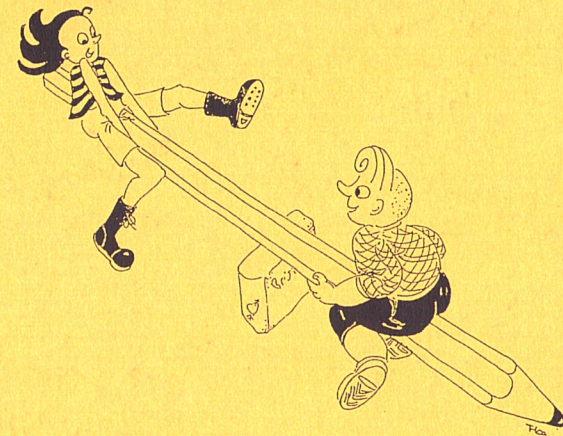


PHYSIK GEHT UNS ALLE AN

Ergebnisse aus der Nationalfondsstudie
„Koedukation im Physikunterricht“

Walter Herzog, Charlotte Gerber, Peter Labudde,
Donatina Mauderli, Markus P. Neuenschwander und Enrico Violi



Eine Publikation im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms 35
„Frauen in Recht und Gesellschaft - Wege zur Gleichstellung“

Bern 1998

PHYSIK GEHT UNS ALLE AN

Ergebnisse aus der Nationalfondsstudie
„Koedukation im Physikunterricht“

Walter Herzog, Charlotte Gerber,
Peter Labudde, Donatina Mauderli,
Markus P. Neuenschwander und Enrico Violi

Impressum

PHYSIK GEHT UNS ALLE AN
Ergebnisse aus der Nationalfondsstudie „Koedukation im Physikunterricht“
(Gesuch Nr. 4035-039811)

Walter Herzog, Charlotte Gerber, Peter Labudde, Donatina Mauderli,
Markus P. Neuenschwander und Enrico Violi

Universität Bern, Institut für Pädagogik,
Abteilung Pädagogische Psychologie und Abteilung für das Höhere Lehramt
1998

Auflage: 500 Ex.

Gestaltung: Donatina Mauderli und Heidi Lehmann

Druck: Gnägi's Druckege, Bern

© bei den Autorinnen und Autoren

Inhaltsverzeichnis

Weshalb Mädchen den Physikunterricht nicht mögen	5
Historisches	6
Geschlechterstereotype.....	7
Interessen	8
Wie sich die Situation der Mädchen verbessern lässt.....	9
Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts.....	10
Die Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik	12
Die untersuchten Klassen.....	14
Erhebungsinstrumente	15
Was die Untersuchung ergeben hat.....	16
Vor der Intervention	16
Nach der Intervention.....	22
Wie das Projekt beurteilt worden ist.....	27
Aus der Sicht der Schülerinnen und Schüler.....	27
Aus der Sicht der Lehrerinnen und Lehrer	29
Weshalb die Physik uns alle angeht.....	31
Zusammenfassung	33
Literatur zum Projekt.....	35

Physik geht uns alle an. Dies möchte wohl niemand bestreiten, doch werfen wir einen Blick in die Klassenzimmer, so stellen wir fest, dass Mädchen wenig Interesse am Physikunterricht zeigen. Auch bleiben ihre Leistungen hinter denjenigen vieler Jungen zurück. Warum ist dies so? Weshalb glauben Schülerinnen weit eher als Schüler, die Physik gehe sie nichts an? Warum finden sich so wenige Frauen in physikalisch-technischen Berufen? Liegt es an Unterschieden in der Begabung? Oder werden die Mädchen nicht ausreichend gefördert? Was könnte pädagogisch bzw. methodisch-didaktisch unternommen werden, um den Physikunterricht für beide Geschlechter zugänglicher zu machen?

Diesen Fragen sind wir in einem Forschungsprojekt nachgegangen, über das im folgenden berichtet wird. Im ersten Teil geben wir eine Darstellung des Problems. Im zweiten Teil formulieren wir Fragestellung und Methode unserer Untersuchung und stellen die am Projekt beteiligten Schulklassen vor. Im dritten Teil präsentieren wir die wichtigsten Ergebnisse unserer Studie. Im vierten Teil geben wir Einblick in die Evaluation des Projekts. Im fünften Teil diskutieren wir die gewonnenen Erkenntnisse im Hinblick auf unsere Ausgangsthese. Im sechsten Teil fassen wir unsere Ausführungen zusammen.

Weshalb Mädchen den Physikunterricht nicht mögen

Es ist kaum möglich, über das Thema Koedukation zu schreiben, ohne pauschalisierend von *den* Mädchen und *den* Jungen zu sprechen. Dabei darf nicht vergessen werden, dass innerhalb der Mädchen und innerhalb der Jungen die individuellen Unterschiede oft grösser sind als die Differenzen zwischen den Geschlechtern. Was über *die* Schülerinnen oder *die* Schüler gesagt wird, gilt daher nicht für die *einzelne* Schülerin und den *einzelnen* Schüler, sondern immer nur für den Durchschnitt des betreffenden Geschlechts.

Es ist auch nicht unsere Absicht, alle heranwachsenden Frauen zu naturwissenschaftlich-technischen Berufen zu führen. Was wir jedoch anstreben, ist eine grössere Entscheidungsfreiheit für Mädchen. Diese sollen sich nicht einfach deshalb gegen Physik und Technik aussprechen, weil sie in ihrer naturwissenschaftlich-technischen Kompetenz ungenügend oder unangemessen gefördert worden sind. Junge Menschen sollen sich unabhängig von ihrem Geschlecht gemäss ihren Begabungen und Interessen entwickeln können. Insofern versteht sich unser Projekt als ein Beitrag zur Verbesserung der Chancengleichheit von Frau und Mann in unserer Gesellschaft.¹

¹ Die Studie bildete einen Teil des vom Bundesrat lancierten Nationalen Forschungsprogramms 35 "Frauen in Recht und Gesellschaft - Wege zur Gleichstellung".

Historisches

Die *Koedukation* – darunter wird das gemeinsame Unterrichten von Mädchen und Jungen verstanden – bietet seit Mitte der 80er Jahre Anlass zu hitzigen Debatten in Pädagogik und Öffentlichkeit. Noch zu Beginn dieses Jahrhunderts war es üblich, vor allem auf der Stufe Gymnasium, Mädchen und Jungen in geschlechtergetrennten Klassen zu unterrichten. Mit dem Ziel, den Frauen zu gleichen Chancen in Beruf und Politik zu verhelfen, kämpften insbesondere Frauenrechtlerinnen für den gemeinsamen Unterricht der Geschlechter. In den 60er und 70er Jahren stellten in der Schweiz die meisten Gymnasien auf koedukativen Unterricht um. Heute ist die formale Gleichheit der Bildungschancen insofern erreicht, als im gymnasialen Bereich die Mädchen genauso häufig vertreten sind wie die Jungen.

Demgegenüber belegt die Schulforschung, dass in qualitativer Hinsicht der gemeinsame Unterricht den Mädchen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern – entgegen den Erwartungen – kaum Vorteile gebracht hat. Die rein organisatorische Zusammenführung der Geschlechter scheint den Schülerinnen den Zugang zu Fächern wie Mathematik, Physik und Chemie eher erschwert als erleichtert zu haben. Insbesondere im Physikunterricht berichtet eine Reihe von Studien von Motivations- und Leistungsproblemen der Schülerinnen.

Ist die Koedukation vielleicht der falsche Weg zur Gleichstellung der Geschlechter im Bildungsbereich? Muss ein Fach wie die Physik (wieder) geschlechtergetrennt unterrichtet werden, um den Mädchen gerecht zu werden? Nicht nur die bisherige Forschung lässt diese Fragen kaum im zustimmenden Sinn beantworten, auch die Schülerinnen und Schüler sowie die Lehrkräfte sprechen sich im allgemeinen eher *gegen* die Wiedereinführung von geschlechtshomogenen Klassen aus. Qualitative Interviews mit Schülerinnen und Schülern, die sich an unserem Projekt beteiligt haben, bestätigen diese Haltung.² Eine der befragten Schülerinnen erklärte zum Beispiel:

„... es gibt Dinge, welche die Mädchen besser wissen, und [solche, welche] die Jungen besser wissen. Dann kann man es irgendwie auch verbinden, und dann wird es interessant“ (Marianne).

Davon überzeugt, dass eine Verbesserung der Situation der Mädchen nicht über den Weg der erneuten Trennung der Geschlechter angestrebt werden sollte, haben wir nach Möglichkeiten gesucht, die Chancengleichheit der Geschlechter im Bereich der physikalischen Bildung durch eine Verbesserung des

² Neun Schülerinnen und acht Schüler sind zu ihren Erfahrungen im koedukativen Physikunterricht befragt worden. Wir haben die Zitate sprachlich leicht bearbeitet sowie die Namen der Schülerinnen und Schüler geändert.

koedukativen Unterrichts zu verwirklichen. Dabei hatten wir Verbesserungen vor Augen, von denen die Mädchen profitieren können, ohne dass die Jungen benachteiligt werden. Um diesem Gedanken Ausdruck zu verleihen, verwenden wir Anführungs- und Schlusszeichen, wenn von „mädchengerechtem“ Physikunterricht die Rede ist.

Geschlechterstereotype

Wer eine Situation verbessern will, fragt zunächst nach den Gründen ihres Ungnügens. Woran liegt es also, dass der Physikunterricht für Schülerinnen weniger attraktiv ist als für Schüler? Aus einer Vielzahl von Gründen wollen wir im folgenden zwei herausgreifen, die uns besonders wichtig scheinen, nämlich die Geschlechterstereotype und geschlechtstypische Interessensunterschiede.³

Obwohl niemand einer stereotypen Wahrnehmung der Geschlechter verfallen sein will, spielen Stereotype von Männlichkeit und Weiblichkeit im Physikunterricht eine wichtige Rolle. Zum Zweck der Illustration benutzen wir wiederum Auszüge aus den erwähnten Interviews mit Schülerinnen und Schülern. So meinte einer unserer jugendlichen Interviewpartner auf die Frage, ob es für Mädchen und Jungen gleich schwierig sei, dem Physikunterricht zu folgen:

„... sie [die Mädchen] kommen (...) alle so in den Unterricht, dass sie sagen: jetzt noch Physik, noch eine Naturwissenschaft mehr. So gesehen, glaube ich, machen sie es sich selber schwer. Aber wenn sie wirklich ohne Vorurteil kämen, dann wäre es, glaube ich, für alle gleich [schwierig]“ (Oliver).

Oliver meint, die Mädchen seien für ihre Probleme selber verantwortlich. Wären sie ohne Vorurteile, würden sie gleiche Leistungen erbringen wie die Jungen. Doch so einfach ist es nicht! Denn anders als die Schüler haben die Schülerinnen mit einem für sie unvorteilhaften Geschlechterstereotyp zu kämpfen.

