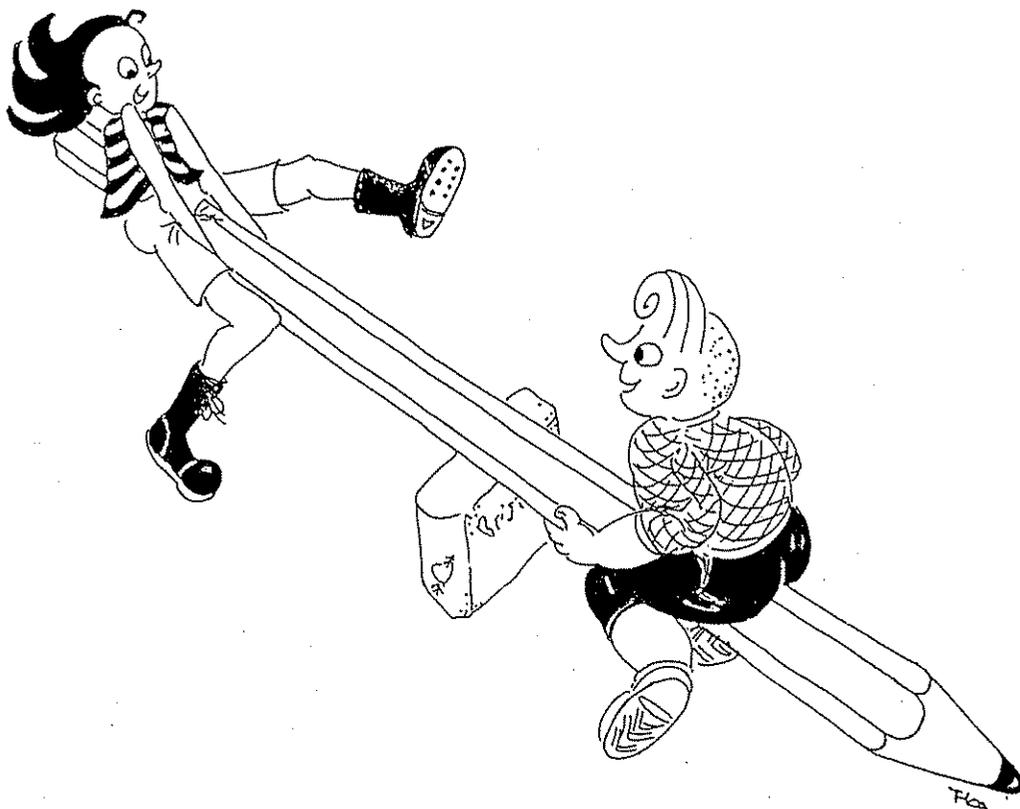


Nationales Forschungsprogramm „Frauen in Recht und Gesellschaft“

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

Koedukation im Physikunterricht

Schlussbericht zuhanden des Schweizerischen Nationalfonds
zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung



Juni 1998 (zweite, überarbeitete Auflage)

Universität Bern
Abteilung Pädagogische Psychologie
Abteilung für das höhere Lehramt

Impressum

Nationales Forschungsprogramm Nr. 35: Frauen in Recht und Gesellschaft

Schlussbericht des Projekts "Koedukation im Physikunterricht" (Gesuch Nr. 4035-039811)

Hauptgesuchsteller: Prof. Dr. Walter Herzog, Universität Bern, Abteilung Pädagogische Psychologie, Muesmattstrasse 27, 3012 Bern

Mitgesuchsteller: Prof. Dr. Peter Labudde, Universität Bern, Abteilung für das Höhere Lehramt, Muesmattstrasse 27a, 3012 Bern

Mitarbeiterin und Mitarbeiter: lic. phil. nat. Charlotte Gerber, Dr. Markus P. Neuenschwander, lic. phil. I Enrico Violi, Universität Bern, Abteilung Pädagogische Psychologie, Muesmattstrasse 27, 3012 Bern

Gestaltung: Heidi Lehmann, Universität Bern, Abteilung Pädagogische Psychologie, Muesmattstrasse 27, 3012 Bern

Illustration Titelblatt: Theodora Bühlmann

Copyright © bei der Verfasserin und den Verfassern

Juni 1998 (2., überarbeitete Auflage)

Auflage: 80 Exemplare

Druck: Gnägi's Druck-Egge, Bern

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

Koedukation im Physikunterricht

Schlussbericht

Vorwort

Der koedukative Unterricht hat in den letzten Jahren eine erstaunliche öffentliche Aufmerksamkeit gefunden. Dabei lassen es die zumeist kritischen Stimmen an Sorgfalt und Differenziertheit der Argumentation nur allzu oft fehlen. Das Schema der Schuldzuweisung, mit dem das Thema in den Medien abgehandelt wird, macht aus der Schule einen Ort der Diskriminierung von Mädchen, die vermeintlich wenig reüssieren, weil ihrem Wesen nicht entsprochen wird und ihre Bedürfnisse missachtet werden. Es ist nicht zu bestreiten, dass die Schülerinnen in gewissen Fächern wenig Interesse und mässigen Schulerfolg zeigen. Es handelt sich um jene Fächer, in denen sich auch in der Tertiärbildung wenig Frauen finden: Mathematik, Physik und Chemie. Insofern es sich um Grundlagenfächer für Informatik und Ingenieurwissenschaften handelt, sind die Frauen auch in diesen Disziplinen untervertreten.

Inwiefern die Schule allerdings an der Ungleichheit der Interessen und der ungleichen Zugänglichkeit der Berufsfelder Verantwortung trägt, ist aus pädagogischer Sicht nach wie vor wenig geklärt. In der Schweiz fehlen entsprechende Studien fast völlig. Im Bereich der Koedukationsforschung besteht ein grosser Nachholbedarf. Das Projekt „Koedukation im Physikunterricht“, über dessen Verlauf und Ergebnisse in diesem Band berichtet wird, ist die erste systematische empirische Untersuchung des koedukativen Fachunterrichts an schweizerischen Gymnasien und Seminaren. Dabei hatte das Projekt nicht nur analytische Ziele verfolgt, sondern war von Anfang an als *Interventionsstudie* angelegt, die Aufschluss darüber geben sollte, wie die Situation verbessert werden kann. Es ging darum, auf der Basis vorhandener ausländischer Erfahrungen eine Strategie zur Verbesserung des koedukativen Physikunterrichts zu entwickeln, die insbesondere den Mädchen zugute kommen würde, ohne dass sich die Situation der Knaben verschlechterte. Diese Strategie sollte in Zusammenarbeit mit Physiklehrkräften in verschiedenen Klassen überprüft werden. Damit wurde es möglich, nicht nur Genaueres über die Bedingungen des relativen Desinteresses von Schülerinnen am Physikunterricht und ihrer eher schwachen Leistungen zu erfahren, sondern zugleich Erkenntnisse über Methoden zu gewinnen, die den Unterricht mädchengerechter gestalten lassen.

Wie wir bereits an dieser Stelle feststellen dürfen, sind die Ergebnisse der Untersuchung zufriedenstellend ausgefallen; so dass tatsächlich Empfehlungen für Innovationen im koedukativen Physikunterricht möglich sind, Empfehlungen, von denen wir vermuten, dass sie auch für andere naturwissenschaftliche Fächer auf der Sekundarstufe II, aber möglicherweise auch für die Sekundarstufe I Gültigkeit haben.

In dem Forschungsteam, das mit diesem Bericht Rechenschaft über seine Arbeit ablegt, waren verschiedene Disziplinen vertreten: Pädagogik, Psychologie, Physik und Physikdidaktik. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit im Projektteam war ein Gewinn für alle Beteiligten. Auch die zum Teil enge Kooperation mit den am Projekt beteiligten Physiklehrkräften hat sich als ausserordentlich fruchtbar erwiesen. Wir glauben, dass diese Art von Zusammenarbeit von „Theorie“ und „Praxis“ Modellcharakter haben könnte für die zukünftige Gestaltung einer anwendungsorientierten Unterrichtsforschung in der Schweiz.

Die Arbeit am Projekt wird mit diesem Bericht nicht abgeschlossen sein. Nicht nur legt es die Vielfalt und Komplexität der erhobenen Daten nahe, die Analysen weiterzuführen, die Ergebnisse, die in verschiedener Hinsicht interessant und vielversprechend ausgefallen sind, rufen auch nach der praktischen Umsetzung in der Grund- und Fortbildung von Physiklehrkräften und Lehrkräften anderer naturwissenschaftlicher Fächer.

Parallel zu diesem Band, in dem wir die wichtigsten Ergebnisse des Projektes präsentieren, sind zwei weitere Bände entstanden, nämlich ein Band, in dem die verwendeten *Forschungsinstrumente* dokumentiert werden, und ein Band, in dem die Ergebnisse der *Item- und Skalenanalysen* dargestellt sind.¹ Interessierte Leserinnen und Leser mögen sich an das Sekretariat der Abteilung Pädagogische Psychologie des Instituts für Pädagogik der Universität Bern wenden.

Das Projekt „Koedukation im Physikunterricht“ bildete einen Teil des Nationalen Forschungsprogramms 35 „Frauen in Recht und Gesellschaft“. Wir danken der Expertinnen- und Expertengruppe, insbesondere der Programmleiterin, Frau Professor Ballmer-Cao, für die stets interessierte und wohlwollende Unterstützung unseres Projektes. Wir bedanken uns beim Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung für die finanzielle Unterstützung unserer Arbeit. Ein besonderer Dank geht an die Physiklehrerinnen und Physiklehrer sowie die Schülerinnen und Schüler, die an unserem Projekt teilgenommen haben.² Wir danken auch den Mitgliedern einer Begleitgruppe, die uns in mehreren Sitzungen mit Rat zur Seite gestanden ist. Schliesslich danken wir den studentischen Hilfskräften, insbesondere Frau Judith Niethammer und Herrn Simon Bärtschi, sowie den Sekretärinnen der Abteilung Pädagogische Psychologie, Frau Heidi Lehmann und Frau Prisca Rotzler Köhli, für die seriöse und wertvolle Mitarbeit im Projekt.

Bern, Anfang Juli 1997

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

¹ Vgl. das Verzeichnis von Publikationen, die im Zusammenhang des Projekts stehen, im Anhang dieses Bandes.

² Die Namen der Physiklehrkräfte, die sich am Projekt beteiligt haben, finden sich im Anhang dieses Bandes.

3.4.6	Vorbilder, Intelligenz und Selbstwirksamkeit	60
3.4.7	Regressionsanalytische Erklärung der Eingangsmotivation	62
3.4.8	Dimensionalität von Vorerfahrungen, Freizeitaktivitäten, Erwartungen und Begeisterung für Technik und Natur	64
3.4.8.1	Erwartungen	64
3.4.8.2	Vorerfahrungen	65
3.4.8.3	Begeisterung	66
3.4.8.4	Freizeitaktivitäten	67
3.4.9	Gesamtmodell zur Erklärung der Eingangsmotivation für den Physik- unterricht	67
3.5	Diskussion	68
4	Mädchengerechter Physikunterricht in der Meinung von Lehrpersonen	72
4.1	Konzeption und Durchführung der Interviews	72
4.2	Integration des physikalischen Vorwissens	73
4.2.1	Interviewfragen und exemplarische Antworten	73
4.2.2	Zusammenfassung der Inhaltsanalyse	73
4.2.3	Bewertung der Interviewantworten	74
4.3	Alltags- und Fachsprache	75
4.3.1	Interviewfragen und exemplarische Antworten	75
4.3.2	Zusammenfassung der Inhaltsanalyse	75
4.3.3	Bewertung der Interviewantworten	76
4.4	Alltagsbezug der Unterrichtsinhalte	77
4.4.1	Interviewfragen und exemplarische Antworten	77
4.4.2	Zusammenfassung der Inhaltsanalyse	78
4.4.3	Bewertung der Interviewantworten	78
4.5	Das Repertoire von Unterrichtsformen	79
4.5.1	Unterrichtsformen allgemein: Interviewfragen und typische Antworten	79
4.5.2	Unterrichtsformen allgemein: Zusammenfassung der Inhaltsanalyse	79
4.5.3	Schülerexperimente: Interviewfragen und exemplarische Antworten	80
4.5.4	Schülerexperimente: Zusammenfassende Inhaltsanalyse	81
4.5.5	Bewertung der Interviewantworten	82
4.6	Kooperation im Physikunterricht	82
4.6.1	Interviewfragen und exemplarische Antworten	83
4.6.2	Zusammenfassung der Inhaltsanalyse	83
4.6.3	Bewertung der Interviewantworten	84
4.7	Leistungsselbstvertrauen und geschlechtsspezifischer Attributionsstil	84
4.7.1	Interviewfragen	84
4.7.2	Zusammenfassung der Inhaltsanalyse	85
4.7.3	Bewertung der Interviewantworten	86
4.8	Zusammenfassung und Folgerungen	86
5	Interaktionen im Unterricht	88
5.1	Bisherige Befunde zu geschlechtsspezifischen Interaktionen im Unterricht	88
5.2	Ziele der Unterrichtsbeobachtungen	90

5.3	Methode, Durchführung und Auswertung der Beobachtungen	91
5.3.1	Messinstrumente	91
5.3.2	Durchführung der Beobachtungen	92
5.3.3	Methode der Auswertung	95
5.4	Ergebnisse der Unterrichtsbeobachtungen	95
5.4.1	Lehrer-Verhalten: Initiation	98
5.4.2	Schüler-Verhalten: Initiation	99
5.4.3	Lehrer-Verhalten: Evaluation	100
5.4.3.1	Positive Lehrerevaluation	100
5.4.3.2	Lob und Zustimmung	100
5.4.3.3	Evaluation durch Unterstützung	101
5.4.3.4	Frage an Schülerin bzw. Schüler weiterleiten	102
5.4.3.5	Evaluation durch negative Rückmeldung	103
5.4.3.6	Keine Rückmeldung durch die Lehrperson	104
5.4.4	Schüler-Verhalten: Störungen	105
5.4.5	Gesamtvergleich	106
5.5	Diskussion	107
5.5.1	Diskussion der Ergebnisse	107
5.5.2	Allgemeine Diskussion	110
6	Wirkungen der Intervention: Analyse der didaktischen Variablen	113
6.1	Ergebnisse	114
6.2	Diskussion und Neugruppierung der Klassen	122
6.2.1	Kritik der Untersuchungsanlage	122
6.2.2	Typologie der Schulklassen	124
6.3	Bildung der Kriteriengruppen	126
6.4	Ergebnisse	128
6.5	Gesamtdiskussion	134
7	Ein Bedingungsnetz für Motivation und Leistung	136
7.1	Fragestellung	136
7.2	Ergebnisse	138
7.2.1	Motivation und Leistung	138
7.2.2	Didaktische Variablen, Lehrerbeurteilung, außerschulische Erfahrung und Einstellung der Eltern als Bedingungen von Motivation und Leistung	141
7.2.2.1	Hypothese 1: Didaktik	142
7.2.2.2	Hypothese 2: Lehrperson	147
7.2.2.3	Hypothese 3: Außerschulische Erfahrungen	149
7.2.2.4	Hypothese 4: Einstellung der Eltern	152
7.2.3	Ein Bedingungsnetz der Motivation	154
7.3	Diskussion	159
8	Evaluation der Unterrichtseinheiten aus der Sicht der Lehrkräfte	162
8.1	Durchführung des Unterrichts mit den beiden Unterrichtseinheiten	162
8.1.1	Inhaltlich-methodischer Gewinn	163
8.1.2	Sensibilisierung für Geschlechterdifferenzen	165

