

Mädchen und Jungen im koedukativen Physikunterricht

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

Mädchen zeigen im allgemeinen keine grosse Begeisterung für das Fach Physik (Häussler/Hoffmann 1990; Häussler/Hoffmann/Langeheine/Rost/Sievers 1998), erbringen darin schlechtere Leistungen als die Knaben (Moser/Ramseier/Keller/Huber 1997; Mullis/Martin/Beaton/Gonzalez/Kelly/Smith 1998) und treffen in der nachschulischen Ausbildung auch kaum eine naturwissenschaftlich-technische Berufs- und Studienwahl (Duru-Bellat 1994, p. 126ff; Charles 1995). Befunde aus der kognitiven Psychologie legen nahe, dass das zunehmende Desinteresse und die schwächeren Leistungen der Mädchen im Physikunterricht kaum auf Begabungsunterschiede zurückzuführen sind (Beerman/Heller/Menacher 1992; Feingold 1988). Anzunehmen ist vielmehr, dass sich dahinter ein motivationales Problem verbirgt, das einerseits aus einer negativen Begabungszuschreibung und einer geringeren Erwartung an die eigenen Leistungen in den naturwissenschaftlichen Fächern resultiert, andererseits auf einen Physikunterricht zurückzuführen ist, der sich vornehmlich an den Interessen und Bedürfnissen der Knaben orientiert und die Mädchen nur wenig fördert.

Ausgehend von dieser Analyse, dem aktuellen Stand der Koedukationsforschung (siehe etwa EDK 1992; Faulstich-Wieland 1991; Glumpler 1994; Nysen/Schön 1992) und der Naturwissenschaftsdidaktik (Labudde 1993; 1999; Parker/Rennie/Fraser 1996; Uhlenbusch 1992) sowie in Anlehnung an ähnliche Projekte (Häussler/Hoffmann 1990; 1995; Hoffmann/Häussler/Peters-Haft 1997; Weinburgh 1995) wurde auf der Sekundarstufe II ein Forschungsprojekt durchgeführt, das der Frage nachging, wie der Physikunterricht verbessert werden kann, um einen besseren Einbezug der Mädchen zu gewährleisten und den Motivations- und Leistungsdefiziten der Mädchen entgegenzuwirken¹. Im Zentrum dieses Projekts stand die Überprüfung eines Katalogs von Massnahmen,

der auf sieben Kriterien eines «mädchengerechten»² Physikunterrichts basierte. Die Kriterien bildeten die Grundlage für die Entwicklung zweier Unterrichtseinheiten zu den Themen «Geometrische Optik» und «Kinematik», die im Rahmen des Projekts zum Einsatz gelangten (Gerber 1998a; 1998b). Die zwischen einem fachlichen und einem personalen Pol angesiedelten Kriterien waren die folgenden: 1. Berücksichtigung der unterschiedlichen Vorerfahrungen von Schülerinnen und Schülern in Physik und Technik; 2. sprachliche Gestaltung des Unterrichts, die für beide Geschlechter verständlich ist; 3. Einbettung physikalischer Stoffgebiete in Kontexte, die einen konkreten Bezug zum Alltag oder zu anderen Disziplinen aufweisen; 4. Rücksichtnahme auf den eher kooperativen als konkurrenzorientierten Lern- und Arbeitsstil der Mädchen; 5. diskursive Auseinandersetzung mit den vermittelten Wissensinhalten; 6. Förderung des Selbstvertrauens der Mädchen in die eigenen physikalisch-technischen Kompetenzen; 7. Vermeidung des Eindrucks, Physik sei eine Männerdomäne (Herzog 1996; Herzog/Labudde/Gerber/Neuenschwander/Violi 1997a).

Nebst der Frage nach der Wirksamkeit eines nach Massgabe dieser Kriterien durchgeführten Physikunterrichts beinhaltete das Projekt zudem die Frage nach weiteren Bedingungszusammenhängen, die der Beteiligung am Unterricht und der Leistungsmotivation zugrunde liegen. Hierbei wurde von einem Motivationskonzept ausgegangen, in dem fachspezifische Interessensausprägungen, Leistungsmotivation und Erfolgserwartungen als Funktion von subjektiven Wahrnehmungen und Wertungen des Fachs auf der einen Seite und der Erwartung, dass die Beschäftigung mit physikalisch-technischen Sachverhalten einen persönlichen Nutzen für die eigene (berufliche) Zukunft erbringen wird, auf der anderen Seite definiert wurden. Ausgehend von diesem Konzept nahmen wir an, dass die Motivation, sich am Physikunterricht zu beteiligen und im Fach Physik gute Leistungen zu erzielen, wesentlich von ausserschulischen Vorerfahrungen im physikalisch-technischen Bereich und der Begeisterung für physikalische Naturphänomene und Technik abhängig ist. Des weiteren gingen wir davon aus, dass das familiäre Umfeld der Schülerinnen und Schüler (insbesondere Leistungserwartungen, Einstellungen und motivationale Unterstützung der Eltern) sowie die Zufriedenheit mit der Lehrperson und dem von ihr durchgeführten Unterricht einen bedeutsamen Einfluss auf das Interesse an der Physik und die erbrachten Leistungen ausüben.

Die Analyse der didaktischen, personalen, familiären und lehrpersonenspezifischen Bedingungsfaktoren und deren Einfluss auf das Interesse und die Leistungen der Schülerinnen und Schüler bildete den Gegenstand einer umfangreichen Untersuchung, deren Hauptergebnisse im folgenden dargestellt werden. Nach der Beschreibung der Stichprobe und einer kurzen Erörterung der Erhebungsinstrumente (1) werden wir die wichtigsten Resultate sowohl der Eingangserhebung (2) als auch der Schlusserhebung präsentieren (3), eine Analyse der Bedingungen für Motivation und Leistung im Physikunterricht vorlegen (4) und einige Schlussfolgerungen für den koedukativen Physikunterricht und die Koedukationsforschung ziehen (5).

1. Stichprobe und Erhebungsinstrumente³

Am Projekt haben insgesamt 614 Schülerinnen und Schüler aus 31 Gymnasial- und Seminarklassen aus verschiedenen Schulen der Deutschschweiz teilgenommen. Ihr Durchschnittsalter betrug zum Zeitpunkt der Eingangserhebung 17.1 Jahre. Die Klassen wurden von 22 Lehrern und 3 Lehrerinnen unterrichtet, wobei sechs Lehrkräfte mit je zwei Klassen an der Untersuchung teilgenommen haben. Drei der Klassen waren reine Mädchenklassen⁴.

Die bei den Schülerinnen und Schülern zwischen August 1995 und September 1996 erhobenen Daten beruhen auf einem Fragebogen und einem Vorwissenstest zu Beginn des Anfangsunterrichts in der Physik, je einem Wissenstest nach Abschluss der jeweiligen Unterrichtseinheit und einem Fragebogen nach der Durchführung der beiden Unterrichtseinheiten.

Nebst Fragen zur demographischen Beschreibung der Stichprobe enthielt der Eingangsfragebogen Skalen zu den folgenden Konzepten: Erfahrungen mit Physik und Technik; Freizeitaktivitäten; Begeisterung für Natur und Technik; Interesse an den Schulfächern; Wahrnehmung der Physik als männlich bzw. weiblich; Vorbilder im naturwissenschaftlich-technischen Bereich; Erwartungen an den Physikunterricht; Leistungsselbstbild und schulische Selbstwirksamkeitsüberzeugung. Die Eingangserhebung beinhaltete zudem drei Subskalen des Intelligenzstrukturtests von Amthauer (1973) zum verbalen Verständnis und zum visuell-räumlichen Vorstellungsvermögen sowie einen «Vorwissenstest Physik», der dazu diente, das physikalische Vorwissen der Schülerinnen und Schüler zu eruieren.

Der nach Abschluss der Unterrichtseinheit «Geometrische Optik» durchgeführte Wissenstest bestand aus 16 Multiple-Choice-Aufgaben und 5 offenen Fragen, die für alle obligatorisch waren sowie einem Wahlpflichtbereich von 10 Multiple-Choice-Aufgaben, von denen die Schülerinnen und Schüler jeweils 6 zu lösen hatten. Der Kinematiktest umfasste 17 obligatorische Multiple-Choice-Aufgaben und 4 obligatorische offene Fragen. Für die Lösung der Testaufgaben standen jeweils 45 Minuten zur Verfügung. Um die Gefahr des Abschreibens zu verringern, lagen die Tests in zwei Versionen vor, wobei es sich um die gleichen, aber in unterschiedlicher Reihenfolge dargebotenen Fragen handelte.

Um einen Vergleich zwischen den beiden Messzeitpunkten vornehmen zu können, enthielt der Schlussfragebogen einen Teil der Skalen, die bereits im Eingangsfragebogen verwendet worden sind. Zusätzlich beinhaltete er Skalen, die sich auf die folgenden Konzepte bezogen: schulisches Vorwissen in Physik und Bekanntheit des Stoffes in Optik und Physik; Wahrnehmung der Physik als Knaben- bzw. Mädchenfach; Einstellung zur Physik als Wissenschaft; fachliches Selbstkonzept; Leistungsattribution im Physikunterricht; Erwartungen an den zukünftigen Physikunterricht; Interesse an naturwissenschaftlichen Ausbildungsgängen; elterliche Leistungserwartungen; Kenntnisse, Einstellungen und Unterstützung der Eltern in bezug auf den Physikunterricht; Beurteilung der Lehrperson und des Physikunterrichts.

2. Geschlechtsspezifische Vorerfahrungen und Interessen

Ausgehend von Befunden der Sozialisationsforschung kann angenommen werden, dass Mädchen und Buben im Laufe des Heranwachsens unterschiedliche Erfahrungen mit physikalischen und technischen Sachverhalten machen und daher unterschiedliche Vorerfahrungen und Interessen in den Physikunterricht einbringen. Mädchen verfügen am Anfang des Physikunterrichts im allgemeinen über weniger Erfahrungen und Kenntnisse in Physik und Technik, nehmen diese als eine männliche Domäne wahr und messen dem Fach Physik weniger Bedeutung für ihre berufliche Zukunft bei als Knaben. Des weiteren schätzen Mädchen im Vergleich zu Knaben ihre Begabung für Physik und Technik geringer ein und weisen eine geringere Leistungserwartung im Fach Physik auf. Mädchen besitzen gegenüber Knaben also eine andere Motivationsgrundlage, wenn sie mit dem Physikunterricht auf der Sekundarstufe II beginnen (Herzog 1996).