Unter einem *Geschlechterstereotyp* versteht man die Zuordnung von Eigenschaften, Charakterzügen oder Fähigkeiten aufgrund des Geschlechts einer Person. Derartige Zuschreibungen finden im Falle von mathematischen, physikalischen und technischen Kompetenzen in unserer Gesellschaft sehr ausgeprägt statt. Männer gelten als naturwissenschaftlich-technisch begabt, Frauen hingegen werden entsprechende Fähigkeiten abgesprochen. Das hat solange wenig Auswirkungen auf den Schulerfolg von Mädchen, wie sie sich ihrer Geschlechtsidentität nicht zu versichern brauchen. Im Primarschulbereich gibt es denn auch kaum Unterschiede in den Interessen an Schulfächern und in den schulischen Leistungen zwischen Schülerinnen und Schülern. Das ändert sich mit dem Eintritt in die Pubertät. Insofern eine wichtige Entwicklungsaufgabe

³ Für weiterführende Analysen vgl. die im Anhang aufgeführte Literatur.

dieser Lebensphase die Erarbeitung einer geschlechtlichen Identität ist, entsteht für weibliche Jugendliche ein *Dilemma*: Sollen sie dem Stereotyp ihres Geschlechts nachleben, das für Physik und Technik wenig Raum offenhält, oder sollen sie sich auf den Physikunterricht einlassen und Attribute der Männlichkeit in ihre Geschlechtsidentität aufnehmen? Jungen sind diesem Dilemma nicht ausgesetzt, da die Wahrnehmung des Faches Physik mit dem Stereotyp ihres Geschlechts in Übereinstimmung steht.

Olivers Analyse der Situation der Mädchen im Physikunterricht stellt ein gesellschaftlich und kulturell bedingtes Problem als individuelles dar. Damit wird von der Tatsache abgelenkt, dass es Jungen einfacher haben, sich mit einem Fach zu identifizieren, das wenig Entsprechungen zum Stereotyp der Weiblichkeit aufweist.

Interessen

„Vielleicht ist einfach das Interesse ungleich. Manchmal, wenn irgendein technisches Thema kommt, dann fragen die Jungen viel häufiger nach, sind interessierter daran“ (Christine).

„... die Jungen interessieren sich mehr, darum lernen sie mehr. Dann ist es klar, dass sie besser sind“ (Marianne).

Unter *Interesse* soll in unserem Zusammenhang das Verhältnis einer Person zu einem Gegenstand verstanden werden. Interessen werden kulturell vermittelt und gelten als zuverlässige Determinanten für schulischen Lernerfolg. Sie können sich im kognitiven, im emotionalen und im evaluativen Bereich auf das Verhalten auswirken.

Im kognitiven Bereich

Ist Interesse vorhanden, lernt eine Person einerseits mehr über einen Gegenstand, wodurch sie weiteres Wissen leichter mit dem bereits bekannten verbinden kann. Andererseits lernt sie auch etwas über sich selbst: Es gehört zu ihrer individuellen Besonderheit, dass sie sich für einen bestimmten Gegenstand interessiert. Im herkömmlichen Physikunterricht haben viele Schülerinnen nicht die Möglichkeit, auf ihre Vorkenntnisse aufzubauen. Folglich erfahren sie auch nicht, dass Physik für sie interessant sein könnte.

Im emotionalen Bereich

Sich mit einem interessanten Gegenstand auseinanderzusetzen, ist mit angenehmer Spannung verbunden. Nach der erfolgreichen Lösung einer Aufgabe stellen sich Kompetenzgefühle ein. Da derartige Erfolgserlebnisse bei Mädchen

im Physikunterricht weniger auftreten, vermögen sie auch weniger Freude am Fach zu gewinnen.

Im evaluativen Bereich

Der Wert, den ein Gegenstand für eine Person hat, wird entsprechend seiner Bedeutung für das eigene Leben eingeschätzt. Dementsprechend wird ein Schulfach im Hinblick auf seine Bedeutung für die persönliche und berufliche Zukunft beurteilt. Auf den Physikunterricht bezogen heisst dies, dass Schülerinnen dem weiblichen Stereotyp entsprechend das Fach weniger positiv bewerten als ihre Mitschüler. Wenn Schülerinnen allerdings Gründe für eine positive Bewertung der Physik haben, dann setzen sie sich genauso motiviert im Unterricht ein wie die Schüler. So begründete eine Schülerin die Wichtigkeit des Faches Physik damit, dass sie Medizin studieren will:

„... da habe ich einmal eine Medizinstudentin gefragt, was man so macht. Da hat sie gesagt, Physik kommt, Chemie kommt (...). Deshalb habe ich gedacht, in diesen Fächern muss ich ein wenig mehr aufpassen als in den andern (...)" (Gaby).

Blicken wir auf diese Ausführungen zu den Geschlechterstereotypen und den Interessensunterschieden zwischen den Geschlechtern zurück, dann erscheint es plausibel, dass Mädchen im Physikunterricht geringeren Erfolg erwarten als Jungen. Jedenfalls brauchen wir nicht angeborene Unterschiede in der Begabung für Mathematik und Physik zu bemühen, um die Differenz der Geschlechter bezüglich Motivation und Leistung im Physikunterricht zu erklären.

Die Probleme der Mädchen im koedukativen Physikunterricht haben im wesentlichen damit zu tun, dass sie *erstens* aufgrund ihres Geschlechts weniger Erfahrungen machen, die ihr Interesse am Physikunterricht wecken bzw. stärken könnten, und dass sie *zweitens* durch das weibliche Geschlechterstereotyp in ein Dilemma verstrickt werden, das sie der Physik gegenüber in einen Zwiespalt versetzt. In beiden Fällen haben wir es nicht mit einem kognitiven, sondern mit einem *motivationalen* Problem zu tun.

Wie sich die Situation der Mädchen verbessern lässt

Die vorausgehende Analyse zeigt: Die geringe Begeisterung von Mädchen und Frauen für die Physik sowie die Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern im Physikunterricht sind nicht eine Folge differenter Begabungen, sondern wurzeln in Geschlechterstereotypen und Interessensunterschieden, die für die Schülerinnen benachteiligend sind. Insofern sprechen wir von einem *motivationalen* Problem der Mädchen. Anders als die Begabung, die als kaum beeinflussbar gilt, ist die Motivation pädagogischer Einwirkung zugänglich.

Dementsprechend basiert unser Projekt auf Massnahmen, die die Verbesserung der motivationalen Bedingungen im Physikunterricht zum Ziel haben.

Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts

Wie lässt sich die Motivation von Mädchen im koedukativen Physikunterricht verbessern? Aufbauend auf unserer Analyse der vorhandenen Forschungsliteratur haben wir *sieben Kriterien* eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts erarbeitet. Die Kriterien, die zwischen einem fachlichen und einem personalen Pol auf einer Geraden liegen, können als Basis des „didaktischen Dreiecks“ verstanden werden (vgl. Abbildung 1).

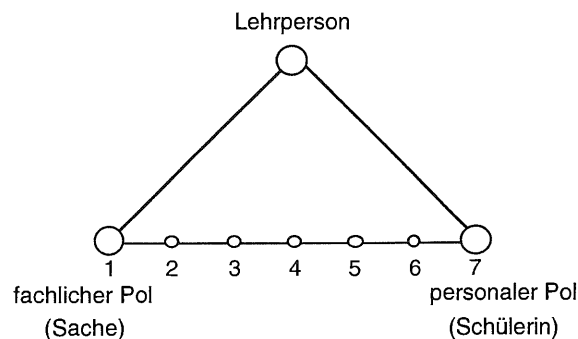


Abbildung 1: Sieben Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts

Im einzelnen geht es bei den sieben Kriterien um folgendes:

1. *Vorerfahrungen:* Der Unterricht ist so zu gestalten, dass auf die unterschiedlichen Vorerfahrungen von Schülerinnen und Schülern in den Bereichen Physik und Technik Rücksicht genommen wird. Die Vorkenntnisse der Mädchen und Jungen sind didaktisch zu reflektieren. Die Lehrperson soll sich in der Wahl von Beispielen und Veranschaulichungen an den auserschulischen Erfahrungen von Jungen und Mädchen gleichermaßen orientieren.
2. *Sprache:* Der Unterricht ist sprachlich so zu gestalten, dass er für beide Geschlechter verständlich ist. Es ist darauf zu achten, dass nicht unreflektiert Ausdrücke verwendet werden, die nur dem einen Geschlecht geläufig sind. Termini, die auch im Alltag verwendet werden, sind sorgfältig zu klären. Die physikalische Fachsprache soll nur mässig gebraucht werden. Es ist eine Unterrichtssprache zu verwenden, bei der der Übergang von der phänomenalen zur modellhaften Wirklichkeit nachvollziehbar wird.

3. *Kontextbezug:* Der Unterricht ist kontextuell zu gestalten. Themen und Inhalte werden nicht abstrakt dargeboten, sondern in bezug auf deren Bedeutung für den Alltag oder für andere Fächer. Die Stoffe werden in wissenschaftshistorische oder -theoretische Kontexte eingebettet oder im Hinblick auf aktuelle gesellschaftliche Probleme dargestellt. Durch Kontextualisierung der Themen kann gezeigt werden, dass die Physik nicht mit der Natur als einem abstrakten Gegenstand zu tun hat, sondern mit einem Verhältnis, das Menschen zu bestimmten Zwecken und aufgrund spezifischer Interessen mit der Natur eingehen.
4. *Lernstil:* Der Unterricht hat auf den besonderen Lern- und Arbeitsstil der Mädchen Rücksicht zu nehmen. Dieser ist eher kooperativ als kompetitiv. Den Mädchen ist ausreichend Zeit für das Lösen von Aufgaben einzuräumen.⁴ Es ist darauf zu achten, dass der expansive Umgang von Jungen mit technischen Geräten den aufgabenorientierten Lernstil der Mädchen nicht stört. Die Schülerinnen und Schüler sind möglichst aktiv am Unterricht zu beteiligen. Gruppenarbeiten sind geschlechtshomogen durchzuführen.
5. *Kommunikation:* Der Unterricht ist kommunikativ und argumentativ zu gestalten. Die Sprache ist als Medium einzusetzen, um physikalische Alltagsvorstellungen aufzudecken und zur Diskussion zu stellen. Die Auseinandersetzung mit den Wissensinhalten soll diskursiv erfolgen. Idealerweise fungiert die Schulklasse als Ort der Wahrheitsfindung durch die experimentierende und argumentierende Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand. Dies kann mündlich wie auch schriftlich geschehen.
6. *Attributionsstil:* Der Unterricht hat unvorteilhaften Leistungsattributionen entgegenzuwirken. Lehrkräfte dürfen nicht die bei den Mädchen verbreitete Neigung verstärken, Misserfolge auf fehlende Begabung und Erfolge auf günstige äussere Umstände zurückzuführen. Bei der Gestaltung des Unterrichts und bei Interaktionen mit Schülerinnen und Schülern ist darauf zu achten, dass beide Geschlechter in ihrem Leistungselbstvertrauen gestärkt werden.
7. *Geschlechtsidentität:* Im Unterricht ist der Eindruck zu vermeiden, die Physik sei eine Männerdomäne. Die aktive Teilnahme am Unterricht darf für die Mädchen nicht in Widerspruch zur Entwicklung ihrer weiblichen Geschlechtsidentität geraten. Es ist zu vermeiden, dass der Physikunterricht zum Antistereotyp des Weiblichen wird.

