offensichtlich begabt, hatte aber vor dem Eintritt in die HTL keine ausgeprägten technischen Interessen. Ihre Eltern wollten, daß sie mit der Matura gleichzeitig eine Berufsausbildung hat, die HAK schied für das Mädchen aus und in Mathematik und

Physik war sie offensichtlich begabt. Sie wählte einen neugegründeten Zweig, von dem man sich auch erwarten durfte, daß er auch interdisziplinäre Aspekte anbot. Sie ist eine gute Schülerin und war zunächst relativ zufrieden. Die gewählte Schule wurde erst dann für sie zum Problem, als sie ihre gesamten Mitschülerinnen verloren hatte und nun einziges Mädchen in der Klasse war. Da sie sich weiterhin so benahm, wie sie es aus der relativ starken Mädchengruppe gewohnt war, in Diskussionen durchaus ihren Standpunkt vertrat, auch sensibel frauenfeindliche Äußerungen registrierte und auf diese reagierte, konzentrierten sich - vor allem in Streßzeiten die Aggressionen einiger das Wort führenden Burschen auf sie. Die Situation war erst dann in den Griff zu bekommen, als sie Unterstützung von außen (Beratungslehrer und Klassenlehrern) erhielt. Heute hat sie innerhalb der Klasse ihre eigene Freundesclique, die ähnlich wie sie auch nicht-technische Interessen mit ihr teilt.

Die Geschichte der Schülerin zeigt, wie unterschiedlich sich die Situation innerhalb der Klasse im Laufe der Jahre für die Schülerin darstellen kann und ein wie hohes Maß an sozialen Fähigkeiten von den Mädchen gefordert wird. Darüber hinaus zeigt sie, daß es Situationen gibt, die für die Schülerinnen untragbar werden können, denen sie ohne Unterstützung von außen nicht gewachsen sind. Unterstützung von außen ist im Idealfall ein funktionierendes LehrerInnenteam und - speziell für Schülerinnen - eine psychologisch geschulte Fachfrau.

Was den hohe Spezialisierungsgrad in der HTL betrifft so wirkt sich dieser in Kombination mit hohem Leistungsdruck - wie er in dem genannten Fall durch den auch für die unterrichtenden Lehrer noch neuen Ausbildungstypus gegeben war - besonders für vielseitig begabte Schülerinnen und Schüler vermutlich eher demotivierend aus. Die SchülerInnen haben keine Möglichkeit, ihren über die Technik hinausgehenden Interessen (Literatur, Sport, Musik) in ihrer Freizeit in einem zufriedenstellendem Ausmaß nachzugehen. Dies mag auch der Grund dafür sein, daß gerade einige der besonders Begabten nach der Matura völlig andere Fächer, wie Philosophie, Psychologie etc., aber auch Mathematik oder Wirtschaftswissenschaften belegen. Die Frage stellt sich, ob man auch in der HTL der Schülerin oder dem Schüler bereits in den letzten Klassen Möglichkeiten der eigenen Schwerpunktfindung geben könnte, ob eine ähnliche Lösung wie sie in der AHS durch die Wahlpflichtfächer gegeben ist auch in der HTL möglich und sinnvoll wäre, ob die HTL für naturwissenschaftlich und technisch begabte, aber durchaus auch für jene, die ein breiteres Begabungs- und Interessensspektrum haben eine Alternative zum herkömmlichen Gymnasium sein könnte.

2. Interviews mit Schülern

Schüler A, 4 Mädchen in de Klasse: Motivation: *"In der HS habe ich mir Gedanken gemacht, Lehre oder nicht, dann hat mich das Technische ein bisserl interessiert." In einem normalen Gymnasium hätten ihm die Sprachen eher abgeschreckt. "Da habe ich mir gedacht, ich muß ohnedies ein neuntes Schuljahr machen." Die Eltern haben sich gefreut, die Entscheidung aber ihm überlassen. Sie haben ihm die Schule empfohlen, da er in der HS ein guter Schüler war. "Wir haben auch im Bekanntenkreis Leute, die die HTL besucht haben, die haben das bekräftigt." "In der HS haben wir mit unserem Physiklehrer diverse Experimente gemacht und im Unterricht hatten wir Interessensgruppen, da war das Elektrotechnische miteingebunden. Dann hat man sich auch privat unterhalten und Dinge gesehen, die interessant sind. Ich habe z.B. mit meinem Vater einmal einen Betrieb besucht, privat. Und da habe ich gesehen, wie die Dinge aufgebaut sind." In der HS habe er sich mit seinen Freunden manchmal über technische Fragen unterhalten.* ***Mädchen in der Klasse:*** *"Es ist Abwechslung da, ich sehe das in anderen Klassen, wo keine Mädchen sind, das ist ziemlich eintönig. Die Lehrer werden auch irgendwie lockerer, besonders in den Werkstätten sieht man das, man hat mehr Gaudi. Der Druck wird geringer. ... " "... wenn Mädchen da sind, da*

nimmt man irgendwie Rücksicht darauf und es läuft normal ab. Wenn keine Mädchen in der Klasse sind, trauen sie sich mehr, zeigen weniger Respekt von den Lehrern." ***Mädchen an der Schule:*** *"... Es gibt immer ein paar, die auch anders denken, aber wenige in unserer Klasse. Ich glaube in der Schule ist das klar, daß die Mädchen schon irgendwie dazugehören." "...mir kommt vor, daß die Mädchen an der Schule wirklich reifer werden, glaube ich und daß das an der anderen Schule nicht so schnell fortschreitet wie hier."* ***Werkstatt:*** *"...da muß man eben etwas anpacken, da ist auch körperliche Arbeit dabei." "Bei körperlicher Arbeit müssen die Burschen halt mehr zupacken, z.B. wenn zusammengeräumt wird und die Werkstätten wieder auf Hochglanz gebracht werden."* ***Mädchen aus der Sicht der Burschen:*** *"Ich glaube, daß die Mädchen gegen diverse Bemerkungen richig resistent werden und das gelassen hinnehmen, das sieht man oft, wenn man irgendwohin geht, daß sie schon ein bißchen abgehärtet sind. .. Ja, das ist meistens scherzhaft gemeint." Gibt es Mädchen, die sich über solche Bemerkungen kränken? "Von unserer Klasse ist mir nichts bekannt, die nehmen das ganz gelassen. ... Ja, die Rückmeldungen sind nicht schlecht."* ***Zufriedenheit mit der Wahl der Schule:*** *"In der ersten zwei Klassen ist es ziemlich schwierig, weil man mehr allgemeine Gegenstände macht. Es gibt dabei auch Gegenstände wo man sich denkt: Wozu brauch ich das? Aber eine bestimmte Allgemeinbildung braucht man. In Mathematik z.B. sagt der Professor, das brauchen wir wahrscheinlich nicht, aber es ist vorgeschrieben. Man braucht es dann nur für die Matura. Nur Elektrotechnik zu machen, wäre allerdings auch eintönig."*

Schüler B: *In den ersten beiden Schuljahren in reinen Burschenklassen, seither in einer Klasse mit mehreren Mädchen.* ***Motivation:*** *B sagt, er habe sich schon immer für Technisches interessiert, immer "gern herumgebastelt". Er hat "so ein bissel zerlegt, Radio und so, schauen wie das alles ausschaut." Auch den Physikunterricht an der HS hatte er interessant gefunden "Die Schule ist nicht gerade schön, aber das Technische hat mich interessiert."* ***Mädchen in der Klasse:*** *"Es war irgendwie ein Aufleben, zwei Jahre nur mit Burschen in der Klasse sein, das ist schon anders. Die ersten zwei Jahre ist es etwas wild zugegangen, aber das ist jetzt eine gute Klasse, da halten alle zusammen." Er meint, man kümmert sich mehr um den anderen und geht höflicher miteinander um." "Ja, es macht mehr Spaß, weil das Klima anders ist. Voriges Jahr war ein rauheres Klima." Viel romantischer, das ist gleich was anderes."* ***Verhalten der Lehrer:*** *"Ja, sie sind freundlicher zu den Mädchen. Also die Gleichberechtigung stimmt da wieder nicht so. Sie sind zu den Mädchen schon freundlicher." "Z.B. wenn man jetzt einen Lehrer hernimmt, voriges Jahr, in der reinen Bubenklasse, da hat er fast nicht mit sich reden lassen, so, wenn ein paar Mädchen mit ihm reden, das ist kein Problem."* ***Mädchen aus der Sicht der Burschen:*** *B meint, die Mädchen - soweit er sie bisher kennengelernt habe - seien anders als die anderer Schulen: "Sie sind nicht mehr so altersbedingt kindisch, kann man sagen." "Einfach weil sie eine kleine Minderheit sind.". Die Mädchen unterschieden sich "vielleicht in der Redewendung, oder im Verhalten."*

Schüler C: *In seiner Klasse hat es immer Mädchen gegeben.* ***Motivation:*** *"Am Anfang wollte ich gar nicht mehr in die Schule gehen, ich wollte einen Beruf erlernen. Ich habe es nicht weit daher. Und ich wollte nicht in das Polytechnische. Und nach der ersten Klasse habe ich gesehen, daß ich es schaffe. Ja und die Eltern waren auch dahinter. Die Schule hat hier einen guten Ruf."* ***Mädchen an der Schule:*** *"Technik glaube ich, ist nicht so Sache der Mädchen. Die gehen lieber in wirtschaftliche Schulen. Der Bub bekommt anderes Spielzeug und wird von den Eltern anders erzogen. Ich glaube nicht, daß ein Vater, der selbst keine Ahnung von Maschinenbau hat, seiner Tochter rät, sich mit so etwas abzukämpfen. Die meisten Mädchen an der Schule sind nur deshalb hier, weil zu Hause ein Betrieb da ist und es keinen Sohn gibt. Man erreicht das dann vom Elternhaus aus mit gutem zureden. Alle vier Mädchen, die mit mir einmal in die Klasse gegangen sind, hatten zu Hause einen Betrieb. Ich weiß auch nicht, ob man es anstreben soll, daß hierher mehr Mädchen gehen. Das heißt nicht, daß Frauen keine Technik machen können, aber Technik gehört nun einmal in*