Diese, sich in geschlechtsspezifischer Hinsicht unterscheidende Ausgangslage konnte durch unsere Daten weitgehend bestätigt werden. Wie aus der Datenanalyse der Eingangserhebung entnommen werden kann, unterscheiden sich Mädchen und Knaben zu Beginn des Physikunterrichts sowohl in bezug auf ihre Vorerfahrungen im physikalisch-technischen Bereich als auch in bezug auf ihr Interesse an sowie ihren Einstellungen und Erwartungen gegenüber der Physik. Eine nach Geschlecht differenzierte Übersicht über die Vorerfahrungen mit Physik und Technik und die Begeisterung für Natur und Technik gibt die Tabelle 1.

Tabelle 1: Freizeitaktivitäten, Erfahrungen mit Physik und Technik und Begeisterung für Natur und Technik differenziert nach Geschlecht (Mittelwerte der Eingangserhebung)

	Total N=578	Mädchen N=388	Knaben N=190	p
Technische Freizeitaktivitäten ¹	2.14	1.95	2.52	***
Haushalts- und Betreuungstätigkeiten ¹	3.25	3.45	2.85	***
Mediale Erfahrungen mit Physik und Technik ¹	1.87	1.71	2.20	***
Erfahrungen mit technischen Geräten und Baukästen ¹	1.63	1.46	1.97	***
Begeisterung für Naturphänomene ²	3.97	4.14	3.61	***
Begeisterung für Technik ²	2.77	2.60	3.13	***

Legende:

¹ Skalenwerte: 1: sehr selten bis 5: sehr oft

² Skalenwerte: 1: gar nicht bis 5: sehr stark

p: Wahrscheinlichkeit der Nullhypothese, ***: $p < .001$

Wie sich aus der Tabelle 1 ersehen lässt, weisen die Knaben im allgemeinen mehr Alltagserfahrungen im physikalisch-technischen Bereich auf. Im Vergleich zu den Mädchen üben sie gemäss einfaktoriellen Varianzanalysen in ihrer

Freizeit häufiger technische Aktivitäten wie Installations- und Reparationsarbeiten aus ($F [1, 576] = 81.80; p < .001$), berichten über mehr medial vermittelte Erfahrungen mit physikalisch-technischen Sachverhalten ($F [1, 576] = 74.24; p < .001$) und besitzen auch mehr Erfahrungen im Umgang mit technischen Geräten und Konstruktionsspielen ($F [1, 574] = 98.85; p < .001$). Demgegenüber beschäftigen sich die Mädchen häufiger mit Haushalts- und Betreuungstätigkeiten, d.h. Tätigkeiten, die reproduktiven und prosozialen Charakter aufweisen ($F [1, 579] = 86.10; p < .001$).

Auch bezüglich der Begeisterung für Natur und Technik lassen sich bedeutende Geschlechtsunterschiede ausmachen. Zwar sind beide Geschlechter mehr von der Natur als von der Technik begeistert, bei den Mädchen erweist sich die Faszination für Naturphänomene jedoch als bedeutend höher als bei den Knaben ($F [1, 578] = 88.30; p < .001$), während diese im Vergleich zu den Mädchen weit häufiger von technischen Dingen fasziniert sind ($F [1, 576] = 66.45; p < .001$). Die Daten zu den Erfahrungen in physikalisch-technischen Belangen und zur Begeisterung für Natur und Technik bestätigen somit die erwarteten Unterschiede zwischen den beiden Geschlechtern und stehen im Einklang mit den tradierten Geschlechterstereotypen und Rollenzuteilungen.

In diesem Sinn fällt auch die anhand einer Skala mit 25 Wortpaaren (Semantische Differentiale) ermittelte Wahrnehmung der Physik aus. Die assoziativen Bedeutungen, die mit dem Begriff «Physik» verknüpft werden, korrelieren bei beiden Geschlechtern in relativ hoher Weise mit denjenigen, die mit dem Begriff «Mann» in Verbindung gebracht werden ($r = .64; p < .001$). Beiden Begriffen werden Attribute wie «stark», «aktiv», «robust», «hart», «klar», «nüchtern», «streng» und «herrisch» zugeordnet. Dagegen ist zwischen den Eigenschaften, die die Schülerinnen und Schüler mit den Begriffen «Frau» und «Physik» assoziieren, so gut wie keine Übereinstimmung zu erkennen ($r = -.15; n.s.$). Eine relativ eindeutige Entsprechung ist jedoch zwischen den Attributen festzustellen, die mit den Begriffen «Frau» und «französische Sprache» assoziiert werden ($r = .92; p < .001$). Beide Geschlechter ordnen den Begriffen Eigenschaften wie «gefühlvoll», «offen», «zart», «hilfsbereit», «beweglich» und «vergnügt» zu.

Wie diese Resultate zeigen, wird die Physik also eher als männlich denn als weiblich identifiziert⁵, woraus geschlossen werden kann, dass beide Geschlechter die Physik als eine männliche Domäne wahrnehmen. In Anbetracht dessen, dass es vor allem das männliche Geschlecht ist, das sich mit physikalisch-technischen Dingen beschäftigt und von der Technik begeistert ist, dürfte dies kaum verwundern. Hinzu kommt, dass die Schülerinnen und Schüler erwartungsgemäss mehr männliche Personen kennen, die einen naturwissenschaftlichen oder technischen Beruf ausüben, und die Zahl weiblicher Personen, die als Vorbilder fungieren könnten, dementsprechend gering ist.

Angesichts der bisher dargelegten Ergebnisse ist zu erwarten, dass sich die Schülerinnen und Schüler auch in ihrem Interesse an der Physik als Schulfach, ihren sachbezogenen und persönlichen Erwartungen an den bevorstehenden Physikunterricht und in ihren beruflichen Perspektiven unterscheiden. Was das erwartete Interesse an der Physik als zukünftiges Fach anbelangt⁶, so schneidet

es zusammen mit der Chemie und der Mathematik im Vergleich zu den anderen Fächern bei beiden Geschlechtern schlechter ab. In einzelnen Fächern lassen sich allerdings bedeutsame Interessensunterschiede ausmachen. So zeigen die Knaben gemäss einfaktoriellen Varianzanalysen für Physik ($F [1, 575] = 5.98$; $p < .05$) wie auch für Chemie, Mathematik, Geographie und Sport ein signifikant höheres Interesse als die Mädchen. Umgekehrt bekunden die Mädchen ein signifikant höheres Interesse an den Sprachfächern, der Biologie und den Fächern Kunst/Zeichnen, Musik/Singen und Handarbeit/Werken. Über die Erwartungen an den Physikunterricht und das Interesse daran, einen physikalisch-technischen Beruf zu ergreifen, gibt die Tabelle 2 Auskunft.

Tabelle 2: Erwartungen an den Physikunterricht und Interesse an einem physikalisch-technischen Beruf differenziert nach Geschlecht (Mittelwerte der Eingangserhebung)

	Total	Mädchen	Knaben	p
Personbezogene Erwartungen an den Physikunterricht ¹	2.25	2.10	2.53	***
Sachbezogene Erwartungen an den Physikunterricht ¹	2.47	2.45	2.52	n.s.
Leistungserwartungen im Physikunterricht ²	2.07	2.18	1.80	***
Interesse an einem physikalischen Beruf ³	2.39	2.26	2.64	***
Interesse an einem technischen Beruf ³	2.48	2.26	2.92	***

Legende:

Gruppengrößen je nach Skala: Total: $576 < N < 580$; Mädchen: $385 < N < 388$, Knaben: $190 < N < 192$

¹ Skalenwerte: 1: trifft nicht zu bis 4: trifft zu

² Skalenwerte: 1: besseres bis 3: schlechteres Drittel der Schulklasse

³ Skalenwerte: 1: sehr ungern bis 5: sehr gern

p: Wahrscheinlichkeit der Nullhypothese, n.s.: nicht signifikant, ***: $p < .001$

Zum Zeitpunkt der Eingangserhebung hatten die Knaben höhere Erwartungen an den Physikunterricht, die sich auf die eigene Person bezogen («personbezogene Erwartungen»). Ihre Antworten auf die Fragen, ob sie davon ausgehen, dass sie am Physikunterricht Spass haben werden, ob ihnen die Physik leicht fallen werde und ob sie für Physik begabt seien, weisen signifikant höhere Werte auf als diejenigen der Mädchen ($F [1, 574] = 64.02$; $p < .001$). Bei den sachbezogenen Erwartungen an den Physikunterricht, der Erwartung also, dass man in der Physik etwas lernen werde, das man unmittelbar oder später brauchen kann, hat sich hingegen kein Geschlechtsunterschied ergeben ($F [1, 577] = 1.24$; n.s.). Daraus kann geschlossen werden, dass der Physikunterricht zwar von beiden Geschlechtern als nutzbringend wahrgenommen wird, die Mädchen jedoch bezüglich der eigenen physikalisch-technischen Kompetenzen eine geringere Erwartung an den Physikunterricht aufweisen.

Dieser negativen Begabungszuschreibung entspricht, dass auch die Leistungserwartungen der Mädchen im Vergleich zu denjenigen der Knaben signifikant tiefer ausfallen ($F [1, 573] = 41.8; p < .001$). Während die Knaben zu Beginn des Physikunterrichts davon ausgehen, dass sie mit ihren Leistungen tendenziell dem besseren Drittel angehören werden, lässt sich bei den Mädchen eine umgekehrte Tendenz feststellen: Sie ordnen sich eher dem schlechteren Drittel zu. Sowohl die negative Begabungszuschreibung der Mädchen als auch ihre geringeren Leistungserwartungen entsprechen einem bei Mädchen vielfach zu beobachtenden Attributionsstil, der sie an ihren physikalisch-technischen Kompetenzen zweifeln lässt und mit einer tiefen Einschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit im Physikunterricht einhergeht. Die Zuschreibung einer geringeren Begabung für physikalisch-technische Sachverhalte lässt sich nicht auf die Existenz kognitiver Begabungsunterschiede zurückführen. Übereinstimmend mit früheren Forschungsbefunden (vgl. Beermann et al. 1992) unterscheidet sich die Leistung in den von uns verwendeten Intelligenzsubtests zum räumlichen Vorstellungsvermögen und zur Oberbegriffsbildung nicht in Abhängigkeit vom Geschlecht.