⁴ Dies zielt auf die Tatsache, dass sich die Schüler vielfach bereits melden, wenn sie für ein Problem eine Teillösung erarbeitet haben. Im Gegensatz dazu kommunizieren die Schülerinnen meist erst das Endergebnis der Aufgabe. Dadurch entsteht der Eindruck, die Mädchen könnten dem Unterrichtsgeschehen nicht folgen und würden sich weniger am Unterricht beteiligen.

Die Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik

Um die Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts auf ihre Gültigkeit zu überprüfen, führten wir eine *Interventionsstudie* durch. Dazu wurden zwei Unterrichtseinheiten ausgearbeitet, die in verschiedenen Klassen der Sekundarstufe II (Gymnasien und Seminararien) zum Einsatz kamen. Im folgenden geben wir einen Überblick über Entstehung und Inhalt der Unterrichtseinheiten.

Die beiden Einheiten, die gemeinsam mit fünf Physiklehrkräften⁵ erarbeitet wurden, umfassen die Gebiete *Geometrische Optik* und *Kinematik*. Über die im vorausgehenden erläuterten sieben Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts hinaus hatten die Unterrichtseinheiten den folgenden Ansprüchen zu genügen. Sie sollten

- Unterrichtsstoff für je 20 Lektionen enthalten,
- den Anforderungen der kantonalen Physiklehrpläne entsprechen und
- für den Unterricht an einer durchschnittlich ausgestatteten schweizerischen Mittelschule geeignet sein.

Im folgenden werden die Unterrichtseinheiten kurz vorgestellt.

Unterrichtseinheit Optik

Die Unterrichtseinheit Optik umfasst sechs Blöcke und steht unter dem Leitmotiv: „Wir sehen und machen Bilder“.

- Block 1: Im Rahmen eines Brainstorming bringen die Jugendlichen ihre Vorkenntnisse ein, die zu einer Netzdarstellung („mind map“) zusammengefasst werden.
- Block 2: Mittels eigener Experimente erarbeiten die Jugendlichen die Grundeigenschaften von Licht und Schatten.
- Block 3: Dieser Block ist dem Thema „Reflexion“ gewidmet. Dabei wird die Lichtreflexion nicht nur auf einer ebenen, sondern auch auf einer gekrümmten Fläche beobachtet.
- Block 4: In diesem Block wird die Brechung von Licht am Beispiel der Medien Luft und Wasser untersucht.
- Block 5: Anhand eigener Experimente erarbeiten die Jugendlichen die Zerlegung von Licht in seine Spektralfarben. Ausserdem demonstriert die Lehrkraft die Farbentstehung durch subtraktive Farbmischung.

⁵ Es handelt sich um die Herren Hansjörg Friedli, Claude Jeanneret, Niklaus Koch, Daniel Lammer und Ekkehard Stürmer.

- Block 6: Unter dem Titel „Atmosphärisches und Technisches“ arbeiten die Jugendlichen selbständig in Gruppen. Anschliessend werden das neu erworbene Fachwissen und die Ergebnisse der Experimente im Klassenverband in Form von Vorträgen vorgestellt. Mögliche Themen sind u.a.: Regenbogen, Fata morgana, Camera obscura, menschliches Auge und optische Geräte (z.B. Lupe, Fernrohr, Diaprojektor). Dieser Block umfasst gut ein Drittel der Unterrichtseinheit Optik.

Unterrichtseinheit Kinematik

Die Unterrichtseinheit Kinematik setzt sich aus fünf Blöcken zusammen. Ihr Leitmotiv lautet: „Bewegung ist Leben, Leben ist Bewegung“.

- Block 1: Auch in dieser Unterrichtseinheit wird den Jugendlichen zunächst die Möglichkeit gegeben, ihr Vorwissen einzubringen. Dies geschieht anhand des Klassenexperiments „Rollschuhfahrt auf der schiefen Ebene“.
- Block 2: Klassen- oder gruppenweise werden alltägliche Bewegungsarten beobachtet, wie z.B. Fahrzeuge in Quartierstrassen oder anfangende und abbremsende Züge. Eine weitere Aufgabe dieses Blocks besteht in der selbständigen Planung und Durchführung von Experimenten. Beispielsweise: Wie gross sind Beschleunigung und Geschwindigkeit einer Sprinterin, einer Fahrrad-, Mofa-, Rollerbladfahrerin oder eines rennenden Hundes?
- Block 3: Inhalt dieses Blocks sind der Wechsel von realen zu idealen Bewegungsabläufen sowie die Beschreibung von Bewegungen in der Alltagssprache und mit mathematischen Hilfsmitteln.
- Block 4: Anhand von Lehrerexperimenten werden den Jugendlichen ausgewählte Methoden der naturwissenschaftlichen Forschung demonstriert und erklärt. Die Frage lautet: „Wie gelangen Physikerinnen und Physiker vom Phänomen zur modellhaft beschreibenden Formel?“
- Block 5: Wie im Falle der Optik arbeiten die Jugendlichen in diesem Block in Gruppen selbständig an eigenen Fragestellungen. Anschliessend werden die gewonnenen Ergebnisse in Form von Referaten der Klasse vorgestellt und diskutiert. Mögliche Themen sind u.a.: Ausbreitung von Schall, Radarkontrolle, Fussbewegung, Fluggeschwindigkeit, Wachstum von Haaren, Hefekulturen oder Keimlingen. Zeitlich umfasst der fünfte Block etwa ein Drittel der Unterrichtseinheit Kinematik.

Die untersuchten Klassen

Die Lehreinheiten Optik und Kinematik wurden im Schuljahr 95/96 im Anfangsunterricht Physik in 26 verschiedenen Gymnasial- und Seminarklassen der deutschen Schweiz durchgeführt. An der Intervention waren insgesamt 510 Schülerinnen und Schüler sowie 24 Lehrkräfte beteiligt. Das Alter der Schülerinnen und Schüler lag im Durchschnitt bei 17.1 Jahren (Altersspanne: 16.1 bis 19.9 Jahre). Für die Analyse der Daten sind die Klassen zu vier Gruppen zusammengefasst worden.⁶ Über die Zusammensetzung der Analysegruppen hinsichtlich Geschlecht und Schul- bzw. Maturitätstypus geben die Tabellen 1 und 2 Auskunft.

Tabelle 1: Verteilung der Geschlechter in den Analysegruppen

Analysegruppe	Anzahl Klassen	weiblich		männlich		Summe absolut
		absolut	relativ	absolut	relativ	
1	6	75	61%	48	39%	123
2	5	69	61%	44	39%	113
3	5	61	62%	38	38%	99
4	10	114	65%	61	35%	175
Gesamt	26	319	63%	191	37%	510

Wie Tabelle 1 zeigt, ist in allen Analysegruppen der Mädchenanteil mit knapp zwei Dritteln höher als der Jungenanteil. Aus Tabelle 2 geht hervor, dass Schülerinnen und Schüler aus Lehrerseminaren in unserer Stichprobe fast so häufig vertreten sind wie Gymnasiastinnen und Gymnasiasten aller Maturitätstypen zusammen.

Tabelle 2: Verteilung der Schul- und Maturitätstypen in den Analysegruppen

Analysegruppe	Gymnasium Typus					Lehrerseminar	Summe
	A	B	C	D	E		
1	0	20	0	27	23	53	123
2	2	7	0	59	24	21	113
3	0	0	0	22	14	63	99
4	6	40	21	21	0	87	175
Gesamt	8	67	21	129	61	224	510

⁶ Die Bildung der Analysegruppen wird im Ergebnisteil unter dem Kapitel „Nach der Intervention“ erläutert.

Die *Lehrkräfte* waren zum Zeitpunkt der Untersuchung zwischen 29.5 und 59.0 Jahre alt (Durchschnitt: 44.1 Jahre). Eine Folge dieser Altersspanne sind unterschiedliche Berufserfahrungen. 22 Lehrpersonen verfügen über einen Universitätsabschluss in Physik, zwei in Mathematik. Ausserdem besitzen 14 Lehrkräfte ein Diplom für das Höhere Lehramt. Unter den 24 Lehrkräften befinden sich drei Frauen. Damit sind die Lehrerinnen im Verhältnis zu den Lehrern in unserer Untersuchungsgruppe zwar stark untervertreten, verglichen mit dem gesamtschweizerischen Frauenanteil unter den Physiklehrkräften jedoch deutlich übervertreten.

Erhebungsinstrumente

Zu drei Zeitpunkten sind bei den Schülerinnen und Schülern Daten erhoben worden: vor Beginn der Intervention (Eingangserhebung), nach Abschluss der ersten Unterrichtseinheit (Wissenstest Optik) und nach Abschluss der zweiten Unterrichtseinheit (Wissenstest Kinematik und Schlusserhebung). Die *Eingangserhebung* deckte u.a. die folgenden Bereiche ab (standardisierte Fragen): demographische Situation, Vorerfahrungen mit Physik und Technik, Wahrnehmung von Physik, Leistungsselbstkonzept, erwartete Leistungen im Physikunterricht, Erwartungen an den Physikunterricht, Interesse an den Schulfächern, Intelligenz (drei Subskalen eines Intelligenztests).

Die beiden *Wissenstests* wurden eigens für das Projekt entwickelt. Sie setzen sich aus obligatorischen Multiple-Choice-Aufgaben, offenen Aufgaben sowie einem Wahlpflichtbereich mit weiteren Multiple-Choice-Aufgaben zusammen. Die Durchführung der Tests oblag den Lehrkräften, die vorgängig über den Prüfungsmodus, nicht aber über die Testaufgaben und die Lösungen informiert wurden. Die Auswertung der Tests erfolgte durch Projektmitarbeiter.

In der *Schlusserhebung* wurden u.a. zu den folgenden Bereichen Daten erhoben (standardisierte Fragen): demographische Situation, Vorerfahrungen mit Physik und Technik, Wahrnehmung von Physik, Leistungsselbstkonzept, Leistungsattribution im Physikunterricht, Erwartungen an den zukünftigen Physikunterricht, Beurteilung von Unterricht und Lehrkraft, Konkurrenzverhalten in der Klasse, Evaluation des Optik- und Kinematikunterrichts. Fragen, die bereits in der Eingangserhebung gestellt wurden, dienten der Messwiederholung und hatten die Funktion, allfällige Veränderungen in der Einstellung oder im Urteil der Schülerinnen und Schüler zu erfassen.

Was die Untersuchung ergeben hat

Die ausführliche Erhebung von Daten erlaubt es, sowohl Aussagen über Einstellungen, Interessen und Erwartungen der Schülerinnen und Schüler vor Beginn der Intervention zu machen als auch Erkenntnisse über die Intervention und ihre Auswirkungen zu gewinnen. Wir stellen die Ergebnisse unserer Studie getrennt nach diesen beiden Gesichtspunkten dar.

Vor der Intervention

Oft wird angenommen, die schwache Präsenz von Frauen in physikalisch-technischen Berufen sei eine Folge der geringen Zahl von Vorbildern. Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse einer Frage nach Personen im Verwandten- und Bekanntenkreis, die in einem physikalisch-technischen Beruf tätig sind.