8.1.3	Auswirkungen der beiden Unterrichtseinheiten	167
8.2	Wirkungen der Unterrichtseinheiten auf die Mädchen und die Jungen	170
8.2.1	Wirkungen der Unterrichtseinheiten auf die Mädchen	170
8.2.2	Wirkungen der Unterrichtseinheiten auf die Jungen	173
8.2.3	Vergleich der Wirkungen der Unterrichtseinheiten auf die Mädchen und Jungen	176
8.2.3.1	Prospektive und retrospektive positive Auswirkungen auf die Mädchen	176
8.2.3.2	Prospektive und retrospektive positive Auswirkungen auf die Jungen	176
8.3	Beurteilung der Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik	177
8.3.1	Beurteilung der Unterrichtseinheit Optik	177
8.3.2	Beurteilung der Unterrichtseinheit Kinematik	178
8.3.3	Vergleich der Beurteilung der Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik .	180
8.4	Diskussion	181
9	Projektevaluation aus der Sicht der Lehrkräfte	182
9.1	Beurteilung der Projektmitarbeit	182
9.2	Beurteilung der Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen	185
9.2.1	Persönlicher und fachlicher Gewinn	185
9.2.2	Erkenntnisgewinn in bezug auf die Koedukationsforschung	189
9.2.3	Sensibilisierung für geschlechtstypische Interaktionen im Unterricht	189
9.2.4	Sensibilisierung für die Problematik des koedukativen Physik- unterrichtes	192
9.2.5	Verunsicherung und Störungen durch die Gegenwart von Drittpersonen im Unterricht	197
9.3	Diskussion	199
10	Diskussion	201
10.1	Mädchen und Knaben vor dem Eintritt in den Physikunterricht der Sekundarstufe II	201
10.2	Ein mädchengerechter Physikunterricht, der auch den Knaben zugute kommt	203
10.3	Wirkungen der Intervention: Ergebnisse des ersten Analyseschrittes	204
10.4	Wirkungen der Intervention: Ergebnisse des zweiten Analyseschrittes	207
10.5	Ein Gesamtmodell der motivationalen Bedingungen im Physikunterricht	210
10.6	Folgerungen für die Praxis	211
10.7	Folgerungen für die Forschung	215
	Literaturverzeichnis	217
	Anhang	233

1 Fragestellung und Untersuchungsanlage

Die Untersuchung, über die wir in diesem Bericht Rechenschaft ablegen, ist von Mai 1994 bis Juni 1997 an der Universität Bern durchgeführt worden. Das als Interventionsstudie angelegte Projekt hatte die Ausarbeitung und Überprüfung eines Massnahmenpakets zur besseren Integration von Mädchen in den Physikunterricht der Sekundarstufe II (Gymnasien und Seminare) zum Ziel. In das Massnahmenpaket gingen didaktische Materialien ein, die einen „mädchengerechten“ Unterricht ermöglichen sollten¹, sowie Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen. Die letzteren sollten dazu dienen, die Lehrkräfte auf geschlechtsspezifische Interaktions- und Verhaltensweisen sowie auf die besonderen Probleme von Schülerinnen im Physikunterricht aufmerksam zu machen.

In diesem Kapitel berichten wir von den Voraussetzungen, der Fragestellung und der Untersuchungsanlage des Projektes. Dabei beschränken wir uns im wesentlichen auf theoretische und methodische Fragen. Detailliertere Informationen folgen zum Teil in späteren Kapiteln, in unmittelbarer Nähe zur Auswertung von Teilaspekten der Untersuchung.

Wir beginnen mit einer groben Skizze zur Entstehung der jüngsten Koedukationsdebatte, aus der der Differenzansatz, an dem wir uns in lockerer Beziehung orientieren, herausgewachsen ist (1.1). Es folgen ein Problemaufriss zur Koedukation im Physikunterricht und Ausführungen zur Fragestellung der Untersuchung (1.2). Schliesslich geben wir einen Überblick über das Forschungsdesign (1.3).

1.1 Zur Entstehung der jüngsten Koedukationsdebatte

Die Koedukation ist ein Thema der Schule. Dass Mädchen und Knaben zusammen aufwachsen, ist im Kontext der Familie kein Problem. Eine geschlechtergetrennte familiäre Erziehung dürfte auch kaum je ein Diskussionspunkt gewesen sein. Dementsprechend bezieht sich die aktuelle Koedukationsdebatte ausschliesslich auf Fragen des Unterrichts. Der Ausdruck „Koedukation“ ist daher etwas irreführend, denn insofern es in der Schule um Unterricht geht, wäre die Bezeichnung „Ko-Instruktion“ treffender (Herzog, 1994). Mädchen und Knaben werden zusammen *unterrichtet*, nicht unbedingt zusammen *erzogen*.

Im Zentrum der jüngsten Koedukationsdebatte steht das Verhältnis von *Gleichheit und Differenz*. Koedukation bzw. Koinstruktion bedeutet, dass Mädchen und Knaben *gemeinsam* unterrichtet werden, wobei dieses „gemeinsam“ so verstanden wird, dass sie *gleichen Bedingungen* ausgesetzt werden: gleicher Lehrplan, gleiche Didaktik, gleiche Methoden, gleiche Fächer. Gleichheit wird als *Gleichbehandlung* interpretiert. Genau diese Gleichsetzung von Gleichheit mit Gleichbehandlung wird von der aktuellen Koedukationskritik in Frage gestellt. Er-

¹ „Mädchengerecht“ setzen wir in Anführungs- und Schlussstriche, da wir davon ausgehen, dass ein „mädchengerechter“ Unterricht auch den Jungen zugute kommt. So schreibt beispielsweise der Naturwissenschaftsdidaktiker Martin Wagenschein, er "... habe im Koedukationsunterricht immer die Erfahrung gemacht: wenn man sich nach den Mädchen richtet, so ist es auch für die Jungen richtig; umgekehrt aber nicht" (Wagenschein, 1970, p. 350). Ähnlich lautet eine neuere Aussage von Janine Berg-Peer, "... dass die Orientierung an den Bedürfnissen der Jungen die Mädchen benachteiligt, die Orientierung an den Bedürfnissen der Mädchen jedoch auch den Jungen nützt" (Berg-Peer, 1984, p. 191).

zeugt nicht die Gleichbehandlung von Knaben und Mädchen Ungleichheit, nämlich ungleiche Chancen, sich am Unterricht (zumindest in gewissen Fächern) zu beteiligen? Die Kritik setzt voraus, dass die Geschlechter überhaupt als gleich bzw. gleichwertig anerkannt werden. Dementsprechend gingen der aktuellen Koedukationsdebatte zwei weitere voraus, in deren Zentrum die Frage der Gleichheit der Geschlechter stand. Im folgenden werden die drei Etappen, in denen die Koedukationsdebatte bisher verlaufen ist, kurz dargestellt.

1.1.1 Differenz und Ungleichheit

Der Blick in die Geschichte zeigt, dass die Geringschätzung der Frau eine lange Tradition hat (Böhm, 1989; Liedtke, 1986; Lloyd, 1985).² Trotzdem ist die Ungleichbehandlung der Geschlechter in der Schule jüngerer Datums. Zumindest während der „dunklen“ Zeit des Mittelalters wurden die Mädchen und Frauen nicht prinzipiell vom Unterricht ausgeschlossen.³ Zwar gab es damals keine öffentlichen Schulen, und wo Schulen besucht werden konnten (z.B. in den Klöstern), waren diese den Reichen und Privilegierten vorbehalten (Böhm, 1989, p. 16ff.). In dieser (eingeschränkten) Bedeutung gibt es jedoch im 14./15. Jahrhundert durchaus eine Mädchenbildung. Auch noch die Didaktiker des 17. Jahrhunderts, Ratke und Comenius, formulierten ihre Entwürfe explizit für *alle* Kinder, egal ob männlich oder weiblich. Für Comenius beispielsweise gab es kein Argument für den Ausschluss der Mädchen von der schulischen Bildung. Seiner besonderen Lebhaftigkeit wegen hielt er den weiblichen Geist sogar für empfänglicher für die Weisheit als den männlichen (Comenius, 1993, p. 53).

Die Situation änderte sich an der Schwelle zum 18. Jahrhundert. Das „pädagogische Jahrhundert“, wie es sich selbst nannte, erfand gewissermassen die Ungleichheit der Geschlechter, die im 19. Jahrhundert massiv ausgebaut wurde und uns noch heute beschäftigt. Die pädagogische Minderwertung des weiblichen Geschlechts begann in Frankreich mit Fénelon (1651-1715) und in Deutschland mit August Hermann Francke (1663-1727). Von grosser wirkungsgeschichtlicher Bedeutung war aber vor allem Rousseau, der in seinem „Emil“ zwar die Idee der Erziehung des *Menschen* begründete, faktisch aber eine männliche Erziehung propagierte, die sich von der weiblichen strikt unterscheidet (Hirsch, 1992). Wenn es darum gehe, „das zu sein, wozu uns die Natur gemacht hat“ (Rousseau, 1975, p. 420), dann liege das Ziel der Mädchenerziehung darin, die Frauen in ihrer Abhängigkeit, ihrem Gehorsam und ihrer Anonymität zu bestärken. Rousseau räumt den Frauen zwar durchaus Macht ein, doch ihre Macht liegt in der Emotionalität.⁴

Rousseaus Bestimmung des Verhältnisses von Mann und Frau ist für die Verwirklichung einer egalitären Bildung der Geschlechter nicht nur grundsätzlich hemmend. Sie ist es im besonderen bezüglich jenes Bereichs, in dem die Koedukationsdiskussion heute ihren Schwerpunkt hat, nämlich der mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildung. Ausdrücklich schreibt Rousseau: „Die Erforschung der abstrakten und spekulativen Wahrheiten, die Prinzipien und

² Dass dies auch in kulturvergleichender Perspektive zutrifft, zeigt Müller (1984).

³ Geht man bis in die Antike zurück, so findet man bei Platon eine geschlechter-egalitäre Bildungskonzeption (Martin, 1982; Platon, 1974, 5. Buch).

⁴ „Die Herrschaft der Frau ist eine Herrschaft der Sanftmut, der Geschicklichkeit und der Nachgiebigkeit. Ihre Befehle sind Zärtlichkeiten, ihre Drohungen sind Tränen“ (Rousseau, 1975, p. 446).

Axiome der Wissenschaften, alles, was auf die Verallgemeinerung der Begriffe abzielt, ist nicht Sache der Frauen. Ihre Studien müssen sich auf das Praktische beziehen. Ihre Sache ist es, die Prinzipien anzuwenden, die der Mann gefunden hat. ... Die Naturwissenschaften soll der treiben, der von beiden Geschlechtern der Tätigste und der Beweglichste ist, der die meisten Dinge sieht; der die meiste Kraft hat und sie auch übt, um die Beziehungen der Lebewesen und der Naturgesetze zu beurteilen. Die Frau ist schwach und sieht nichts von der Welt draussen“ (Rousseau, 1975, p. 420f.). Auch wenn Rousseau den Frauen die „Kunst zu Denken“ nicht völlig abspricht, so dürfen sie doch die „logischen Wissenschaften ... nur streifen“ (ebd., p. 468).

Rousseau war kein Einzelfall.⁵ In der Pädagogik, die auf ihn folgte, wurde die Verfestigung der Geschlechtscharaktere weitergetrieben. Unterstützt wurde die Verwandlung *funktionaler* Geschlechtsdifferenzen in *natürliche* Unterschiede durch den Ideologiebedarf, den der gesellschaftliche Wandel erzeugte. Die Umgestaltung der häuslichen Lebensgemeinschaft vom „ganzen Haus“ zur bürgerlichen Familie, die im 18. und 19. Jahrhundert vor sich ging (Rosenbaum, 1982), trug wesentlich dazu bei, dass die Frauen auf die Tätigkeiten der Haushaltsführung und Kinderbetreuung reduziert wurden. Die Aufklärungspädagogen überzogen den sozialen Wandel mit einem ideologischen Zuckerguss (Badinter, 1984; Frevert, 1995; Hausen, 1976; Honegger, 1991). So heisst es in Johann Heinrich Campes „Väterlichem Rat für meine Tochter“ aus dem Jahre 1789: „Es ist ... der übereinstimmende Wille der Natur und der menschlichen Gesellschaft, dass der Mann des Weibes Beschützer und Oberhaupt, das Weib hingegen die sich ihm anschmiegende, sich an ihm haltende und stützende treue, dankbare und folgsame Gefährtin und Gehilfin seines Lebens sein sollte – er die Eiche, sie der Efeu, der einen Teil seiner Lebenskraft aus den Lebenskräften der Eiche saugt, der mit ihr in die Lüfte wächst, mit ihr den Stürmen trotzt, mit ihr steht und mit ihr fällt – ohne sie ein niedriges Gesträuch, das von jedem vorübergehenden Fuss zertreten wird“ (Campe, zit. nach Böhm, 1989, p. 35).

Angesichts der Ideologisierung des Geschlechterverhältnisses konnte die erste Phase des Kampfes gegen die Benachteiligung der Mädchen und Frauen im Bildungswesen nicht am Konzept der Differenz ausgerichtet werden. Ende des 19. und auch noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts ging es darum, den Mädchen den Zugang zur Schule bzw. zu weiterführenden Schulen allererst zu verschaffen. Die Frauenbewegung des 19. Jahrhunderts stellte die Geschlechterdifferenzen, wie sie Rousseau paradigmatisch formuliert hatte, nur bedingt in Frage. Zwar wurde der diskriminierende Akzent des traditionellen Geschlechterdualismus kritisiert, nicht aber die auf ein Wesen der Geschlechter bezogene Argumentation als solche. Eine so prominente Kämpferin für die Sache der Frau wie Gertrud Bäumer hielt an der „Bestimmung des Weibes“, an dem „ihr ewig Eigentümliche[n]“ fest (zit. nach Knab, 1992, p. 143). Mit dem Konzept der „geistigen Mütterlichkeit“ wurde dem biologischen Gegensatz von Mann und Frau eine Bildungskonzeption aufgesetzt, die grundsätzlich nicht so anders gerartet war als diejenige von Rousseau.

⁵ Andere Klassiker der Pädagogik, wie z.B. Herbart und Niemeier, haben ähnlich argumentiert (Jacobi, 1991).

Ende des 19. Jahrhunderts gingen befürwortende und ablehnende Stimmen zur Koedukation von Knaben und Mädchen von sehr ähnlichen Vorstellungen aus. Auf beiden Seiten rechnete man mit durchaus grossen Unterschieden zwischen den Geschlechtern. In der Schweiz gewannen die Mädchen Zugang zur Schule im wesentlichen dank der Einführung der allgemeinen Schulpflicht ab den 30er Jahren des 19. Jahrhunderts. 1831 wurde im Kanton Bern, 1832 im Kanton Zürich und 1835 im Kanton Aargau die obligatorische Volksschule eingeführt. In anderen Kantonen dauerte es teilweise bis in die 70er und 80er Jahre, dass der Schulbesuch obligatorisch wurde. 1874 wurde in der Schweizerischen Bundesverfassung der Primarschulunterricht als Obligatorium verankert. Damit erhielten die Mädchen (und die Jungen) erstmals das staatlich anerkannte Recht auf vier bis sechs Jahre Primarschulunterricht.

Was die Frage der Koedukation anbelangt, so wurde diese zumeist pragmatisch entschieden. Kleinere, vor allem ländliche Gemeinden konnten sich einen geschlechtergetrennten Unterricht gar nicht leisten, so dass die Koedukation der Normalfall war, jedenfalls auf der Stufe der Volksschule. Geschlechtergetrennten Unterricht gab es in den Städten und an den kirchlich geführten Privatschulen (Mantovani, 1994, p. 98ff.). Eine eigentliche Koedukationsdebatte existierte zu dieser Zeit nicht. Während das Ziel des egalitären Zugangs zu Schule und Bildung im Volksschulbereich Ende des 19. Jahrhunderts weitgehend erreicht wurde, mussten bei den weiterführenden Schulen Kompromisse eingegangen werden. Man begnügte sich mit einer separaten Mädchenbildung, die auf häusliche und karitative Funktionen ausgerichtet war. Für die Mädchen wurden „Höhere Töchterschulen“ eingerichtet, die sich im Lehrplan von den Gymnasien, die den Knaben vorbehalten waren, unterschieden und dementsprechend keinen Zugang zu den Universitäten ermöglichten.