Männerhand." ***Mädchen in der Klasse:*** *"Am Anfang ist es schon schwieriger für Mädchen, man kommt in der ersten und zweiten Klasse in das blöde Alter und das ist für Mädchen dann schwierig. Später legt sich das dann alles, dann ist sie genauso wie ein Bursch, das interessiert dann keinen mehr, daß das ein Mädchen ist." Das Klima in einer Klasse sei besser, wenn auch Mädchen "dabei sind. Wenn z.B. ein Lehrer reinkommt, und es sind Mädchen da, das ist dann angenehm. Man redet anders, es ist ein bißchen lockerer. Manche Lehrer machen dann viel mehr Schmäh, es ist auflockernd. Wenn nur Burschen da sind, redet kein Lehrer über Mädchen. ... Die Mädchen verstehen viel Spaß, sie wissen, daß das vor allem von Technikern nicht ernst gemeint ist. Die Mädchen schauen auch darauf, daß in der Klasse ein halbwegs angenehmes Klima herrscht, sie kümmern sich auch um einiges. Z.B. haben Mädchen bei uns den ganzen Maturaball organisiert, Mädchen legen auf so etwas schon mehr Wert, wenn die was in die Hand nehmen, dann kümmern sie sich auch darum. Wir sind auch froh, daß sie das gemacht hat. ... Es sind nicht ausschließlich die Mädchen, die so organisatorische Sachen machen, aber größtenteils schon. Das ist nun einmal so."* ***Werkstatt und Unterricht:*** *Leichter haben es die Mädchen aus seiner Sicht nicht: "Wenn sie es leichter haben, dann im Werkstättenunterricht, ein Mädchen ist nun einmal nicht so gebaut, daß sie etwas Schweres hebt oder trägt. Aber nicht dort, wo es wirklich um etwas geht, in den technischen Gegenständen."* ***Mädchen aus der Sicht der Burschen:*** *"Vielleicht, wenn sie längere Zeit mit den Burschen zusammen sind, nur zu zweit oder zu dritt in einer Klasse, daß sie dann eine andere Einstellung gegenüber den Burschen haben. Sie sind dann in ihrer Ausdrucksform schon näher an einem Burschen, sie haben weniger Hemmungen als Burschen. Denn in einer Burschenklasse fallen Ausdrücke, die man normalerweise vor einem Mädchen nicht sagen würde und die Mädchen nehmen das dann mehr oder weniger an. ... Ich würde nicht unbedingt eine Freundin wollen, die eine HTL besucht. Wahrscheinlich weil ich selbst diese Schule besuche und weil ich weiß, wie da mit Mädchen umgegangen wird."*

Schüler D: Motivation: *Infolge einer Krankheit, die im Gymnasium zum ersten Mal auftrat, überlegte der Schüler eine kürzere Berufsausbildung. Physik und Mathematik waren schon am Gymnasium seine Lieblingsfächer gewesen. In den Sprachen war er eher schlecht.* ***Mädchen in der Klasse:*** *"Heuer ist ein Mädchen dazugekommen. Wir waren die ersten drei Jahre eine reine Burschenschule. Dadurch ist die Klasse ein bißchen ruhiger geworden, habe ich das Gefühl. Wir hatten in der Klasse viele Probleme, es war eine harte Sache, sich da drinnen zu behaupten. Es ist auch jetzt noch schwierig, Burschenklassen sind härter. Am Wandertag kommt es nur darauf an, wer mehr Alkohol trinkt, das sind Sachen, bei denen ich nie mitgemacht habe. Wir hatten Gruppierungen in der Klasse, in den Pausen gab es Rivalenkämpfe, in der zweiten Klasse war leider ich es, auf den sie losgegangen sind. Das wurde zu einem richtigen Psychoterror. Der Klassenvorstand hatte hier geholfen. ... Jetzt halten alle zusammen, vielleicht sind wir alle reifer geworden." Er selbst glaubt, daß er es in seiner Klasse leichter gehabt hätte, wenn es vom Beginn an Mädchen in der Klasse gegeben hätte: "Doch. Es erweitert z.B. bei Diskussionen das Spektrum an Meinungen."* ***Mädchen an der Schule:*** *"Ich habe schon einmal vorgeschlagen, hier an den Gebäudekomplex eine Kindergartenschule anzuschließen, dann wären die Probleme vielleicht etwas lockerer." "Die Mädchen haben es sicher auch schwer, sich durchzusetzen. In den höheren Klassen fällt das sicher weg. Schwierig ist es sicher auch in Klassen, in der es nur ein Mädchen gibt. Sie muß sich einerseits wie ein Junge verhalten, bei bestimmten Sachen kann und will sie aber sicher auch nicht mitmachen. Ich übrigens auch nicht. Mit solchen Dingen gibt es dann Probleme.... Im großen und ganzen passen sich die Mädchen an die Burschen an. Die Masse dominiert."* ***Mädchen aus der Sicht der Burschen:*** *"Die Mädchen haben hier z.T. einen schweren Stand, es ist eine technische Schule. Eine Mathematikschularbeit ist nicht gefühlsbetont, das Ergebnis stimmt oder stimmt nicht. Das fällt den Mädchen schwer." "Mädchen, die nicht die HTL besuchen, sind anders. Beginnend mit der Kleidung. Hier haben alle Hosen an. ... Man hat auch den Eindruck, daß sie in der Freizeit ungern über Technik*

reden. Bei den Mädchen ist das der Beruf, das muß ich lernen, es ist recht interessant, aber privat möchte ich damit nichts zu tun haben."

Für die Entscheidung der Burschen für die HTL gab ein einziger allein technisches Interesse als Beweggrund an, für einen zweiten war ein Betriebsbesuch mit seinem Vater entscheidend. Für zwei Schüler standen zunächst andere Überlegungen im Mittelpunkt, die Distanz zum Sprachunterricht und die Bevorzugung von Mathematik und Physik, Überlegungen in Hinblick auf die Länge der Ausbildung, die Nähe der Schule, die Verdienstmöglichkeiten, das Prestige. Die Eltern haben in den genannten vier Fällen nie gegen die Wahl des Sohnes Einspruch erhoben, sie und auch der Bekanntenkreis haben diese Wahl befürwortet.

Der Anteil der männlichen Schüler, die eine HTL wählen, weil sie einerseits andere weiterführende Schulformen abwählen, andererseits die beruflichen Möglichkeiten nach einer HTL-Matura für günstig erachten, ist bei den männlichen Schülern sicher höher als bei den weiblichen Schülerinnen. Während Schülerinnen, selbst dann, wenn sie von ihren Vätern in eine derartige Schullaufbahn gedrängt werden, gegen die Norm agieren, handeln Burschen durchaus im Sinne der an sie gestellten Erwartungen.

Mädchen in der Klasse zu haben, ist für die Burschen praktisch immer ein Gewinn: Nicht nur, weil Kontakte zu Mädchen dem Alter entsprechend den Schülern wichtig sind. Mädchen verbessern einerseits offensichtlich häufig die Kommunikation der Schüler untereinander, wirken mit ihren sozialen Kompetenzen regulierend, ausgleichend. Ergreifen auch faktisch soziale Aufgaben. Andererseits verbessern sie die Kommunikation zwischen der Klasse und den Lehrern, vermindern den Druck und verbessern damit wieder das Klassenklima. Daß Lehrer auf die Anwesenheit der Mädchen positiv reagieren, bringt allerdings auch mit sich, daß diese mehr in den Mittelpunkt geraten und zum Ziel von "Späßen" werden, die letztlich - auch wenn dies häufig von den Beteiligten nicht durchschaut wird - gegen sie gerichtet sind.

Auch die Burschen registrieren, daß ihre Mitschülerinnen infolge ihrer Minderheitensituation Probleme haben und daß sich ihre Mitschülerinnen - auch sichtbar in Kleidung und Ausdrucksweise - der Mehrheit fügen (müssen). Die Burschen sind zwar - von Einzelfällen abgesehen - den Mädchen an der HTL gegenüber durchaus "wohlwollend" eingestellt, doch ist ihr Verhältnis zu ihren Kolleginnen offensichtlich unreflektiert mit allen Vorurteilen belastet sind, die sie von ihrer Umgebung übernommen haben. Da sie es mit nur sehr wenigen Mädchen zu tun haben, haben sie auch kaum Gelegenheit, diese Vorurteile auf Grund eigener Erfahrungen zu revidieren. Sie sind auch wenig daran interessiert, diese Vorurteile zu beseitigen: Das Spiel der Überlegenheit, das sie in der herrschenden Gesellschaft brauchen, um eine ihnen interessant erscheinende Partnerin zu finden, reduziert sich für sie auf das Gefühl, auf dem Gebiet der Technik überlegen zu sein. Diese vermeintliche partielle intellektuelle Überlegenheit wird durch die körperliche Überlegenheit ergänzt und von den interviewten Burschen durchaus in diesem Sinne als selbstverständliche Voraussetzung für ihre Beziehung zu Mädchen - auch ihren Kolleginnen gegenüber - gesehen.

Mädchen erweitern, wie es ein Bursch formuliert, das Spektrum: das intellektuelle Spektrum, da sie andere Denkmuster und andere Interessen entwickelt haben, das Spektrum der sozialen Interaktionen, da sie anders sozialisiert wurden. Dies kommt allen Burschen zugute, ermöglicht es auch jenen Burschen, die mit den an einer HTL entwickelten männlichen Normen nicht zurechtkommen, das Überleben. Und entspricht durchaus der gesellschaftlich geforderten Notwendigkeit, Technik nicht mehr isoliert, sondern ihre humanen Aufgaben erkennend, eingebettet in ein komplexes Ganzes zu begreifen..

3. Zusammenfassung der Ergebnisse der Interviews

Die Interviews dienten in erster Linie zur genaueren Beleuchtung der Ergebnisse des Fragebogens. Darüber hinaus werden Fallbeispiele beschrieben, die einzelne Schülerinnen in

ihrer Gesamtsituation sichtbar werden lassen. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse des Fragebogens lassen sich folgende allgemeine Aussagen entnehmen:

Aus den Aussagen der Schülerinnen zu untersuchenden Kategorien:

- technisches Interesse und positive Einstellung zur Schulwahl
- Wohlbefinden innerhalb der Klasse und Bewältigung der sozialen Außenseiterrolle
- Zufriedenheit mit der Wahl der Schule

lassen darauf schließen, daß diese Kategorien durch die im Folgenden genannten Faktoren bestimmt sind, wobei eine einzelne Kategorie umso stärker ausgeprägt ist je mehr Faktoren zusammentreffen und je stärker diese ihrerseits ausgeprägt sind. Bei der erstgenannten Kategorie, die bisher unter dem Begriff "Motivation" zusammengefaßt wurde, kommt dazu, daß tiefenpsychologische Momente, wie Erlebnisse in der Kindheit oder eine starke Vaterbindung für sich genommen die Ausprägung einer Kategorie bestimmen.