Tabelle 3: Mögliche Vorbilder im naturwissenschaftlich-technischen Bereich

	Ersten Grades		Zweiten Grades		Dritten Grades		Total		
	Mann absolut	Frau absolut	Mann absolut	Frau absolut	Mann absolut	Frau absolut	Mann absolut	Frau absolut	Frau relativ
Mädchen	58	7	114	3	9	0	181	10	5.2 %
Jungen	29	3	47	2	4	0	80	5	5.9 %

Erläuterungen:

Ersten Grades: Eltern, Geschwister, Stiefeltern

Zweiten Grades: Grosseltern, Onkel/Tante, Cousin/Cousine, Schwager/Schwägerin

Dritten Grades: Ur- oder Stiefgroseltern, Grossonkel/-tante, Grosscousin/-cousine,

Cousin/Cousine des Vaters/der Mutter, eigener Freund/ eigene Freundin,

Familienfreund/-freundin, Nachbar/Nachbarin

Sowohl Mädchen wie Jungen berichten von vergleichsweise wenigen weiblichen Personen, die als Vorbilder wirken könnten. Weit häufiger werden potentielle männliche Vorbilder genannt. Interessant ist, dass Mädchen und Jungen im Durchschnitt gleichviele Personen mit einer naturwissenschaftlich-technischen Berufstätigkeit kennen.

Die Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich wesentlich in den *Vorerfahrungen*, die sie in den Physikunterricht mitbringen. Die Schüler berichten von mehr technischen Freizeitaktivitäten, mehr medialen Erfahrungen mit Physik und Technik (Bücher, Zeitschriften, Fernsehen etc.) und mehr Erfahrungen mit technischen Geräten und Baukästen als die Schülerinnen, die ihrerseits mehr Erfahrungen mit Haushalts- und Betreuungstätigkeiten angeben als die Schüler. Ist der Physikunterricht unter diesen Umständen stark technik-

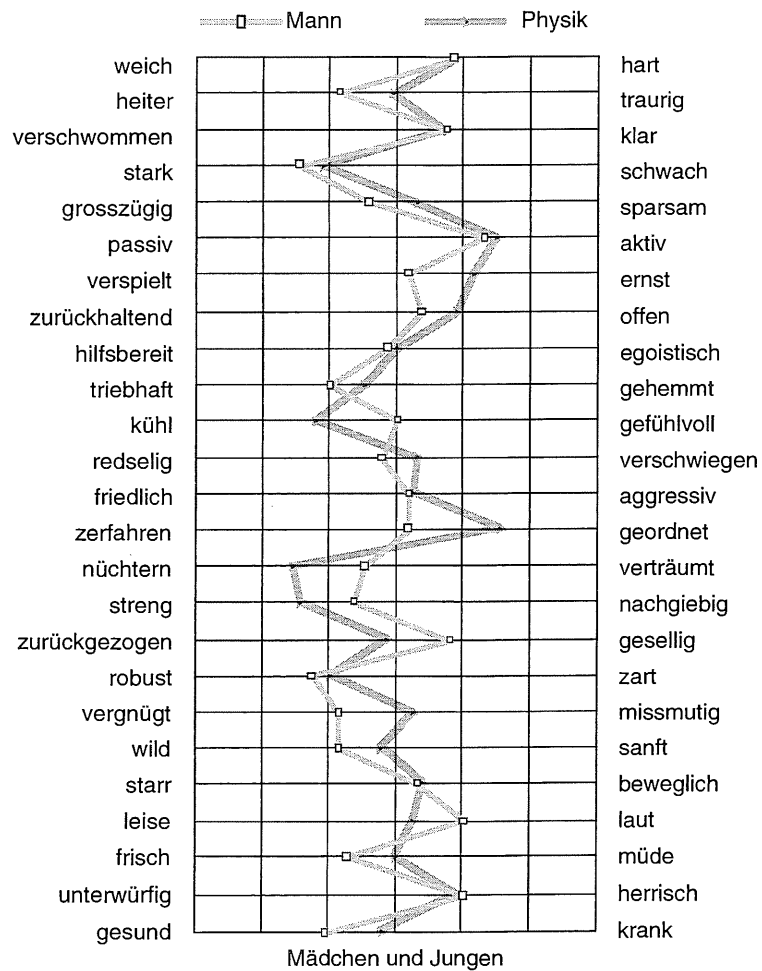
orientiert, erwächst den Mädchen ein klarer Nachteil. Anna drückte sich im Interview folgendermassen aus:

„... oft ist es einfach so, dass sich die Jungen in der Freizeit mehr mit Technik beschäftigen. (...) wenn sich ein Mädchen (...) in der Freizeit mit Technik oder irgendwie mit Modellbau oder Spielzeugautos oder sonst irgend etwas beschäftigt, dann ist es, glaube ich, schon einfacher“ (Anna).

Nimmt die Lehrkraft keine Rücksicht auf die unterschiedlichen vor- und auserschulischen Erfahrungen von Mädchen und Jungen, so verstärkt sie die Probleme, denen sich die Schülerinnen im Physikunterricht ausgesetzt sehen, und untergräbt ungewollt deren Interesse am Fach.

Um herauszufinden, wie *männlich* oder *weiblich* die Schülerinnen und Schüler das Fach Physik wahrnehmen, haben wir sogenannte Semantische Differentiale eingesetzt. Dabei hatten die Jugendlichen auf einer siebenstufigen Skala insgesamt 24 gegensätzliche Adjektivpaare daraufhin zu beurteilen, inwiefern der Begriff „Physik“ durch sie charakterisiert wird. Mithilfe desselben Verfahrens hatten die Jugendlichen auch die Begriffe „Mann“, „Frau“ und „Französische Sprache“ einzuschätzen. Auf diese Weise war es uns möglich festzustellen, ob die Schülerinnen und Schüler die verschiedenen Begriffe ähnlich oder verschieden beurteilen (vgl. Abbildung 2 und 3).

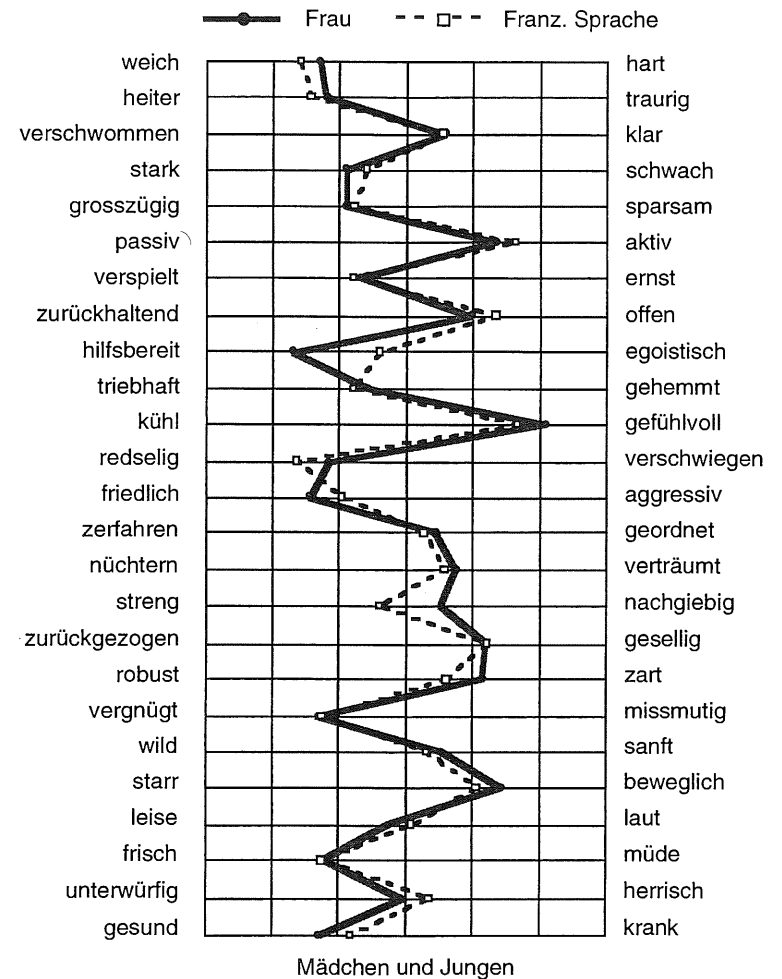
Aus den sehr ähnlich verlaufenden Kurven der Semantischen Differentiale zu den Wortpaaren „Mann“ und „Physik“ einerseits sowie „Frau“ und „Französische Sprache“ andererseits, lässt sich schliessen, dass die Physik für die Jugendlichen eine *männlich* gefärbte Bedeutung hat, während die französische Sprache von den Schülerinnen und Schülern *weiblich* getönt wahrgenommen wird. Interessanterweise unterscheiden sich die Mädchen und die Jungen kaum in ihren Urteilen. Die Physik bildet nicht nur für die Schülerinnen, sondern auch für die Schüler eine männlich konnotierte Sphäre, während die französische Sprache für beide Geschlechter eine weibliche Symbolik aufweist.



Interkorrelation der Profile „Mann“ und „Physik“:

Mädchen und Jungen: $r = .64$ ($p < .001$)
 Mädchen: $r = .59$ ($p < .01$)
 Jungen: $r = .71$ ($p < .001$)

Abbildung 2: Semantische Differentiale zu den Begriffen „Mann“ und „Physik“



Interkorrelation der Profile „Frau“ und „Französische Sprache“:

Mädchen und Jungen: $r = .92$ ($p < .001$)
 Mädchen: $r = .92$ ($p < .001$)
 Jungen: $r = .92$ ($p < .001$)

Abbildung 3: Semantische Differentiale zu den Begriffen „Frau“ und „Französische Sprache“

Offenbar bestimmt das männlich geprägte Bild der Physik auch die Wahrnehmung der Personen, die sich mit Physik beschäftigen. Die Antworten auf eine entsprechende Frage in den Interviews weisen in Richtung einer rationalen, realitätsbezogenen, eigenbrötlerischen und eher verschlossenen Person. So charakterisiert Stefan den „typischen Physiker“ wie folgt:

„Er ist ein wenig jemand für sich (...). Eher jemand, der vielleicht fast in einer anderen Welt lebt (...). Ja also einfach jemand, der nur über das Fach nachdenkt, praktisch nichts anderes“ (Stefan).

Auch Christine betont das starke Fachinteresse und hat die Vorstellung, ein Mensch, der sich mit Physik beschäftigt, sei eher einsam:

„Also ein ziemlich theoretischer Mensch, der interessiert ist an physikalischen Sachen. (...) Also ich weiss nicht, aber ich habe das Gefühl, die haben nicht so viel mit anderen Menschen zu tun“ (Christine).

Von ihrer Lehrkraft sagen die meisten der interviewten Jugendlichen, sie entspreche mehr oder weniger diesem Bild. Selber möchten nur wenige Schülerinnen und Schüler so sein. Offen bleibt, ob es sich dabei um ein Stereotyp handelt oder ob die Physiklehrkräfte den Schülerinnen und Schülern tatsächlich nur wenige Identifikationsmöglichkeiten bieten.