Erst um die Jahrhundertwende, nachdem die Universitäten damit begonnen hatten, ihre Studiengänge auch den Frauen zu öffnen, kam es zu einer ersten Koedukationsdebatte. Der weibliche Sonderweg wurde nicht mehr hingenommen, und es wurde eine Egalität der Bildung beansprucht, die den Frauen den Zugang zu den Universitäten erlaubte. Eingelöst wurde das Postulat der gleichen Bildung über den Weg des koedukativen Gymnasialunterrichts oder über die Einrichtung besonderer Höherer Mädchenschulen, entweder Mädchengymnasien oder gymnasiale Zweige an Höheren Töchterschulen. Allerdings blieben die Höheren Schulen weit bis ins 20. Jahrhundert hinein nach Geschlechtern getrennt. Nur vereinzelt fanden Mädchen Aufnahme in Knabengymnasien.

Gleiche Bildung für beide Geschlechter impliziert nicht zwingend koedukativen Unterricht. Die Geschlechter können getrennt unterrichtet, aber mit dem gleichen Stoff bedient werden. Zwar ist Gleichheit der Inhalte bei geschlechtergetrenntem Unterricht die organisatorisch und ökonomisch aufwendigere Lösung, doch schienen *erzieherische* Gründe gegen den koedukativen Unterricht zu sprechen. Von der Koedukation wurde befürchtet, dass sie die Geschlechter vom eigentlichen Ziel des Unterrichts ablenke, ein zu frühes Interesse am anderen Geschlecht wecke und die Wesensbestimmung von Mann und Frau verfehle. So schrieb ein Leipziger Schuldirektor 1909: „Die Frauen sind weniger im Stande sich zu beherrschen als die Männer. Schon durch die grössere Reizempfindlichkeit, die lebhaftere Einbildungskraft und die geringe Neigung zum Überlegen und Nachdenken wird das Gefühl für objektive Wahrheit und Recht bei den Frauen gefährdet, sie messen die Richtigkeit am liebsten nach ihren Gefüh-

len ab und glauben an ihre eigenen Visionen; hinsichtlich des Wollens zeigt sich etwas Ähnliches“ (Mittenzwey, zit. nach Faulstich-Wieland, 1991, p. 38). Der Schuldirektor zog aus seiner Analyse didaktische Folgerungen, die dahin gingen, Mädchen und Knaben verschieden zu unterrichten. Die Koedukation sei durchaus angemessen bis zum Alter von zehn Jahren. Für die höheren Klassen und die höhere Bildung hielt er die Trennung der Geschlechter jedoch für unbedingt notwendig.

1.1.2 Differenz und Gleichheit

Die zweite Koedukationsdebatte fand in den 60er und 70er Jahren statt, als auch auf der Gymnasialstufe der koedukative Unterricht von Knaben und Mädchen gefordert und schliesslich eingeführt wurde. Dabei tauchten erneut erzieherische Bedenken gegenüber der gemeinsamen Unterrichtung der Geschlechter auf, fanden aber kaum mehr Gehör. Interessanterweise wurde nun auch genau gegenteilig argumentiert, indem vom koedukativen Unterricht eine besondere erzieherische Wirkung erwartet wurde. Vor allem glaubte man, die Anwesenheit der Mädchen hätte eine disziplinierende Wirkung auf das oft rüde Verhalten der Knaben (Spender, 1985). Die eigentlich erzieherische Frage, welche Auswirkungen der koedukative Unterricht auf die psychische Entwicklung von Mädchen und Knaben hat, spielte hingegen keine nennenswerte Rolle. Offensichtlich schien nun die Zeit für die Koedukation reif zu sein, und die schlichte Zusammenlegung der Geschlechter in gemeinsamen Schulklassen imponierte als eleganteste Lösung für das Gleichheitspostulat der Frauen. Wie Doris Knab bemerkt, verkörpert die koedukative Schule, so wie sie in den 60er und 70er Jahren verwirklicht wurde, keineswegs den Sieg der Koedukation als *pädagogischer* Idee. „Diese Schule ist schlicht die verwaltungstechnisch einfachste Umsetzung des Postulats gleicher Bildungschancen in Form flächendeckend gleicher Versorgung mit Schulangeboten“ (Knab, 1992, p. 152).

Als Argument für die Durchsetzung des koedukativen Unterrichts diente im wesentlichen die formale Gleichheit der Geschlechter. Der koedukative Unterricht galt als Zeichen realisierter Gleichberechtigung von Mädchen und Knaben im Bildungsbereich. Dementsprechend wurde auch der Erfolg der Koedukation rein formal gemessen, an der Frage nach der Gleichheit der Unterrichtung von Schülerinnen und Schülern. Ende der 70er Jahre war in der Schweiz diese formale Gleichheit der Geschlechter im höheren Bildungsbereich zumindest rechtlich gegeben. Sukzessive wurden Unterschiede in der Beschulung der Geschlechter auf den verschiedenen Schulstufen abgebaut. Eine Bestandesaufnahme, die Anfang der 90er Jahre von der Schweizerischen Konferenz der Kantonalen Erziehungsdirektoren in Auftrag gegeben wurde, zeigte, dass es nur mehr in wenigen Bereichen Unterschiede in den Fachinhalten und Beschulungsquoten zwischen den Geschlechtern gab (EDK, 1992).

Das Ziel der formalen Gleichstellung ist im wesentlichen erreicht worden, was auch die Angleichung der Maturitätsquoten zwischen den Geschlechtern zeigt. Inzwischen verfügen ebenso viele junge Frauen wie junge Männer über einen Maturitätsausweis (Statistisches Jahrbuch der Schweiz, 1996, p. 341, 347). Umso mehr musste erstaunen, als zu Beginn der 80er Jahre, zunächst im Ausland, dann allmählich auch in der Schweiz, erneut Vorbehalte gegenüber der Koedukation formuliert wurden. Es entwickelte sich eine neue, dritte Koedukationsdebatte.

In der dritten Koedukationsdebatte, in der wir noch mitten drin stehen, geht es nicht mehr (allein) um die Frage der *Gleichheit* der Geschlechter, sondern (auch bzw. wieder) um die Frage nach deren *Differenz*. Stand die Gleichheit im Fokus der zweiten Koedukationsdebatte, so führte dies geradezu zur Auflösung des Geschlechts als pädagogischer und politischer Kategorie. Der Diskurs der Gleichheit und Gleichstellung ist (paradoxaerweise) ein Diskurs der *Vergleichgültigung* von Geschlecht (Illich, 1983; Pasero, 1994). Doch insofern das Geschlecht als soziale Kategorie Wirklichkeit markiert, ist der Differenzdiskurs unvermeidlich. Gleichheit der Bildungschancen, so die Position der dritten Koedukationsdebatte, ist nur dann gegeben, wenn die Ungleichheit (der Geschlechter)⁶ mit in Rechnung gestellt und pädagogisch angemessen darauf reagiert wird. Die „Wiederentdeckung der Ungleichheit“ (Richter, 1986) setzte Bewegungen in Richtung Redifferenzierung des Bildungswesens in Gang.⁷

Dafür mitverantwortlich ist eine Wende im feministischen Diskurs. Das defizitäre Bild des Weiblichen scheint wesentlich mitbedingt zu sein von einer Eigentümlichkeit des abendländischen anthropologischen Denkens. Wie Georg Simmel zu Anfang des Jahrhunderts feststellte, besteht die Grundrelativität im Leben der menschlichen Gattung zwischen der Männlichkeit und der Weiblichkeit (Simmel, 1983, p. 52). Trotzdem wird diese Relativität nicht neutral – aus einer Metaperspektive, die der Relativität übergeordnet wäre – bestimmt, sondern die eine Seite der Relativität gibt die Norm zur Beurteilung des Ganzen. „Jene durchgehend menschliche, wohl in tiefen metaphysischen Gründen verankerte Tendenz, aus einem Paar polarer Begriffe, die ihren Sinn und ihre Wertbestimmung aneinander finden, den einen herauszuheben, um ihn noch einmal, jetzt in einer absoluten Bedeutung, das ganze Gegenseitigkeits- oder Gleichgewichtsspiel umfassen und dominieren zu lassen, hat sich an der geschlechtlichen Grundrelation der Menschen ein historisches Paradigma geschaffen“ (ebd., p. 52f). Insofern gibt Rousseaus Ambition auf eine *allgemeine* pädagogische Theorie, die sich bei näherer Betrachtung als eingegrenzt auf die *männliche* Erziehung herausstellt, eine gute Illustration für die Tendenz, das Allgemein-Menschliche am Massstab des Männlichen zu normieren.⁸ Es ist genau diese, zumeist implizit bleibende Gleichsetzung, die heute aufbricht und den Kern der aktuellen Koedukationsdebatte bildet.⁹

Die Perspektive der Differenz, die im neueren Feminismus herausgearbeitet bzw. reaktiviert worden ist, greift über die Forderung nach formaler Gleichheit hinaus, indem sie für die inhaltlichen Besonderheiten der Geschlechter Anerkennung fordert (Young, 1989). Erst diese erneute Zuwendung zur Differenz der Geschlechter (auf dem Hintergrund einer als unbestrittenen geltenden Gleichheit) vermag über die blossen Ko-Instruktion hinauszufragen und die Ko-Eduktion überhaupt als pädagogisches Thema zu lancieren. So betont Annedore Prengel

⁶ Das Argument bezieht sich nicht nur auf das Geschlecht, sondern auch auf andere Ungleichheiten (Kultur, Religion, Sprache etc.) (vgl. Taylor, 1993).

⁷ Wo sich die pädagogischen Klassiker der Kategorie des Geschlechts immerhin noch bewusst waren, scheint die Pädagogik der Nachkriegszeit nur mehr in allgemeinen, geschlechtslosen Begriffen gedacht zu haben (Faulstich-Wieland, 1995, Kap. 3).

⁸ Zum anthropologischen Fehler addiert sich ein logischer, der darin besteht, dass eine Differenz als Dichotomie verstanden wird (Jay, 1989).

⁹ Die Gleichsetzung des Menschlichen mit dem Männlichen gilt auch noch für den Feminismus der Generation von Simone de Beauvoir und Kate Millett (Young, 1989), der wesentlich die zweite Koedukationsdebatte beeinflusst hat.

die *Dialektik* von Gleichheit und Differenz. „Erziehung zu Gleichberechtigung beinhaltet sowohl die wechselseitige Anerkennung von Gleichheit als auch die wechselseitige Anerkennung von Verschiedenheit der Geschlechter“ (Prenzel, 1987, p. 31). Wenn die Zuwendung zur Differenz nicht mehr mit dem Makel des Defizits verbunden ist, dann kann sie auch lustvoller betrieben werden. So führt die Diskussion um die Frauenforschung dazu, „... überhaupt Unterschiede zwischen den Geschlechtern (wieder) zur Kenntnis zu nehmen“ (Faulstich-Wieland, 1995, p. 3). Dementsprechend treten in neueren Review-Studien, die mit der Methode der Meta-Analyse arbeiten, Geschlechterdifferenzen wieder etwas deutlicher zutage (Eagly, 1995).

In pädagogischer und didaktischer Hinsicht liegt die Herausforderung der jüngsten, dritten Koedukationsdebatte in der Forderung, Gleichheit und Differenz in der pädagogischen Theorie und Praxis *gleichermassen* zu berücksichtigen. „Es geht um Gleichheit und Differenz, um Natur und Kultur, um Eindeutigkeit und Mehrdeutigkeit. In diesem schillernden, ambivalenten, nicht reduzierbaren Rahmen liegt die Chance, Fragen des Geschlechterverhältnisses und der Erziehung thematisieren und sich praktisch auf sie beziehen zu können“ (Rang, 1994, p. 220). Wenn wir den Fehler, die eine Seite einer Differenz zugleich als deren Übergeordnetes (Einheit) zu verstehen, zu vermeiden vermögen, dann ist schwer zu sehen, wie das eine (Differenz) *unabhängig* vom anderen (Gleichheit) gedacht werden kann. Gleichheit und Differenz erweisen sich nun als *korrelative* Begriffe: das eine ist nicht ohne das andere zu haben. Nur wo Unterschiede sind, lässt sich fragen, was über die Unterschiede hinaus gleich ist. Unterscheiden sich Mann und Frau, so sind sie als Menschen gleich. Nichts stimmt differenzlos mit einem anderen überein, ausser es sei mit ihm identisch. Wo Identität besteht, da gibt es tatsächlich keinen Unterschied. Wo aber Gleichheit ist, besteht immer auch Ungleichheit. Wie Geneviève Fraisse zurecht sagt, stellt sich die Frage der Gleichheit „nur angesichts einer Wirklichkeit von Differenzen“ (Fraisse, 1995, p. 24).

1.2 Koedukation im Physikunterricht

Trotz der formalen Angleichung der Maturitätsquote der Frauen an diejenige der Männer bestehen im Sekundärbereich des schweizerischen Bildungssystems Ungleichheiten, die sich vor allem in *qualitativer* Hinsicht zeigen. Das Spektrum der Wahlen von Maturitätstyp, Beruf und Studienfach ist bei den Mädchen und Frauen deutlich enger als bei den Knaben und Männern. Des weiteren bevorzugen Frauen traditionelle, mit den überkommenen Attributen der Weiblichkeit assoziierte Berufe und Studienfächer (Bundesamt für Statistik, 1993, p. 43; EDK, 1992, p. 40ff.). Frauen sind insbesondere in den naturwissenschaftlich-technischen Berufen untervertreten. 1994 wurden nur gerade zehn Prozent der Diplome in den „Exakten Wissenschaften“ an Frauen vergeben, während sie unter den Diplomandinnen und Diplomanden der Sprach- und Literaturwissenschaften zu 66 Prozent vertreten waren. Fachrichtungen mit einem Frauenanteil von über 50 Prozent gehören fast durchwegs zur Gruppe der Geistes- und Sozialwissenschaften (Holenstein & Ryter, 1992, p. 47; Statistisches Jahrbuch der Schweiz, 1996, p. 349).

Auch wenn man annimmt, dass für das Wahlverhalten der Frauen Gründe verantwortlich sind, die in der Struktur der gesellschaftlichen Arbeitsteilung und in der Schwierigkeit der Vereinbarkeit heterogener Erwartungen an die weibliche Geschlechtsrolle liegen, ist ein Einfluss der Schule nicht von der Hand zu weisen. Die Traditionalität der weiblichen Studienwahlen ist denn auch mit ein Grund, weshalb sich die breite Verwirklichung des koedukativen Gymnasialunterrichts nur für kurze Zeit als unbestrittene Errungenschaft halten können. Bereits Ende der siebziger Jahre wurden erste Untersuchungen – vor allem aus den USA, Grossbritannien und Skandinavien – bekannt, die zeigten, dass Mädchen in koeduzierten Schulklassen andere Erfahrungen machen und anders behandelt werden als Knaben. Es ist auch deutlich geworden, dass Mädchen vor allem in den Fächern Physik und Chemie wenig gefördert werden, ihr Interesse wenig ausgeprägt ist und ihre Leistungen dementsprechend schwach bleiben.