Faktoren, die vor dem Schuleintritt, die Schulwahl einerseits und das technische Interesse andererseits bestimmen: Erste Erfahrungen mit Technik in der Kindheit, Einstellung und Förderung durch die Eltern, familiäres Umfeld, positive Erfahrungen mit den Fächern Mathematik und Physik in der Herkunftsschule, Vertrautheit mit dem Umfeld der Schule durch räumliche Nähe, zukunftsorientierte Vorstellungen (Übernahme eines Betriebes, Berufsaussichten, Verdienst)

Faktoren, die während der Schulzeit die Zufriedenheit der Schülerinnen innerhalb des Geschehens in der Klasse und in der Schule bestimmen und die Bewältigung der sozialen Außenseiterrolle innerhalb der Klasse ermöglichen: gutes Selbstbewußtsein, verbale Geschicklichkeit, gute Schulleistungen, "gutes" Aussehen, Alter bzw. Schulstufe, weitere Mädchen in der Klasse, eine Freundin innerhalb der Klasse, gute Klassengemeinschaft, Problembewußtsein, Erkennen und Nutzen des jeweiligen Handlungshorizonts durch Lehrer, Problembewußtsein von Abteilungsleiter und Direktion, Vertrauen und gute persönliche Gesprächsbasis zu zumindest einem Lehrer, Freundschaften außerhalb der Klasse

Faktoren, die die Bewältigung der sozialen Außenseiterrolle innerhalb der Klasse verhindern: schlechte Klassengemeinschaft, Gleichgültigkeit oder Unwissen der Lehrer, schlechte Schulleistungen, außergewöhnliche persönliche Merkmale, in der Klasse einziges Mädchen zu sein oder sich mit der einzigen Kollegin innerhalb der Klasse nicht zu verstehen, ständig sich ändernde soziale Beziehungen innerhalb der Klasse durch Klassenzusammenlegungen, Repetenten usw., schwaches Selbstbewußtsein/Schüchternheit im Umgang mit anderen Menschen, Schuleintritt ohne vorher persönliche Kontakte zu den künftigen Mitschülern gehabt zu haben:

VI. KAPITEL

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Vorliegende Studie ist ein erster Versuch, die (sehr komplexe) Situation aus der Sicht der Schülerinnen zu beschrieben. Um daraus resultierende Verallgemeinerungen abzusichern, aber auch zu sehen, inwiefern der beschriebene Maßnahmenkatalog durchführbar ist, bzw. wo er verändert werden sollte, müssen Eltern, LehrerInnen und Schulbehörden befragt werden.

Die Unterstützung der Schulbehörden ist auch nötig, um objektive Daten über die Leistungen der Schülerinnen zu erhalten. Dies ist in Hinblick auf eine Objektivierung des Leistungsbildes der Schülerinnen, das Auffinden eventuell vorhandener Defizite in den Zubringerschulen, möglicherweise auch zur Feststellung anderer Formen geschlechtsspezifischer Diskriminierung wichtig. Die Gründe für die drop-out-Raten wären durch Einzelbefragungen zu klären und zu untersuchen, in welchen Bereichen spezielle Stützmaßnahmen einsetzen sollten.

Um die besondere Situation der HTL-Schülerinnen abschätzen zu können, sind Vergleichsdaten mit anderen Schultypen, insbesondere der AHS, nötig. Relevante Untersuchungen über sexuelle Gewalt gegen Schülerinnen an der AHS lagen zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht vor. Auch wäre zu prüfen, welche Bedeutung die in der Studie gewonnen Daten, die sich auf die Motivation der Schülerinnen, eine technische Ausbildung zu beginnen, beziehen, für den Unterricht an der HS und AHS haben. Durchaus auch unter dem Gesichtspunkt, daß beide Schulen statt einander zu konkurrenzieren vernünftige Möglichkeiten gegenseitiger Befruchtung entwickeln könnten. Alles, was dazu beiträgt die Starrheit der Systeme aufzuweichen und die Systeme flexibler zu gestalten, käme letztlich auch den Schülerinnen zugute.

Wie erste Gespräche mit Absolventinnen und die Erfahrungen der Ferialpraktikantinnen gezeigt haben, gibt es am Arbeitsplatz unterschiedliche Formen von Diskriminierung. Eine Studie, die die aktuelle Situation der Technikerinnen am Arbeitsplatz zum Thema hat, wäre erforderlich. Für Schülerinnen ist diese Offenlegung aus einem doppeltem Grund wichtig: Sie ermöglicht im Stadium der Entscheidungsfindung das Denkmuster des männlichen Technikers aufzubrechen. Die Darstellung weiblicher Lebensmuster kann während der Schulzeit an der HTL - wo Schülerinnen in diesem Schulsystem praktisch ausschließlich mit männlichen Technikern konfrontiert werden - den Schülerinnen Sicherheit vermitteln, jedenfalls auch konkrete Informationen über die zukünftige Berufswelt der Technikerin liefern. In Zusammenarbeit mit der Wirtschaft und dem Ingenieurverband könnten hier von Seiten des BMUK den Schulen entsprechende Angebote vorgelegt werden.

Die Studie zeigt, daß zukünftige HTL-Schüler in einem höheren Maße gefördert werden als zukünftige HTL-Schülerinnen: durch Eltern, soziale Umgebung, Schule. Ihre Schul- und Berufswahl steht im Einklang mit ihrer sozialen Umgebung, stärkt das Selbstbewußtsein der Schüler in einer wichtigen Phase ihrer Identitätsfindung. HTL-Schülerinnen werden in einem geringeren Ausmaß von Eltern und Schule gefördert, zugleich aber auch durch Eltern, Schule und soziale Umgebung behindert. Ihre Schul- und Berufswahl erfolgt gegen die herrschenden gesellschaftlichen Normen, gegen die Rollenklischees. Für ihre zukünftige Rolle als Frau und Technikerin gibt es praktisch keine Vorbilder.

An der Schule selbst müssen die Schülerinnen lernen, im Schulalltag mit den Ausgrenzungen, die sie als Minderheit und infolge ihres Geschlechts erleiden, zurechtzukommen. Die Behinderungen während der Schulzeit an der HTL kristallisieren sich hauptsächlich in der Schulklasse selbst: die Schülerinnen sind unterschiedlichsten Formen der Aggressionen ihrer Mitschüler ausgesetzt - eine Situation, die von LehrerInnen manchmal abgeschwächt werden kann, in manchen Fällen von LehrerInnen auch klimatisch begünstigt wird, in der Mehrzahl der Fälle allerdings ignoriert wird.

Der alle Fakten umfassende zentrale Hintergrund ist die der Gesellschaft immanente Auffassung, daß Technik dem männlichen Geschlecht zugeordnet wird: Mädchen, die sich für Technik entscheiden, müssen (oder wollen sich) gegen das traditionelle Bild der Frau entscheiden. Um den so entstandenen Zirkel aufzubrechen und Chancengleichheit herzustellen, müssen nicht nur Behinderungen für Schülerinnen beseitigt, sondern Mädchen auch speziell gefördert werden.

Förderungen finden einerseits im Elternhaus, andererseits an der Schule statt. Was Eltern betrifft könnte hier durch entsprechende Öffentlichkeitsarbeit über Medien dazu beigetragen werden, daß sich Grundeinstellungen im Laufe der Zeit verändern, was die Schulen betrifft, sollte unter Berücksichtigung möglicher Besonderheiten der österreichischen Situation die ausländischen Erfahrungen mit Maßnahmen und Programmpaketen ("Mehr Frauen in Industrie und technische Berufe, Schweden 1983; Girls an Technology Platform, Holland 1987; MINT, BRD 1988; Betriebspraktika für Schülerinnen und Schüler im gewerblich-technischen Bereich, Hessen 1987; Unterrichtsfach Craft, GB 1985; GIST, 1979 GB; WISE, GB 1984; etc.) genutzt und umgesetzt werden. Besonders wichtig in diesem Zusammenhang erscheint die Unterstützung der Arbeit der bereits in Österreich existierenden und auf diesem Gebiet arbeitenden Frauengruppen (Matadora, Sprungbrett etc.). Ihre Erfahrungen sollten einer größeren Öffentlichkeit publik gemacht werden und gezielt für Programme, auch im Schulbereich, eingesetzt werden.

Was die existierenden Behinderungen der Schülerinnen an den HTLs betrifft, könnte den Schulen und Behörden sofort ein erstes Maßnahmenpaket vorgeschlagen werden. Die Maßnahmen beziehen sich auf verschiedene zeitliche Abschnitte (insbesondere auf die Zeit vor dem Schulbesuch, die Zeit während des Schulbesuchs und auf einen Übergang ins Berufsleben), auf verschiedene Personengruppen (Schülerinnen, Schüler, Eltern, LehrerInnen, Behörden) und auf die verschiedene Bereiche (insbesondere auf jenen der Entwicklung von Fähigkeiten und Interessen, auf alle Bereiche sexueller Gewalt und auf die Schulwahl bzw. Berufsfindung). Darüber hinaus wären alle Maßnahmen zu fördern, die dazu beitragen, die die assoziative und faktische Verbindung von Männlichkeit und Technik und die Fixierung der Rollenklischees beider Geschlechter aufbrechen.

Ein Teil der im folgenden genannten Maßnahmen geht auf Anregungen der unmittelbar Betroffenen zurück. Sie sind hier thematisch in Anlehnung an die Gesamtstudie der Schullaufbahn entsprechend eher chronologisch gegliedert und nicht nach Prioritäten geordnet.

Maßnahmen, die dazu beitragen, Interessen und Begabungen zu entdecken und zu fördern: Hier sei nur auf die umfangreiche Forschung in diesem Bereich und die zuvor genannten Maßnahmenpakete hingewiesen. Österreich hat hier, speziell im Vergleich mit anderen EU-Ländern hohen Nachholbedarf. Die vorliegende Studie weist auf die Bedeutung der Eltern, insbesondere der Väter hin, auf die Bedeutung des Mathematikunterrichts für das Selbstwertgefühl der Mädchen in naturwissenschaftlich-technischen Bereichen und auf die Wichtigkeit eines anwendungsbezogenen Physikunterrichts, in dem Mädchen die Möglichkeit haben, zu experimentieren, mit technische Geräten zu arbeiten und auf die Bedeutung der Defizite, die Mädchen insbesondere in Bezug auf den Abbau von Hemmschwellen dadurch haben, daß sie üblicherweise am Unterrichtsgegenstand Technisch Werken nicht teilnehmen.