In Einklang mit den Ergebnissen zu den Leistungserwartungen steht, dass Mädchen im Vergleich zu Knaben ein weitaus geringeres Interesse an physikalisch-technischen Berufen zeigen. Auf die Fragen, wie gern man einen Beruf erlernen möchte, der etwas mit Physik oder Technik zu tun hat, fielen die Antworten der Mädchen signifikant negativer aus als diejenigen der Knaben ($F [1, 577] = 21.85; p < .001$ für Berufe mit Physik; $F [1, 578] = 58.78; p < .001$ für Berufe mit Technik). Allerdings liegen die Werte bei beiden Geschlechtern unter dem Skalenmittelwert, so dass sich auch bei den Knaben die Begeisterung für physikalisch-technische Berufe in Grenzen hält.

Aufs Ganze gesehen lässt sich anhand unserer Datenanalyse festhalten, dass die Erwartung der Schülerinnen und Schüler an den Physikunterricht von einem Bild geprägt wird, das von Maskulinität und männlichen Berufsinteressen gezeichnet ist und eine Grundierung aufweist, bei der Erfahrungen mit Technik eine wesentliche Rolle spielen. Insgesamt bestehen die deutlichsten Beziehungen zur Eingangsmotivation (personbezogene und sachbezogene Erwartungen an den Physikunterricht) bei Variablen, die mit Technik zu tun haben. Die personbezogenen Erwartungen an den Physikunterricht korrelieren am stärksten mit der Begeisterung für Technik, mit medial vermittelten Erfahrungen, aber auch mit Erfahrungen mit technischen Geräten und Baukästen. Die sachbezogenen Erwartungen korrelieren insbesondere mit den medial vermittelten Erfahrungen mit Physik und Technik und mit der Begeisterung für Technik. Die Begeisterung für Naturphänomene zeigt demgegenüber nur wenige signifikante Korrelationen und steht vor allem in Relation zu den sachbezogenen Erwartungen an den Physikunterricht. Die Begeisterung für Naturphänomene und das Interesse am schlichten Verstehen von Naturprozessen scheinen die Erwartungen an den Physikunterricht demnach nur schwach determinieren zu können.

Des weiteren hat sich herausgestellt, dass die Begeisterung für den bevorstehenden Physikunterricht unabhängig vom Geschlecht eher gering ist. Vorerfahrungen mit Physik und Technik, technische Freizeitaktivitäten, berufliche

Erwartungen, aber auch person- und sachbezogene Erwartungen an den Physikunterricht sind sowohl bei den Schülerinnen als auch bei den Schülern eher mässig ausgeprägt. Das Motivationsproblem, das sich insbesondere für die Mädchen stellt, ist somit in geringerem Ausmass auch bei den Knaben vorhanden.

3. Ergebnisse der Schlusserhebung

Ein Problem bei der Rekrutierung der Lehrpersonen stellte uns bei der Auswertung der Daten der Schlusserhebung vor grosse Schwierigkeiten. Es war uns nämlich nicht gelungen, so viele Lehrkräfte für das Projekt zu interessieren, die unsere Rahmenbedingungen erfüllten, dass wir eine zufällige Auswahl hätten treffen können. Zudem liessen sich die Lehrpersonen nicht zufällig auf die vier Experimentalbedingungen (vgl. Herzog et al. 1997a: 152) verteilen. Ausserdem war kein Matching hinsichtlich a priori festgelegter Kriterien (Maturitätsstyp, Alter, Unterrichtserfahrungen der Lehrkraft, Unterrichtsstil etc.) möglich. Damit konnten wesentliche Prinzipien der experimentellen Forschungslogik nicht eingehalten werden. Als Folge der Schwierigkeiten bei der Rekrutierung der Lehrpersonen und der Zuteilung der Klassen zu den Untersuchungsgruppen waren diese zum Teil sehr heterogen zusammengesetzt, und zwar sowohl auf der Lehrer- wie auf der Schülerseite.

Trotz dieser forschungslogischen Probleme erreichten die Schülerinnen und Schüler in den Experimentalgruppen eher bessere Leistungen als diejenigen in der Kontrollgruppe. Dieses erwartete Muster konnte allerdings bei den Indikatoren der Motivation nicht repliziert werden (vgl. Herzog/Labudde/Neuenschwander/Violi/Gerber 1997b). Wir mussten daher zur Überprüfung der Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen zur Förderung der Mädchen im Physikunterricht auf eine alternative Analysestrategie ausweichen. Um die einzelnen Aspekte der formulierten Hypothesen auf ihre Wirksamkeit hin überprüfen zu können, haben wir sowohl in der Eingangserhebung wie auch in der Schlusserhebung Informationen über den Unterricht aus der Sicht der Schülerinnen und Schüler eingeholt. Damit standen uns Daten zur Verfügung, die uns eine Neugruppierung der Klassen aufgrund der Unterrichtswahrnehmungen der Schülerinnen und Schüler erlaubten.

3.1 Bildung der Analysegruppen

Ausgehend von den eingangs formulierten Kriterien eines «mädchengerechten» Unterrichts ordneten wir die Klassen neu, indem wir den Kriterien Dimensionen der Beurteilung von Unterricht zuteilten, wie sie in die Befragung der Schülerinnen und Schüler eingegangen sind (ausschliesslich Daten der Schlusserhebung). Als Operationalisierung der sieben Kriterien eines «mädchenge-

rechten» Physikunterrichts verwendeten wir folgende 13 Skalen bzw. Items (vgl. Herzog et al. 1997b; 1997c für eine ausführliche Beschreibung): Anknüpfen an das Vorwissen, Nutzen für den Alltag und andere Fächer, Alltags- und Phänomenbezug, deduktive Einstiegsmethode (–)⁷, Fachsystematik und Mathematisierung (–), Schülerorientierung, Gruppen- und Zusammenarbeit, Diskussion und Schülerversuche, Vorträge und Projektarbeit, Lehrervortrag (–), Konkurrenzverhalten, Ungleichbehandlung der Geschlechter (–), Geschlechterfairness.

Jede Schulklasse erhielt bezüglich jedes Indikators, auf dem sie in der Werteverteilung sämtlicher Klassen oberhalb des Mittelwerts lag, einen Punkt. Anschliessend wurden die Punkte klassenweise addiert. Die Neugruppierung der Klassen erfolgte aufgrund der Verteilung der addierten Punkte in der Gesamtstichprobe (Quartilsbildung). Die im folgenden dargestellten Ergebnisse basieren auf dieser Neugruppierung in vier Analysegruppen. Die Geschlechterverteilung ist in allen vier Gruppen etwa gleich (ungefähr 60% Mädchen). Auch die Schultypen sind in den vier Analysegruppen etwa gleich verteilt.

3.2 Analyse der didaktischen Variablen

Wir nehmen an, dass sich die Erwartungen und Leistungen zwischen den vier Analysegruppen und zwischen den Geschlechtern unterscheiden.

Tabelle 3: Personbezogene Erwartungen an den Physikunterricht differenziert nach Analysegruppe, Geschlecht und Messzeitpunkt (Mittelwerte)

	Analysegruppe							
	Gr 1		Gr 2		Gr 3		Gr 4	
	w	m	w	m	w	m	w	m
Eingangserwartungen (t ₁)	2.06	2.54	2.04	2.30	2.02	2.40	2.14	2.76
Erwartungen an den zukünftigen Physikunterricht (t ₂)	2.09	2.38	2.08	2.22	2.24	2.48	2.50	2.82

Legende:

Skalenwerte: 1: trifft nicht zu bis 4: trifft zu

w: weiblich, m: männlich, Gr: Analysegruppe

Erwartungen: Es wurde eine dreifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren Analysegruppe, Geschlecht und dem Messwiederholungsfaktor Messzeitpunkt gerechnet (Tabelle 3). Die personbezogenen Erwartungen unterscheiden sich signifikant und sind in der Gruppe 4 höher als in der Gruppe 1 ($F [3, 418] = 5.78$; $p < .001$). Die Erwartungen der Knaben sind zu Beginn und nach Beendigung der Untersuchungsphase stärker ausgeprägt als diejenigen der Mädchen ($F [1, 418] = 47.5$; $p < .001$). Der Messwiederholungseffekt wurde signifikant ($F [1, 418] = 7.46$; $p < .05$), ebenfalls die Interaktion Messzeitpunkt mal Geschlecht ($F [1, 418] = 13.8$; $p < .001$). Die Erwartungen der Mädchen haben insgesamt eher

zugenommen, diejenigen der Knaben sind gleich geblieben oder haben sogar abgenommen. Die Interaktion Analysegruppe mal Messzeitpunkt verfehlte knapp die Signifikanz ($F [3, 418] = 2.41; p=.06$). Während die Erwartungen in der Gruppe 1 zwischen den beiden Messzeitpunkten abnahmen, stiegen sie wie vermutet in der Gruppe 4 deutlich an. Allerdings wurde die Dreifachinteraktion nicht signifikant ($F [3, 418] = .06; p=.98$). Offenbar konnten in der Gruppe 4 die personbezogenen Erwartungen an den Physikunterricht *beider* Geschlechter gesteigert werden, während sie in der Gruppe 1 insgesamt abfielen.

Auf der deskriptiven Ebene zeigt sich also ein Trend dahingehend, dass sich die Erwartungen der Mädchen an den Physikunterricht in den Gruppen 1 und 2 praktisch nicht verändert haben, während sie bei den Knaben sogar um .16 bzw. .08 *zurückgegangen* sind. In der Gruppe 3 vermochten die Mädchen ihre Erwartungen an den Physikunterricht um .22 zu steigern; die Erwartungen der Knaben nahmen leicht zu. Auch in der Gruppe 4 haben die Erwartungen der Knaben leicht zugenommen, während diejenigen der Mädchen deutlich um .36 zugenommen haben. In Klassen, in denen im Urteil der Schülerinnen und Schüler möglichst viele der beschriebenen didaktischen Kriterien umgesetzt werden, steigen demnach die personbezogenen Erwartungen von Mädchen *und* Knaben.