Wenn wir für unsere Untersuchung den *Physikunterricht* als Forschungsfeld gewählt haben, dann deshalb, weil er das Thema Gleichheit und Differenz in pädagogischer Hinsicht *paradigmatisch* abhandeln lässt. Obwohl Mädchen und Knaben innerhalb des jeweils gewählten Maturitätstypus formal denselben Physikunterricht erhalten¹⁰, sind Interesse und Leistungen der Geschlechter deutlich verschieden. Wir verstehen dies als eine *Benachteiligung* der Frauen durch ein Bildungssystem, das die Geschlechterdifferenz sowohl theoretisch wie praktisch aus dem Bewusstsein ausgeschlossen hat. Dabei gehen wir davon aus, dass die Physik als Kerndisziplin der Naturwissenschaften betrachtet werden kann. Die Physik stand im Zentrum der naturwissenschaftlichen Revolution des 17. Jahrhunderts, von der Physik ging die Umwälzung des naturwissenschaftlichen Denkens Anfang des 20. Jahrhunderts aus, und die Physik ist eine wesentliche Grundlage der technischen Wissenschaften. Auch wenn Biologie und Chemie inzwischen ebenfalls grundlegende Bedeutung für das Verständnis des naturwissenschaftlich-technischen Denkens erlangt haben, bleibt der Stellenwert der Physik als Paradigma einer modernen Naturwissenschaft bestehen. Zudem eröffnen physikalisches und technisches Wissen den Zugang zu prestigeträchtigen Karrieremustern in unserer Gesellschaft. *Wenn es daher Frauen nicht gelingt, diesen zentralen Bereich unserer wissenschaftlichen Kultur zu erfassen, weisen sie in ihrer Bildung ein benachteiligendes Defizit auf.*

1.2.1 Problemstellung und Forschungsziele

In verschiedenen Untersuchungen erscheint die Physik im Urteil von Schülerinnen und Schülern als unbeliebtes Fach. Obwohl auch viele Knaben keine grosse Begeisterung zeigen, sind es vor allem die Mädchen, die den Physikunterricht wenig mögen. Dem geringen Interesse entsprechen vergleichsweise geringe Leistungen (Beaton, Martin, Mullis, Gonzalez, Smith & Kelly, 1996; Moser, 1992; Moser, Ramseier, Keller & Huber, 1997). Sowohl das Desinteresse der Mädchen als auch die Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern nehmen in Physik während der Adoleszenz zu (Häussler & Hoffmann, 1990; Hoffmann & Lehrke, 1986; Kubli, 1987). Da nicht anzunehmen ist, dass Mädchen für Physik weniger be-

¹⁰ Im Rahmen der alten Maturitätsanerkennungsverordnung (MAV). Mit dem neuen Maturitätsanerkennungsreglement (MAR) wird sich dies ändern, da den Schülerinnen und Schülern in einem bestimmten Rahmen Wahlfreiheit eingeräumt wird (Schwerpunkt- und Ergänzungsfächer).

gibt sind als Jungen (Beerman, Heller & Menacher, 1992, p. 29ff.; Hagemann-White, 1984; Maccoby, 1990; Menacher, 1994), nehmen wir an, dass die Probleme der Mädchen im Physikunterricht *motivationaler* Art sind und aus dem Zusammenspiel verschiedener Faktoren entstehen, die im folgenden kurz diskutiert werden (Herzog, 1996a).¹¹ Dabei beanspruchen wir nicht, eine systematische Darstellung der inzwischen umfangreichen Forschungslage zu geben, sondern anhand ausgewählter Studien die Voraussetzungen unseres Projekts zu illustrieren (1.2.1.1). Anschliessend erläutern wir die Fragestellung der Interventionsstudie (1.2.1.2). Im nächsten Abschnitt stellen wir die „Kriterien eines ‚mädchengerechten‘ Physikunterrichts“ vor, die wir unserer Studie zugrunde legen (1.2.2).

1.2.1.1 Zum Stand der Koedukationsforschung in der Naturwissenschaftsdidaktik

Verschiedene Studien zum *Interaktionsverhalten* in koedukativen Schulklassen zeigen eine stärkere Aufmerksamkeit der Lehrkräfte für die Knaben und unterschiedliche Reaktionen auf leistungs- und nicht-leistungsbezogenes Verhalten von Schülerinnen und Schülern (Brophy, 1985; Enders-Drägässer & Fuchs, 1989; Kelly, 1988). Während Mädchen insgesamt kaum weniger gelobt werden als Knaben, erhalten die letzteren mehr Tadel als die ersteren. Dabei scheint eine wesentliche Ursache dieser Geschlechterdifferenz in den häufigeren Unterrichtsstörungen durch Knaben zu liegen, während das Wohlverhalten der Mädchen insofern positiv aufzufallen scheint, als es die Klassenführung und die soziale Integration der Schulklasse erleichtert. Lehrkräfte neigen dazu, bei leistungsirrelevantem Verhalten die Mädchen eher zu loben und die Knaben eher zu tadeln. Umgekehrt trifft der Lehrtadel vergleichsweise stärker das Leistungsverhalten der Mädchen als dasjenige der Knaben (Dweck, Davidson, Nelson & Enna, 1978). Insbesondere im Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht interagieren Lehrkräfte weniger häufig und weniger intensiv mit den Schülerinnen als mit den Schülern (Brophy, 1985, p. 130f.; Kahle, 1988, p. 257; Kelly, 1988, p. 8f.).¹² Verglichen mit Sprachlehrkräften berichten Physik- oder Chemielehrkräfte über mehr Unterstützung und Beratung der Knaben und von einer längeren Wartezeit, bevor sie Knaben kritisieren und loben (Worrall & Tsarna, 1987). Es ist anzunehmen, dass die unterschiedliche Beachtung, die Mädchen in ihrem Leistungs- und Sozialverhalten erfahren, für den eher ungünstigen Verlauf ihrer Leistungsselbstwahrnehmung mitverantwortlich ist.

Tatsächlich neigen Mädchen zu eher ungünstigen *Attributionen* ihres Leistungsverhaltens. Die Attributionstendenzen von männlichen Personen sind generell eher selbstwert-erhöhend, insofern sie dazu neigen, Erfolge auf stabile internale Faktoren (Begabung) zurückzuführen und für Misserfolge (externale oder internale) variable Faktoren wie Pech oder mangelnde Anstrengung verantwortlich zu machen. Die Attributionstendenzen weiblicher Personen sind demgegenüber eher selbstwert-mindernd, da sie dazu tendieren, Erfolge auf variable und/oder externale Ursachen (Anstrengung, Glück oder Leichtigkeit der Aufgabe) zu beziehen, Misser-

¹¹ Ausführlicher gehen wir im Kapitel 3 auf Unterschiede im Interesse und in den Vorerfahrungen der Geschlechter ein. Unterschiede im schulischen Interaktionsverhalten werden im Kapitel 5 diskutiert.

¹² In den meisten Untersuchungen sind auf seiten der Lehrkräfte keine Geschlechtseffekte gefunden worden, d.h. die beobachteten Unterschiede im Verhalten gegenüber Mädchen und Knaben gelten sowohl für Lehrer wie für Lehrerinnen (Brophy, 1985, p. 137; Worrall & Tsarna, 1987).

folge dagegen eher auf internal-stabile Faktoren (Burgner & Hewstone, 1993; Beyer, 1990; Rustemeyer, 1988; Rustemeyer & Jubel, 1996; Ryckman & Peckham, 1987; Stipek & Gralinski, 1991; Tiedemann & Faber, 1995). Konsistent mit diesen Geschlechtsdifferenzen im Attributionsverhalten ist die Beobachtung, dass Mädchen im Mathematikunterricht mehr Zeit für Hausaufgaben und die sorgfältige Vorbereitung von Prüfungen verwenden als Knaben (Rustemeyer & Jubel, 1996, p. 20f.).

Allerdings ist nach wie vor wenig klar, inwiefern es sich bei den genannten Attributionstendenzen um Schuleffekte handelt. Ungünstige Wirkungen des Lehrerverhaltens können auch nicht in allen Fächern beobachtet werden (Eccles, 1989; Ryckman & Peckham, 1987). Es müssen daher weitere Bedingungen erfüllt sein, damit Schülerinnen die interaktionale Ungleichbehandlung durch die Lehrperson in Selbstwertdefizite und einen ungünstigen Attributionsstil umsetzen. Ausschlaggebend scheinen einerseits unterschiedliche außerschulische *Vorerfahrungen* mit den Inhalten des Unterrichtsfachs zu sein und andererseits Erwartungshaltungen bzw. *Vorurteile* der Eltern und der Lehrkräfte. Insgesamt machen Knaben im Rahmen ihrer vor- und außerschulischen Aktivitäten mehr Erfahrungen, die im Physikunterricht von Vorteil sind, als Mädchen: Umgang mit mechanischen und elektrischen Geräten, Auseinandernehmen und Zusammensetzen von Gegenständen, Modellbau, Mithilfe bei Reparaturen im Haushalt etc. (Johnson, 1987; Sjøberg & Imsen, 1988). Die Benachteiligung der Mädchen aufgrund ihrer geschlechtsspezifischen außerschulischen Erfahrungen werden verstärkt durch die im allgemeinen *geringen Erwartungen* der Eltern (insbesondere der Mütter) an den Leistungserfolg ihrer Töchter in Mathematik und Naturwissenschaften (Eccles & Jacobs, 1986; Parsons, Adler & Kaczala, 1982; Stöckli, 1989). Auch Lehrkräfte haben oft bescheidene Erwartungen an die Leistungsfähigkeit von Mädchen im Naturwissenschaftsunterricht (Stöckli, 1989; Tiedemann, 1995; Worrall & Tsarna, 1987). Dabei scheinen die Unterschiede in den Leistungserwartungen gegenüber Mädchen und Knaben zum Teil auch durch die dichotome Struktur der Schülerrolle bedingt zu sein. Wenn nämlich Unterricht möglich sein soll, dann müssen sich die Schülerinnen und Schüler sozial integrativ verhalten, was eher dem Stereotyp der weiblichen Geschlechtsrolle entspricht. Wenn der Unterricht sein curriculares Ziel erreichen soll, dann müssen Leistungen erbracht werden. Diese werden im allgemeinen in Konkurrenz mit den Mitschülerinnen und Mitschülern erzielt, was eher dem Stereotyp der männlichen Geschlechtsrolle entspricht. Benz, Pfeifer und Newman (1981) konnten zeigen, dass Lehrkräfte leistungsstarke Schülerinnen eher als männlich oder androgyn klassifizieren, leistungsschwache Schüler dagegen eher als weiblich oder in ihrem Geschlecht undifferenziert.

Es scheint, dass stereotype Erwartungen an das Verhalten und die Leistungen von Schülerinnen und Schülern in Fächern, die in ihrem Inhalt und Charakter *geschlechtstypisiert* werden, besonders ausgeprägt sind. Wie verschiedene Untersuchungen zeigen, ist das Bild, das sich Schülerinnen und Schüler von Physik und Chemie machen, stark männlich geprägt (Kahle, 1988; Weinreich-Haste, 1981). Sprachliche Fächer werden demgegenüber eher als weiblich wahrgenommen. Zur Geschlechtstypisierung der Fächer gehört auch, dass die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler, mit den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern später „etwas anfangen“ zu können, unterschiedlich ausgeprägt sind. Physik wird von Schülerinnen und Schülern als wichtig für typisch männliche Berufe beurteilt, während Biologie eher als wichtig für typisch weibliche Berufe wahrgenommen wird (Johnson, 1987, p. 473). Der anti-

zipierende Blick auf die Berufswelt trägt mit zum relativen Desinteresse der Mädchen an den Fächern Mathematik, Physik und Chemie bei.

Zusammengenommen geben die referierten Untersuchungen einen theoretischen und empirischen Rahmen für die Erklärung des relativ geringen Interesses von Mädchen an Fächern wie Mathematik, Physik und Chemie. Zugleich erlaubt dieser Rahmen die Entwicklung pädagogischer und didaktischer Massnahmen, die die bessere Integration von Mädchen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht anstreben.

1.2.1.2 Fragestellung

Aufgrund der vorangehend resümierten Studien zum koedukativen Naturwissenschaftsunterricht formulieren wir folgende Fragen für unser Projekt.

- Wodurch werden die Interessen, Erwartungen und Leistungen von Mädchen und Knaben im Physikunterricht bedingt? Welche Rolle spielen familiärer Kontext, Vorerfahrungen, Intelligenz, Selbstkonzept, schulische Motivation etc.?
- Welche didaktischen Kriterien muss ein Physikunterricht erfüllen, um den spezifischen Vorerfahrungen und Interessen von Mädchen gerecht zu werden, vor allem hinsichtlich Stoffauswahl, Integration des Vorverständnisses und Unterrichtsmethoden?
- Wie ist der Anfangsunterricht im Fach Physik der Sekundarstufe II zu gestalten, um die Interessen, Einstellungen und Leistungen der Mädchen zu verbessern?
- Wie sind Lehrerinnen und Lehrer für die Probleme von Mädchen im koedukativen Physikunterricht zu sensibilisieren? Welchen Stellenwert haben Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen im Vergleich zu Massnahmen auf der didaktischen Ebene?

Wir nehmen an, dass die Verbesserung des Physikunterrichts zugunsten von Mädchen einer doppelten Strategie zu folgen hat. Einerseits sind die *Lehrkräfte* für die besonderen Probleme von Mädchen im Physikunterricht zu *sensibilisieren*, andererseits sind *didaktische Massnahmen* zu treffen, die eine bessere Integration der Mädchen in den Unterricht erlauben. Für die Notwendigkeit sensibilisierender Massnahmen spricht die Beobachtung, dass sich Lehrkräfte ihres geschlechtsspezifischen Interaktionsverhaltens kaum bewusst sind (Brophy, 1985, p. 127; Enders-Drägässer & Fuchs, 1989; Kelly, 1988, p. 14).¹³

Für die Umsetzung der beiden Massnahmenbereiche – Sensibilisierung und Didaktik – sind verschiedene Strategien entwickelt worden, die im Abschnitt 1.3 ausführlich diskutiert werden. Die Strategien orientieren sich an einem *Kriterienkatalog*, der im folgenden Abschnitt vorgestellt wird.

¹³ Umgekehrt besteht die berechtigte Erwartung, dass eine erhöhte Sensibilität auch zu einem entsprechenden Verhalten führt, auch wenn kein enger Zusammenhang von Wahrnehmung (Einstellung) und Verhalten erwartet werden kann. Für eine neuere, schweizerische Studie im Bereich der Koedukation vgl. Fries-Gysin, Kassis & Vital, 1996, insbes. p. 26.

1.2.2 Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts

Die Kriterien für einen „mädchengerechten“ Physikunterricht sind auf der Grundlage unserer Analyse des Forschungsstandes und in Anlehnung an andere Projekte¹⁴ erarbeitet worden. Insgesamt unterscheiden wir *sieben* Kriterien, die zwischen einem fachlichen und einem personalen Pol liegen. Die beiden Pole bilden die Endpunkte einer Strecke, die als Basis des „didaktischen Dreiecks“ verstanden werden kann (vgl. Abb. 1).

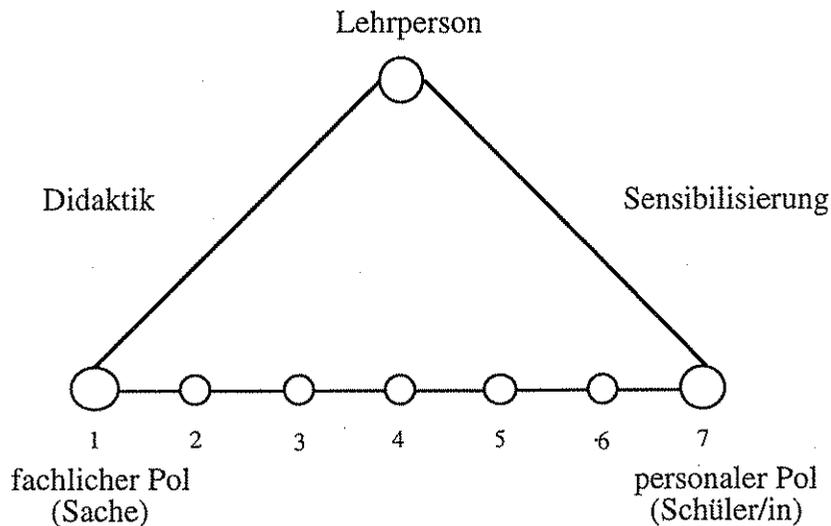


Abbildung 1: Sieben Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts

Insofern die der Basis gegenüberliegende Ecke des Dreiecks die Lehrkraft repräsentiert, zeigt die Abbildung auch, wie die didaktischen Massnahmen mit den Sensibilisierungsmassnahmen zusammenspielen. Indem die auf der Basis des Dreiecks aufgetragenen Kriterien auf die beiden Schenkel des Dreiecks projiziert werden, wird ersichtlich, dass die Kriterien nicht nur für die im engeren Sinne didaktische Seite des Projekts gelten, sondern auch für die pädagogische Seite, die wir über die Sensibilisierung der Lehrpersonen zu beeinflussen versuchen.