Maßnahmen vor dem Schuleintritt: Die Maßnahmen in diesem Bereich betreffen einerseits die Information über die zukünftige Schule und die zukünftigen beruflichen Möglichkeiten, andererseits sollen sie der Stärkung des Selbstbewußtseins, dem Abbau von Ängsten dienen und die Schülerinnen auf möglichst konkret auf Schul- und Klassensituationen vorbereiten, indem die Schülerinnen u.a. auf mögliche Probleme im Umgang mit den zukünftigen Schulkollegen aufmerksam gemacht werden und entsprechende Handlungsstrategien erlernen.

a) Information über die Höheren Technischen Lehranstalten

Die Information dient einerseits der Wahl der richtigen Schule und des Ausbildungszweiges, andererseits können durch entsprechende Information über die Anforderungen hinsichtlich der Leistungsanforderungen, der Voraussetzungen und des Arbeitsausmaßes Ängste und Hemmungen abgebaut werden. Ein Teil der Schülerinnen klagt insbesondere darüber, daß die mangelnde Information dazu geführt hätte, daß sie den falschen Ausbildungszweig gewählt

hätten. Der Tag der offenen Tür wird nur von einem Teil der Schülerinnen überhaupt wahrgenommen und wird nach Aussage der Schülerinnen auch häufig zu einer Art Propagandaveranstaltung mit zu geringem Informationsgehalt umgemünzt. Günstig wäre es, bereits in diesem Stadium die Schülerinnen mit möglichen Ansprechpersonen (LehrerInnen, HTL-Schüler, aber insbesondere wenn möglich HTL-Schülerinnen) bekannt zu machen, mit denen sie in kleineren Gruppen diskutieren könnten und die auch später für Fragen zur Verfügung stünden. Erste Kontakte mit HTL-SchülerInnen könnten während der Schulbesichtigung oder auch schon vorher an der HS/AHS stattfinden. Für die endgültige Entscheidung wichtig wären auch Gespräche mit Absolventinnen, die ein realistisches Bild der derzeit herrschenden Berufswelt zeichnen sollten. Da die Schülerinnen nach einer Entscheidung für die HTL kaum Umstiegsmöglichkeiten haben, sind letztlich Behörden und Schulen für Entscheidungen und Fehlentscheidungen der Schülerinnen und die sich daraus ergebenden Konsequenzen mitverantwortlich.

b) Information über die besondere Situation der Schülerinnen an der HTL. Das Informationsmaterial, das technisch interessierten Schülerinnen zur Verfügung gestellt wird, sollte auch Materialien über die Situation der Schülerinnen an der Schule beinhalten, z.B. Berichte, wie Schülerinnen ihre Situation sehen, ähnlich den Interviews. Vorbereitungskurse, wie sie z.B. Sprungbrett für zukünftige HTL-Schülerinnen veranstaltet, sollten auch den Schülerinnen, die nicht in Wien wohnen, zugänglich sein. Die Schülerinnen, die eine technische Ausbildung überlegen, sollten - spätestens bei der Anmeldung - über die Existenz dieser Kurse informiert werden, eventuell auch direkt angeschrieben werden. Im Rahmen dieser Veranstaltungen ist es möglich, die Schülerinnen auch im ersten Schuljahr zu begleiten und ihnen für Krisensituationen professionelle Hilfe anzubieten.

Maßnahmen an der Schule in Hinblick auf gegen Mädchen/Frauen gerichtete Aggressionen

Neben dem Engagement für einzelne Schülerinnen in einzelnen Situationen muß versucht werden, das Aggressionspotential insgesamt zu senken und den Schülerinnen gleichzeitig für den Bedarfsfall Unterstützung anzubieten. Die Studie zeigt, daß offenes Ansprechen der Problematik die Situation für die Mädchen verbessert, Tabuisieren die Problematik verschärft. Zugleich muß das Selbstbewußtsein der Schülerinnen an der Schule gehoben werden.

a) Maßnahmen, die einen Abbau des Aggressionspotentials in der Klasse zum Ziel haben: Alle Maßnahmen, die zu einer Verringerung des Aggressionspotentials in der Klasse führen, helfen auch den Schülerinnen. Die Maßnahmen müssen vom Lehrkörper einer Klasse entwickelt und getragen werden. Voraussetzung ist eine verbesserte Zusammenarbeit der Lehrer. Dafür sollten organisatorische Voraussetzungen geschaffen werden. Aggressionsmindernd wirkt u.a. eine Streßreduktion (was nicht zugleich verminderte Leistungsanforderung bedeuten muß). In den Schülerinneninterviews wird auch deutlich, wie wichtig einzelne Klassenlehrer sind, die den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit zur konstruktiven Aussprache bieten.

b) Maßnahmen, die dazu beitragen, die speziell gegen Mädchen/Frauen gerichtete Aggression zu verringern und den Schülerinnen bei der Bewältigung ihrer geschlechtsspezifischen Probleme zu helfen:

- Personen, die den Schülerinnen bei der Bewältigung ihrer Probleme helfen können, müssen für diese sichtbar und erreichbar sein. Da die Anzahl der Schülerinnen relativ klein ist, können Kontakte hier sehr früh und mit jeder einzelnen Schülerin aufgenommen werden.
- Gelegenheiten, wo sich Schülerinnen allein in einer Burschengruppe aufhalten müssen, sind zu vermeiden. Im Werkstättenunterricht sollten die Gruppen, insbesondere am

Beginn, so gebildet werden, daß Schülerinnen nicht allein in einer reinen Burschengruppe sind. Wenn LehrerInnen Formen sexueller Gewalt erkennen, sollen sie unmittelbar eingreifen, jede Form des Verschweigens verschlimmert die Situation für die betreffende Schülerin. Jede Schülerin, die allein in der Klasse ist, sollte innerhalb der ersten Schulwochen von einer älteren Schülerin betreut werden und ein Gespräch mit der Vertrauenslehrerin an der Schule geführt haben. Die Schüler sollten von einem Lehrer auf ihre besondere Verantwortung gegenüber dieser Schülerin hingewiesen werden.

- Die Verbesserung der Kommunikation der Schülerinnen untereinander könnte durch verschiedene Maßnahmen verbessert werden. Dies würde das Selbstbewußtsein der Schülerinnen fördern, Schülerinnen aus ihrer Isolation herausführen etc. Die Turnstunden könnten genutzt werden, Expertinnen für Körperarbeit, Selbstverteidigungsübungen, Gruppenarbeit eingeladen werden. Die Schülerinnen könnten so lernen, statt Anpassung an die vorgegebenen männlichen Strukturen eigene Strukturen zu entwickeln.
- Um die Probleme der Schülerinnen der ersten Klassen zu verringern, könnte ein Tutorinnensystem eingeführt werden. Die Schülerinnen sollten ihre Tutorinnen (Schülerinnen aus höheren Jahrgangsklassen) spätestens bei Schuleintritt kennenlernen und von diesen die ersten Monate begleitet werden. Die "Ausbildung" dieser Tutorinnen sowie Gesprächsrunden, die die in diesem Zusammenhang auftretenden Probleme behandeln, würden auch dazu beitragen, daß die Kommunikation der Schülerinnen untereinander verbessert würde und die Schülerinnen lernen, ihre Probleme nicht zu verdrängen sondern gemeinsam zu bearbeiten.
- Schüler könnten zusammen mit Lehrern in Gesprächsgruppen, nach Möglichkeit mit Hilfe von außen, lernen, Zusammenhänge zwischen ihrem Verhalten und ihrem sozialen und gesellschaftlichem Umfeld zu erkennen.

c) Maßnahmen, die dazu beitragen, das Klima in der Schule zu verbessern.

- Das Thema "Frauen und Technik" könnte in klassenübergreifenden Projektwochen angeboten werden und damit (auch LehrerInnen) dazu anregen, sich mit der Problematik allgemein und der Situation an ihrer Schule auseinanderzusetzen.
- Schulinterne LehrerInnenfortbildungen sollten LehrerInnen für die Gesamtproblematik sensibilisieren, informieren und, so dies möglich ist, für den Einzelfall Richtlinien geben
- Die Arbeit der LehrerInnen, die mit dieser Thematik befaßt sind, sollte besser vernetzt werden, die Kommunikation und der Erfahrungsaustausch der LehrerInnen zwischen den Schulen verbessert.

d) Verbesserungen der Gesamtsituation unter Miteinbeziehung von Absolventinnen

Der Einstieg in die Berufswelt scheint für Technikerinnen nach wie vor schwieriger zu sein als für Techniker. Maßnahmen, die an der Schule ohne Miteinbeziehung der Wirtschaft stattfinden, scheinen aus diesem Blickwinkel sinnlos. Die Gründung eines Ingenieurinnenverbandes - wie er bereits in vielen Ländern existiert - könnte die Position der Technikerinnen stärken. Die Zusammenarbeit mit einem derartigen Verband könnte für die HTL (aber auch für andere Schulbereiche) sehr fruchtbringend sein.

e) Maßnahmen, die sich auf das Schulgebäude beziehen

Ein Teil der Schülerinnen klagt über Unzulänglichkeiten in Bezug auf die Damentoiletten (z.B. im Werkstättenbereich). In den Interviews wurde auch deutlich, daß es an manchen Schulen nicht genügend Internatsplätze gibt. Etwa die Hälfte der befragten Schülerinnen meint, die Schule sei kalt und unpersönlich. Die Frage, inwiefern persönlicher gestaltete Zonen geschaffen werden könnte, wäre ein Thema, das im SGA oder einfach innerhalb der

einzelnen Klassen diskutiert werden sollte. Solche, von den SchülerInnen einer Klasse selbst gestalteten Räume, bewirken u.a. auch, ein verstärktes Zusammengehörigkeitsgefühl und ein vermindertes Aggressionspotential.

f) Umstiegsmöglichkeiten und Erweiterung des Fächerkanons

Schülerinnen (und Schüler), die Schule und Ausbildungszweig gewählt haben, verpflichten sich, dieser Entscheidung letztlich für fünf Jahre, in einer, was die Ausbildung betrifft, wichtigen Periode ihres Lebens treu zu bleiben.. Diese frühe Entscheidung macht vielen (berechtigt) Angst. Die Schülerinnen entdecken z.T., daß sie die falsche Ausbildung oder den falschen Ausbildungszweig gewählt haben oder einfach nur, daß ihr Interessensspektrum durch das schulische Angebot nicht abgedeckt ist. Die Frage, wieweit eine größere Flexibilität in Hinblick auf die Fächerwahl, eventuell auch in Hinblick auf Umstiegsmöglichkeiten ohne Verlust der Qualität der Ausbildung möglich ist, wäre zu diskutieren. Die hohe Spezialisierung unter Ausklammerung aller humanwissenschaftlichen Aspekte führt bei älteren Schülerinnen (und auch Schülern) häufig zu einem Motivationsverlust. Gezeigt hat sich, daß alle Ausbildungszweige, die humanwissenschaftliche Aspekte in die Ausbildung integrieren, von den Schülerinnen verstärkt angenommen werden. Tendenzen, die in die hier angedeuteten Richtungen führen, sollten verstärkt werden.