Die Schülerinnen und Schüler sind auch nach ihrem *Interesse* an den Schulfächern gefragt worden. Bei den Mädchen wird die Rangliste der Fächer von Englisch, Französisch oder Italienisch, Kunst / Zeichnen und Biologie angeführt. Physik, Chemie und Mathematik finden sich erst auf den hinteren Plätzen (vgl. Tabelle 4), wobei das Interesse an Mathematik und Chemie noch geringer ist als dasjenige an Physik. Zu beachten ist allerdings, dass im Falle der Physik - im Unterschied zu den übrigen Fächern - nicht das *reale*, sondern das *erwartete* Interesse erhoben worden ist.

Gemessen an den bevorzugten Schulfächern, zeigen die Schüler eine deutlich andere Interessensstruktur als die Schülerinnen. Zwar liegen Englisch und Biologie auch bei den Jungen auf den vorderen Rängen, angeführt wird die Liste aber von Turnen / Sport und Geschichte, und die übrigen Sprachfächer liegen klar hinter den Naturwissenschaften und der Mathematik zurück.

Die Schülerinnen und Schüler sind des weiteren danach gefragt worden, was sie *von sich selber* im Hinblick auf den bevorstehenden Physikunterricht erwarten („Personbezogene Erwartungen“). Dabei schätzten sich die Jungen bei den Fragen, ob „mir der Physikunterricht Spass machen wird“, ob „mir die Physik leicht fallen wird“, ob „ich für Physik begabt bin“ und ob „ich in Physik gute Leistungen erbringen werde“ signifikant höher ein als die Mädchen. Durchschnittlich erwarteten sowohl die Schülerinnen als auch die Schüler, dass

Tabelle 4: Interesse an den Schulfächern (Rangplätze)

Schulfach	Schülerinnen	Schüler
Englisch	1	3
Französisch oder Italienisch	2	13
Kunst / Zeichnen	2	7
Biologie	4	4
Musik / Singen	5	8
Geschichte	6	2
Turnen / Sport	7	1
Deutsch	8	11
Handarbeit / Werken	9	16
Latein oder Griechisch	10	15
Geographie	11	5
Wirtschaft	12	12
Physik	13	9
Mathematik	14	10
Chemie	15	6
Religion	16	14

Erläuterungen: Es sind jeweils nur diejenigen Schülerinnen und Schüler in die Berechnung einbezogen worden, die in dem betreffenden Fach Unterrichtserfahrung hatten. Im Falle der Physik handelt es sich um das *erwartete* Interesse.

ihre Leistungen etwa im mittleren Drittel der Klasse liegen werden. Die Mädchen stuften sich jedoch tendenziell eher im schlechteren, die Jungen eher im besseren Drittel ein. Die Differenz ist statistisch signifikant. Dem entspricht, dass die Schüler im Vergleich zu den Schülerinnen signifikant häufiger angaben, später einen physikalisch-technischen Beruf ergreifen zu wollen.

Gefragt nach ihrer *Begeisterung für Naturphänomene und für Technik*, gaben die Jugendlichen an, stark an Naturphänomenen und mittel bis weniger stark an Technik interessiert zu sein. Geschlechtstypische Unterschiede zeigten sich insofern, als die Schülerinnen stärker an Naturphänomenen interessiert sind, während sich die Jungen mehr für Technik zu begeistern vermögen. Beide Ergebnisse sind statistisch signifikant. Keine signifikanten Unterschiede zeigen sich bei den *Erwartungen an den Physikunterricht* („Sachbezogene Erwartungen“). Beide Geschlechter erwarteten gleichermassen, im Physikunterricht etwas zu lernen, „das ich I) unmittelbar brauchen kann, II) das für mich wichtig ist und III) das ich später sehr oft brauchen werde“. Hier handelt es sich um ein pädagogisch erfreuliches Ergebnis: Physiklehrkräfte dürfen davon ausgehen, dass (auch) die Mädchen mit positiven Erwartungen an den Unterricht herantreten.

Wie wir im ersten Teil ausgeführt haben, liegt unserem Projekt die Annahme zugrunde, dass die Schwierigkeiten von Mädchen im koedukativen Physikunterricht nicht auf Begabungsdefizite zurückzuführen sind. Um diese Annahme zu überprüfen, haben wir in die Eingangserhebung *drei Intelligenzsubtests* zum räumlichen Vorstellungsvermögen und zur Begriffsbildung aufgenommen. Die Auswertung zeigt: Schülerinnen und Schüler unterscheiden sich in den genannten Intelligenzbereichen tatsächlich *nicht* signifikant voneinander. Der Befund bestätigt, dass die Probleme von Mädchen beim Verstehen physikalischer Sachverhalte im motivationalen und nicht im intellektuellen Bereich liegen.

Nach der Intervention

Die Ergebnisse, über die wir bisher berichtet haben, beruhen auf Daten, die vor der Intervention erhoben wurden. Wir wenden uns nun Resultaten zu, die sich auf die *Intervention* und deren *Verlauf* beziehen.

Wie bereits erwähnt, sind die 26 Schulklassen, die sich am Projekt beteiligt haben, zum Zweck der Überprüfung der *Wirksamkeit* der Intervention zu vier Analysegruppen zusammengefasst worden. Die Gruppierung erfolgte aufgrund der Beurteilung des erfahrenen Unterrichts durch die Schülerinnen und Schüler. Dabei ist zu beachten, dass wir es mit einer *Gesamtbeurteilung* zu tun haben. In die Untersuchung einbezogen wurden auch 6 Physiklehrkräfte, die *nicht* mit den von uns entwickelten Unterrichtseinheiten, sondern mit eigenen Materialien Optik und Kinematik unterrichtet hatten. Zur Gruppierung der Klassen verwendeten wir insgesamt 13 Skalen, die einen grossen Bereich unserer sieben Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts abdecken. Mit diesen Skalen lassen sich nicht nur didaktische, sondern auch pädagogische und psychologische Kompetenzen der Lehrkräfte erfassen. Einen Überblick über die verwendeten Skalen gibt Tabelle 5.

Anhand der Daten der Schlusserhebung konnte für jede Klasse mit Hilfe dieser 13 Skalen ein Punktetotal berechnet werden, das als Mass dafür diente, wie „mädchengerecht“ in der betreffenden Klasse während der Intervention unterrichtet worden war. Aufgrund der Verteilung des Punktetotals wurden die einzelnen Klassen vier Gruppen zugeordnet. Während in den Klassen der Gruppe 1 nur wenige Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts umgesetzt worden sind, ist in den Klassen der Gruppe 4 nach vielen dieser Kriterien unterrichtet worden. Die Klassen der Gruppen 2 und 3 liegen abgestuft dazwischen. Die im folgenden dargestellten Ergebnisse beruhen auf dieser Einteilung der Schulklassen in vier Analysegruppen.

Tabelle 5: Die zur Gruppierung der Klassen verwendeten Skalen

Bezeichnung	Items ¹⁾	Inhaltliche Beschreibung der Skala
Anknüpfen an das Vorwissen	7	Das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler wird reflektiert und mit dem neuen Stoff verbunden.
Nutzen für Alltag und andere Fächer	5	Die Schülerinnen und Schüler erfahren den Nutzen der Lerninhalte für den Alltag und für andere Fächer.
Alltags- und Phänomenbezug	4	Neue Inhalte werden zu beobachtbaren Naturvorgängen und zum Alltag in Beziehung gesetzt.
Deduktive Einstiegs- methode (-) ²⁾	3	Neue Themen werden nicht deduktiv, sondern auf der Basis von beobachtbaren Phänomenen eingeführt.
Fachsystematik und Mathematisierung (-) ²⁾	3	Die Lehrkraft orientiert sich nur beschränkt an der Fachsystematik und vermeidet eine extensive Mathematisierung des Stoffes.
Schülerorientierung	5	Die Lehrperson nimmt auf Bedürfnisse und Meinungen der Schülerinnen und Schüler Rücksicht.
Gruppen- und Zusammen- arbeit	6	Im Unterricht finden oft Gruppenarbeiten und andere Formen der Schülerzusammenarbeit statt.
Diskussionen und Schülerversuche	4	Es finden häufig Schülerversuche und Diskussionen in Schülergruppen statt.
Schülervorträge und Pro- jektarbeit	2	Vorträge und Projektarbeiten fördern Eigeninitiative und Eigenaktivität der Schülerinnen und Schüler.
Lehrerzentrierung (-) ²⁾	3	Die klassischen Methoden eines lehrerzentrierten Unterrichts werden sparsam eingesetzt.
Konkurrenzverhalten (-) ²⁾	7	Das Klassenklima ist kooperativ, der Austausch zwischen den Schülerinnen und Schülern konstruktiv.
Gleichbehandlung der Geschlechter	4	Jungen und Mädchen werden gleich beachtet und behandelt.
Geschlechterfairness	1	Der Unterricht wird Mädchen und Jungen gleichermassen gerecht.

Erläuterungen:

- 1) Anzahl Items, aus denen sich die Skala zusammensetzt.
- 2) Das Minuszeichen bedeutet, dass die betreffende Skala nach ihrem negativen Pol bezeichnet worden ist. In der Spalte „Beschreibung“ wird jeweils der positive Pol erläutert.

Im vorausgehenden Teil haben wir Ergebnisse zu den Erwartungen dargestellt, die Schülerinnen und Schüler im Hinblick auf den *bevorstehenden* Physikunterricht an sich selbst haben. In der Schlusserhebung sind die Jugendlichen erneut nach ihren Erwartungen an den künftigen Physikunterricht gefragt wor-

den. In Abbildung 4 werden die Mittelwerte an den beiden Erhebungszeitpunkten jeweils in Abhängigkeit von der Analysegruppe und vom Geschlecht dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass die Erwartungen der Jungen in den Gruppen 1 und 2 während der Intervention *zurückgegangen* sind und diejenigen der Mädchen praktisch *unverändert* blieben. In den Gruppen 3 und 4 ist für Schülerinnen und Schüler eine *Zunahme* der Erwartungen zu beobachten, wobei die Mädchen der Gruppe 4 die deutlichste Steigerung aufweisen, während die Erwartungen der Schülerinnen der Gruppe 3 weniger stark gestiegen sind. Nur leicht haben sich die Erwartungen der Schüler dieser beiden Gruppen verändert.

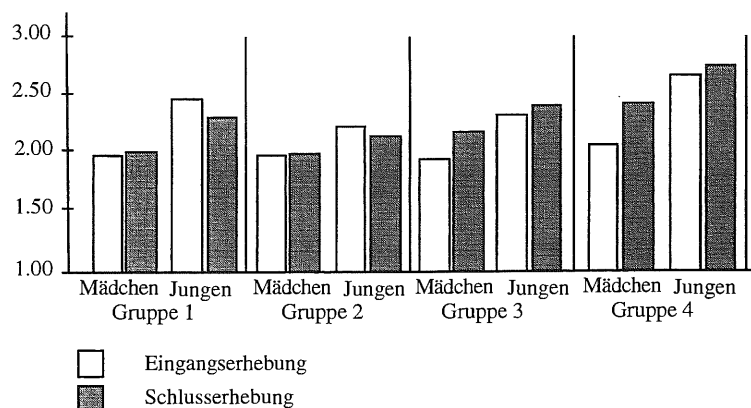


Abbildung 4: Personbezogene Erwartungen differenziert nach Analysegruppe, Geschlecht und Zeitpunkt der Datenerhebung

Wenn wir die personbezogenen Erwartungen der Schülerinnen und Schüler als Ausdruck ihres *Interesses* am Physikunterricht deuten, dann bestätigt dieses Ergebnis eindrücklich, dass sich in Klassen, in welchen viele Kriterien eines „mädchengerechten“ Unterrichts umgesetzt werden, die motivationale Situation der Mädchen verbessert, *ohne* dass die Jungen benachteiligt werden.