Im folgenden werden die sieben Kriterien kurz erörtert (für eine ausführlichere Darstellung vgl. Herzog, 1996a).

1. Der Unterricht ist so zu gestalten, dass auf die unterschiedlichen *Vorerfahrungen* der Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Physik und Technik Rücksicht genommen wird. Die Vorkenntnisse der Mädchen und Knaben sind didaktisch zu reflektieren. Der Unterricht soll sich in der Wahl von Beispielen und Illustrationen an den unterschiedlichen ausserschulischen Erfahrungen von Mädchen und Knaben orientieren.
2. 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 die Differenz von phänomenaler und modellhafter Wirklichkeit ersichtlich wird.

¹⁴ Zu nennen sind insbesondere Kieler Studien (Häussler & Hoffmann, 1990; Hoffmann & Lehrke, 1986).

ist eine Unterrichtssprache zu verwenden, bei der die Differenz von phänomenaler und modellhafter Wirklichkeit ersichtlich wird.

3. Der Unterricht ist hinsichtlich der Lehrstoffe *kontextuell* zu gestalten. Themen und Inhalte werden nicht abstrakt dargeboten, sondern in bezug auf deren Bedeutung für den Alltag oder für andere Disziplinen. 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 einem abstrakten Gegenstand Natur zu tun hat, sondern mit einem *Verhältnis*, das Menschen zu bestimmten Zwecken und aufgrund spezifischer Interessen mit der Natur eingehen.
4. Der Unterricht hat auf den besonderen *Lern- und Arbeitsstil* von Mädchen Rücksicht zu nehmen. Dieser ist eher kooperativ als kompetitiv. Den Mädchen ist ausreichend Zeit für das Lösen von Aufgaben einzuräumen. Gruppenarbeiten sind geschlechtshomogen durchzuführen. Es ist darauf zu achten, dass der expansive Umgang von Knaben mit technischen Geräten den aufgabenorientierten Lernstil von Mädchen nicht stört. Die Schülerinnen und Schüler sind möglichst aktiv am Unterricht zu beteiligen.
5. 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. Der Unterricht hat unvorteilhaften *Leistungsattributionen* entgegenzuwirken. Die Lehrkraft soll vermeiden, die bei Mädchen verbreitete Neigung, Misserfolge auf fehlende Begabung und Erfolge auf günstige äussere Umstände zurückzuführen, zu verstärken. Bei der Gestaltung des Unterrichts und bei den Interaktionen mit den Schülerinnen und Schülern ist darauf zu achten, dass auch die Mädchen in ihrem Leistungsselbstvertrauen gefördert werden.
7. Der Unterricht ist so zu gestalten, dass der Eindruck vermieden wird, Physik sei eine *Männerdomäne*. Die aktive Teilnahme am Physikunterricht darf für die Mädchen nicht in Widerspruch zur Entwicklung ihrer weiblichen Geschlechtsidentität geraten. Es ist zu vermeiden, dass der Physikunterricht zum Antistereotyp der weiblichen Geschlechtsrolle wird.

1.3 Forschungsdesign

Auf der Grundlage der im vorangehenden Abschnitt dargestellten Kriterien für einen „mädchengerechten“ Physikunterricht haben wir zwei Unterrichtseinheiten entwickelt und Massnahmen für die Sensibilisierung von Physiklehrkräften getroffen. Die Sensibilisierungsmassnahmen bestehen aus einer vor der Interventionsphase durchgeführten Sensibilisierung im engeren Sinn und aus verschiedenen Supervisionen während der Intervention. Im folgenden be-

richten wir über das Untersuchungsdesign (1.3.1), die Unterrichtseinheiten (1.3.2), die Sensibilisierung der Lehrpersonen (1.3.3) und die Supervision der Lehrpersonen (1.3.4).

1.3.1 Untersuchungsanlage und Interventionsgruppen

Ziel der Interventionsstudie ist die empirische Überprüfung der Wirksamkeit der beiden Massnahmenpakete Didaktik und Sensibilisierung in Schulklassen der Sekundarstufe II im Rahmen eines quasi-experimentellen Designs. Es wird erwartet, dass sowohl die Unterrichtung mit „mädchengerechten“ Unterrichtseinheiten als auch die Sensibilisierung und Begleitung der Lehrkräfte je einen eigenständigen Beitrag zur Verbesserung der Situation der Mädchen im Physikunterricht leisten. Dabei rechnen wir mit Effekten in den Bereichen Interesse, Einstellungen, leistungsbezogene Selbstwahrnehmung und Leistung im Physikunterricht.

Auf der Basis der beschriebenen Kriterien für einen „mädchengerechten“ Physikunterricht haben wir in Zusammenarbeit mit einer Gruppe von Lehrkräften, die die *Experimentalgruppe I* bilden, zwei Unterrichtseinheiten zur *Optik* und *Kinematik* entwickelt. Durch die Beteiligung an der Ausarbeitung der didaktischen Materialien wurden die Lehrkräfte der Experimentalgruppe I am stärksten in unser Projekt involviert. Sie haben sich nicht nur an der Entwicklungsarbeit für die Intervention beteiligt, sondern die beiden Unterrichtseinheiten in ihrem Unterricht auch selber durchgeführt. Des Weiteren sind sie von uns für die pädagogische Seite des Projektes sensibilisiert und während der Intervention supervidiert worden.

Eine zweite Gruppe von Lehrpersonen bildet die *Experimentalgruppe II*. Im Unterschied zur Gruppe I haben sich die Mitglieder der Gruppe II an der Entwicklung der Unterrichtseinheiten *nicht* beteiligt. Ansonsten stimmen sie von der Untersuchungsanlage her mit den Lehrkräften der Gruppe I überein.

Eine dritte Gruppe von Lehrpersonen bildet die *Experimentalgruppe III*. Diese Lehrkräfte sind weder sensibilisiert noch supervidiert worden. Sie haben sich auch nicht an der Entwicklung der Unterrichtseinheiten beteiligt, jedoch haben sie diese – wie die Experimentalgruppen I und II – in ihrem Unterricht durchgeführt.

Eine vierte Gruppe von Lehrkräften bildet schliesslich die *Kontrollgruppe*. Die Mitglieder dieser Gruppe haben sich weder an der Entwicklung der Unterrichtseinheiten beteiligt, noch haben sie diese in ihrem Unterricht durchgeführt. Sie sind von uns auch nicht sensibilisiert worden und haben keine Supervision erhalten. Die einzige Übereinstimmung mit den Experimentalgruppen I bis III liegt darin, dass die Lehrkräfte dieser Gruppe ebenfalls die beiden Themen Optik und Kinematik im gleichen zeitlichen Umfang unterrichteten, allerdings nach ihrem gewohnten didaktischen Vorgehen.¹⁵

¹⁵ Wir bedanken uns herzlich bei allen Lehrkräften, die sich an unserer Untersuchung beteiligt haben. Die Namen der Lehrkräfte sind im Anhang dieses Berichts aufgeführt.

Tabelle 1: Überblick über Projektdesign und Projektverlauf

	Expgr. I	Expgr. II	Expgr. III	Kontrgr.
Jan. 95 bis Sept. 95	In Zusammenarbeit mit der Projektgruppe Entwicklung der Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik			
Aug. 95	Eingangserhebung	Eingangserhebung	Eingangserhebung	Eingangserhebung
Aug. 95	Sensibilisierung I und II	Sensibilisierung I und II		
Aug. 95 bis Sept. 96	Durchführung der Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik	Durchführung der Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik	Durchführung der Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik	normaler Unterricht in Optik und Kinematik
Okt. bis Dez. 95	Supervision I: Intervention	Supervision I: Intervention		
Okt. bis Dez. 95	Supervision II: qualitative Interviews	Supervision II: qualitative Interviews		
Nov. 95	Supervision III: Rückmeldung von Ergebnissen der Eingangserhebung	Supervision III: Rückmeldung von Ergebnissen der Eingangserhebung		
Dez. 95/ Jan. 96	Wissenstest Optik	Wissenstest Optik	Wissenstest Optik	Wissenstest Optik
Jan./ Feb. 96	Supervision IV: Unterrichtsbeobachtung	Supervision IV: Unterrichtsbeobachtung		
Jan. bis Sept. 96	Wissenstest Kinematik	Wissenstest Kinematik	Wissenstest Kinematik	Wissenstest Kinematik
Jan. bis Sept. 96	Schlusserhebung	Schlusserhebung	Schlusserhebung	Schlusserhebung

Um die erwarteten Effekte überprüfen zu können, sind bei den Schülerinnen und Schülern zu insgesamt drei Zeitpunkten Messungen vorgenommen worden: eine Anfangserhebung vor Beginn der Intervention, eine Zwischenerhebung nach Abschluss der ersten Unterrichtseinheit und eine Schlusserhebung nach Beendigung der zweiten Unterrichtseinheit (vgl. Kap. 2). Tabelle 1 gibt eine Gesamtdarstellung von Projektdesign und Projektverlauf.

Wie Tabelle 1 entnommen werden kann, ist die Intervention auf ein halbes Schuljahr angelegt worden. Die streuenden Zeiten in der zweiten Projekthälfte sind Ausdruck der Tatsache, dass wir es mit Klassen unterschiedlichen Schultyps zu tun hatten, die je nachdem während zwei oder drei Physiklektionen pro Woche unterrichtet wurden. Dazu sind in einzelnen Klassen Lektionsausfälle gekommen (Studienwochen, Abwesenheit der Lehrkraft u.a.), was sich ebenfalls auf die Dauer der Intervention auswirkte. Die Unterschiede zeigen sich besonders deutlich bei der dritten Messung, d.h. beim Abschluss der zweiten Unterrichtseinheit.

1.3.2 Entwicklung der Unterrichtseinheiten

Für die Entwicklung der beiden Unterrichtseinheiten „Geometrische Optik“ und „Kinematik“ bildeten die Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts (vgl. Abschnitt 1.2.2) den Hauptbezugspunkt. Die Kriterien lagen den an der Erarbeitung der Unterrichtseinheiten beteiligten Lehrkräften der Experimentalgruppe I in Form von konkreten Fragen („Checkliste I“) vor und wurden im Verlaufe der Entwicklungsarbeit immer wieder zur Kontrolle herbeigezogen (vgl. Anhang zu diesem Band).

Drei weitere Rahmenbedingungen für die Erstellung der beiden Unterrichtseinheiten waren die folgenden: (1) Es galt 20 Lektionen pro Einheit zu erarbeiten. (2) Die Einheiten hatten lehrplankonform zu sein. (3) Sie sollten keinen besonderen apparativen und zeitlichen Aufwand erfordern, der eine Umsetzung in einer durchschnittlichen Schweizer Mittelschule verunmöglichen würde.

Die Lehrkräfte der Experimentalgruppe I trafen sich zwischen Januar und August 1995 ungefähr alle zwei Wochen zu gemeinsamen Sitzungen, die von einem Mitglied des Projektteams geleitet wurden. Zunächst arbeiteten alle Beteiligten ein Grobkonzept für die Entwicklung der Unterrichtseinheiten aus. Danach erfolgte eine Arbeitsteilung: Je drei Personen bildeten eine Untergruppe, die für die Ausarbeitung von je einer Unterrichtseinheit zuständig war. In den gemeinsamen Sitzungen wurden die Ergebnisse der Untergruppen vorgestellt, kommentiert und ergänzt.

1.3.2.1 Unterrichtseinheit Optik

Die Unterrichtseinheit Optik trägt das Leitmotiv „Wir sehen und machen Bilder“. Sie ist in fünf Blöcke gegliedert. Im Block 1 brachten die Jugendlichen in Form eines Brainstorming und einer Netzdarstellung („mind map“) ihre Vorkenntnisse ein. Im Block 2 wurden anhand von eigenen Experimenten die Grundeigenschaften von Licht und Schatten erarbeitet. In Block 3 wurde das Thema „Reflexion“ behandelt, wobei die Beobachtung der Lichtreflexion nicht auf einer ebenen, sondern auf einer gekrümmten Fläche erfolgte. In Block 4 galt es, sich in die Perspektive eines Fisches im Wasser zu versetzen und die Brechung am Beispiel der beiden Medien Luft und Wasser zu diskutieren. Block 5 beinhaltete einerseits die Zerlegung des Lichts in seine Spektralfarben, was von den Jugendlichen mittels eigener Experimente untersucht wurde. Andererseits wurde die Entstehung der Farben durch subtraktive Farbmischung von der Lehrperson demonstriert. Der Block 6, überschrieben mit „Atmosphärisches und Technisches“, umfasste zeitlich etwas mehr als einen Drittel der Unterrichtseinheit und stand ganz im Zeichen von Schüleraktivitäten und Gruppenarbeiten zu Themen wie Regenbogen, Fata Morgana, Camera obscura, menschliches Auge und optische Geräte. In Form von Vorträgen und Plakaten wurden den Mitschülerinnen und Mitschülern die durchgeführten Experimente und deren Ergebnisse vorgestellt.

1.3.2.2 Unterrichtseinheit Kinematik

Das Leitmotiv der Unterrichtseinheit Kinematik lautete: „Bewegung ist Leben, Leben ist Bewegung“. Im Block 1 brachten die Schülerinnen und Schüler anhand eines Klassenexperi-

ments (Rollschuhfahrt auf der schiefen Ebene) ihr Vorwissen ein. Im Block 2 beobachteten die Jugendlichen klassen- oder gruppenweise vor Ort verschiedene alltägliche Bewegungsarten (z.B. Fahrzeuge in Quartierstrassen, Beschleunigungen von anfahrenen bzw. abbremsenden Zügen). Anschliessend ging es um die selbständige Planung und Durchführung von Feldexperimenten zu Fragestellungen, die mit der Beschleunigung zu tun hatten: Wie gross sind die Beschleunigung und die momentane bzw. mittlere Geschwindigkeit einer Sprinterin, einer Fahrrad-, Mofa-, Rollerbladfahrerin oder eines rennenden Hundes? Block 3 hatte zur Zielsetzung, den Jugendlichen den Wechsel von realen zu idealen Bewegungsabläufen und die Möglichkeit der Beschreibung von Bewegungen mit mathematischen Hilfsmitteln aufzuzeigen. Anhand von Lehrerexperimenten wurden den Klassen im Block 4 einige Methoden der naturwissenschaftlichen Forschung erläutert. Die Fragestellung lautete: Wie gelangen Physikerinnen und Physiker vom natürlichen Phänomen zur modellhaft beschreibenden Formel? Ähnlich wie in der Optik bot der abschliessende Block 5 ausgiebig Zeit, sich mit fachübergreifend angelegten Fragen auseinanderzusetzen. Wiederum wurde Wert auf eine schülerorientierte Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Arbeiten gelegt. Die auf Postern graphisch dargestellten Resultate wurden im Klassenverband diskutiert.

1.3.3 Sensibilisierung

Vor Beginn der Intervention wurden die Lehrkräfte der Experimentalgruppen I und II während zweier Halbtage für die Probleme des koedukativen Physikunterrichts sensibilisiert. Zielsetzung des ersten Sensibilisierungshalbtages war die Schaffung eines Problembewusstseins für die Koedukation im allgemeinen und die Problematik der Mädchen im koedukativen Physikunterricht im besonderen. Dazu wurden Fragen zum koedukativen Schulunterricht, die den Lehrpersonen vor dem Treffen zugeschickt worden waren, diskutiert und in Form einer Wandzeitung präsentiert. In der zweiten Hälfte des ersten Halbtages hatten die Lehrkräfte Gelegenheit, sich anhand eines Parcours über weitere Aspekte der Koedukationsproblematik zu informieren: geschlechtsspezifische Sozialisation, Beliebtheit der Physik, geschlechtstypische Schul- und Studienlaufbahnen.¹⁶ In der anschliessenden Plenumsdiskussion sind vor allem die Auswirkungen geschlechtsspezifischer Begabungszuschreibungen und das Verhalten der Lehrkraft zur Sprache gekommen.