g) Maßnahmen, die das Selbstbewußtsein der HTL-Schülerinnen stärken

Dazu dienen zunächst alle Maßnahmen, die das Thema Frau und Technik in der Öffentlichkeit behandeln und die zu einer Veränderung der Einstellungen und Vorurteile gegenüber Frauen in Naturwissenschaft und Technik beitragen. Es ist zwar wichtig, daß, wie es derzeit geschieht, immer wieder darauf hingewiesen wird, daß es zuwenige Frauen in diesem Bereich gibt. Aufzubauen wären positive Werbekampagnen in den Medien (beginnend bei Schülerzeitungen bis zum Fernsehen), die existierende Technikerinnen (auch Handwerkerinnen, Naturwissenschaftlerinnen) in den Mittelpunkt stellen. Auch HTL-Schülerinnen könnten zu diesem Bild beitragen und auf diesem Weg auch unmittelbar in ihrem Selbstbewußtsein gestärkt werden.

h) Maßnahmen, die eine adäquate berufliche Ausbildung zum Ziel haben

Neben den hier schon erwähnten Maßnahmen nimmt die Verbesserung der Information einen besonderen Stellenwert ein: Die Schülerinnen (und deren Eltern) sollten insbesondere über ihre beruflichen Möglichkeiten und Perspektiven besser informiert werden. Die Schülerinnen müssen Gelegenheit zu individueller, eingehender, längerfristiger Beratung haben..

Vorstellbar wäre, daß mit Unterstützung der Behörden an ein oder zwei Schulen von den Direktoren der Schulen in Zusammenarbeit mit Abteilungsvorständen, Schulgemeinschaftsausschuß und den jeweiligen Interessensvertretern ein Maßnahmenpaket entwickelt wird. Die Durchführung der Maßnahmen könnte von außen unterstützt und begleitend auf ihre Effizienz hin überprüft werden.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß Maßnahmen nur dann langfristig zu einer Erhöhung des Frauenanteils in der Technik führen werden, wenn es einerseits gesellschaftlich zu einem Abbau geschlechtsspezifischer Rollenvorstellungen kommt, andererseits durch verstärkte interdisziplinäre Ansätze zu einer "Aufweichung" des Technikbegriffs. Dies bedarf einer Anstrengung verschiedenster gesellschaftlicher Gruppierungen und Organisationen. Schulen, insbesondere technische Schulen, nehmen in diesem Zusammenhang einen wichtigen Stellenwert ein.

Schriften und Bücher genannt, die in der vorliegenden Studie zitiert wurden:

Wald, R. u.a.: Ich habe mich für den Beruf entschieden. Frankfurt 1992

Gaudart, D.: Zugang von Mädchen und Frauen zu technischen Berufen. Wien 1975

Schneeberger, A.: Barrieren im Zugang zum Technikstudium in geschlechtsspezifischer Analyse, ibw Forschungsbericht 62, Wien 1988

Jungwirth, H.: Wahl einer mathematisch-naturwissenschaftlichen Studienrichtung und schulische Herkunft bei Frauen, BMUK

Wächter, Ch. u.a.: Frauen in Naturwissenschaft und Technik, Wien 1993

Roloff, Ch.: Frauenförderung in Naturwissenschaft und Technik im internationalen Vergleich, Dortmund 1990

SCHUG, Informationsblatt für Schulbildung und Gleichstellung, Nr.7/1994. BMUK

Aussendungen des Instituts für Bildungsforschung der Wirtschaft (ibw), Wien 1994

Schwarzbauer, R.: Mädchen und Frauen in Handwerk, Technik und Naturwissenschaften. Diplomarbeit. Wien 1992

Rieder, W. u.a.: Werkstättenlehrer und Absolventen der Höheren Technischen Lehranstalten beurteilen ihre Ausbildung. Linz 1988

Schwendenwein, W.: Erfolg und Versagen in technischen Schulen. Wien 1982

Ellinger, J.: Die beruflichen Werthaltungen und Einstellungen von HTL-Schülern. Diplomarbeit. Linz 1983

Kassl, M.: Berufswünsche, Berufsinteressen und Berufsinformiertheit von Schülern der HTL, Trofaiach 1974

HTBL Pinkafeld: 1967-1992, 25 Jahre Höhere Technische Bundeslehranstalt Pinkafeld

ANHANG: Fragebogen (ohne Deckblatt und ohne Einleitung)

A. Hintergrund

1. Schule:
2. Fachrichtung, Ausbildungszweig:
3. Klasse:
4. Anzahl der Schüler und Schülerinnen in meiner Klasse:
   gesamt: ..... davon weiblich: .....
5. Alter: ..... Jahre
6. Geschlecht
   - O männlich
   - O weiblich
7. Mein Wohnsitz befindet sich
   - O in derselben Stadt (im selben Ort), in der sich auch die htl befindet
   - O in einer sehr nahegelegenen Stadt (Ort)
   - O in einer Stadt (einem Ort), der relativ weit vom Schulort entfernt ist
8. Während der Woche wohne ich
   - O zu Hause
   - O im Internat
   - O sonstiges:
9. Wenn ich morgens zur Schule fahre, benötige ich .....Stunden .....Minuten
10. Meine Muttersprache ist
    - O Deutsch
    - O nicht Deutsch, sondern .....
11. *Bei der folgenden Frage sind auch Mehrfachantworten möglich.*
    Mein Vater
    - O besitzt einen eigenen Betrieb, der mit dem Fach, das ich hier studiere, eng verwandt ist
    - O besitzt einen Betrieb, der mit Technik zu tun hat
    - O besitzt einen Betrieb, der mit dem Fach, das ich studiere, nichts zu tun hat
12. Mein Vater
    - O hat eine Lehre in einem handwerklichen Beruf abgeschlossen

O hat eine Ausbildung in einer HTL abgeschlossen
O hat ein technisches Studium an einer Universität abgeschlossen
O hat ein anderes Studium abgeschlossen, nämlich: .....

13 *Bei Punkt 13 bis 15 sind auch Mehrfachantworten möglich:*
Mein Vater
O hat einen Beruf, der mit Technik zu tun hat
O interessiert sich für Technik
O repariert vieles selbst oder bastelt zu Hause gern herum

14. Meine Mutter
O verfügt über eine Ausbildung als:
O ist berufstätig.
O arbeitet im Haushalt

15. Meine Mutter
O interessiert sich für Technik
O repariert vieles selbst oder bastelt zu Hause gerne herum

16. Ich habe Geschwister: Anzahl
Geschlecht
Alter

17. Von meinen Geschwistern besucht bzw. besuchte
O eine ältere / jüngere Schwester eine HTL
O ein älterer / jüngerer Bruder eine HTL
O studiert(e) ein Bruder / eine Schwester an einer Technischen Universität
O lernt(e) ein Bruder / eine Schwester einen Lehrberuf, der mit Technik zu tun hat, nämlich:
.....

18. In meiner näheren Verwandtschaft gibt es Techniker, nämlich
O HTL Absolventen OHochschulabsolventen OHandwerker
Verwandtschaftsgrad: .....

B. Bisherige Schullaufbahn

1. Ich habe in der HTL
O einmal eine Klasse wiederholt, nämlich die ..... Klasse
O mehrmals eine Klasse wiederholt, nämlich die ..... und die ..... Klasse

2. Ich habe bisher noch keine Klasse wiederholt, aber in der HTL
O einmal eine Nachprüfung gehabt, und zwar
in der ..... Klasse
in den Gegenständen: .....
O mehrmals Nachprüfungen gehabt, und zwar
in der ..... Klasse in den Gegenständen .....
in der .....Klasse in den Gegenständen .....

3. Bevor ich diese Schule besucht habe, habe ich folgende Schule besucht
O HS O Unterstufe einer AHS O sonstiges:

4. Meine Klasse an der HS/AHS war
O einer reine Mädchenklasse
O einer reinen Burschenklasse
O in meiner Klasse gab es Burschen und Mädchen

5. F*alls der letzte Punkt angekreuzt wurde:* An der HS bzw. AHS gab es in meiner Klasse
O vorwiegend Mädchen
O vorwiegend Burschen
O etwa gleich viele Mädchen wie Burschen

6. Ich war in der HS/in der Unterstufe des Gymnasiums
O eine sehr gute O eine gute O eine mittelmäßige SchülerIn.

7. In den folgenden Fächern war ich gut oder sehr gut: (*Auch Mehrfachnennungen sind möglich)*
O Mathematik
O Chemie
O Physik
O Biologie
O Deutsch

8. An den Physikunterricht in der HS/in der Unterstufe des Gymnasiums erinnere ich mich
O sehr gerne
O gerne
O war mir gleichgültig
O ich verbinde damit keine angenehmen Erinnerungen

9. Ich fand den Physiklehrer/die Physiklehrerin damals
O sehr sympathisch O sympathisch O war mir gleichgültig O wenig sympathisch

10.*Bei diesem Punkt sind auch Mehrfachnennungen sind möglich*
Wir haben in Physik damals
O viele Experimente gesehen
O gelegentlich selbst Experimente durchgeführt
O häufig selbst experimentiert
O gelernt, wie technische Gegenstände funktionieren, z.B. .....
O nichts von dem gemacht, aber es hat mir trotzdem Spaß gemacht, weil .....

11. Ich hatte in meiner AHS/HS Klasse unter den anderen Klassenkameraden
O einige sehr gute Freundinnen O eine wirklich gute Freundin O keine Freundinnen

12. *Auch Mehrfachantworten sind möglich*
O Meine beste Freundin stammt aus meiner HS/AHS Zeit
O Mit meinen damaligen Freundinnen habe ich auch heute noch regelmäßig Kontakt
O Mit meinen damaligen Freundinnen habe ich heute praktisch keinen Kontakt mehr
O Ich hatte in der AHS/HS Zeit keine Freundin innerhalb der Klasse

13. Ich habe mich in der AHS/HS besser mit den Burschen als mit den Mädchen verstanden

trifft zu □ □ □ □ trifft nicht zu

14. Ich war in der AHS/HS zumindest einmal Klassensprecherin.
O stimmt O stimmt nicht

C. Motivation / Beweggründe für den Besuch der HTL

1. Ich habe bereits, bevor ich diese Schule besucht habe, HTL Schüler gekannt. Ich habe
O HTL-Schüler gekannt O HTL-Schülerinne gekannt O Ich habe niemanden gekannt.