Leistungen: Wie unterscheiden sich die Leistungen zwischen den Analysegruppen? Die Jugendlichen bearbeiteten nach der ersten Unterrichtseinheit einen Wissenstest zum Thema Optik und nach der zweiten Unterrichtseinheit einen Test zur Kinematik. Weil sich das Total erreichbarer Punkte zwischen den beiden Tests unterscheidet, wurden Prozentwerte für beide Tests gerechnet (100% entspricht der maximal erreichbaren Punktzahl) und zu einer Gesamtsumme addiert (maximaler Wertebereich von 0% bis 200%). Der Mittelwert dieser Gesamtsumme entspricht nicht exakt den beiden Summanden, weil nicht von allen Jugendlichen beide Testwerte vorliegen. In zweifaktoriellen Varianzanalysen mit den Faktoren Analysegruppe und Geschlecht sind die Leistungen in den Wissenstests verglichen worden. In Tabelle 4 sind die Mittelwerte der Analysegruppen differenziert nach Geschlecht dargestellt.

Die Leistungen der Jugendlichen im Wissenstest Optik unterscheiden sich signifikant zwischen den Analysegruppen ($F [3, 476] = 3.03; p<.05$). Die Werte liegen in der Gruppe 4 deutlich höher als in der Gruppe 1. Es hat sich auch ein signifikanter Geschlechtseffekt ergeben ($F [1, 476] = 8.35; p<.01$). Beim Wissenstest Kinematik finden wir einen signifikanten Gruppeneffekt ($F [3, 458] = 13.7; p<.001$). Die Leistungen der Schülerinnen und Schüler sind in den Gruppen 3 und 4 deutlich höher als in den beiden anderen Gruppen. Der Geschlechtseffekt erreicht wiederum Signifikanz ($F [1, 458] = 8.2; p<.01$), ebenso die Interaktion ($F [3, 458] = 4.1; p<.01$). Die Leistungen der Jungen sind höher als die Leistungen der Mädchen. Dieser Geschlechtseffekt ist aber ausschliesslich in den Gruppen 3 und 4 ausgeprägt. In den Gruppen 1 und 2 ist er nicht zu finden. Offenbar haben die Schüler wider Erwarten von den umgesetzten didaktischen Kriterien bei der Unterrichtseinheit Kinematik stärker profitieren können als die Schülerinnen. Möglich ist aber auch, dass die Kinematik nicht so leicht «mädchengerecht» zu vermitteln ist wie die Optik.

Tabelle 4: Ergebnisse der Wissenstests Optik und Kinematik in Prozent differenziert nach Analysegruppe und Geschlecht (Mittelwerte der Schlusserhebung)

	Gr 1			Gr 2			p		
	m	w		m	w		Gr	Ge	Gr x Ge
Optik	44.1%	40.8%		41.7%	42.2%		*	**	n.s.
Kinematik	36.5%	36.3%		43.7%	44.0%		***	**	**
Optik und Kinematik	80.2%	77.6%		86.7%	86.6%		***	***	**

	Gr 3			Gr 4			p		
	m	w		m	w		Gr	Ge	Gr x Ge
Optik	47.7%	41.0%		48.2%	44.0%		*	**	n.s.
Kinematik	49.4%	44.2%		51.2%	41.2%		***	**	**
Optik und Kinematik	97.7%	86.4%		100.7%	84.7%		***	***	**

Legende:

Gr: Analysegruppe, Ge: Geschlecht

p: Wahrscheinlichkeit der Nullhypothese, *: p<.05, **: p<.01, ***: p<.001; n.s.: nicht signifikant

Die Gesamtttestleistung in den Wissenstests unterscheidet sich signifikant zwischen den vier Gruppen ($F [3, 447] = 10.5; p < .001$), zwischen den Geschlechtern zugunsten der Schüler ($F [1, 447] = 13.2; p < .001$), und auch die Interaktion erreicht Signifikanz ($F [3, 447] = 3.7; p < .05$). Die leistungsmässige Überlegenheit der Schüler gegenüber den Schülerinnen konnten wir in der Gruppe 2 nicht finden; am stärksten war die Diskrepanz in der Gruppe 4, etwas geringer in der Gruppe 3. Die Richtung der Befunde bei der Gesamtleistung stimmt grosso modo mit den Ergebnissen im Kinematiktest überein.

Zusammengefasst zeigt die vergleichende Analyse der Daten der Eingangs- und Schlusserhebung, dass sich die Erwartungen an die Wirksamkeit der Kriterien eines «mädchengerechten» Unterrichts im wesentlichen bestätigt haben. Zwar ist es nicht gelungen, die *relative* Differenz zwischen Mädchen und Jungen abzubauen. Der Vergleich über die vier Gruppen hinweg zeigt aber, dass ein Physikunterricht, der sich an den postulierten Kriterien eines mädchengerechten koedukativen Unterrichts ausrichtet, sowohl die Motivation als auch die Leistungen der Schülerinnen zu steigern vermag. Zu beachten ist, dass wir bei der Erfassung der Leistungen der Schülerinnen eher konservativ vorgegangen sind, da die Wissenstests vorwiegend aus Multiple-Choice-Aufgaben bestanden, Mädchen und Frauen bei essayartigen Tests aber eher besser abschneiden (Bridgeman/Lewis 1994). Weiter ist zu beachten, dass die Interventionsphase relativ kurz war (zwischen vier und sechs Monaten). Die Tatsache, dass dennoch deutliche Effekte erzielt werden konnten, darf als Bestätigung der Stossrichtung des Projekts verstanden werden.

3.3 Beurteilung des Unterrichts aus der Sicht der Schülerinnen und Schüler

Wir vermuten, dass die Umsetzung der Kriterien eines «mädchengerechten» Unterrichts auch zu einer veränderten Wahrnehmung und Beurteilung der Lehrperson geführt hat. Bilden diese Kriterien handhabbare Gütekriterien für guten Unterricht?

Es wurden zweifaktorielle Varianzanalysen mit den Faktoren Geschlecht und Analysegruppe gerechnet (Tabelle 5). Zwischen diesen beiden Faktoren erreichte keine Interaktion Signifikanz. Die Schülerinnen und Schüler der Gruppe 4 attribuieren ihren Lehrpersonen eine deutlich höhere Erklärungskompetenz als diejenigen der drei anderen Gruppen ($F [3, 443] = 67.5; p < .001$). Der Geschlechtseffekt ist nicht signifikant. Von der Gruppe 1 bis zur Gruppe 4 werden den Lehrpersonen mit linearem Anstieg grössere Fähigkeiten zur Vermittlung von Lerninhalten zugeschrieben ($F [3, 439] = 86.0; p < .001$). Die Zufriedenheit mit der Lehrperson ist ebenfalls zwischen den Gruppen in gleichem Sinn verschieden ($F [3, 441] = 88.4; p < .001$). Zwischen den vier Gruppen unterscheidet sich ausserdem die Zufriedenheit mit dem Unterricht (bei Gruppe 4 deutlich höher als in den anderen Gruppen; $F [3, 433] = 70.8; p < .001$), wobei die Werte insgesamt eher tief liegen.

Tabelle 5: Beurteilung der Lehrperson differenziert nach Analysegruppe
(Mittelwerte der Schlusserhebung)

	Analysegruppe				P
	Gr 1 N=123	Gr 2 N=113	Gr 3 N=99	Gr 4 N=175	
Erklärungskompetenz	2.08	2.22	2.47	3.06	***
Fähigkeit zur Vermittlung von Lerninhalten	2.21	2.25	2.45	2.99	***
Zufriedenheit mit der Lehrperson	2.22	2.42	2.58	3.18	***
Zufriedenheit mit dem Unterricht	1.97	1.93	2.29	2.81	***
Autoritärer Führungsstil	2.39	2.52	2.39	2.09	***
Benachteiligung durch die Lehrperson (individuell unterschiedliche Behandlung)	2.01	1.86	1.95	1.59	***

Legende:

Skalenwerte: 1: trifft gar nicht zu bis 4: trifft sehr zu

p: Wahrscheinlichkeit der Nullhypothese, ***: $p < .001$

In das Beurteilungsmuster passt, dass die Lehrpersonen in der Gruppe 4 als weniger autoritär ($F [3, 442] = 23.6$; $p < .001$) und weniger benachteiligend ($F [3, 442] = 24.1$; $p < .001$) wahrgenommen werden als in den anderen Gruppen. Ausserdem ist bei ihnen der Faktor Ungleichbehandlung der Geschlechter stärker ausgeprägt ($F [3, 442] = 6.5$; $p < .001$). Schüler sind eher als Schülerinnen der Meinung, ihre Lehrperson würde eines der beiden Geschlechter benachteiligen ($F [1, 442] = 4.8$; $p < .05$). Insgesamt wird die Beurteilung der Lehrpersonen und des Unterrichts durch die Lernenden von der Analysegruppe 1 zur Analysegruppe 4 immer besser.

4. Bedingungen für Motivation und Leistung

Es soll nun die Frage untersucht werden, wie sich die Motivation während der Anfangsphase des gymnasialen Physikunterrichts verändert und welche Unterrichtsbedingungen für eine Veränderung verantwortlich sind. Wie eingangs erwähnt, bezieht sich unser Motivationsbegriff auf die subjektive Erwartung, dass der Physikunterricht Freude bereiten wird und keine Überforderung darstellt. Wir vermuten, dass die Erwartung an den Physikunterricht ein wichtiger Prädiktor für die erbrachte Leistung ist. Als äussere Umstände der Motivationsbildung und der Leistung im Physikunterricht erachten wir antezedente Bedingungen (Interessen an Natur und Technik sowie Vorerfahrungen), situative Bedingungen des Unterrichts (Didaktik und Methodik, Kompetenz der Lehrkraft) und familiäre Unterstützung (Einstellungen der Eltern zum Physikunter-

richt). Wir vermuten, dass den motivationalen Faktoren eine Moderatorfunktion zwischen den Vorerfahrungen und Interessen, der familiären Unterstützung sowie dem erlebten Unterricht auf der einen Seite und der gezeigten Leistung auf der anderen Seite zukommt.

Zweifellos können wir mit den folgenden Analysen nicht beanspruchen, das komplexe Bedingungsgefüge von Motivation und Leistung im Physikunterricht erschöpfend zu erhellen. Schulische Leistungen sind multipel bedingt und nicht durch motivationale Faktoren allein zu erklären (Helmke/Weinert 1997). Die bisherige Forschung zeigt eine Vielfalt von Einflüssen auf Schulleistungen, ohne dass sich bisher ein theoretisch und empirisch konsistentes Erklärungsmuster herausgeschält hätte. Nicht nur gibt es zur Zeit keine anerkannte Theorie der Bedingungen schulischer Leistung; die bestehende Forschung ist in ihren Ergebnissen auch ausserordentlich komplex und widersprüchlich. Immerhin kann davon ausgegangen werden, dass die im folgenden diskutierte Gruppe von Bedingungsfaktoren relativ unbestritten zu den wichtigsten Determinanten von schulischer Leistung zählen: Kompetenz und Merkmale der Schülerinnen und Schüler, Klassenführung und Qualität des Unterrichts sowie Unterstützung durch die Eltern.