Am zweiten Sensibilisierungshalbtag ging es im wesentlichen darum, Richtlinien für einen reflexiven, die Vorerfahrungen und Interessen beider Geschlechter gleichermassen berücksichtigenden Physikunterricht zu entwickeln. Dazu wurde sowohl in Gruppen als auch im Plenum gearbeitet. Zum Abschluss des zweiten Halbtages wurden die wichtigsten Punkte eines „mädchengerechten“ Physikunterrichtes in Form einer zweiten Checkliste festgehalten (vgl. Anhang zu diesem Band). Wie die erste Checkliste (vgl. Abschnitt 1.3.2) bestand die „Checkliste II“ aus einer Reihe von konkreten Fragen, die der Umsetzung eines „mädchengerechten“ Physikunterrichtes dienen sollten. Die im Anschluss an die Sensibilisierung vom

¹⁶ Der Parcours wurde im Rahmen eines Forschungspraktikums, das von Studierenden an der Abteilung Pädagogische Psychologie und der Abteilung für das Höhere Lehramt besucht und von zwei Mitgliedern des Projektteams geleitet wurde, erarbeitet. Bei der Durchführung des Parcours waren Eva-Maria Fischli-Hof, Donatina Mauderli, Marlene Weber und Beat Schären anwesend. Wir danken den Studierenden herzlich für ihre Mitarbeit.

Projektteam bereinigte Checkliste II wurde den Lehrkräften vor Beginn der Intervention in einer schriftlichen Fassung zugeschickt. Sie bildete auch die Grundlage für die gegenseitige Unterrichtsbeobachtung im Rahmen der Supervisionsaktivitäten.

1.3.4 Supervision

Während der Durchführung der Interventionsstudie fanden in den Experimentalgruppen I und II Supervisionen statt, mit denen die Sensibilisierung der Lehrpersonen weitergeführt und vertieft werden sollte. Zielsetzung der Supervisionen war, den Lehrpersonen Rückmeldungen über ihre Unterrichtsführung zu geben. Insgesamt wurden vier Supervisionen durchgeführt. Die erste bestand darin, dass sich je zwei Lehrkräfte der Experimentalgruppen I und II in der Zeit von August bis Dezember 1995 im Unterricht gegenseitig hospitierten und ihren Unterricht bezüglich der in Checkliste II festgelegten Kriterien evaluierten (Intervision). Die zweite Supervision beruhte auf Interviews und Gesprächen, die von einem Projektmitglied mit den einzelnen Lehrkräften der Experimentalgruppen I und II durchgeführt wurden (vgl. Kap. 4). Als dritte Massnahme wurden mit den Lehrkräften der Gruppen I und II erste Ergebnisse der Eingangserhebung diskutiert (Einstellung und Erwartungen an den Physikunterricht, Leistungsmotivation, schulbezogene Selbstwahrnehmung usw.). Als vierte Massnahme wurden im Lauf der Intervention in den Klassen der beiden Experimentalgruppen I und II Unterrichtsbeobachtungen durchgeführt, deren Ergebnisse den Lehrkräften bekannt gegeben wurden (vgl. Kap. 5).

2 Stichprobe und Erhebungsinstrumente

In diesem Kapitel geht es im ersten Teil um die Beschreibung der Stichprobe. Dargestellt werden die Zusammensetzung der Klassen (2.1.1), die familiären Verhältnisse der Schülerinnen und Schüler (2.1.2) und deren soziale Herkunft (2.1.3) sowie die Präsenz von Personen im Verwandten- und Bekanntenkreis, die einem naturwissenschaftlich-technischen Beruf nachgehen und/oder ein naturwissenschaftlich-technisches Studium absolviert haben (2.1.4). Ausserdem werden demographische Daten der Lehrpersonen vorgestellt (2.1.5). Im zweiten Teil werden die zur Datenerhebung verwendeten Instrumente vorgestellt. Dies sind: Je ein Fragebogen der vor der Intervention den Schülerinnen und Schülern und den Lehrpersonen vorgelegt wurde (2.2.1), ein während der Intervention mit den Lehrpersonen der Experimentalgruppen I und II durchgeführtes Interview (2.2.2), eine während der Intervention in den Klassen der Experimentalgruppen I und II durchgeführte Unterrichtsbeobachtung (2.2.3), zwei jeweils nach Abschluss der beiden Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik durchgeführte Wissenstests (2.2.4) und je ein Fragebogen, der den Schülerinnen und Schülern sowie den Lehrpersonen nach Abschluss der Intervention vorgelegt wurde (2.2.5).

2.1 Beschreibung der Stichprobe

2.1.1 Zusammensetzung der Klassen

An der Untersuchung haben insgesamt 614 Schülerinnen und Schüler in 31 Gymnasial- und Seminarklassen aus der Deutschschweiz (Kantone Aargau, Bern, Schwyz, Solothurn, Thurgau und Zürich) teilgenommen. 21 der an der Untersuchung beteiligten Klassen stammen aus einem städtischen, 10 aus einem ländlichen Einzugsgebiet.

Von den 31 Klassen konnten 22 den drei Experimentalgruppen und 9 der Kontrollgruppe zugewiesen werden. Die Klassen wurden von 22 Lehrern und 3 Lehrerinnen unterrichtet. 19 Lehrpersonen unterrichteten je eine, sechs je zwei an der Intervention beteiligte Klassen. Während der Intervention mussten zwei vom gleichen Lehrer unterrichtete Klassen der Kontrollgruppe aus der Untersuchung ausgeschieden werden, da sich die Lehrperson nicht an die thematischen Vorgaben gehalten hatte.

Einen Überblick über die Eckdaten der Untersuchung liefert Tabelle 2.1. An den verschiedenen Datenerhebungen haben aus verschiedenen Gründen (Abwesenheit, Aus- und Neueintritte, Schülerinnen und Schüler in einem Austauschprogramm) nicht alle Schülerinnen und Schüler teilgenommen.

Tabelle 2.1: Eckdaten zur Gesamtstichprobe

	Anzahl Schülerinnen und Schüler
Schülerinnen und Schüler insgesamt:	614
Eingangserhebung Fragebogen:	581
Eingangserhebung Intelligenz- und Vorwissenstests:	574
Schlusserhebung Fragebogen:	508
Optiktest:	573
Kinematiktest:	524
alle Erhebungen:	470
Eingangserhebung, Optik- und Kinematiktest:	501
Eingangserhebung und Optiktest:	568
Eingangserhebung und Kinematiktest:	509
Eingangserhebung und Schlusserhebung:	487
Optik- und Kinematiktest:	510
Optiktest, Kinematiktest und Schlusserhebung:	477
Optiktest und Schlusserhebung:	488
Kinematiktest und Schlusserhebung:	489
Unterrichtsbeobachtungen (12 Klassen der Expgr. I und II):	199
Zeugnisnoten:	589

31 bzw. 26 Klassen (zwei Klassen sind im Laufe des Projektes ausgeschieden, drei Klassen sind reine Mädchenklassen)

25 bzw. 24 Lehrpersonen (eine Lehrperson ist im Laufe des Projektes ausgeschieden; 6 Lehrpersonen haben zwei am Projekt beteiligte Klassen unterrichtet)

Über die Verteilung der Variablen Geschlecht und Schultypus auf die vier Untersuchungsgruppen geben die Tabellen 2.2 bis 2.4 Auskunft.

Tabelle 2.2: Zusammensetzung der Untersuchungsgruppen differenziert nach Schul- und Maturitätstypus

Unters.gr.	Schul- bzw. Maturitätstypus						Summe
	A	B	C	D	E	Seminar	
Expgr. I	3	14	7	35	0	40	99
Expgr. II	0	20	0	64	24	79	187
Expgr. III	3	14	0	48	0	80	145
Kontrgr.	2	19	14	0	80	68	183
Total	8	67	21	147	104	267	614

Tabelle 2.3: Zusammensetzung der Untersuchungsgruppen differenziert nach Geschlecht

Unters.gr.	Geschlecht		Summe
	Mädchen	Knaben	
Expgr. I	68	31	99
Expgr. II	136	51	187
Expgr. III	101	44	145
Kontrgr.	103	80	183
Total	408	206	614

Tabelle 2.4: Zusammensetzung der Untersuchungsgruppen differenziert nach Klassengrösse, Schul- und Maturitätstypus und Jungenanteil

Klasse	Klassengrösse	Schul- bzw. Maturitätstypus	Jungenanteil in %	Jungenanteil in % pro Gruppe ¹
Expgr. I Klasse 1	8	A/B	37.5	
Expgr. I Klasse 2	7	C	28.6	
Expgr. I Klasse 3	18	A/B/D	38.9	
Expgr. I Klasse 4	24	D	29.2	
Expgr. I Klasse 5	20	Seminar	50.0	
Expgr. I Klasse 6	20	Seminar	0	36.8
Expgr. II Klasse 1	23	Seminar	0	
Expgr. II Klasse 2	24	Seminar	50.0	
Expgr. II Klasse 3	20	Seminar	35.0	
Expgr. II Klasse 4	24	D	33.3	
Expgr. II Klasse 5	18	D	0	
Expgr. II Klasse 6	20	B	40.0	
Expgr. II Klasse 7	22	D	27.3	
Expgr. II Klasse 8	17	Seminar	35.3	
Expgr. II Klasse 9	18	Seminar	22.2	39.7
Expgr. III Klasse 1	21	Seminar	23.8	
Expgr. III Klasse 2	24	D	20.8	
Expgr. III Klasse 3	19	D/Seminar	47.4	
Expgr. III Klasse 4	17	A/B	23.5	
Expgr. III Klasse 5	21	D	33.3	
Expgr. III Klasse 6	21	Seminar	33.3	
Expgr. III Klasse 7	20	Seminar	30.0	30.3
Kontrgr. Klasse 1	23	E	56.5	
Kontrgr. Klasse 2	21	A/B	42.9	
Kontrgr. Klasse 3	14	C	71.4	
Kontrgr. Klasse 4	24	Seminar	41.7	
Kontrgr. Klasse 5	23	Seminar	30.4	
Kontrgr. Klasse 6	14	E	57.1	
Kontrgr. Klasse 7	21	Seminar	38.1	48.3
Total	566 ²			37.5

¹) Die Mädchenklassen werden in dieser Spalte nicht berücksichtigt.

²) Die Differenz zwischen der Summe der Klassengrössen und der Gesamtzahl der am Projekt beteiligten Schülerinnen und Schüler von 614 ergibt sich dadurch, dass während der Intervention Fluktuationen stattgefunden haben.

Wie die Tabelle 2.2 zeigt, ist die Zusammensetzung der Schülerschaft in den vier Untersuchungsgruppen nach Schul- bzw. Maturitätstypus recht heterogen. Der Maturitätstypus C beispielsweise ist nur in der Experimentalgruppe I und in der Kontrollgruppe vertreten. Seminaristinnen und Seminaristen sowie Schülerinnen und Schüler des Maturitätstypus D sind in der Experimentalgruppe II übervertreten.

Die beiden Geschlechter verteilen sich ebenfalls ungleich über die vier Untersuchungsgruppen und die einzelnen Klassen (vgl. Tab. 2.3). Drei der Schulklassen sind reine Mädchenklassen ($N = 61$) und werden als nicht koeduziert unterrichtete Klassen aus den Vergleichsanalysen ausgeschlossen. In sieben weiteren Klassen beträgt der Anteil der männlichen Jugendlichen weniger als 30%, so dass diese dem ursprünglich auf diesen Prozentsatz festgesetzten Mindestanteil eines Geschlechts nicht entsprechen. Sie wurden gleichwohl in die Analysen einbezogen, da wir jeweils Gruppenvergleiche angestellt haben und dabei die Klassen pro Gruppe als Einheit behandelt haben. Innerhalb der Gruppe fällt der Jungenanteil aber nicht unter 30%.

Dass es nicht möglich gewesen ist, eine relativ homogene Zusammensetzung der Untersuchungsgruppen zu erlangen, ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Die Heterogenität ist zum einen durch die Rekrutierungsschwierigkeiten der Lehrpersonen bedingt. Zwar gab es viele Lehrpersonen, die sich gerne am Projekt beteiligt hätten, aber nicht daran teilnehmen konnten, weil sie die Teilnahmebedingungen (Anfangsunterricht Physik, 30%-Geschlechterquote, Behandlung der Stoffgebiete Optik und Kinematik in der vorgegebenen Reihenfolge) nicht erfüllten. Um die Mindestzahl von fünf Klassen pro Untersuchungsgruppe zu erreichen, waren deshalb zusätzliche Anstrengungen notwendig. Des weiteren ist die Heterogenität der Klassen und Untersuchungsgruppen dadurch bedingt, dass die Lehrpersonen bis kurz vor Beginn der Intervention nicht wussten, wie die Geschlechterverteilung in ihren Klassen aussehen würde. So kam es, dass in einigen Klassen die 30%-Geschlechterquote nicht eingehalten werden konnte. Der relativ tiefe prozentuale Anteil der Knaben ist zudem darauf zurückzuführen, dass an der Untersuchung viele Klassen aus Seminarschulen teilgenommen haben, die häufiger von Mädchen als von Knaben besucht werden.¹

2.1.2 Familiäre Verhältnisse der Schülerinnen und Schüler

Das Durchschnittsalter der an der Untersuchung beteiligten Schülerinnen und Schüler beträgt 17.1 Jahre (Altersspanne: 16 - 19 Jahre). Über die familiären Verhältnisse der Jugendlichen zum Zeitpunkt der Eingangserhebung geben die Tabellen 2.5 und 2.6 Auskunft.

¹ Zur Zeit der Untersuchung lag der prozentuale Anteil der weiblichen Jugendlichen, die eine auf Unterrichtsberufe vorbereitende Ausbildung der Sekundarstufe II besuchten, bei 80.3%; in den Maturitätsschulen lag er bei 51.1% (Bundesamt für Statistik, 1996, p. 17f.).

Tabelle 2.5: Familiäre Verhältnisse der Schülerinnen und Schüler

Familientypus	absolut	%
Kernfamilie (biologische Elternschaft beider Eltern)	477	82.1
Familie mit Stiefmutter oder -vater	16	2.8
Familie mit Pflegemutter oder -vater	2	0.3
Familie mit Freund der Mutter oder Freundin des Vaters	9	1.5
Alleinerziehende Mutter, Stief- oder Pflegemutter	63	10.8
Alleinerziehender Vater, Stief- oder Pflegevater	12	2.1
Andere Familienformen	2	0.4
Total	581	100.0
Keine Angaben/Missing	33	

Tabelle 2.6: Anzahl Geschwister

Anzahl Geschwister			Vergl. werte CH
	absolut	%	1990 in % ¹
keine Geschwister	48	8.3	25.8
1 Geschwister	260	45.0	50.2
2 Geschwister	174	30.1	18.7
3 Geschwister	75	13.0	4.2
4 und mehr Geschwister	21	3.6	1.1
Total	578	100.0	100.0
Keine Angaben/Missing	36		

¹ Altersgruppe der 16-19jährigen, die 1990 eine Maturitätsschule besucht haben (Quelle: Bundesamt für Statistik, 1990). Aktuellere Zahlen liegen uns nicht vor. In der Volkszählung aus dem Jahr 1990 wurde lediglich zwischen Jugendlichen, die eine Maturitätsschule und solchen die eine andere oder keine Ausbildung absolvieren, differenziert.