2. Gespräche mit diesen SchülerInnen haben zu meiner Entscheidung, die Schule zu besuchen
O viel begetragen
O ein wenig beigetragen
O haben mich eher abgeschreckt
O hatten keinen Einfluß auf meine Entscheidung
O ich hatte keine derartigen Kontakte

3. *Bei diesem Punkt sind Mehrfachnennungen möglich:*
Bereits als Kind habe ich
O mich für technische Geräte interessiert
O technische Baukästen geschenkt bekommen
O mit technischen Baukästen gespielt
O Gegenstände, wie z.B. Puppen zerlegt
O technische Gegenstände zerlegt
O versucht, technische Gegenstände zu reparieren
O sonstiges, was in diesem Zusammenhang erwähnenswert wäre: .....

4. *Bei diesem Punkt sind Mehrfachnennungen möglich:*
Mein Vater
O hat mir schon als Kind den Umgang mit technischen Geräten gezeigt
O mit mir technische Geräte repariert
O mich in einen Betrieb mitgenommen, in dem mit technischen Geräten hantiert wurde
O hat mich in seinen Betrieb mitgenommen und ich durfte dort mit Geräten hantieren
O hat mir schon sehr früh deutlich gemacht, daß er es gerne sehe, wenn ich die HTL besuche
O hat mir zugeredet, die HTL zu besuchen
O hat sich darüber gefreut, daß ich diese Schule besuche
O ist an dem, was ich in der Schule mache, interessiert
O war von der Idee, daß ich die HTL besuchen werde, nicht begeistert
O hat sich für meinen Schulbesuch überhaupt nicht interessiert
O in diesem Zusammenhang erwähnenswert wäre: .....

.....

5. Mein Vater hat einen technischen Betrieb und möchte,daß ich den Betrieb, den er besitzt übernehme
   - O trifft zu
   - O trifft zum Teil zu
   - O trifft nicht zu, obwohl ein derartiger Betrieb vorhanden ist
   - O trifft nicht zu, weil kein derartiger Betrieb vorhanden ist
   - O sonstiges: .....

6. Mein Vater hätte es eigentlich lieber gesehen, wenn ich eine andere Berufsausbildung gewählt hätte

   trifft zu □ □ □ □ trifft nicht zu

7. Meine Mutter hätte es eigentlich lieber gesehen, wenn ich eine andere Berufsausbildung gewählt hätte

   trifft zu □ □ □ □ trifft nicht zu

8. Das Interesse meiner Mutter für technische Fragen ist
   O relativ groß O eher gering O sie interessiert sich nicht für derartige Fragen

9. Meine Mutter
   - O hatte zunächst Bedenken, daß ich diesen Schultyp gewählt habe
   - O hatte zunächst Bedenken, ist aber jetzt einverstanden
   - O hat sich sofort darüber gefreut, daß ich diese Schule besuchen möchte
   - O hat sich zu meiner Schulwahl nicht geäußert
   - O Sonstiges: .....

10. Mein Vater
   - O hat zunächst Bedenken, daß ich diesen Schultyp gewählt habe
   - O hatte zunächst Bedenken, ist aber jetzt einverstanden
   - O hat sich sofort darüber gefreut, daß ich diese Schule besuchen möchte
   - O hat sich zu meiner Schulwahl nicht geäußert
   - O Sonstiges: .....

11. Meine Mutter / mein Vater hatte gegen den Besuch der Schule Bedenken, weil
   - O der Schulort zu weit vom Heimatort entfernt ist
   - O weil ich in einem Internat wohnen sollte
   - O weil er/sie befürchtete, daß ich das einzige Mädchen in der Klasse sein könnte
   - O weil er/sie Angst um mich hatte, da die Schule in der Hauptsache von Burschen besucht wird
   - O weil er/sie dachte, ich würde das vielleicht nicht schaffen
   - O weil der Beruf, den ich dann einmal ausüben würde, ihrer Meinung nach "männlich" ist
   - O weil sie nicht wollte, daß ihre Tochter etwas so Außergewöhnliches macht

12. Meine wichtigste Freundin
   - O kenne ich aus der Schule, die ich vorher besucht habe
   - O besucht dieselbe HTL, die ich besuche
   - O kenne ich nicht aus der Schule

13. Mein Freundeskreis
   - O stammt hauptsächlich aus der Schule, die ich jetzt besuche
   - O stammt hauptsächlich aus der alten Schule
   - O hat mit keiner der beiden Schulen etwas zu tun

14. Einer der wichtigsten Gründe, die gegen den Besuch einer HTL sprachen, war für mich, daß ich von meinen alten Freundinnen Abschied nehmen mußte
   O trifft zu O trifft ein wenig zu O trifft kaum zu O trifft nicht zu

15. Ich weiß, daß ich als Mädchen einen eher unüblichen Berufsweg gewählt habe. Auch die Menschen, denen ich begegne, reagieren zunächst erstaunt, neugierig usw.

   O trifft zu O trifft ein wenig zu O trifft kaum zu O trifft nicht zu

16. *Nur zu beantworten, falls die vorhergehende Frage voll oder zum Teil zutrifft:*
Das empfinde ich als

angenehm	□	□	□	□	unangenehm

17. Zeitpunkt der Entscheidung:
Ich habe den Besuch einer HTL
- O schon immer ins Auge gefaßt
- O erst in der vierten Klasse als Möglichkeit gesehen
- O Sonstiges: .....

18.

Ich war das einzige Mädchen meiner Klasse, die eine HTL besucht.	O ja	O nein
Ich habe schon vor dem Eintritt in die HTL Kontakt mit Mädchen, die auch eine HTL besuchten.	O ja	O nein
Ich hatte schon vor dem Eintritt in die HTL Kontakt mit Mädchen, die vorhatten, mit mir die HTL zu besuchen.	O ja	O nein

19. Mein Physiklehrer/in in der HS/AHS
- O hat mich zum Besuch der Schule ermuntert
- O hat von meinen Absichten nichts gewußt
- O hat mir abgeraten
- O sonstiges:

20. Ich habe die HTL, die ich derzeit besuche, bereits vor dem Eintritt in die Schule kennengelernt (*Mehrfachnennungen möglich)*
- O bei einer Besichtigung zusammen mit meiner früheren AHS/HS - Klasse
- O an einem Tag der offenen Tür
- O in einer anderen Form:

21. Gut gefallen hat mir bei meinem damaligen Besuch .....

22. Welche Faktoren meine Schulwahl beeinflußt haben
Beantworten Sie bitte jeden Punkt

	sehr			nicht
1. Wunsch des Vaters	□	□	□	□
2. Wunsch der Mutter	□	□	□	□
2. Mein Interesse an der Technik	□	□	□	□
3. Freunde, die diese oder eine andere HTL besuchen	□	□	□	□
4. Freundinnen, die mit mir gegangen sind	□	□	□	□
5. Lehrer, die mir diese Schule empfohlen haben	□	□	□	□
6. Die Schule selbst hat mir gefallen	□	□	□	□
7. Man von einer Schüler/in dieser Schule eine gute Meinung hat	□	□	□	□
8. Ich mir gute Berufsaussichten verspreche	□	□	□	□
9. Ich nach Beendigung der Schule einen sicheren Job haben werde	□	□	□	□
10. Ich nach Beendigung der Schule einmal gut verdienen werde	□	□	□	□
11. Ich als Ingenieur entsprechendes Ansehen haben werde	□	□	□	□
13. Sonstiges:	□	□	□	□

	trifft voll zu			trifft nicht zu
23. Vor dem Besuch der HTL hatte ich eigentlich Angst	□	□	□	□
24. Ich fürchtete mich damals				
vor der Arbeit in den Werkstätten	□	□	□	□
vor den Maschinen in den Werkstätten	□	□	□	□
vor der Situation, vielleicht einziges Mädchen in der Klasse zu sein	□	□	□	□
davor, daß es in der Schule nur sehr wenige Mädchen gibt	□	□	□	□
davor, daß ich die Schule nicht schaffen würde	□	□	□	□
davor, daß ich keine Freunde/innen finden würde	□	□	□	□
sonstiges:	□	□	□	□

D. Zu meiner Situation innerhalb der Klassengemeinschaft und an der Schule

Wohlbefinden innerhalb der Klassengemeinschaft

1. Wir waren am Beginn der ersten Klasse ..... Mädchen und ..... Burschen, heute sind in meiner Klasse ..... Mädchen und ..... Burschen.
2. Am wenigsten wohlgefühlt habe ich mich in der ..... Klasse. Als Grund dafür würde ich aus heutiger Sicht sagen: .....

	trifft voll zu			trifft nicht zu
3. Wir haben eine gute Klassengemeinschaft.	□	□	□	□
4. Unser Klassenvorstand ist männlich / weiblich	□	□	□	□