Bewirkt die Verbesserung der motivationalen Situation auch eine Steigerung der Leistungen? Wenn wir die Ergebnisse des Wissenstests *Optik* anschauen (vgl. Abbildung 5), dann sehen wir einen signifikanten Gruppeneffekt, d.h. die Schülerinnen und Schüler in den Klassen der Analysegruppe 4 haben deutlich bessere Leistungen erbracht als diejenigen in den Klassen der Gruppe 1. Was sich über die vier Gruppen hinweg *nicht* verändert hat, ist der *relative* Leistungsvorteil der Schüler. In allen Gruppen zeigten die Jungen bessere Leistungen als die Mädchen. Dieser Geschlechtseffekt ist ebenfalls statistisch signifikant.

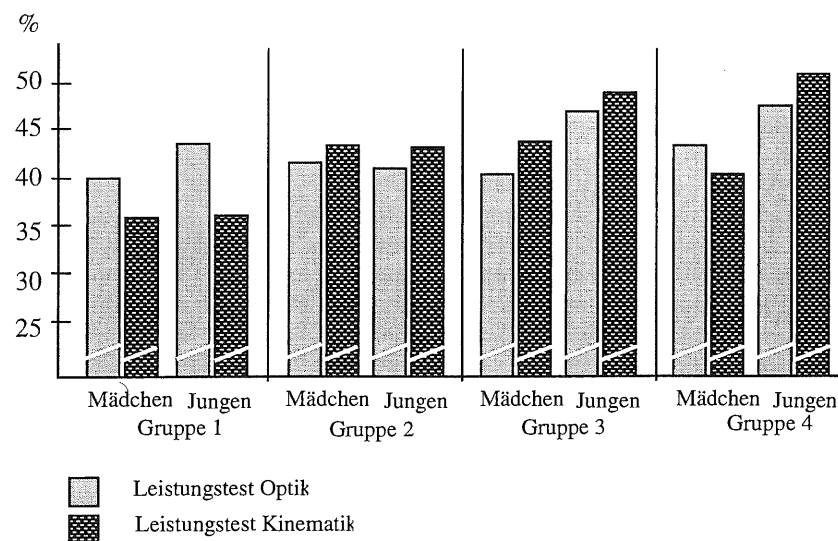


Abbildung 5: Leistungen in den Wissenstests Optik und Kinematik differenziert nach Analysegruppe, Geschlecht und Zeitpunkt der Datenerhebung

Ein leicht anderes Bild zeigt sich beim Wissenstest *Kinematik* (vgl. Abbildung 5). Wie im Falle der *Optik* ergibt sich auch hier ein signifikanter Gruppeneffekt, d.h. die Leistungen in den Klassen steigen im Verhältnis zur zunehmenden Mädchengerechtigkeit des Unterrichts. Wiederum sind auch der Geschlechtseffekt und die Interaktion signifikant, wobei sich jedoch nur in den Klassen der Gruppen 3 und 4 deutliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern zeigen.

Zwei Dinge werden aufgrund dieser Befunde zu den Interessen und Leistungen der Schülerinnen und Schüler deutlich. *Erstens* stehen die erbrachten Leistungen nur in einem lockeren Zusammenhang mit den personbezogenen Erwartungen an den Physikunterricht. Dieser Befund deckt sich mit Ergebnissen aus anderen Untersuchungen. Die Leistungen der Schülerinnen und Schüler sind offenbar schwerer beeinflussbar als ihre Interessen und Erwartungen. *Zweitens* erweist sich der relative Vorteil der Jungen im Physikunterricht trotz „mädchengerechter“ Massnahmen als nicht leicht abbaubar. Dabei ist allerdings in Rechnung zu stellen, dass die Interventionsdauer relativ kurz war (zweimal 20 Lektionen). Ein Unterricht, der während längerer Zeit „mädchengerecht“ durchgeführt würde, könnte sich nachhaltiger auf die Leistungen der Schülerinnen auswirken.

Die Schülerinnen und Schüler hatten den Unterricht und das Verhalten ihrer Lehrkraft nicht nur nach Kriterien der Mädchengerechtigkeit, sondern auch nach *allgemeinen* didaktischen Kriterien zu beurteilen. Es zeigen sich statistisch signifikante Beziehungen zwischen den Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts und Kriterien eines Unterrichts, der auch in anderer Hinsicht von hoher Qualität ist (vgl. Abbildung 6). Den Lehrkräften der Analysegruppe 4 wird sowohl die grösste Erklärungskompetenz als auch die höchste Fähigkeit zur Vermittlung von Lehrinhalten attestiert, während die Lehrkräfte der Gruppe 1 in beiden Bereichen am schlechtesten abschneiden. Damit geht einher, dass sich die in der Analysegruppe 4 unterrichteten Jugendlichen mit dem erlebten Physikunterricht und ihrer Lehrkraft am zufriedensten zeigen. Fast genau umgekehrt ist das Bild bei den Merkmalen „Autoritarismus“ und „Benachteiligung“. Die Lehrkräfte der Gruppe 4 werden von den Jugendlichen am wenigsten als autoritär und fast gar nicht als benachteiligend wahrgenommen.

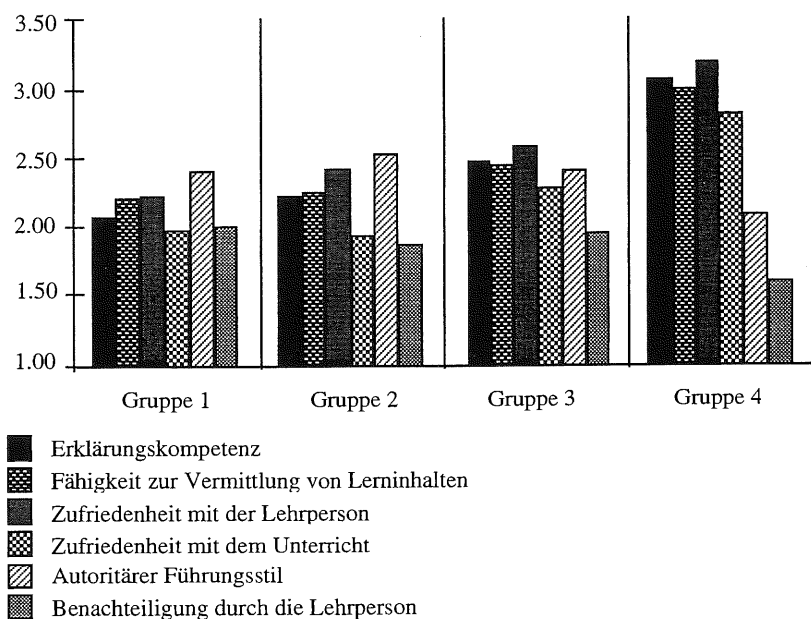


Abbildung 6: Beurteilung von Unterricht und Lehrperson differenziert nach Analysegruppe

Wie das Projekt beurteilt worden ist

In unsere Erhebungen haben wir zusätzlich verschiedene Fragen zum Projekt und zur Arbeit mit den beiden Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik einbezogen. Sowohl seitens der Schülerinnen und Schüler als auch seitens der Lehrkräfte stehen uns Aussagen und Kommentare zur Verfügung, die es erlauben, die getroffenen Massnahmen zur Verbesserung der Situation von Mädchen im koedukativen Physikunterricht über die im vorausgehenden dargestellten Ergebnisse hinaus zu bewerten.

Aus der Sicht der Schülerinnen und Schüler

Was die Schülerinnen und Schüler anbelangt, so zeigen nicht nur die Daten der standardisierten Erhebungen, sondern auch die qualitativen Interviews, dass die Jugendlichen beiderlei Geschlechts daran interessiert sind, physikalische Vorgänge besser zu verstehen und Erklärungen für Vorgänge zu erhalten, die ihnen bisher nicht einsichtig waren. In den sachbezogenen Erwartungen an den Physikunterricht unterscheiden sich die Schülerinnen und Schüler weder am Anfang noch am Schluss der Interventionsphase unseres Projekts. Auf ihr Fach bezogen dürfen die Lehrkräfte deshalb davon ausgehen, dass der Unterricht, wenn er für Jungen und Mädchen *gleichermassen* attraktiv ist, auf Interesse stösst.

Wichtig für die Jugendlichen ist die Nachvollziehbarkeit des Stoffes. Eine Schülerin aus einer Klasse der Analysegruppe 4 betonte:

„Das Wichtigste für mich ist, dass man Dinge nimmt, also Beispiele, die auch passieren im richtigen Leben, nicht irgendwie etwas total Weltfremdes. Ich kann es mir (...) gut vorstellen; es ist dadurch (...) interessant für mich“ (Eveline).

Gefragt, woran es gelegen habe, dass er gerne in die Physik gegangen sei, meinte ein Schüler:

„Also, wie soll ich sagen, es ist einfach nichts (...) Verschlussenes gewesen (...). Ich bin einfach hingegangen und habe mitmachen können praktisch. (...) Ich bin mitgekommen und habe etwas verstanden, habe etwas mitbekommen, wenn er gefragt hat, bin ich integriert gewesen (...), (...) hinten nachschwimmen habe ich eigentlich nicht müssen ...“ (Stefan).

Auch andere Schülerinnen und Schüler betonten, dass sie sich dann wohlfühlten im Physikunterricht, wenn sie den Stoff verstehen. Wer versteht, vermag einen Sachverhalt in einen Kontext zu stellen. Einer unserer Schüler urteilte wie folgt:

„... es ist nicht nur rein um (...) den Stoff und um Naturwissenschaft gegangen. (...) mir hat sehr gefallen, dass er [der Physiklehrer] (...) noch irgendwie ein wenig Philosophie und so mit einbezogen hat, [dass er] gezeigt hat, wie man es noch anders machen könnte, (...) dass Physik nicht alles ist“ (Oliver).

Kontexte lassen sich auf verschiedene Weise erzeugen. Wenig geeignet zur Kontextualisierung des Stoffes scheint allerdings die Mathematik zu sein. Ein hoher Mathematisierungsgrad wird von den Schülerinnen und Schülern als belastend empfunden. Dies hat vor allem in der Kinematik zu negativen Urteilen geführt. Auf die Frage, was ihr am Physikunterricht *nicht* gefallen habe, meinte Anna:

„Kinematik, die hat mir (...) nicht gefallen. Eigentlich nur, weil wir Übungen machen mussten, (...) nur rein mathematische Dinge, bei denen du überhaupt keinen (...) Sinn gesehen hast, bei denen du einfach hast Fälle berechnen müssen ...“ (Anna).