4.1 Didaktik

In einem guten Unterricht wird sowohl die Motivation möglichst aller Lernenden als auch deren Leistung gefördert. Motivation und Leistung werden damit zu Kriterien, an denen didaktische Ansprüche an einen guten Physikunterricht gemessen werden können. Wir erwarten, dass schülerzentrierte didaktische Strategien (z.B. Anknüpfen an Vorwissen, Alltags- und Phänomenbezug) und «erweiterte» Unterrichtsformen interessen- und leistungsfördernd sind. Eine vermehrte Aktivierung der Schülerinnen und Schüler verbessert deren Engagement am Unterricht.

Im folgenden überprüfen wir die oben formulierten Annahmen anhand von Pearson-Korrelationen. Zwischen der personbezogenen Erwartung und den Wissenstests finden wir signifikante Korrelationen. Die personbezogene Erwartung, gemessen im Eingangstest, korreliert mit dem Wissenstest Optik mit $r = .18$ und mit dem Wissenstest Kinematik mit $r = .21$. Die Erwartung an den zukünftigen Physikunterricht, gemessen in der Schlusserhebung, korreliert mit dem Wissenstest Optik mit $r = .27$ und mit dem Wissenstest Kinematik mit $r = .29$. Diese mittleren Korrelationen weisen darauf hin, dass, wie erwartet, neben den Erwartungen auch andere Variablen die Leistung determinieren.

In Tabelle 6 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der didaktischen Variablen sowie deren Korrelationen mit Motivations- und Leistungsindikatoren dargestellt. «Residual Erwartung» bezeichnet die Differenz zwischen dem aufgrund der personbezogenen Erwartung in der Eingangserhebung regressionsanalytisch vorhergesagten Wert und dem effektiven Wert zur Erwartung an den zukünftigen Physikunterricht (Schlusserhebung). Das Residual berücksichtigt die Veränderung der personbezogenen Erwartung zwischen der

Eingangs- und der Schlusserhebung, ist aber reliabler als die einfache Differenz der Erwartungen zwischen den beiden Messzeitpunkten, weil sich der Messfehler nicht verdoppelt. Korrelationen mit dem Residual geben Hinweise auf Faktoren, durch die die *Veränderung* der Erwartungen bestimmt wird.

Tabelle 6: Pearson-Korrelationen zwischen den didaktischen Variablen und der Erwartung an den zukünftigen Physikunterricht sowie der Leistung in Physik

	N	M	Std	Residual Erwartung	Erw. an zuk. Physikunterricht	Leistungs-test Optik	Leistungs-test Kinematik
Anknüpfen an Vorwissen	495	2.39	.49	.34***	.45***	.18***	.09
Nutzen für Alltag und andere Fächer	499	2.63	.45	.30***	.34***	.09	.10*
Schülerorientierung	493	2.40	.48	.29***	.34***	.01	.00
Alltags- und Phänomenbezug	486	2.65	.52	.24***	.25***	.05	.13*
Deduktive Einstiegsmethode	496	2.16	.53	-.16	-.17***	-.10*	-.23***
Fachsystematik und Mathematisierung	497	2.72	.44	.03	.02	-.17***	-.13**
Häufigkeit von Gruppen- und Zusammenarbeit	491	2.25	.50	.12*	.14**	.11*	.03
Diskussion unter Schülerinnen und Schülern	501	2.62	.97	.18***	.22***	.03	-.03
Lehrervortrag	495	3.51	.85	-.08	-.10*	-.06	-.13**
Lehrerexperimente	499	3.77	.74	.10	.10*	.01	.00

Legende:

*: $p < .05$, **: $p < .01$, ***: $p < .001$

N: Anzahl Jugendliche, M: Skalenmittelwert, Std: Standardabweichung

Wie die Tabelle 6 zeigt, fallen die Korrelationen zwischen den *didaktischen Variablen* einerseits und der Erwartung an den zukünftigen Physikunterricht sowie dem Residual Erwartung andererseits zumeist signifikant aus. Die didaktischen Variablen interagieren dementsprechend nicht bloss mit der Ausprägung der Erwartung, sondern auch mit deren Veränderung. Generell sind die Korrelationen zwischen den didaktischen Merkmalen und den Erwartungen höher als die Korrelationen mit der Testleistung. Es sei wiederholt, dass sowohl die Erwartungen als auch die Urteile über die didaktischen Variablen auf schüler-subjektiven Daten beruhen, während die Testleistungen das effektive Verhalten widerspiegeln.

Besonders hoch mit den Erwartungen und den Optikleistungen korreliert der Faktor Anknüpfen an das Vorwissen. Etwas weniger deutlich, aber im Falle der Erwartungen immer noch klar, ist die Beziehung beim Nutzen für den Alltag und andere Fächer. Die Faktoren Schülerorientierung, Physik als Erlebnis und

Alltags- und Phänomenbezug korrelieren recht hoch mit der Erwartung und deren Veränderung, aber ziemlich gering mit der Leistung. Der Faktor deduktive Einstiegsmethode korreliert mit Erwartung und Leistung signifikant negativ. Analog hängen eine starke Orientierung des Unterrichts an der Fachsystematik und ein hoher Mathematisierungsgrad signifikant negativ mit den Leistungen, aber nicht mit den Erwartungen zusammen.

Die *Unterrichtsformen* korrelieren durchwegs gering mit Erwartung und Leistung (unterer Teil der Tabelle 6). Es könnte sein, dass die Items, die im Fragebogen ohne Erläuterung genannt worden sind, von den Schülerinnen und Schülern nicht oder ungenau verstanden wurden. Tendenziell schneiden Diskussionen zwischen den Jugendlichen und Schülerversuche am besten ab. Interessant ist, dass auch das Lehrerexperiment in signifikant positiver Beziehung zur Erwartung an den zukünftigen Physikunterricht steht. Die Häufigkeit von Lehrervorträgen korreliert sowohl mit den Erwartungen als auch mit den Leistungen signifikant *negativ*. Obwohl der Lehrervortrag bis heute die dominierende Unterrichtsform im Gymnasium ist, wirkt er offensichtlich weder interessesteigernd noch leistungsfördernd. Sein Effekt ist sogar gegenteiliger Art. Auch hier sind aber die Korrelationen trotz Signifikanz eher gering.

Vorläufig kann festgehalten werden, dass zwischen den Unterrichtsformen und den Erwartungen und Leistungen nur trendmässige Zusammenhänge gefunden werden können, wohingegen die im engeren Sinne didaktischen Kriterien bedeutsame Merkmale eines Physikunterrichts sind, die dem Interesse und den Leistungen von Schülerinnen und Schülern förderlich sind. Ein deduktiver Einstieg sowie eine hohe Fachsystematik und Mathematisierung interagieren hingegen negativ mit Interesse und Leistung.

4.2 Lehrperson

Wir nehmen an, dass eine positive Beurteilung der Lehrperson mit hohen Erwartungen und Leistungen auf der Schülerseite einhergeht. Eine didaktisch und sozial kompetente, engagierte, faire und am Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler interessierte Lehrkraft gilt allgemein als bedeutsame Voraussetzung für einen erfolgreichen Unterricht. Besonderes Gewicht legen wir auf die Erklärungskompetenz (didaktische Ebene) und den Führungsstil der Lehrperson (soziale bzw. unterrichtsorganisatorische Ebene). Diese Aspekte können von der Lehrperson trainiert und durch Reflexion verändert werden.

Es wird vermutet, dass die Zufriedenheit mit der Lehrperson und mit dem Unterricht eng mit den eigenen Erwartungen interagiert: Die Erwartungen erlauben Prognosen zur Zufriedenheit, diese wirken wiederum verstärkend auf die eigene Erwartungshaltung und Motivation zurück. Der Zusammenhang der Zufriedenheitswerte mit der Leistung dürfte geringer sein, weil die emotionalen Komponenten, die für die Zufriedenheit gelten, bei kognitiven Leistungen in den Hintergrund treten.

Tabelle 7: Pearson-Korrelationen zwischen der Beurteilung der Lehrperson und der Erwartung an den zukünftigen Physikunterricht sowie der Leistung in Physik

	N	M	Std	Residual Erwartung	Erw. an zuk. Physikunterricht.	Leistungs-test Optik	Leistungs-test Kinematik
Zufriedenheit mit der Lehrperson	504	2.66	.60	.41***	.45***	.09*	.11*
Zufriedenheit mit dem Unterricht	488	2.31	.63	.41***	.47***	.06	.14**
Erklärungskompetenz	505	2.52	.69	.46***	.49***	.05	.11*
Fähigkeit zur Vermittlung von Lerninhalten	499	2.54	.54	.48***	.52***	.06	.11*
Autoritärer Führungsstil	505	2.32	.44	-.24***	-.28***	-.11*	-.05
Benachteiligung durch Lehrperson	505	1.83	.44	-.26***	-.27***	-.10*	-.06

Legende:

N: Anzahl Jugendliche, M: Skalenmittelwert, Std: Standardabweichung

*: $p < .05$, **: $p < .01$, ***: $p < .001$

Auch bei der Überprüfung dieser Hypothesen stützen wir uns auf die subjektive Sicht der Lernenden. Die Tabelle 7 zeigt die Korrelationen zwischen den Urteilen über die Lehrperson bzw. deren Unterrichtsführung und den Erwartungen. Sie sind hoch und statistisch signifikant. Interessanterweise unterscheiden sich die Korrelationen zwischen der Veränderung der Erwartung und der Erwartung gemessen in der Schlusserhebung nur unwesentlich. Die eigenen Erwartungen an den Physikunterricht verändern sich also abhängig von der Beurteilung der Lehrperson.