5. Unser Klassenvorstand steht voll hinter uns und setzt sich für die Klasse ein □ □ □ □
6. Ich fühle mich in der Klasse wohl. □ □ □ □
7. Unser Klassenvorstand hat dazu beigetragen, daß ich mich in dieser Klasse wohl fühle. □ □ □ □
8.. Ich habe mich an der HS/AHS wohler gefühlt als heute. □ □ □ □

	trifft voll zu			trifft nicht zu
9. An der AHS/HS, die ich besuchte gab es mehr Mädchen als hier.	□	□	□	□
10. Ich habe das als angenehm empfunden.	□	□	□	□
11.Im ersten Schuljahr an der HTL war ich des öfteren traurig oder deprimiert	□	□	□	□
12. *Beantworten Sie diesen Punkt nur, wenn Punkt 11 zumindest zum Teil zutrifft.*				
In der ersten Klasse der HTL ist es mir nicht gut gegangen, weil mir die Freunde/innen aus der AHS/HS gefehlt haben	□	□	□	□
weil ich Schwierigkeiten in der Klasse hatte	□	□	□	□
weil ich Schwierigkeiten mit den Lehrern hatte	□	□	□	□
weil meine Leistungen meinen Erwartungen nicht entsprochen haben	□	□	□	□
aus anderen Gründen:				
13. Ich fände es angenehm, in einer Klasse zu sein, in der es mehr Mädchen gibt.	□	□	□	□
14. Ich verstehe mich mit Burschen im allgemeinen besser als mit Mädchen	□	□	□	□
15.Ein Mädchen in einer reinen Burschenklasse hat es sehr schwer.	□	□	□	□
16.Es wäre schön, wenn es in meiner Klasse mehr Mädchen gäbe	□	□	□	□
17.Es wäre schön, wenn es an meiner Schule mehr Mädchen gäbe	□	□	□	□
18. Ich gehe in diesem Schuljahr eigentlich recht gerne in die Schule.	□	□	□	□
19. Ich bin derzeit bei den Schülern und Schülerinnen meiner Klasse ziemlich beliebt.	□	□	□	□
20. Ich bin Klassensprecherin oder Klassensprecherstellvertreterin.	□	□	□	□
21. Öfter kommt es vor, daß meine Schulkollegen meine Mitschriften oder Hausübungen bei mir abschreiben.	□	□	□	□
22. Die Burschen der Klasse kommen manchmal zu mir, wenn sie Probleme haben.	□	□	□	□
23. Gerne besuche ich den Werkstättenunterricht.	□	□	□	□
24. Besonderen Spaß hat mir der Schikurs gemacht.	□	□	□	□
25. Es gibt Zeiten, wo ich bevor ich in die Schule gehe, Bauchweh habe oder mich sonst irgendwie krank fühle.	□	□	□	□

26. Erkrankungen während der Schulzeit in der HTL.:
- O Besonders häufig erkrankte ich in der ..... Klasse
- O Ich war während der HTL-Zeit nie besonders häufig krank

27. Ich habe Angst	trifft voll zu			trifft nicht zu
vor Schularbeiten	□	□	□	□
vor Prüfungen	□	□	□	□
vor dem Unterricht bei bestimmten Lehrern	□	□	□	□
vor der Situation in der Klasse	□	□	□	□
vor anderen Schülern	□	□	□	□

28. Ich habe an der Schule einen Menschen, mit dem / der ich sprechen kann, wenn ich bedrückt bin. Das ist
- O ein guter Freund
- O eine gute Freundin
- O meinen Klassenvorstand
- O einen Lehrer
- O eine Lehrerin
- O jemand außerhalb der Schule
- O es gibt niemanden, dem ich mich anvertrauen kann

29. Wenn ich an die Schule denke, ist besonders unangenehm der Gedanke an .....
30. Wenn ich an die Schule denke, denke ich besonders gerne an .....

Die spezielle Situation der Mädchen

31. Am liebsten bin ich

für Mädchen:	*für Burschen:*
O in reinen Burschengruppen	O in reinenBurschengruppen
O in gemischten Gruppen	O in gemischten Gruppen
O in reinen Mädchengruppen	

Punkt 32 bis 45 sind nur von weiblichen Schülerinnen auszufüllen

32. Es kommt vor, daß Burschen in meiner Gegenwart ordinäre Worte gebrauchen. Das geschieht
O häufig O manchmal O sehr selten O nie
33. Es kommt vor, daß mich Burschen direkt in einer Form ansprechen, die "unter der Gürtellinie" liegt.
O häufig O manchmal O sehr selten O nie
34. Wenn man sich nicht wehrt, kann es schon passieren, daß Burschen zudringlich werden.

O stimmt O ist mir noch nicht passiert, aber ich habe davon gehört Opassiert nicht

35. Ich wurde zumindest einmal auch gegen meinen Willen von Burschen angegriffen.
O ja O nein

36. In den ersten Schuljahren kamen derartige Vorfälle häufiger als heute vor.
O ja O nein O ich erinnere mich nicht an derartige Vorfälle

37. Derartige Belästigungen gibt es heute innerhalb der Klasse nicht mehr. O stimmt O stimmt nicht

38. Wenn ich belästigt wurde, sind es weniger die Burschen aus meiner Klasse, sondern jene aus anderen Klassen.
O stimmt O stimmt nicht

39. Wenn es Bemerkungen von Schulkollegen unter der Gürtellinie gibt, so ist das

	stimmt		stimmt nicht	
in der Werkstatt	□	□	□	□
in den Pausen	□	□	□	□
in den Stunden	□	□	□	□
außerhalb der Schule	□	□	□	□
ich weiß nichts von derartigen Belästigungen	□	□	□	□

40. Ich konnte derartige Belästigungen bis jetzt nicht verhindern.	□	□	□	□
41. Ich habe mich gegen derartige Belästigungen gewehrt, indem				
so getan habe, als würde ich ihre Bemerkungen nicht hören	□	□	□	□
in derselben Form zurückgeantwortet habe	□	□	□	□
sonstiges:				

42. Das genannte Verhalten der Burschen
- O hat mich besonders im ersten Schuljahr bedrückt
- O stört mich heute noch
- O hat mich früher gestört, aber heute nicht mehr
- O habe ich nie beobachtet
- O Ich hab da noch nie Probleme gehabt.Ich kann mich durchsetzen.

43. Ich weiß, daß es an der Schule eine Vertrauenslehrerin gibt. O stimmt O stimmt nicht

44. Ich könnte mir vorstellen, daß ich wenn ich Schwierigkeiten habe,
eine Vertrauenslehrerin aufsuche. O stimmt O stimmt nicht

45. Bei derartigen Schwierigkeiten kenne ich einen Lehrer/eine
Lehrerin, an den ich mich wenden könnte O stimmt O stimmt nicht

46. Verhalten der Lehrer in diesem Zusammenhang:

Die Lehrer merken nichts davon	O stimmt	O stimmt nicht
Die Lehrer merken es, aber sie reagieren nicht	O stimmt	O stimmt nicht
Ein Lehrer hat dieses Problem einmal angsprochen.	O stimmt	O stimmt nicht

	stimmt		stimmt nicht	
47. Während meiner HTL-Zeit habe ich mich verändert.	□	□	□	□
Ich bin selbstsicherer geworden.	□	□	□	□
Ich kann mich jetzt besser durchsetzen.	□	□	□	□
Ein wenig mehr Selbstbewußtsein und Selbstsicherheit könnte ich gut brauchen.	□	□	□	□
Ich kann jetzt viel besser mit Burschen reden.	□	□	□	□
Ich kann meine Interessen Lehrern gegenüber besser vertreten.				

	stimmt		stimmt nicht	
Ich kann meine Interessen in der Klassse gut vertreten.	□	□	□	□
für Mädchen: Ich kann besser mit Burschen umgehen und verstehe sie besser.	□	□	□	□

Verhalten der Lehrer

48.Mit den meisten Lehrern an der Schule kann man gut sprechen	□	□	□	□
Von den Lehrern wird man hier an der htl ernst genommen.	□	□	□	□
Viele Lehrer hier sind wie gute Kumpel.	□	□	□	□
49. Ich habe den Eindruck, daß viele Lehrer zu den Mädchen netter sind als zu den Burschen	□	□	□	□
Die Burschen in der Klasse meinen, daß Mädchen bevorzugt würden.	□	□	□	□
Mädchen müssen im Werkstättenunterricht weniger leisten, um gleich gute Noten zu bekommen	□	□	□	□
Mädchen werden die praktischen Arbeiten öfter und freundlicher erklärt als den Burschen.	□	□	□	□
Um dieselbe Note zu bekommen muß ein Mädchen mehr leisten wie ein Bursch.	□	□	□	□

50. Ich habe von einem Lehrer
O einmal O mehrmals O nie
gehört, Mädchen hätten an der HTL nichts verloren

51. Im Unterricht gewinne ich
O manchmal O sehr selten O nie
den Eindruck, daß Lehrer glauben, daß Mädchen nicht soviel leisten können wie Burschen.

52. Ich habe
O mehrmals O sehr selten O nie
erlebt, daß Lehrer gesagt haben, Mädchen seien für einen technischen Beruf nicht geeignet.

	stimmt			stimmt nicht
53. Ich habe den Eindruck, daß solche Bemerkungen eher spaßig gemeint sind.	□	□	□	□
Ich fühle mich schon etwas verletzt, wenn ich solche Bemerkungen höre.	□	□	□	□
Solche Bemerkungen machen mich aggressiv und wütend.	□	□	□	□
54. Verhalten gegenüber Lehrerinnen:				
Burschen machen sich über Lehrerinnen häufiger lustig als über Lehrer	□	□	□	□
Burschen haben vor Lehrern mehr Respekt als vor Lehrerinnen.	□	□	□	□
Lehrerinnen haben an der Schule wenig Prestige	□	□	□	□
55. In meiner Klasse fühlen sich die Mädchen eher für das soziale Geschehen (z.B. das gute Auskommen mit den Lehrern, für Außenseiter oder schwache Schüler) verantwortlich als die Burschen.	□	□	□	□
56. Mädchen können mit Lehrern besser sprechen als Burschen,	□	□	□	□
57. Dies trifft zu,				
weil die Lehrer freundlicher auf sie reagieren	□	□	□	□
weil sie sich eher um ein Gespräch bemühen	□	□	□	□
aus anderen Gründen	□	□	□	□

Punkt 58 - 59 ist nur von für weibliche Schülerinnen auszufüllen:

58. In der Schule trage ich hauptsächlich Hosen.	□	□	□	□

59. *Dieser Punkt ist nur dann zu beantworten, wenn 55 zutrifft.*
Das ist so, weil
- O ich auch zu Hause praktisch nie Röcke anziehe
- O ich trage zu Hause Röcke, aber in der Schule würde ich mich damit nicht wohlfühlen.
- O die Burschen dann dumme Bemerkungen machen
- O man mit einem Minirock nicht ernst genommen wird

Punkt 60 - 61 ist nur von Burschen auszufüllen

60. Ich finde, Mädchen, die eine AHS oder eine andere Schule besuchen,
- O kleiden sich weiblicher als Schülerinnen der HTL
- O benehmen sich weiblicher als HTL-Schülerinnen
- O sind im allgemeinen etwas attraktiver als HTL-Schülerinnen

61. Ich fände es nicht so gut, wenn meine Freundin eine HTL besuchen würde O stimmt O stimmt nicht

Ferialpraxis

62. Ich habe schon eine Ferialpraxis hinter mir. O stimmt O stimmt nicht

63. *Nur nur für jene auszufüllen, die zumindest eine Ferialpraxis absolviert haben.*
- O Ich habe die Stelle über Beziehungen bekommen.
- O Es war relativ einfach, eine Stelle zu bekommen.