Offensichtlich ist es im Falle der Optik besser gelungen, den psychologischen Besonderheiten der Stoffvermittlung gerecht zu werden. Danach gefragt, was ihnen am Physikunterricht während des Projektes am besten gefallen habe, nannten fast alle Jungen und Mädchen ein Thema aus der Optik. Als Beispiel sei eine Passage aus dem Interview mit Oliver zitiert, dessen Interesse während der Interventionsphase gestiegen ist.

„Am Anfang ist Physik so eine Naturwissenschaft, so etwas Mathematisches. Aber jetzt sieht man ein wenig mehr, um was es geht.“ *Welches Gebiet hat Dir im Unterricht am besten gefallen?* „An der Optik habe ich sehr Freude gehabt, an der Farbzerlegung von Licht, das hat mir wahnsinnig gefallen, und das einfach aus dem Weiss heraus. Also früher ist es für mich klar gewesen, die Farben sind im Farbkreis und ausserdem gibt es noch Weiss und Schwarz. Und jetzt kommen sie plötzlich und sagen: Aus Weiss kann man da alle Farben herausholen. Und Weiss ist ja eigentlich, (...) für mich persönlich ist das nichts, oder. Das ist einfach hell und weiss und (er spricht immer schneller, man spürt die Begeisterung) plötzlich kommen da Farben heraus, und Farben sind etwas“ (Oliver).

Während die Optik als interessant und faszinierend geschildert wird, erscheint die Kinematik als trocken. Auf die Frage, warum ihm die Optik besonders gut gefallen habe, antwortete Andreas:

„Ja das andere ist mehr nur Rechnen, bei der Optik kann man es auch (...) nachvollziehen, eigentlich direkt gerade; so scheint es mir einfach“ (Andreas).

Auf die Frage, was sie besonders interessiert habe, gab Evelyne zur Antwort:

„... die Vorträge, die wir gemacht haben (...) über Regenbogen und Fata morgana (...), das hat mich interessiert und mir dann auch gefallen. Also wie genau

der Regenbogen (...) entsteht und so. Das ist schon interessant gewesen“ (Evelyne).

Wie das Zitat von Evelyne zeigt, haben den Schülerinnen und Schülern nicht zuletzt jene Passagen des Unterrichts zugesagt, die sie selbständig und aktiv gestalten konnten. Auf die Frage, was ihr am Unterricht gefallen habe, erklärte eine Schülerin:

„Also sicher einmal (...) die Vorträge, solche Dinge, die man selbständig hat machen können. Versuche, (...) nicht alle, aber Versuche, bei denen man etwas gesehen hat. (...) das Berechnen weniger, aber das muss halt auch sein. Einfach wenn man (...) etwas gesehen hat und wo man [etwas hat] machen können und man sich das hat vorstellen können ...“ (Anna).

Ein Schüler aus einer anderen Klasse äusserte sich wie folgt:

„... was gut gewesen ist, (...) über Fata morgana (...) haben wir selber einen Vortrag halten müssen. So hat man einmal selber (...) den Stoff erarbeiten können (...). Das hat mir recht gut gefallen ...“ (Dominik).

Praktisch einhellig hoben die Schülerinnen und Schüler das selbständige Arbeiten positiv hervor. Sie begrüßten es, in Gruppen eigene Projekte verfolgen zu können, die sie dann ihren Klassenkameradinnen und -kameraden in Form von Vorträgen vorstellen durften.

Zusammenfassend bestätigt die Evaluation durch die Schülerinnen und Schüler die Ergebnisse der Motivations- und Leistungsanalysen im vorausgehenden Teil unserer Ausführungen. Die Jugendlichen haben den Unterricht während der Interventionsphase als gut bis sehr gut beurteilt. Die Zufriedenheit mit dem Physikunterricht steigt in dem Masse, wie eine Lehrkraft die Kriterien eines „mädchengerechten“ Unterrichts umzusetzen vermag. Dies ist nicht zuletzt deshalb ein wichtiges Ergebnis unserer Untersuchung, weil – wie wir bereits in der Einleitung bemerkt haben – ein Zurück zum geschlechtergetrennten Unterricht von den Schülerinnen und Schülern mehrheitlich abgelehnt wird. Jungen wie Mädchen empfinden es als eine Bereicherung, gemeinsam unterrichtet zu werden. Dabei liegen die Gründe für den koedukativen Unterricht je nach Geschlecht etwas anders. Die Schülerinnen fürchten um die *Stimmung* in der Klasse und denken, dass es weniger Spass machen könnte, ohne Jungen unterrichtet zu werden. Im Gegenzug hegen die Jungen den Verdacht, der *Klassengeist* würde leiden, wenn sie den Unterricht ohne Mädchen bestreiten müssten.

Aus der Sicht der Lehrerinnen und Lehrer

Orientiert an unseren Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts (vgl. Abbildung 1), sind mit zwölf am Projekt beteiligten Lehrkräften qualitative Interviews durchgeführt worden. Daraus geht hervor, dass die Kriterien

„Vorerfahrungen“ und „Kontextbezug“ positiv aufgenommen wurden. Bei allen Lehrkräften ist eine Bereitschaft festzustellen, das physikalische Vorwissen der Jugendlichen in den Unterricht einzubeziehen und die Lehrinhalte in ihrem Alltagsbezug darzustellen. Anklang hat auch das Kriterium „Lernstil“ gefunden, insofern die Lehrkräfte die Schülerinnen und Schüler im Rahmen von Gruppenarbeiten, Schülerexperimenten und Vorträgen aktiv am Unterricht beteiligten. Bezüglich des Kriteriums „Sprache“ weisen die befragten Lehrkräfte ein sehr unterschiedliches Problembewusstsein auf. Die Reaktionen reichen von Unverständnis bis zu uneingeschränkter Zustimmung. Die eher psychologischen Kriterien „Kommunikation“, „Attributionsstil“ und „Geschlechtsidentität“ machten den Physiklehrkräften deutlich mehr Schwierigkeiten. Möglicherweise liegt hier ein weiterer Grund, weshalb die Leistungs*differenzen* zwischen Jungen und Mädchen trotz Verbesserung des Leistungs*niveaus* der Schülerinnen während der Interventionsphase nicht abgebaut werden konnten. Während es den Lehrkräften gelungen ist, die didaktischen Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts weitgehend umzusetzen, gelang dies im Falle der psychologischen Kriterien offensichtlich weniger. Hier stellt sich für die Grund- und Fortbildung der Physiklehrkräfte eine wichtige Aufgabe.

Wie den Schülerinnen und Schülern legten wir auch den Lehrkräften standardisierte Fragebogen vor, mit denen sie den Verlauf des Projekts beurteilen konnten. Es war uns vor allem wichtig zu erfahren, wie die Lehrkräfte die Umsetzung der beiden Unterrichtseinheiten erlebt hatten. Auf einer vierstufigen Skala beurteilten sie den Einstieg in die *Optik* und den Überblick über das Stoffgebiet als gut und gaben an, dass es Spass gemacht habe, mit der Unterrichtseinheit *Optik* zu arbeiten. Im Durchschnitt empfanden die Befragten die Vorbereitung der Lektionen als geringfügig zeitintensiver. Sie waren der Meinung, dass die Zeit für die Durchführung der Optiklektionen eher knapp bemessen war. Auch im Falle der *Kinematik* fühlten sie sich unter Zeitdruck. Der Einstieg in die *Kinematik* wurde noch leicht besser taxiert als der Einstieg in die *Optik*. Den Überblick über die beiden Stoffgebiete beurteilten die Lehrkräfte als praktisch gleich gut. Tendenziell hatten sie jedoch mehr Spass, die *Optik* zu unterrichten.

Von der Teilnahme am Projekt haben sich die Lehrkräfte einen grossen Gewinn in inhaltlicher und methodisch-didaktischer Hinsicht erhofft; rückblickend finden sie, dass sie in etwa den Erwartungen gemäss profitiert haben. Dabei gilt es zu differenzieren. Während die Lehrkräfte vor der Intervention meinten, sie würden den unterschiedlichen Vorkenntnissen sowie den unterschiedlichen Lernstilen und Verhaltensweisen der Schülerinnen und Schüler mehr Aufmerksamkeit schenken, müssen sie retrospektiv feststellen, dass dem nur bedingt so war. Während sich die Eltern weniger als ursprünglich vermutet für das Projekt interessierten, ist seitens der Kollegen mehr Interesse als erwartet wahrgenommen worden. Erwartungsgemäss haben sich kaum Probleme mit

der Schulleitung eingestellt. Leicht mehr Schwierigkeiten als angenommen hat das Unterrichten mit den fremden Unterrichtsmaterialien bereitet, was aber in der Regel nicht zu Problemen mit dem Lehrplan geführt hat. Wie bereits vor der Intervention, beurteilen die Lehrkräfte das Unterrichten mit den Unterrichtseinheiten *Kinematik* und *Optik* auch retrospektiv als leicht anstrengender, geben aber an, dass es Freude gemacht habe.

Die Lehrkräfte haben von den Unterrichtseinheiten für Mädchen *und* Jungen sehr viel erwartet. Zwar haben sich diese Erwartungen nicht in allen Fällen erfüllt, doch ist den Lehrpersonen nicht entgangen, dass die Mädchen während des Projektverlaufs mehr Selbstvertrauen in ihre physikalisch-technische Kompetenz und mehr Interesse am Physikunterricht entwickelt haben.

Weshalb die Physik uns alle angeht

Die Gleichheit der Chancen und die Gerechtigkeit ihrer Verteilung stellen in einem öffentlichen Bildungssystem wesentliche Qualitätskriterien dar. Eine Gesellschaft, die sich in ihrer politischen Verfassung zur Gleichstellung von Mann und Frau bekennt⁷, kann nicht untätig sein, wenn sich herausstellt, dass der schulische Unterricht in gewissen Fächern die Schülerinnen benachteiligt. Aufgrund von tief verwurzelten Stereotypen, Vorurteilen und Ideologien sehen sich Mädchen und Frauen in einem zentralen Bereich der naturwissenschaftlichen Bildung Hindernissen ausgesetzt, die ihre Interessens- und Leistungsentwicklung nachhaltig beeinträchtigen. Physik und Technik werden zu unzugänglichen Zonen der wissenschaftlichen Kultur, deren berufliches Potential von den Frauen nicht ausgeschöpft werden kann. Wenn Mündigkeit („Maturität“) als Ziel der gymnasialen Bildung darin besteht, dass junge Menschen über ihre persönliche und berufliche Zukunft *selbstbestimmt* entscheiden können, dann wird dem weiblichen Geschlecht in einem wichtigen Bereich der Allgemeinbildung ein Stück Freiheit vorenthalten.