Die Mehrheit der Jugendlichen lebte zum Zeitpunkt der Eingangserhebung in einer Familie, in der beide Eltern im gleichen Haushalt wohnten (82.1%). Bei 4.6% der Fälle waren Familienverhältnisse gegeben, in denen ein Elternteil nicht der biologischen Elternschaft entsprach. 10.8% lebten mit der alleinerziehenden Mutter beziehungsweise einer alleinerziehenden Stief- oder Pflegemutter und 2.1% mit dem alleinerziehenden Vater beziehungsweise einem alleinerziehenden Stief- oder Pflegevater zusammen. Diese Zahlen entsprechen in etwa denjenigen, die bei der Volkszählung im Jahre 1990 erhoben worden sind: 85.4% der 16-19jährigen Jugendlichen, die 1990 eine Maturitätsschule besucht haben, lebten in einem Ehepaar- oder Konsensualpaarhaushalt, 12.2% zusammen mit der alleinerziehenden Mutter,

Stief- oder Pflegemutter beziehungsweise dem alleinerziehenden Vater, Stief- oder Pflegevater (Bundesamt für Statistik, 1990).²

Verglichen mit der schweizerischen Wohnbevölkerung zeichnet sich unsere Stichprobe durch einen überproportional hohen Anteil an kinderreichen Familien aus. Während in der Altersgruppe der 16-19jährigen, die im Jahre 1990 eine Maturitätsschule besucht haben, der Anteil an Einzelkindfamilien im gesamtschweizerischen Durchschnitt 25.8% ausmacht, beträgt er in der Stichprobe lediglich 8.3%. Schülerinnen und Schüler, die mit zwei oder mehr Geschwistern aufwachsen, sind im Vergleich zur Gesamtbevölkerung ebenfalls überdurchschnittlich stark vertreten. Auch bei den Familien mit 5 oder mehr Kindern liegt er höher. Lediglich der Anteil Familien mit zwei Kindern liegt annähernd im Bereich des gesamtschweizerischen Durchschnitts, wobei der Wert in unserer Stichprobe etwas tiefer als dieser ist.

Von geringfügigen Abweichungen abgesehen, gehen die Väter einer 100%igen Erwerbstätigkeit nach, wohingegen die Erwerbsarbeit der Mütter von 0 bis 100% variiert. In der nachfolgenden Tabelle 2.7 ist deshalb nur das Ausmass der Erwerbstätigkeit der Mütter aufgeführt.

Tabelle 2.7: Erwerbstätigkeit der Mutter

Erwerbstätigkeit der Mutter	absolut	%
Nicht erwerbstätig	220	39.4
Teilzeitstelle unter 25%	54	9.7
Teilzeitstelle über 25% und unter 50%	72	12.9
Teilzeitstelle über 50% und unter 75%	104	18.5
Teilzeitstelle über 75%/Vollzeitstelle	109	19.5
Total	599	100.0
Keine Angaben/Missing	55	

60.6% der Mütter gehen einer Erwerbstätigkeit nach. Davon sind 37.2% zu weniger als 50% und 62.8% zu mehr als 50% erwerbstätig. Im Vergleich zur Gesamtbevölkerung ist der Anteil erwerbstätiger Mütter bedeutend höher als die gesamtschweizerische Frauenerwerbsquote, die bei 42.3% liegt (Statistisches Jahrbuch der Schweiz, 1997, p. 107).³ Sieht man sich die Zahlen zur Erwerbstätigkeit der Frauen aus dem Jahre 1990 an, so waren 16.0% der Mütter mit einem Kind, das eine Maturitätsschule besuchte, vollerwerbstätig, 42.8% teilerwerbstätig und 41.2% nicht erwerbstätig beziehungsweise arbeitslos (Bundesamt für Statistik, 1990).⁴ Vergleicht man die Mütter, die zum Zeitpunkt der Eingangserhebung mehr als 75% erwerbstätig gewesen sind, mit denjenigen, die im Jahre 1990 vollerwerbstätig waren, so ist ihre Quote um

² Aktuellere Zahlen liegen uns nicht vor. In der Volkszählung aus dem Jahr 1990 wurde lediglich zwischen Jugendlichen, die eine Maturitätsschule und solchen die eine andere oder keine Ausbildung absolvieren, differenziert. Des weiteren stimmt die Kategorisierung der Familienformen nicht mit unserer Kategorisierung überein. So wurde beispielsweise nicht zwischen der biologischen und der sozialen Elternschaft unterschieden.

³ Dieser Prozentsatz bezieht sich auf alle Alterskategorien in der Schweiz wohnhafter Frauen und ist nicht nach der Altersgruppe der Kinder differenziert.

⁴ In der Volkszählung aus dem Jahr 1990 wurde die Erwerbstätigkeit der Mütter lediglich nach Vollerwerbstätigkeit, Teilerwerbstätigkeit, Arbeitslosigkeit und Nichterwerbstätigkeit differenziert.

etwas höher als der Durchschnitt.⁵ Der prozentuale Anteil der Mütter, die in unserer Stichprobe eine Teilzeitstelle zwischen 0 und 75% besitzen, liegt bei 41.1%, was in etwa dem gesamtschweizerischen Durchschnitt im Jahre 1990 entspricht.⁶ Was den prozentualen Anteil der Nichterwerbstätigen anbelangt, so liegt er in unserer Stichprobe etwas tiefer als der gesamtschweizerische Durchschnitt im Jahre 1990.

2.1.3 Soziale Herkunft der Schülerinnen und Schüler

Zur Kennzeichnung des Sozialstatus der Eltern sind der Schulabschluss des Vaters (Tab. 2.8) und die gegenwärtige Berufstätigkeit des Vaters (Tab. 2.9) gewählt worden. In den Fällen, in denen die Mutter über einen höheren Schulabschluss verfügt als der Vater oder einer Berufstätigkeit nachgeht, die gegenüber derjenigen des Vaters ein höheres soziales Prestige genießt, gab jeweils der Schulabschluss bzw. die Berufstätigkeit der Mutter den Ausschlag zur Kennzeichnung des Sozialstatus.

Tabelle 2.8: Schulabschluss des Vaters bzw. der Mutter

Schulabschluss der Eltern	absolut	%
Volksschule	61	10.9
Berufslehre	222	39.5
Diplommittelschule/Lehrerseminar	52	9.3
Gymnasium/Maturitätsschule	36	6.4
Technikum/Ingenieurschule/HWV	57	10.1
Universität/ETH	134	23.8
Total	562	100.0
Anderes/Keine Angaben/Missing	37	

⁵ Hätte man in der Volkszählung aus dem Jahr 1990 die über 75% erwerbstätigen Mütter der gleichen Kategorie zugeordnet, wie die vollerwerbstätigen, wäre die Quote möglicherweise gleich hoch.

⁶ Hierbei gilt es zu beachten, dass in der Volkszählung die Mütter, die zwischen 75 und 99% erwerbstätig gewesen sind, der Kategorie der Teilerwerbstätigen zugeordnet worden sind.

Tabelle 2.9: Berufstätigkeit des Vaters bzw. der Mutter

Berufstätigkeit der Eltern	absolut	%
Landwirtschaft	16	3.1
Hilfspersonal	42	8.3
Handwerksberufe	108	21.2
Kaufmännische Angestellte	170	33.5
Kaderstellen	100	19.7
Selbständigerwerbe mit hohem Bildungsabschluss	2	0.4
Akademische Berufe	35	6.9
Total Erwerbstätige	473	93.1
Nicht erwerbstätig	35	6.9
Total	508	100.0
Keine Angaben/Missing	106	

Gut die Hälfte der befragten Jugendlichen gibt an, dass ihre Eltern über keinen Schulabschluss verfügen, der über die Volksschule und die Berufslehre hinausreicht (50.4%). Von der anderen Hälfte besitzen 25.8% der Eltern einen Abschluss auf der sekundären, 23.8% auf der tertiären Bildungsstufe. Dass derart viele Eltern keinen Abschluss im sekundären und tertiären Bildungssegment vorweisen können, entspricht einem eher atypischen Bild, da die Eltern von Jugendlichen, die eine Mittelschule besuchen, tendenziell höhere Bildungsabschlüsse besitzen als der gesamtschweizerische Durchschnitt.⁷

Über die Nationalität der Eltern gibt die Tabelle 2.10 Auskunft.

Tabelle 2.10: Nationalität der Eltern

Nationalität der Eltern	absolut	%	Vergl. werte CH 1990 in % (Heimatort) ¹
Schweizerische Staatsbürgerschaft beider Eltern	477	82.3	68.8
Ausländische Staatsbürgerschaft eines Elternteils	58	10.0	4.7
Ausländische Staatsbürgerschaft beider Eltern	39	6.7	12.4
Angaben über nur einen Elternteil	6	1.0	14.1
Total	580	100.0	100.0
Keine Angaben/Missing	34		

¹ Altersgruppe der 16-19jährigen, die 1990 eine Maturitätsschule besucht haben (Quelle: Bundesamt für Statistik, 1990). Aufgrund des damals gültigen Eherechts, erhielt eine Frau mit ausländischer Herkunft durch die Heirat mit einem Schweizer automatisch dessen Staatsbürgerschaft, so dass sich die Vergleichswerte auf den Heimatort der Eltern beziehen. Aktuellere Zahlen liegen uns nicht vor. In der Volkszählung aus dem Jahr 1990 wurde lediglich zwischen Jugendlichen, die eine Maturitätsschule und solchen die eine andere oder keine Ausbildung absolvieren, differenziert.

⁷ Laut der 1990 durchgeführten Volkszählung betrug der prozentuale Anteil von Maturandinnen und Maturanden, deren Eltern einem akademischen Beruf nachgehen und/oder eine Stelle im oberen Kader besitzen, 45.3% (Lamprecht & Stamm, 1996, p. 34).

Wie sich aus der Tabelle 2.10 ersehen lässt, ist der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die aus einer Familie kommen, in der ein Elternteil oder beide Elternteile ausländischer Nationalität sind, relativ gering. Mit insgesamt 16.7% liegen sie unter dem Durchschnitt der in der Schweiz ansässigen Wohnbevölkerung mit ausländischer Staatsbürgerschaft, der gemäss der letzten Volkszählung 22.1% beträgt (Statistisches Jahrbuch der Schweiz, 1997, p. 26). Der Anteil der am Projekt beteiligten Schülerinnen und Schüler, bei denen beide Eltern eine schweizerische Staatsbürgerschaft besitzen, liegt deutlich höher als bei den gleichaltrigen Jugendlichen, die 1990 eine Maturitätsschule besucht haben und in einer Familie aufgewachsen sind, in der beide Eltern aus der Schweiz stammen. Dementsprechend niedriger ist im Vergleich zu den Zahlen aus dem Jahr 1990 der Anteil der Jugendlichen aus unserer Stichprobe, bei denen beide Eltern eine ausländische Staatsbürgerschaft besitzen.

2.1.4 Vorbilder im naturwissenschaftlich-technischen Bereich

Davon ausgehend, dass die Präsenz von Personen im Verwandten- und Bekanntenkreis, die in naturwissenschaftlich-technischen Berufsfeldern tätig sind und/oder ein naturwissenschaftlich-technisches Studium absolviert haben, für das Interesse an Physik und Technik eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt (vgl. Kap. 3), sind im Eingangfragebogen entsprechende Daten erhoben worden. Diese sind, differenziert nach Verwandtschaftsgrad, Geschlecht des Vorbildes und Geschlecht der Jugendlichen in Tabelle 2.11 wiedergegeben.

Tabelle 2.11: Anzahl genannte Personen mit einem naturwissenschaftlich-technischen Beruf differenziert nach Verwandtschaftsgrad und Geschlecht (Mehrfachnennungen)

	Anzahl genannte Personen						Total		Frauenanteil in %
	Verw.schaftsgrad I ¹		Verw.schaftsgrad II		Verw.schaftsgrad III		männl.	weibl.	
	männl.	weibl.	männl.	weibl.	männl.	weibl.			
Mädchen	58	7	114	3	9	0	181	10	5.2
Knaben	29	3	47	2	4	0	80	5	5.9

¹ Verwandtschaftsgrad I: Eltern, Geschwister, Stiefeltern

Verwandtschaftsgrad II: Grosseltern, Onkel/Tante, Cousin/Cousine, Schwager

Verwandtschaftsgrad III: Ur- oder Stiefgrosseltern, Grossonkel/-tante, Grosscousin/cousine, Cousin/Cousine des Vaters/der Mutter, eigener Freund/Freundin, Familienfreund/-freundin, Nachbar/Nachbarin

Von beiden Geschlechtern werden erwartungsgemäss nur wenige Frauen aus dem Verwandten- und Bekanntenkreis genannt, die in naturwissenschaftlich-technischen Berufsfeldern tätig sind und/oder ein naturwissenschaftlich-technisches Studium absolviert haben. Bei beiden Geschlechtern sind es vor allem männliche Personen aus dem Verwandtschaftsgrad II, die eventuell als Vorbilder wirken.

2.1.5 Demographische Daten der Lehrpersonen

Die am Projekt beteiligten Lehrpersonen waren zum Zeitpunkt der Eingangserhebung zwischen 29 und 59 Jahre alt und besaßen eine dementsprechend unterschiedliche Berufserfah-

zung. Mit Ausnahme von zwei Lehrern, verfügten alle Lehrpersonen über einen universitären Abschluss, davon 23 im Fach Physik und 2 im Fach Mathematik. 14 Lehrpersonen besaßen zusätzlich ein Diplom für das Höhere Lehramt. Über die Verteilung der demographischen, beruflichen und unterrichtsbezogenen Daten geben die Tabellen 2.12 bis 2.14 Auskunft.

Tabelle 2.12: Geschlecht und Alter der Lehrpersonen differenziert nach Untersuchungsgruppe

Unters.gr	Geschlecht			Alter			Total
	männl.	weibl.	Total	29-39	40-49	50-59	
Expgr. I	5	0	5	3	0	2	5
Expgr. II	5	1	6	1	1	4	6
Expgr. III	5	1	6	3	2	1	6
Kontrgr.	7	1	8	3	3	2	8
Total	22	3	25	10	6	9	25

Tabelle 2.13: Ausbildung der Lehrpersonen differenziert nach Untersuchungsgruppen (Mehrfachnennungen)

Ausbildung	Untersuchungsgruppe				Total
	Expgr. I	Expgr. II	Expgr. III	Kontrgr.	
Lehre	0	0	1	0	1
Matura	4	6	6	7	23
Primarlehrerpatent	0	0	1	1	2
Real-, Sekundar- od. Bezirkslehrerpatent	0	0	0	2	2
Berufsschullehrerpatent	0	0	0	0	0
Lizentiat	4	6	6	6	22
Diplom Höheres Lehramt	4	3	5	3	15
Doktorat	2	2	2	2	8

Tabelle 2.14: Berufserfahrung der Lehrpersonen differenziert nach Untersuchungsgruppen

Unters.gr	Anzahl Unterrichtsjahre				Total
	1-5	6-15	16-25	26-33	
Expgr. I	1	2	1	1	5
Expgr. II	0	2	1	3	6
Expgr. III	0	5	1	0	6
Kontrgr.	2	2	4	0	8
Total	3	11	7	4	25

Wie bei den Schülerinnen und Schülern ist die Zusammensetzung der Untersuchungsgruppen seitens der Lehrpersonen durch eine relativ grosse Heterogenität gekennzeichnet.

Von den 25 Lehrpersonen sind lediglich drei weiblichen Geschlechts. Dadurch sind die Lehrerinnen in der Untersuchung zwar in krasser Weise untervertreten, gemessen an der Gesamtzahl von Mittelschullehrkräften, die in der Deutschschweiz Physik unterrichten, jedoch überproportional repräsentiert. In Hinsicht auf die Gesamtpopulation der Physik unterrichtenden Mittelschullehrkräfte vermittelt die Zusammensetzung der an der Untersuchung beteiligten Lehrerinnen und Lehrer folglich ein atypisches Bild. Zumindest ist es uns gelungen, die drei Lehrerinnen in jeweils verschiedene Gruppen einzuteilen, so dass nur die Experimentalgruppe I aus lauter Männern zusammengesetzt ist.

Was die Altersverteilung in den vier Untersuchungsgruppen anbelangt, ist festzuhalten, dass in der Experimentalgruppe I die mittlere Altersklasse nicht repräsentiert ist, während in der Experimentalgruppe II die dritte Altersklasse übervertreten ist. Lediglich in der Experimentalgruppe III und in der Kontrollgruppe ist die Altersverteilung einigermaßen ausgewogen.

Auch die Ausbildung, die die Lehrpersonen abgeschlossen haben, variiert zwischen den Untersuchungsgruppen beträchtlich. In den Gruppen II und III verfügen alle Lehrpersonen über ein Lizentiat, während in der Gruppe I zum Zeitpunkt der Eingangserhebung eine Lehrperson noch im Studium war und in der Kontrollgruppe zwei Lehrpersonen ihre Ausbildung mit einem Real-, Sekundar- oder Bezirkslehrerpatent abgeschlossen haben.