64. *Nur für weibliche Schülerinnen:*
Ich habe folgende Erfahrungen gemacht:
- O Für Mädchen ist es schwieriger als für Burschen, eine Stelle als Praktikantin zu bekommen.
- O Ich wurde genauso eingesetzt wie die Burschen.
- O Die Burschen hatten mehr Gelegenheit zu praktischen Arbeiten.
- O Burschen bekommen bei gleicher Arbeit mehr bezahlt.
- O Burschen werden eher in technischen Bereichen eingesetzt als Mädchen.
- O Burschen waren insgesamt bevorzugt.

Schulleistungen

65. Ich bin bezogen auf meine Leistungen als Schüler/in:
- O eher durchschnittlich
- O eher gut

O eher schlecht
O sehr gut
O sehr schlecht

66. Ich bin nicht besonders ehrgeizig, ich schau, daß ich durchkomme. O stimmt O stimmt nicht
67. Besondere Schwierigkeiten habe ich im Fach / in den Fächern:
68. Eher gut bin ich im Fach:
69. Die größten Schwierigkeiten in Bezug auf Schulnoten hatte ich in der ..... Klasse.
70. Eine / mehrere Nachprüfungen hatte ich in der ..... Klasse und in der .....Klasse in folgenden Fächern: .....
71. *Der folgende Punkt ist nur auszufüllen, falls Sie einmal oder mehrmals in Ihrer Schullaufbahn negative Noten hatten. Auch Mehrfachantworten sind möglich.*

Der Grund für meine negativen Leistungen war

O private, außerschulische Problem
O Probleme innerhalb der Klassengemeinschaft
O Probleme mit Lehrern
O zu viele außerschulische Interessen
O Faulheit
O Krankheit
O fehlende Motivation zum Lernen
O falsche Schulwahl
O ich habe in den betreffenden Gegenständen gelernt, aber vieles nicht verstanden
O sonstiges: .....

72. Die Burschen meinen, Mädchen würden in der Notengebung bevorzugt. O stimmt O stimmt nicht
73. Die Mädchen werden in

O vielen O einigen O keinem

Fächern bei gleicher Leistung besser als die Burschen benotet.

74. Die Mädchen bekommen in den theoretischen technischen Fächern häufig leichtere Fragen. O stimmt O stimmt nicht

Freizeitverhalten

75. Ich bin mit der Schule völlig ausgelastet und habe kaum Freizeit. O stimmt O stimmt nicht
76. Ich habe genug Freizeit, wenn ich mir meine Zeit einteile O stimmt O stimmt nicht
77. Ich bin ein/e eher fleißige/r Schüler/in. O stimmt O stimmt nicht
78. *Dieser Punkt ist nur von weiblichen Schülerinnen auszufüllen.*
    Mit einigen Mädchen der Nachbarklassen habe ich guten Kontakt. O stimmt O stimmt nicht
    Ich sehe die anderen Mädchen der Schule nur im Turnunterricht. O stimmt O stimmt nicht
    Ich hätte mit den Mädchen meiner Schule gerne mehr Kontakt O stimmt O stimmt nicht

Organisation und Schulgebäude

79. *Nur für weibliche Schülerinnen:*
    Mit den Damentoilettent es an unserer Schule keine Probleme O stimmt O stimmt nicht
80. An unserer Schule ist alles so unpersönlich. O stimmt O stimmt nicht
81. Damit komme ich schwer zurecht. O stimmt O stimmt nicht
82. Das Schulgebäude gefällt mir insgesamt recht gut. O stimmt O stimmt nicht
83. Das Schulgebäude ist sehr kalt. Es wäre schön, wenn es mehr Blumen oder Bilder gebe. O stimmt O stimmt nicht

Mädchen und Technik

	stimmt			stimmt nicht
84. Die Burschen, die diese Schule besuchen, interessieren sich mehr für Technik als die Mädchen.	□	□	□	□
85. Männliche HTL-Schüler reden in ihrer Freizeit häufiger über technische Bereiche als weibliche HTL-Schülerinnen.	□	□	□	□
86. Burschen sind im allgemeinen begabter für Technik als Mädchen.	□	□	□	□

E. Zufriedenheit mit der Schulwahl

1. Wenn ich nochmals vor der Wahl stünde, würde ich, wenn ich frei wählen könnte:

O dieselbe Schule und denselben Ausbildungszweig wählen
O wieder eine HTL, aber eine andere Schule wählen
O einen anderen Ausbildungszweig wählen
O ein ORG oder ein anderes Gymnasium besuchen
O eine Lehre begonnen
O eine Modefachschule besuchen
O eine Kindergartenfachschule besucht
O sonstiges:

2.*Bei den Punkten 2 bis 4 sind Mehrfachantworten möglich.*	stimmt			stimmt nicht
Ich würde gerne mehr allgemeinbildende Fächer in der Schule haben.	□	□	□	□
Ich würde gerne mehr wirtschaftsbezogene Fächer haben.	□	□	□	□
Ich bin mit den Fächern so wie sie sind zufrieden	□	□	□	□

Es wäre gut, wenn mir mehr über Umweltprobleme und über Umwelttechnik hören würden.	□	□	□	□
Ich würde bezüglich der Schulfächer folgendes ändern:	□	□	□	□
3. Im Unterricht interessieren mich die eher allgemeinbildenden Fächer mehr als die technischen Fächer.	□	□	□	□
4. Mich interessiert, das was wir an der htl lernen, eigentlich sehr wenig.	□	□	□	□
In den ersten Jahren hat mich der Lehrstoff viel mehr interessiert als heute.	□	□	□	□
Ich habe mich früher viel mehr für Technik interessiert als heute.	□	□	□	□

F. Zukunftsperspektiven

1. Nach Beendigung der HTL möchte ich
   - O sofort einen Beruf ergreifen
   - O an einer Fachhochschule studieren
   - O an einer Technischen Universität studieren
   - O eine Ausbildung machen, die mit Biologie oder Medizin zusammenhängt.
   - O eine Ausbildung machen, die mehr wirtschaftsbezogen ist
   - O etwas völlig anderes, nämlich:
   - O ich weß es noch nicht
2. Ich möchte später beruflich einmal
   - O in dem Beruf, für den ich hier ausgebildet werde tätig sein
   - O einen anderen technischen Beruf haben
   - O etwas anderes machen, nämlich:
   - O ich weiß es noch nicht

3. Ich möchte später einmal Familie haben.	O stimmt	O stimmt nich

4. Ich könnte mir gut vorstellen
   - O Beruf und Familie unter einen Hut zu bringen
   - O meinen Beruf vollständig aufzugeben und bei den Kindern zu bleiben
   - O Beruf und Familie kann ich mir nicht vorstellen
   - O ich werde sehr spät, wenn überhaupt heiraten oder Kinder bekommen

5. Ich möchte wenn es möglich ist einmal selbständig sein.	O stimmt	O stimmt nicht

HELGA STADLER: CURRICULUM VITAE

1947	Geboren in Wien als Tochter von Johann und Johanna Stadler
	Besuch der Volks- und Hauptschule in Wien
1966	Matura am BG Laaerbergstraße Wien
	Beginn des Studiums Physik (m, ch), PPP (Lehramt)
1971 – 1972	Lektorin für Patentarbeiten
1972 – 1973	Sondervertragslehrerin und Erzieherin am BG Horn
1973 – 2000	Lehrerin am BG Laaerbergstraße in Wien für die Fächer Ph, M, Informatik
1973	Abschluss des Lehramtsstudiums. Hausarbeit über „Bindungskräfte“ bei Prof. Dr. Lintner.
1977	Übernahme in das dauernde Dienstverhältnis.
1980	Übersetzungen zweier populärwissenschaftlicher und wissenschafts-theoretischer Bücher aus dem Englischen
1981 – 1992	Betreuungslehrerin
1983 – 1985	Tätigkeit in der Erwachsenenbildung (Leitung von Volkshochschulkursen; Mitarbeit am Fernstudien-Projekt „Orientierungsbausteine“, IFF Wien)
1986 – 1989	Mitglied der Lehrbuchbegutachtungskommission
1989 –	Koautorin des Lehrbuchs Sexl u. a. (für die 7. und 8. Klasse)
1992 – 1993	Dokumentation des Briefnachlasses des Wiener Radiuminstituts (Projektleitung Prof. Dr. Otto Hittmair, ÖAW)
1992 –	Assistentenstelle am Institut für Theoretische Physik der Universität Wien (Mitverwendung; mit halber Stelle; seit 2000 volle Stelle)
1992 –	Leitung von fachdidaktischen Lehrveranstaltungen an der Universität Wien. Lehrbeauftragte der TU Wien, der Universität Klagenfurt, Universität Wien und Universität Graz.
1993 –	Mitglied des Leitungsteams des Universitätslehrgangs „Pädagogik und Fachdidaktik für Naturwissenschaftslehrer/innen“ und Leitung zahlreicher Veranstaltungen zur Lehrerfortbildung
1995 – 1997	Leitung und Durchführung des Projekts „Schülerinnen an Höheren Technischen Lehranstalten“ im Auftrag des bm:bwk
1998 –	Österreichische Leitung des „Motivation in Science Teaching“ (MISE; Kooperation mit EFA Amsterdam und Herzen Universität St. Petersburg)
1999 –	Entwicklung und inhaltliche Betreuung der Website LISE im Auftrag des bm:bwk
1999 – 2002	Mitarbeit am Projekt „Studium Integrale“, IFF Wien (Projektleitung Prof. Dr. Roland Fischer)
1999 – 2004	Mitarbeit am Projekt Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching: 1999 Analysen der TIMSS Ergebnisse; 2000 – 2004 Leitung des Schwerpunktprogramms „Lehr- Lernprozesse“, 2002-2004 Leitung des

	Subprojekts „Gender Mainstreaming und Gender Sensitivity“ (beides gemeinsam mit Dr. Helga Jungwirth)
2000 –	Organisation und Leitung jährlicher Workshops zum Thema „Nutzung von Videos in der Lehrer/innenbildung“ (in Kooperation mit der PH Heidelberg)

Zahlreiche Vorträge zu fachdidaktischen Themen auf internationalen und nationalen Tagungen (u.a. Hauptvortrag auf der Jahrestagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Leipzig 2000). Mitgliedschaften AEPF, NARST, ESERA, GIREP, ÖPG (Arbeitsgruppe Frauen und Physik); Verein zur Förderung des physikalisch-chemischen Unterrichts (Vorstandsmitglied). Mitglied des EU Netzwerks STEDE.

Etwa 100 Publikationen zu fachdidaktischen Themenbereichen. Herausgabe von zwei Büchern und einer CD.