Ziel des Projekts, über das wir vorausgehend berichtet haben, war es, Massnahmen zu entwickeln, die den Entscheidungsspielraum von Schülerinnen der Sekundarstufe II im Bereich der naturwissenschaftlichen Bildung erweitern. Die Strategie zur Verbesserung der Situation von Mädchen im koedukativen Physikunterricht, die wir gewählt haben, geht davon aus, dass die wesentlichen Ursachen für die Schwierigkeiten der Schülerinnen nicht im Bereich der Begabung, sondern in den motivationalen Bedingungen des Unterrichts liegen. Als Grundlage für unsere Interventionsstrategie haben wir sieben Kriterien erar-

⁷ Artikel 4, Absatz 2 der Schweizerischen Bundesverfassung lautet: "Mann und Frau sind gleichberechtigt. Das Gesetz sorgt für ihre Gleichstellung, vor allem in Familie, Ausbildung und Arbeit."

beitet, denen ein koedukativer Unterricht zu genügen hat, wenn die Mädchen in ihrer physikalischen Bildung genauso gefördert werden sollen wie die Jungen. Die an diesen Kriterien orientierten Massnahmen haben sich im wesentlichen als wirksam erwiesen. Je mehr Kriterien eines „mädchengerechten“ Unterrichts in den Versuchsklassen verwirklicht worden sind, desto besser sind das Interesse und die Leistungen der Schülerinnen im Fach Physik ausgefallen. Dass auch die Schüler von den Massnahmen profitiert haben, zeigt, dass ein „mädchengerechter“ Unterricht keine Benachteiligung der Jungen zur Folge haben muss. Insofern die Evaluation des Projekts den positiven Ausgang der Intervention bestätigt, dürfen die hier vorgestellten Massnahmen als eine wirksame Strategie zur Verbesserung der physikalischen Bildung von Mädchen und Frauen empfohlen werden.

Obwohl für die Gleichstellung der Geschlechter im Bildungswesen noch eine Reihe von weiteren Massnahmen nötig sein wird, verweisen die Ergebnisse unserer Studie auf einen gangbaren Weg zur Verbesserung der Situation von Schülerinnen im koedukativen Physikunterricht. Die Erkenntnis, dass über die Beeinflussung der motivationalen Unterrichtsbedingungen die physikalische Bildung von Mädchen wirksam gefördert werden kann, lässt darauf hoffen, dass dem weiblichen Geschlecht bei der Planung der beruflichen Zukunft mehr Autonomie zuwachsen wird als dies bisher der Fall war. Zweifellos bildet die Schule nur ein Glied in einer langen Kette von Einflüssen, welche die Geschlechter in ihren sachlichen und persönlichen Interessen prägen. Doch wenn Politik, Familie und Schule gleichermassen erkennen, dass die physikalische Bildung durch pädagogische Massnahmen beeinflusst werden kann, dann werden wir schon bald ohne Einschränkung des Geschlechts sagen können: *Physik geht uns alle an.*

Zusammenfassung

Von der Beobachtung ausgehend, dass Mädchen an mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern weniger Interesse zeigen und ihre Leistungen meist auch schlechter sind als die ihrer Klassenkameraden, haben wir nach Gründen gesucht, die das Phänomen erklären lassen. Aus der bisherigen Forschung geht hervor, dass angeborene Begabungsunterschiede für die beobachteten Differenzen kaum verantwortlich gemacht werden können - dafür sprechen auch die Ergebnisse der von uns durchgeführten Intelligenzsubtests. Wenn wir kognitive Ursachen ausschliessen, dann müssen den unterschiedlichen Interessen und Leistungen *motivationale* Bedingungen zugrunde liegen. Auf dieser Basis haben wir eine Interventionsstudie geplant und durchgeführt. Beteiligt an der Studie waren 26 Gymnasial- und Seminar Klassen mit insgesamt 510 Schülerinnen und Schülern im Alter zwischen 16 und 20 Jahren. Unterrichtet wurden die Klassen von 24 Lehrkräften.

Es war unsere Absicht, Massnahmen zu entwickeln, welche die Situation der Mädchen im koedukativen Physikunterricht verbessern, ohne die Jungen zu benachteiligen. Gemeinsam mit fünf Physiklehrkräften entwickelten wir zwei „mädchengerechte“ Unterrichtseinheiten zur Optik und Kinematik, die je 20 Lektionen umfassen. Im Laufe des Projekts haben die Jugendlichen verschiedene Fragebogen und Tests bearbeitet. Vor Beginn der Intervention (Eingangserhebung) ging es darum, etwas über die Einstellungen und Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler zu erfahren. Erwartungsgemäss verfügten die Schülerinnen unserer Stichprobe über weniger physikalisch-technische Vorerfahrungen und über ein geringeres Leistungsselbstvertrauen bezüglich des Faches Physik als ihre Klassenkameraden. Die nach Abschluss jeder Unterrichtseinheit durchgeführten Leistungstests Optik und Kinematik erlaubten es, die Auswirkungen der Intervention auf die Leistung der Jugendlichen zu überprüfen. Die Schlusserhebung nach erfolgter Intervention hatte zum Zweck, Informationen über den erfahrenen Unterricht, die Interessen und Erwartungen in bezug auf die Physik sowie über den Verlauf der Intervention aus Sicht der Schülerinnen und Schüler zu gewinnen. Aufgrund der Daten der Schlusserhebung fügten wir die Klassen zu vier Analysegruppen zusammen, was es erlaubte, die Wirkungen der Intervention nach dem Grad der Mädchengerechtigkeit des Unterrichts zu beurteilen.

Die Analyse der Daten bestätigt im wesentlichen die Wirksamkeit der entwickelten Massnahmen zur Verbesserung der Situation von Schülerinnen im koedukativen Physikunterricht. In jenen Klassen, in denen mehr Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts verwirklicht worden sind, ist nicht nur das Leistungsniveau der Mädchen höher, es ist auch ihr Interesse am Fach über die Zeit der Intervention hinweg gestiegen. Was sich *nicht* verändert hat, ist allerdings das relative Ungleichgewicht zwischen den Geschlechtern innerhalb

der „mädchengerecht“ unterrichteten Klassen. Auch wenn sich Interesse und Leistung der Mädchen absolut gesehen verbessert haben, konnte ihr relativer Rückstand gegenüber den Jungen nur geringfügig abgebaut werden. Es muss offen bleiben, ob wir es dabei mit einem Effekt zu tun haben, der auf die relativ kurze Dauer der Intervention (zweimal 20 Lektionen) zurückzuführen ist oder auf die Tatsache, dass es den Lehrkräften unserer Versuchsklassen nur im Ansatz gelungen ist, die eher psychologisch als didaktisch orientierten Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts umzusetzen.

Von den umgesetzten Massnahmen erweisen sich die folgenden als wirksam, um den nachteiligen Folgen der weiblichen Sozialisationsbedingungen entgegenzuwirken und die Schülerinnen stärker in den Unterricht einzubeziehen (vgl. Tabelle 5): Aufbauen auf Vorwissen, das beiden Geschlechtern geläufig ist; Nutzen für den Alltag und andere Fächer aufzeigen; deduktive Einstiegsmethoden vermeiden; auf Bedürfnisse und Meinungen der Schülerinnen und Schüler Rücksicht nehmen; Alltags- und Phänomenbezug herstellen; Mathematisierungsgrad gering halten; häufig Gruppen- und Zusammenarbeit durchführen (Bildung von geschlechtshomogenen Gruppen); Gelegenheit für Diskussionen und Schülerversuche schaffen; Schülervorträge und Projektarbeiten einsetzen; Lehrervorträge eher vermeiden; ein kooperatives Klassenklima schaffen; die Geschlechter gleich behandeln; den Unterricht so aufbauen, dass er Jungen und Mädchen gleichermaßen gerecht wird.

Wie die Ergebnisse unserer Untersuchung zeigen, ist ein „mädchengerechter“ Unterricht auch in anderer Hinsicht ein „guter“ Unterricht. Je „mädchengerechter“ in ihrer Klasse unterrichtet wurde, desto kompetenter beurteilten die Schülerinnen und Schüler ihre Lehrkräfte hinsichtlich der Vermittlung und Erklärung des Unterrichtsstoffs. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass die Erfüllung allgemeiner didaktischer Ansprüche zwar eine notwendige, aber noch nicht hinreichende Bedingung für die Geschlechterfairness des Unterrichts ist. Es bedarf zusätzlicher Massnahmen, wie sie in unseren sieben Kriterien genannt werden, damit der Unterricht für Mädchen und Jungen gleichermaßen förderlich ist.

Literatur zum Projekt

- Gerber, Charlotte: Methodisch-didaktische und interaktionelle Aspekte des koedukativen Physikunterrichts. Grundlagen und Evaluation einer Interventionsstudie auf der Sekundarstufe II unter besonderer Berücksichtigung zweier Unterrichtseinheiten zur Optik und Kinematik. Dissertation. Phil.-nat. Fakultät der Universität Bern, 1998.
- Gerber, Charlotte: Unterrichtseinheit Optik. „Wir sehen und machen Bilder“. Universität Bern: Abteilung Pädagogische Psychologie und Abteilung für das Höhere Lehramt 1998.
- Gerber, Charlotte: Unterrichtseinheit Kinematik. „Leben ist Bewegung, Bewegung ist Leben“. Universität Bern: Abteilung Pädagogische Psychologie und Abteilung für das Höhere Lehramt 1998.
- Herzog, Walter: Von der Koedukation zur Koinstruktion. Ein Weg zur Förderung der Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht, in: Die Deutsche Schule 1994 (86), p. 78-95.
- Herzog, Walter: Motivation und naturwissenschaftliche Bildung. Kriterien eines „mädchengerechten“ koedukativen Unterrichts, in: Neue Sammlung 1996 (36), p. 61-91.
- Herzog, Walter: Chancengleichheit und naturwissenschaftliche Bildung. Zur Förderung von Mädchen im koedukativen Physikunterricht, in: Nadai, Eva & Ballmer-Cao, Thanh-Huyen (eds.): Grenzverschiebungen. Zum Wandel des Geschlechterverhältnisses in der Schweiz. Zürich: Rüegger 1998, p. 119-146.
- Herzog, Walter; Labudde, Peter; Gerber, Charlotte; Neuenschwander, Markus P. & Violi, Enrico: Koedukation im Physikunterricht. Eine Interventionsstudie auf der Sekundarstufe II, in: Bildungsforschung und Bildungspraxis 1997 (19), p. 132-158.
- Herzog, Walter; Labudde, Peter; Neuenschwander, Markus P.; Violi, Enrico & Gerber, Charlotte: Koedukation im Physikunterricht. Schlussbericht zuhanden des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Bern: Abteilung Pädagogische Psychologie und Abteilung für das Höhere Lehramt 1998 (2. Aufl.).
- Labudde, Peter: Mädchen und Jungen auf dem Wege zur Physik, in: Naturwissenschaften im Unterricht - Physik, Februar 1999 (Heft 49, im Druck).
- Labudde, Peter; Herzog, Walter; Neuenschwander, Markus; Violi, Enrico; Gerber, Charlotte: Girls and physics: Teaching and learning strategies tested by classroom interventions in grade II (to be submitted).

Mauderli, Donatina: Koedukation im Physikunterricht. Eine qualitative Untersuchung zu den Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler. Lizentiatsarbeit. Bern: Abteilung Pädagogische Psychologie 1997.

Violi, Enrico: Physikunterricht für Mädchen? Ergebnisse eines Forschungsprojekts zum koedukativen Physikunterricht auf der Sekundarstufe II, in: F-Frauenfragen 1998 (21), Heft 2 (im Druck).

Für weitere Informationen über das Projekt verweisen wir auf unsere Homepage: <http://www.app.unibe.ch/appprojcoede.htm>