Die höchsten Korrelationen wurden zwischen der Erklärungskompetenz bzw. der Fähigkeit zur Vermittlung von Lerninhalten und der Erwartung errechnet (Korrelationen um $r = .50$). Neben diesen didaktischen Kompetenzen scheint die unterrichtsorganisatorische Kompetenz, hier gemessen als autoritärer Führungsstil, von geringerer Bedeutung zu sein. Wie erwartet, sind die Korrelationen zwischen der Zufriedenheit mit der Lehrperson bzw. dem Unterricht und den Erwartungen hoch (Korrelationen um $r = .45$). Weniger hoch aber statistisch signifikant sind die Zusammenhänge beim Faktor Benachteiligung durch die Lehrperson.

Nach diesen univariaten Ergebnissen kann von der Beurteilung der Lehrperson und ihrer instrumentellen sowie sozial-emotionalen Unterrichtskompetenz erstaunlich zuverlässig auf die Motivation der Schülerinnen und Schüler geschlossen werden. Insbesondere die Erklärungskompetenz der Lehrperson und deren Fähigkeit zur Vermittlung von Lerninhalten scheinen wichtige Prädiktoren für die Motivation im Physikunterricht zu sein.

4.3 Auserschulische Erfahrungen

Im Abschnitt 2 wurde die Geschlechtsspezifität von Vorerfahrungen und Interessen gezeigt. Wir erwarten, dass häufige auserschulische Tätigkeiten und Erfahrungen im Kontext von Physik und Technik auch mit hohem Interesse und hohen Leistungen korrespondieren. Auserschulische Tätigkeiten sind freiwillig und intrinsisch motiviert. Sie sind einerseits Ausdruck von Interesse an Physik und Technik, sie fördern andererseits das schulische Interesse und das Verständnis für physikalische Zusammenhänge, was sich leistungssteigernd auswirken dürfte. Wir postulieren also einen Zusammenhang von schulischer und auserschulischer Motivation.

Zur Überprüfung dieser Hypothese werden die Angaben der Schülerinnen und Schüler zu auserschulischen Tätigkeiten und Erfahrungen sowie ihre Begeisterung für Physik und Technik mit den Erwartungen und Leistungen im Physikunterricht in Beziehung gesetzt. Als Datenbasis stehen uns Ergebnisse sowohl der Eingangs- als auch der Schlusserhebung zur Verfügung (vgl. Tabelle 8).

Generell fällt auf, dass nur sehr wenige Korrelationen Signifikanz erreichen. Diese betreffen vor allem die personbezogenen Erwartungen, aber nicht deren Veränderung (Residual Erwartung). Auserschulische Erfahrungen können zwar insgesamt die Erwartungen an den Physikunterricht beeinflussen, im Unterschied zu Unterrichtsvariablen (z.B. Beurteilung der Lehrperson) vermögen sie die Erwartungen an den Physikunterricht aber kaum zu verändern. Möglicherweise bleiben diese Erfahrungen unabhängig vom Unterricht konstant. In der Tat ist die Annahme nicht plausibel, dass sich die auserschulischen Erfahrungen in der Anfangsphase des Physikunterrichts systematisch verändern würden.

Freizeitaktivitäten: Die Häufigkeit von technischen Freizeitaktivitäten korreliert sowohl im Falle der Eingangs- als auch im Falle der Schlusserhebung mit der Erwartung an den zukünftigen Unterricht, nicht aber mit der Leistung in den Wissenstests. Haushalts- und Betreuungstätigkeiten korrelieren negativ mit der Erwartung an den zukünftigen Unterricht und der Leistung in den Wissenstests.

Erfahrungen mit Physik und Technik: Vor allem mediale Erfahrungen mit Physik und Technik, aber auch reale Erfahrungen mit technischen Geräten und Baukästen korrelieren mit der Erwartung an den zukünftigen Unterricht, die medialen Erfahrungen ein wenig schwächer auch mit den Leistungen. Überraschenderweise hängt das Ausmass der medialen Erfahrung mit Physik und Technik zum zweiten Messzeitpunkt mit der Veränderung der Motivation zusammen. Die Jugendlichen berichten in der Schlusserhebung über mehr mediale Erfahrungen als in der Eingangserhebung, wodurch die Motivation für den Physikunterricht ansteigt.

Begeisterung für Natur und Technik: Während sowohl in der Eingangs- als auch in der Schlusserhebung die Begeisterung für Technik mit hohen personalen Erwartungen an den Unterricht korreliert, finden wir keine Beziehung zwischen der Begeisterung für Naturphänomene und den Erwartungen. Die Testleistungen korrelieren sogar negativ mit der Begeisterung für Naturphänomene. Die Begeisterung für Technik steigt analog zu den medialen Erfahrungen im Physikunterricht an und lässt dadurch auch die Motivation im Physikunterricht wachsen.

Tabelle 8: Pearson-Korrelationen zwischen Freizeitaktivitäten, Erfahrungen, Begeisterung und Selbstwert einerseits und der Erwartung an den zukünftigen Physikunterricht sowie der Leistung in Physik andererseits

	N	M	Std	Residual Erwartung	Erw. an zuk. Phy- sikunterr.	Leistungs- test Optik	Leistungs- test Kinematik
<i>Freizeitaktivitäten</i>							
Technische Freizeit- aktivitäten t ₁	578	2.14	.76	.01	.12**	.03	.00
Haushalts- und Be- treuungstätigkeiten t ₁	581	3.25	.79	-.02	-.09*	-.11**	-.13**
Technische Freizeit- aktivitäten t ₂	504	2.27	.79	.01	.10*	.01	-.02
Haushalts- und Be- treuungstätigkeiten t ₂	504	3.27	.85	-.08	-.10*	-.13**	-.13**
<i>Erfahrungen</i>							
Mediale Erfahrungen mit Physik und Technik t ₁	578	1.87	.68	.06	.25***	.10*	.10*
Erfahrungen mit tech- nischen Geräten und Baukästen t ₁	576	1.63	.62	-.01	.14**	.08*	.02
Mediale Erfahrungen mit Physik und Technik t ₂	506	2.11	.78	.24***	.37***	.12**	.07
Erfahrungen mit tech- nischen Geräten und Baukästen t ₂	503	1.67	.70	.03	.15***	.01	.02
<i>Begeisterung für Natur und Technik</i>							
Begeisterung für Naturphänomene t ₁	580	3.97	.69	-.02	-.05	-.09*	-.09*
Begeisterung für Technik t ₁	578	2.77	.78	.07	.25***	.04	.05
Begeisterung für Naturphänomene t ₂	506	4.02	.72	-.03	-.07	-.07	-.13**
Begeisterung für Technik t ₂	505	2.86	.84	.15***	.30***	.06	.06

Legende:

N: Anzahl Jugendliche, M: Skalenmittelwert, Std: Standardabweichung

t₁: Eingangserhebung, t₂: Schlusserhebung

*: p<.05, **: p<.01, ***: p<.001

4.4 Einstellungen und Erwartungen der Eltern

Wir erwarten, dass die Einstellungen der Eltern zum Physikunterricht in positiver Beziehung zu den Erwartungen und Leistungen der Schülerinnen und Schüler im Physikunterricht stehen. Wenn die Eltern dem Fach hohe Bedeutung beimessen, dürfte sich diese Haltung auf ihre Kinder übertragen.

Wir überprüfen diese Hypothese wiederum mit Pearson-Korrelationen aus Schülerdaten. Generell sind die Korrelationen ausserordentlich hoch (keine Tabelle). Das Item 'Leistungserwartungen an den Physikunterricht im Urteil der Eltern' korreliert mit der Motivation mit $r = .56$, mit der Veränderung der Motivation mit $r = .40$. Die entsprechenden Korrelationen mit den Wissenstests betragen $r = .26$ und $r = .30$. Auch der Faktor 'Bedeutung des Schulfachs Physik im Urteil der Eltern' korreliert recht hoch mit den Erwartungen (rund $r = .30$), schwächer, aber noch signifikant, mit den Wissenstests ($r = .10$).

Diese Ergebnisse bestätigen frühere Untersuchungen (vgl. Helmke/Weinert 1997). Die Eltern üben einen starken Einfluss auf Motivation und Leistung im Physikunterricht aus. Dies ist ein um so bedeutsameres Ergebnis, als wir bei der Diskussion möglicher familiärer Vorbilder eine geringe Bedeutung des Faktors Vorbild feststellen mussten (vgl. Herzog et al. 1997b). Das Ergebnis ist aus einem weiteren Grund bedeutsam: Es gibt keinen Geschlechtseffekt, d.h. die Eltern erweisen sich sowohl im Falle der Knaben als auch im Falle der Mädchen als wichtige unterstützende Bezugspersonen für Interesse und Leistung im Physikunterricht!

5. Diskussion

Wie kann der koedukative Physikunterricht auf der Sekundarstufe II gestaltet werden, damit er auf ein grösseres Interesse bei Mädchen stösst und zu einer Verbesserung ihrer Leistungen führt? Diese Frage stand am Anfang unseres Forschungsprojektes, in dem wir davon ausgegangen sind, dass das geringe Interesse der Mädchen an der Physik und ihre vergleichsweise schlechten Leistungen nicht auf geschlechtsbedingte Begabungsunterschiede, sondern vielmehr auf motivationale Probleme zurückzuführen sind. Im Zentrum des Projekts stand daher die Überprüfung didaktischer Massnahmen, die darauf ausgerichtet sind, den Motivations- und Leistungsdefiziten der Mädchen im Fach Physik entgegenzuwirken. Diese Massnahmen orientieren sich an einem Katalog, der sieben Kriterien eines «mädchengerechten» Physikunterrichts umfasst, von denen wir angenommen haben, dass sie sich für die Mädchen als förderlich erweisen. Wie sich gezeigt hat, kann eine konsequente Umsetzung dieser Kriterien sowohl zu einer Steigerung des Interesses der Mädchen am Physikunterricht als auch zu einer Verbesserung ihrer Leistungen führen.

Zusammenfassend zeigt die Datenanalyse folgende Ergebnisse: 1) Bei der Beurteilung der Lehrperson ist hinsichtlich der Erklärungskompetenz, der Fähigkeit zur Vermittlung von Lerninhalten, der Zufriedenheit mit der Lehrperson und der Zufriedenheit mit dem Unterricht ein linearer Anstieg von der Gruppe 1 (Erfüllung von wenigen Kriterien eines «mädchengerechten» Unterrichts) zur Gruppe 4 (Erfüllung von vielen Kriterien) festzustellen. 2) In Klassen, in denen nach dem Urteil der Schülerinnen und Schüler viele Kriterien eines «mädchengerechten» Unterrichts umgesetzt werden, steigen die personbezoge-

nen Erwartungen an den Physikunterricht sowohl bei den Knaben als auch bei den Mädchen. 3) Bezüglich der Leistungen kann festgehalten werden, dass die Durchführung eines «mädchengerechten» Physikunterrichts die Leistungen der Schülerinnen und Schüler insgesamt zu steigern vermag, die Knaben jedoch zumeist besser als die Mädchen abgeschnitten haben. Differenziert man nach den Leistungen in Optik und Kinematik, so ist eine Leistungssteigerung der Mädchen vor allem in der Optik, nicht aber in der Kinematik festzustellen.

Die Annahmen über die Wirksamkeit eines «mädchengerecht» durchgeführten Physikunterrichts konnten somit im wesentlichen bestätigt werden. Ein Physikunterricht, der auf dem Vorwissen beider Geschlechter aufbaut, einen Bezug zum Alltag herstellt, den Nutzen der Physik für andere Fächer aufzeigt, auf die Interessen und Meinungen der Schülerinnen und Schüler eingeht, Gelegenheit für Diskussionen und Projektarbeiten bietet, ein kooperatives Klassenklima herstellt und die Gleichbehandlung der Geschlechter gewährleistet, steht in einem positiven Zusammenhang zum Interesse und den Leistungen der Mädchen. Demgegenüber erweisen sich ein theoriegeleiteter Einstieg, eine Orientierung des Unterrichts an der Fachsystematik, ein hoher Mathematisierungsgrad und viele Lehrervorträge als ungeeignet, um das Interesse und die Leistungen der Mädchen zu fördern.

Festzuhalten ist allerdings, dass sich durch die Erfüllung dieser Kriterien das relative Ungleichgewicht zwischen den Geschlechtern nicht wesentlich verändert hat. Das Interesse und die Leistungen der Mädchen haben sich im Laufe der Intervention zwar in absoluter Hinsicht verbessert, ihr Rückstand gegenüber den Knaben konnte jedoch nicht abgebaut werden. Dies lässt sich dahingehend interpretieren, dass von einem Physikunterricht, der sich als «mädchengerecht» erweist, offenbar auch die Knaben profitieren.

Aufs Ganze gesehen, zeigt das Projekt einen gangbaren Weg auf, um Mädchen im naturwissenschaftlichen Bereich zu fördern. Hierfür reicht die Bereitstellung «mädchengerecht» aufgearbeiteter Unterrichtsmaterialien allerdings nicht aus. Für eine Verbesserung der Situation der Mädchen in der Physik bedarf es weiterer Massnahmen. Als zentral erweisen sich nebst dem fachlichen Wissen die didaktischen und sozialen Kompetenzen der Lehrperson, die unabdingbare Voraussetzungen für die Durchführung eines «mädchengerechten» Physikunterrichts darstellen. Die Vermittlung dieser Kompetenzen bildet eine zentrale Aufgabe in der Aus-, Fort- und Weiterbildung der Lehrkräfte. Hierbei ist es notwendig, für die Problematik des koedukativen Unterrichts im allgemeinen und die Situation der Mädchen im Physikunterricht im besonderen zu sensibilisieren. Es gilt, Bewusstwerdungsprozesse einzuleiten und die Aneignung von Handlungskompetenzen zu ermöglichen, die die Lehrpersonen dazu befähigen, in ihrem Unterricht den unterschiedlichen Sozialisationserfahrungen, Lernprozessen und Interaktionsstilen von Mädchen und Knaben gerecht zu werden.

Die Ergebnisse belegen, dass im gymnasialen Physikunterricht Motivation und Leistung der Jugendlichen gesteigert werden können. Dabei stellen die unterrichtsbezogenen Bedingungen nur einen Einflussfaktor unter mehreren dar. Von ebenso hoher Bedeutung für die Steigerung der Motivation und der Leistung scheinen die Elternerwartungen und -einstellungen zu sein.

Interessant scheint uns der Befund zu den Zusammenhängen zwischen den außerschulischen Erfahrungen und Freizeitaktivitäten mit Physik und Technik und der unterrichtsbezogenen Motivation und Leistung zu sein: Außerschulische Tätigkeiten gehen zwar mit hohen Erwartungen und Leistungen im Physikunterricht sowohl in der Eingangs- wie auch in der Schlusserhebung einher, tragen aber nicht zur Verbesserung der unterrichtsbezogenen Motivation bei. Es scheint so zu sein, dass außerschulische Tätigkeiten die Bandbreite schulischer Motivation und Leistung definieren, so dass diese unabhängig vom erlebten Unterricht entweder weit oder eng ist. Dagegen tragen unterrichtsbezogene Variablen und Elternerwartungen zu einer Veränderung der Motivation während des Unterrichts bei.

Obwohl die Koedukation ein Forschungsfeld darstellt, das in den letzten Jahren verstärkt untersucht worden ist, beschränkten sich die Forschungsbemühungen bislang vornehmlich auf die Problembeschreibung. Längsschnittuntersuchungen und Interventionsstudien, die auf eine Verbesserung des koedukativen Unterrichts abzielen, sind bis heute selten geblieben. Hier besteht nach wie vor ein dringender Forschungsbedarf.

Festzuhalten ist ebenso, dass sich die bisherige Koedukationsforschung auf die mathematischen und naturwissenschaftlichen Fächer konzentriert hat, wohingegen es zu den sprachlichen Fächern kaum Untersuchungen gibt. Da es in den Sprachfächern eher die Knaben als die Mädchen sind, die Motivations- und Leistungsdefizite aufweisen (Marsh 1989), wäre die Durchführung eines Forschungsprojektes, das sich in Analogie zu unserem Projekt der Frage nach einem «knabengerechten» Sprachunterricht widmen würde, notwendig. Aber auch die Defizite der Knaben im sozialen Verhalten (Enders-Dragässer/Fuchs 1989; Violi 1997) sind in der Koedukationsforschung bislang weitgehend ausgeklammert geblieben. Die Frage, wie in der Schule in offensiver und konstruktiver Weise mit männlichem Problemverhalten umgegangen werden kann, stellt ein weiteres Forschungsdesiderat dar.

Offen blieb in unserem Projekt die Frage, welche Faktoren dazu beitragen, dass Lehrkräfte die Kriterien eines «mädchengerechten» Unterrichts konsequent umsetzen. Im vorliegenden Projekt konnte die positive Wirkung dieser Kriterien zwar belegt werden. Was die Wirkungen von Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen anbelangt (vgl. Herzog et al. 1997a, p. 113ff), können wir jedoch kaum Aussagen machen. Angesichts der komplexen Handlungssituation, mit der sich Lehrpersonen im Unterricht konfrontiert sehen, kann jedoch angenommen werden, dass vornehmlich verfestigte Handlungs- und Interaktionsmuster verhaltensrelevant werden (Wahl 1993). Ein Forschungsbedarf im Bereich der Lehrerbildung ergibt sich demnach auch zur Frage nach optimalen Sensibilisierungs- und Trainingsverfahren, die auf einen «mädchengerechten» Unterricht abzielen. Der Physikunterricht wird nur dann «mädchengerechter», wenn die Lehrkräfte im Unterricht die formulierten Kriterien für die Lernenden wahrnehmbar anwenden. In Anbetracht der Bedeutung, die den außerschulischen Einflüssen (Freizeitaktivitäten, Einstellungen der Eltern usw.) auf die schulische Motivation zukommt, muss jedoch davon ausgegangen werden, dass der Sensibilisierung der Lehrpersonen für die Koedukationsproblematik und einer diesbezüglichen Erhöhung ihrer didaktischen und sozialen Handlungskompetenzen nur ein relativer Stellenwert einzuräumen ist.

Anmerkungen

- ¹ Das Projekt wurde im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms 35 «Frauen in Recht und Gesellschaft. Wege zur Gleichstellung» (Nr. 4035-039811) an der Abteilung Pädagogische Psychologie und der Abteilung für das Höhere Lehramt der Universität Bern durchgeführt. Das Projektteam bestand aus der Autorin und den Autoren dieses Beitrages.
- ² «Mädchengerecht» steht in Anführungszeichen, weil wir bei der Erarbeitung des Projekts davon ausgegangen sind, dass ein Unterricht, der den Mädchen besser angepasst ist, auch den Jungen zugute kommt.
- ³ Eine ausführliche Beschreibung der Untersuchungsanlage und der Erhebungsinstrumente findet sich in Herzog et al. (1997a) sowie in Herzog, Labudde, Neuenschwander, Violi, Gerber & Bärtschi (1997c).
- ⁴ Als nicht koeduzierte Klassen werden die Mädchenklassen bei der Analyse der Interventionseffekte nicht berücksichtigt. Im Laufe des Projekts mussten zudem zwei weitere Klassen ausgesondert werden.
- ⁵ Dies ist auch bei den Lehrpersonen der Fall, denen die Skala ebenfalls vorgelegt worden ist und die in etwa die gleichen Zuweisungen getroffen haben.
- ⁶ Der Vergleich zwischen der Physik und den anderen Schulfächern ist nur bedingt möglich, da die Schülerinnen und Schüler im Unterschied zu den anderen Fächern mehrheitlich noch keinen Unterricht in diesem Fach erhalten haben.
- ⁷ Die mit einem Minus-Zeichen versehenen Skalen bezeichnen Kriterien, die für einen «mädchengerechten» Physikunterricht unerwünscht sind.

Literatur:

- Amthauer, R. (1973). *Intelligenz-Struktur-Test (IST-70)*. Göttingen: Hogrefe.
- Bandura, A., Barbaranelli, C., Caprara, G. V., & Pastorelli, C. (1996): Multifaceted impact of self-efficacy beliefs on academic functioning. *Child Development*, 67, 1206-1222.
- Beerman, L., Heller, K. A. & Menacher, P. (1992). *Mathe: nichts für Mädchen? Begabung und Geschlecht am Beispiel von Mathematik, Naturwissenschaft und Technik*. Bern: Huber.
- Bridgeman, B. & Lewis, C. (1994). The Relationship of Essay and Multiple-Choice Scores With Grades in College Courses. *Journal of Educational Measurement*, 26, 37-50.
- Charles, M. (1995). *Berufliche Gleichstellung – ein Mythos? Geschlechter-Segregation in der schweizerischen Berufswelt*. Bern: Bundesamt für Statistik. Eidgenössische Volkszählung 1990.
- Duru-Bellat, M. (1994). Filles et garçons à l'école, approches sociologiques et psycho-sociales. *Revue Française de Pédagogie*, 109, 111-141.
- EDK (Schweizerische Konferenz der Kantonalen Erziehungsdirektoren) (1992). *Mädchen – Frauen – Bildung*. Bern.
- Enders-Dragässer, U. & Fuchs, C. (1989). *Interaktion der Geschlechter. Sexismusstrukturen in der Schule. Eine Untersuchung an hessischen Schulen*. Weinheim: Juventa.
- Faulstich-Wieland, H. (1991). *Koedukation – Enttäuschte Hoffnungen?* Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Feingold, A. (1988). Cognitive Gender Differences are Disappearing. *American Psychologist*, 43, 95-103.
- Gerber, Ch. (1998a). *Unterrichtseinheit Optik. «Wir sehen und machen Bilder»*. Bern: Abteilung Pädagogische Psychologie und Abteilung für das Höhere Lehramt der Universität Bern.

- Gerber, Ch. (1998b). *Unterrichtseinheit Kinematik. «Leben ist Bewegung. Bewegung ist Leben»*. Bern: Abteilung Pädagogische Psychologie und Abteilung für das Höhere Lehramt der Universität Bern.
- Glumpler, E. (1994). Koedukation – Entwicklungen und Perspektiven. Forschungsergebnisse zur Koedukation und ihre Bedeutung für die LehrerInnenbildung. In: Glumpler, E. (Hrsg.). *Koedukation. Entwicklungen und Perspektiven* (pp. 9-30). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Häussler, P. & Hoffmann, L. (1990). Wie Physikunterricht auch für Mädchen interessant werden kann. *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik*, 1, 12-18.
- Häussler, P., & Hoffmann, L. (1995). Physikunterricht – an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert. *Unterrichtswissenschaft*, 23, 107-126.
- Häussler, P., Hoffmann, L., Langeheine, R., Rost, J. & Sievers, K. (1998). A typology of students' interest in physics and the distribution of gender and age within each type. *International Journal of Science Education*, 20, 223-238.
- Helmke, A. & Weinert, F. E. (1997). Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In: Weinert, F. E. (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie, Vol. 3: Psychologie des Unterrichts und der Schule* (pp. 71-176). Göttingen: Hogrefe.
- Herzog, W. (1996). Motivation und naturwissenschaftliche Bildung. *Neue Sammlung*, 36, 61-91.
- Herzog, W., Labudde, P., Gerber, C., Neuenschwander, M. P. & Violi, E. (1997a). Koedukation im Physikunterricht. Eine Interventionsstudie auf der Sekundarstufe II. *Bildungsforschung und Bildungspraxis*, 19, 132-158.
- Herzog, W., Labudde, P., Neuenschwander, M. P., Violi, E. & Gerber, Ch. (1997b). *Koedukation im Physikunterricht. Schlussbericht zuhanden des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung*. Bern: Abteilung Pädagogische Psychologie und Abteilung für das Höhere Lehramt der Universität Bern.
- Herzog, W., Labudde, P., Neuenschwander, M. P., Violi, E., Gerber, C. & Bärtschi, S. (1997c). *Koedukation im Physikunterricht. Entwicklung und Analyse der Erhebungsinstrumente. Forschungsbericht No. 14*. Abteilung Pädagogische Psychologie, Universität Bern.
- Hoffmann, L., Häussler, P. & Peters-Haft, S. (1997). *An den Interessen von Mädchen und Jungen orientierter Physikunterricht*. Kiel: Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Kuhl, J. (1994): A theory of action and state orientations. In: Kuhl, J. & Beckmann, J. (Hrsg.): *Volition and Personality* (pp. 9-46). Bern: Huber.
- Labudde, P. (1993). *Erlebniswelt Physik*. Bonn: Dümmler.
- Labudde, P. (1999). Mädchen und Jungen auf dem Weg zur Physik. *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik* (in Druck).
- Marsh, H. W. (1989). Sex Differences in the Development of Verbal and Mathematics Constructs: The High School and Beyond Study. *American Educational Research Journal*, 26, 191-225.
- McClelland, D. (1979): Gespräch. In: Evans, R. I. (Hrsg.): *Psychologie im Gespräch* (pp. 153-165). Berlin: Springer.
- Moser, U., Ramseier, E., Keller, C. & Huber, M. (1997). *Schule auf dem Prüfstand. Eine Evaluation der Sekundarstufe I auf der Grundlage der «Third International Mathematics and Science Study»*. Chur/Zürich: Rüegger.
- Mullis, I.V., Marin, M., Beaton, A., Gonzalez, E., Kelly, D. & Smith, T. (1998). *Mathematics and Science Achievement in the Final Year of Secondary School. IEA's Third International Mathematics and Science Study*. Chesnut Hill (MA), TIMSS International Study Center, Boston College.
- Nyssen, E. & Schön, B. (1992). Traditionen, Ergebnisse und Perspektiven feministischer Schulforschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 38, 855-871.

- Parker, L.H., Rennie, L.J. & Fraser, B.J. (Hrsg.) (1996). *Gender, Science and Mathematics – Shortening the Shadow*. Dordrecht: Kluwer.
- Uhlenbusch, L. (1992). *Mädchenfreundlicher Physikunterricht. Motivationen, Exempla, Reaktionen*. Frankfurt: Lang.
- Violi, E. (1997). Reflektierte Jungenpädagogik – Ein neues Aufgabenfeld geschlechterbewusster Erziehung und Bildung. In: Grossenbacher, S., Herzog, W., Hochstrasser, F. & Rügsegger, R. (Hrsg.). *Schule und Soziale Arbeit in gefährdeter Gesellschaft*. Bern: Haupt, 297-310.
- Weinburgh, M. (1995). Gender Differences in Student Attitudes toward Science: A Meta-Analysis of the Literature from 1970 to 1991. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 387-398.
- Weiner, B. (1988): *Motivationspsychologie*. München: Psychologie Verlags Union.
- Wahl, D. (1993). *Handeln unter Druck*. Weinheim: Beltz.

Ergebnisse einer Interventionsstudie auf der Sekundarstufe II

Zusammenfassung

Wie kann der koedukative Physikunterricht verbessert werden, damit er zu einer höheren Beteiligung und zu besseren Leistungen der Mädchen führt? Diese Frage stand im Zentrum eines Forschungsprojekts, über das in dieser Zeitschrift schon einmal berichtet wurde (vgl. Bildungsforschung und Bildungspraxis 1997/2). Das Projekt ist in der Zwischenzeit abgeschlossen worden, so dass im vorliegenden Beitrag die wichtigsten Ergebnisse vorgestellt werden können. Diese zeigen, dass ein Physikunterricht, der den Mädchen zugänglicher ist, zu einer Erhöhung ihrer Motivation und ihrer Leistungen führen kann. Didaktische Massnahmen allein reichen hierfür allerdings nicht aus. Es müssen weitere Bedingungen gegeben sein, damit das Interesse der Mädchen an der Physik und ihre Leistungen verbessert werden können.

Filles et garçons dans l'instruction coéducative de la physique. Résultats d'un projet de recherche au deuxième cycle de l'enseignement secondaire.

Resumé

Comment peut-on modifier l'enseignement de la physique en classes mixtes pour atteindre une meilleure participation aux leçons et des meilleurs résultats de la part des filles? Cette question a été le sujet d'un projet de recherche présenté récemment dans ce journal (Education et recherche 1997/2). Etant terminé, il est possible de présenter maintenant les données les plus importantes du projet.

Selon ces données un enseignement de la physique plus accessible aux filles peut augmenter la motivation aussi bien que les résultats des filles. Pourtant des mesures qui se limitent à des changements didactiques ne suffisent pas. Pour améliorer la situation des filles en physique il faut considérer des autres facteurs.

Ragazze e ragazzi nell' insegnamento coeducativo della fisica. Risultati di un indagine nelle scuole medie superiori.

Riassunto:

Come si può modificare l'insegnamento della fisica in classe miste in modo che le ragazze partecipino maggiormente alle lezioni e conseguino risultati migliori? A questa domanda è stato dedicato un progetto di ricerca precedentemente presentato in questa rivista (*Educazione e ricerca* 1997/2). Nel frattempo il progetto è stato portato a termine cosicché in questo articolo possono essere presentati i risultati più importanti. Questi risultati dimostrano che un insegnamento della fisica più accessibile alle ragazze può aumentare sia la motivazione come anche i voti delle ragazze. Provvedimenti sul piano didattico di per sé comunque non bastano. Per migliorare la situazione delle ragazze in fisica devono essere considerati altri fattori.

Girls, boys and physics. Results of an intervention project in physics instruction at the upper secondary level.

Abstract:

How can physics instruction be changed to improve girls' attitudes towards and achievements in physics? This is the main research question of an intervention study which has been presented in this journal recently (*Bildungsforschung und Bildungspraxis* 1997/2). Meanwhile, the research project has been finished. In this article we summarize the main results. They indicate that a physics instruction in which girl-friendly strategies are applied, increases the girls' motivation and their achievements. It is shown that not only didactical and pedagogical strategies contribute to this improvement but also other factors.

Bildungsforschung und Bildungspraxis

Education et recherche

Educazione e ricerca

- Editorial
Bildungspolitik und Mehrsprachigkeit ►
- «La Vie et l'Ecole»
Analyse historique du discours rénovateur
de Joseph Emile Verheyen ►
- Jenaplan-Pädagogik
Modell für die Integration von besonders Begabten? ►
Eine schultheoretische und anthropologische Positionsbestimmung
- Phrase et texte dans les documents pédagogiques ►
Une histoire de désolidarisation et de recomposition de savoirs
- L'éducation des enfants: repérage et intervention
La place du psychologue SMP
dans le système scolaire genevois ►
Points de vue d'enseignants, d'intervenants et
de responsables scolaires de la Division élémentaire
- Mädchen und Jungen im koedukativen Physikunterricht ►
Ergebnisse einer Interventionsstudie auf der Sekundarstufe II

Schweizerische Zeitschrift für Erziehungswissenschaft
Revue suisse des sciences de l'éducation
Rivista svizzera di scienze dell'educazione

21. Jahrgang / 21^e année / 21^o anno

1/1999

Universitätsverlag Freiburg Schweiz

Editions Universitaires Fribourg Suisse