Was die über das Lizentiat hinausgehenden akademischen Abschlüsse anbelangt, so sind die Mitglieder der Experimentalgruppen besser qualifiziert als diejenigen der Kontrollgruppe. In der Gruppe I haben von 5 Lehrern 4 das Diplom für das Höhere Lehramt und 2 ein Doktorat erlangt, in der Gruppe II von 6 Lehrpersonen wiederum 3 das Diplom für das Höhere Lehramt und 2 ein Doktorat, in der Gruppe III von 6 Lehrpersonen 5 das Diplom für das Höhere Lehramt und 2 ein Doktorat, wohingegen in der Kontrollgruppe von 8 Lehrpersonen nur 3 das Diplom für das Höhere Lehramt und 2 ein Doktorat besitzen.

Auch in der Berufserfahrung lassen sich zwischen den Untersuchungsgruppen bedeutende Ungleichverteilungen erkennen. Während in der Gruppe I die Anzahl Unterrichtsjahre sehr und in der Gruppe II ziemlich ausgewogen ist, ist bei der Gruppe III eine Kumulierung in der zweiten und bei der Kontrollgruppe in der dritten Kategorie festzustellen. In beiden Gruppen hat es zudem Lehrpersonen, die eine Lehrerfahrung von mehr als 26 Jahre aufweisen.

2.2 Beschreibung der Erhebungsinstrumente

Vor, während und nach der Intervention sind bei den Schülerinnen und Schülern sowie bei den Lehrkräften Daten erhoben worden. Die Datenerhebung bestand aus einer Fragebogenerhebung bei den Schülerinnen und Schülern sowie bei den Lehrpersonen unmittelbar vor der Intervention (2.2.1), der Durchführung von Interviews mit den Lehrpersonen der Experimentalgruppen I und II (2.2.2), Unterrichtsbeobachtungen in den Klassen der Experimentalgruppen I und II (2.2.3), je einem Wissenstest nach Abschluss der beiden Unterrichtseinheiten (2.2.4) und einer Fragebogenerhebung bei den Schülerinnen und Schülern sowie bei den Lehrpersonen nach der Intervention (2.2.5). Die bei der Datenerhebung verwendeten Instru-

mente werden im folgenden überblicksmässig dargestellt. Sie sind im Band Erhebungsinstrumente im Wortlaut aufgeführt.

2.2.1 Eingangserhebung

Unmittelbar vor der Intervention, das heisst zu Beginn des Schuljahres (August 1995) wurde den Schülerinnen und Schülern sowie den Lehrpersonen ein standardisierter schriftlicher Fragebogen vorgelegt. Die Quellenangaben zu den in den Eingangsfragebogen verwendeten Skalen sind im Band Erhebungsinstrumente zu finden.

In Tabelle 2.15 findet sich eine Zusammenstellung der vom Schülerfragebogen abgedeckten Konzepte.

Tabelle 2.15: Überblick über die Fragebereiche der Eingangserhebung bei den Schülerinnen und Schülern

Demographische Daten	Daten der Jugendlichen Daten der Eltern Kontext der Jugendlichen
Vorerfahrungen	Erfahrungen mit Physik und Technik Freizeitaktivitäten
Wahrnehmung von Physik, Technik und Naturphänomenen	Begeisterung für Natur und Technik Theoretisches Verständnis von Physik Semantische Differentiale zu den Begriffen "Physik", "französische Sprache", "Frau" und "Mann"
Selbstkonzept	Leistungsselbstkonzept Selbstwert Männlichkeit/Weiblichkeit Schulische Selbstwirksamkeitsüberzeugung Kontrollmeinung
Motivation	Erwartungen an den Physikunterricht Physik und Technik als Beruf Erwartete Rückmeldungen Interesse an den Schulfächern Leistungsattribution im Physikunterricht Erwartete Leistungen im Physikunterricht
Familie und Eltern	Anerkennung Familienklima
Intelligenz	räumlich-visuelles Vorstellungsvermögen sprachliche Kompetenz
physikalisches Vorwissen	Vorwissenstest Optik und Kinematik

Die Erstfassung des Schülerfragebogens wurde in zwei nicht am Projekt beteiligten Gymnasialklassen vorgetestet und anschliessend überarbeitet. Die Durchführung der Eingangserhebung fand im Klassenverband unter Anleitung und Aufsicht von Projektmitarbeiterinnen und -mitarbeiter statt. Die Physiklehrkraft war während der Erhebung nicht anwesend. Für die Be-

arbeitung des Fragebogens stand jeweils eine Doppellektion zur Verfügung, wobei die für den Vorwissenstest Physik vorgesehenen 20 Minuten nicht immer ausreichten, da das Ausfüllen des ersten Teils des Fragebogens in einzelnen Klassen mehr Zeit beanspruchte als vorgesehen war.

Auch den Lehrkräften wurde vor Beginn der Intervention ein standardisierter Fragebogen vorgelegt. Dieser beinhaltete die in Tabelle 2.16 aufgeführten Fragebereiche.

Tabelle 2.16: Überblick über die Fragebereiche der Eingangserhebung bei den Lehrpersonen

Demographische Daten	
Selbstkonzept	Männlichkeit/Weiblichkeit ¹
Berufliche Situation	Ausbildung Anstellungssituation Berufserfahrung Arbeitszufriedenheit Fachinteresse
Wahrnehmung der Physik	Physik als Wissenschaft Physik und Gesellschaft Semantische Differentiale zu den Begriffen "Physik", "französische Sprache", "Frau" und "Mann" ¹
Physikunterricht	Didaktische Zielsetzungen Methodische Prinzipien Lernformen Umsetzungsschwierigkeiten Physik als Unterrichtsgegenstand Lehrmittel der Physik
Koedukativer Physikunterricht	Wahrnehmung geschlechtsspezifischer Unterschiede im Physikunterricht
Projektmitwirkung	Bekanntheit der Interventionsklasse Erwartungen an die Wirkungen der beiden Unterrichtseinheiten ²

¹ Die Skala zum Selbstkonzept und die Semantischen Differentiale sind die gleichen, die auch im Schülerfragebogen angewandt worden sind (vgl. Band Erhebungsinstrumente).

² Fragen zu den Erwartungen an die Wirkungen der beiden Unterrichtseinheiten wurden nur den Lehrpersonen der drei Experimentalgruppen vorgelegt.

2.2.2 Interview mit den Lehrpersonen der Experimentalgruppen I und II

Im November und Dezember 1995 sind mit den elf Lehrkräften der Experimentalgruppen I und II strukturierte Interviews durchgeführt worden. Der Interviewleitfaden, die Transkriptionsmethoden und das Analyseverfahren sind in einer Voruntersuchung bei fünf Physiklehrkräften, die nicht am Forschungsprojekt beteiligt waren, vorgetestet und evaluiert worden (Spring, 1995).

Die 40- bis 60minütigen Interviews umfassten Fragen zu 14 Themen, die sich in zwei Bereiche gruppieren. 1) Physikunterricht: Rolle des Experiments im Physikunterricht, bevorzugte Unterrichtsmethoden, Physik als Erlebnis für Jugendliche, Bedeutung des Alltagsbezugs,

Vorverständnis der Schülerinnen und Schüler, Alltags- und Fachsprache, Rolle der Mathematik im Physikunterricht, Kooperation und Kommunikation, Mädchen und Jungen im Physikunterricht. 2) Physik als Wissenschaft: Teamarbeit in der physikalischen Forschung, Naturwissenschaft zwischen Entdecken und Erfinden, Wahrheitsanspruch der Naturwissenschaften, Entwicklung naturwissenschaftlichen Wissens, Charakterisierung der naturwissenschaftlichen Methode.

Die Interviews wurden nach der Durchführung transkribiert und der betreffenden Lehrkraft zugestellt. Spätestens zwei Wochen nach dem Interview trafen sich der Interviewer und die Lehrperson zu einem Gespräch, bei dem einzelne der im Interview gemachten Aussagen diskutiert wurden. Auf diese Weise erhielten die Lehrkräfte im Sinne einer Supervisionsmassnahme (vgl. Kap. 1.3.4) Rückmeldungen zu ihrer Unterrichtsgestaltung und der Interviewer Informationen zur Umsetzung des Forschungsprojektes. Ein Teil der in den Interviews gestellten Fragen wurde einer ersten qualitativen Inhaltsanalyse unterzogen (Jost, 1996). Alle elf Lehrpersonen erhielten im März 1996 eine Zusammenstellung der Ergebnisse dieser Analyse. Dies ermöglichte ihnen einen Vergleich ihrer eigenen Antworten mit denjenigen ihrer Kolleginnen und Kollegen. Die Ergebnisse der Interviews werden im Kapitel 4 vorgestellt.

2.2.3 Unterrichtsbeobachtungen

In den Klassen der Experimentalgruppen I und II wurden im Januar und Februar (in einem Fall im Mai) 1996 Unterrichtsbeobachtungen durchgeführt. Dabei wurden zwei Ziele verfolgt: Das erste Ziel bestand darin, Daten zu erhalten, die eine objektive Beurteilung des Unterrichtsstils und des Interaktionsverhaltens der Lehrkräfte erlauben. Durch den Vergleich mit den verbalen Daten der Eingangs- und Schlusserhebungen und der Wissenstests können dadurch Fragestellungen, die die Interaktion im Klassenzimmer betreffen, detaillierter bearbeitet werden. Das zweite Ziel der Unterrichtsbeobachtung lag darin, den Lehrpersonen im Hinblick auf geschlechtsspezifische Interaktionen Rückmeldungen zu geben. Die Rückmeldungen dienten dazu, den Lehrkräften geschlechtsbezogene Verhaltensweisen bewusst zu machen, und waren in diesem Sinn Bestandteil der Supervision (vgl. Kap. 1.3.4).

Für die Unterrichtsbeobachtungen sind zwei Instrumente entwickelt worden: Beobachtungsbogen und Klassenspiegel. Der Beobachtungsbogen erlaubte die Erfassung der nach Mehan (1985) in Initiations-, Antwort- und Rückmeldeverhalten gegliederten Interaktionen der Lehrperson sowie der Schülerinnen und Schüler. Was den Schwierigkeitsgrad des jeweiligen Unterrichtsinhaltes anbelangt, wurde zwischen repetiertem und neu zu erarbeitendem Stoff unterschieden. Aufgrund des Klassenspiegels war es möglich, unter Einbezug der Antworten in der Eingangs- und Schlusserhebung sowohl geschlechtsspezifische Differenzen als auch individuelle Verhaltensmuster zu analysieren und mit dem Selbstbild der Schülerinnen und Schüler zu vergleichen.

Beide Instrumente sind in verschiedenen, nicht am Projekt beteiligten Klassen vorgetestet und anschliessend überarbeitet worden. Durchgeführt wurden die Beobachtungen von Studierenden im Rahmen eines Forschungspraktikums, das von einem Mitglied des Projektteams geleitet worden ist. Die Studierenden wurden vorgängig in Theorie und Praxis der Beobachtung

und mittels Testversuchen in Versuchsklassen sowie Video- und Tonbandaufnahmen in die Handhabung der Instrumente eingeführt. Beobachtet wurde in Zweiertteams. Insgesamt waren vier Teams im Einsatz. Die Unterrichtslektionen wurden jeweils auf Tonband aufgenommen.

Nach der Erhebung wurden die Beobachtungsdaten klassenweise aufbereitet. Die Tonbandaufnahmen wurden transkribiert und dienten bei der Datenanalyse zur Kontrolle der Befunde. Die Ergebnisse wurden pro Klasse in einem Bericht festgehalten. Innerhalb von zwei Wochen erhielten die Lehrpersonen eine schriftliche Rückmeldung über den beobachteten Unterricht und wurden daraufhin telefonisch und/oder persönlich kontaktiert, um die Ergebnisse zu diskutieren. Die persönliche Kontaktaufnahme führte in der Regel zu intensiven Gesprächen über die geschlechtsspezifischen Interaktionen im Klassenzimmer und über die Möglichkeiten, Veränderungen herbeizuführen. Die Ergebnisse der Unterrichtsbeobachtungen werden im Kapitel 5 vorgestellt.

2.2.4 Wissenstests

Die beiden Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik (vgl. Kap. 1.3.2) wurden in allen am Projekt beteiligten Klassen jeweils mit einem Wissenstest von 45 Minuten Dauer abgeschlossen. Die Wissenstests wurden von einem Projektmitglied in Zusammenarbeit mit einem nicht am Projekt beteiligten Physiklehrer in einem dreistufigen Verfahren entwickelt:

1. Sammeln von geeigneten Aufgaben aus der Literatur und Adaption an die Unterrichtseinheit Optik bzw. Kinematik; Entwicklung weiterer Aufgaben, um noch unberücksichtigt gebliebene Bereiche der beiden Unterrichtseinheiten prüfen zu können; Zusammenstellen einer ersten Version, die in ihrem Umfang ungefähr doppelt so viele Aufgaben wie die endgültige Version umfasste.
2. Erprobung dieser Version während einer Prüfung von 90 Minuten Dauer in zwei nicht am Projekt beteiligten Klassen.
3. Korrektur und Auswertung der beiden Prüfungen; Einholen von Kommentaren seitens der Lehrkräfte, deren Klassen an der Erprobung der Erstversion beteiligt waren; Gespräche mit weiteren Experten über einzelne Aufgaben; Überarbeitung der Erstversion und Erstellen der endgültigen Version.

In der definitiven Fassung umfasste der Optiktest 16 obligatorische Multiple-Choice-Aufgaben, 5 obligatorische offene Aufgaben sowie einen Wahlpflichtbereich mit 10 Multiple-Choice-Aufgaben, von denen 6 zu lösen waren. Der etwas weniger umfangreiche Kinematiktest enthielt ausschliesslich obligatorische Aufgaben, nämlich 17 Multiple-Choice- und 4 offene Fragen. Die Tests lagen jeweils in zwei Versionen vor, wobei es sich um die gleichen Fragen handelte, die aber in unterschiedlicher Reihenfolge angeordnet waren.

Die Testaufgaben waren den am Projekt beteiligten Lehrkräften bis zur Durchführung der Tests nicht bekannt. Die Projektleitung informierte die Lehrerinnen und Lehrer drei bis vier Monate vor der Testdurchführung über Prüfungsmodus, erlaubte Hilfsmittel und Fragentypus. Die Tests wurden im Klassensatz zwei bis drei Tage vor dem Prüfungsdatum zugestellt. In einem Begleitschreiben wurde den Lehrpersonen mitgeteilt, wie sie den Test durchzuführen

hatten. Nach der Korrektur und der Computererfassung der Daten durch Hilfskräfte des Projektteams wurden die Tests zwei bis drei Wochen nach dem Prüfungstermin zurückgesandt, verbunden mit der Bitte um eine bis zum Ende der Intervention dauernde vertrauliche Behandlung der Testaufgaben.

Die Tests sind bezüglich der Koedukationsfrage insofern konservativ, als einige Hinweise bestehen, dass Knaben bei Multiple-Choice-Aufgaben besser abschneiden als Mädchen, die bei essayartigen Prüfungsfragen besseren Erfolg haben (Bailey, 1993, p. 329; Harding, 1981).

2.2.5 Schlusserhebung

Unmittelbar nach Abschluss der beiden Unterrichtseinheiten (von Januar 1996 bis Mitte September 1996) wurden bei allen Schülerinnen und Schülern wie auch bei den Lehrpersonen mit Hilfe eines weiteren, standardisierten Fragebogens Daten erhoben.⁹ Die Erhebung dieser Daten fand unter gleichen Bedingungen statt wie bei der Eingangserhebung. Die Quellenangaben zu den in den Schlussfragebogen verwendeten Skalen sind im Band Erhebungsinstrumente zu finden.

Tabelle 2.17 gibt einen Überblick über die Fragebereiche der Schlusserhebung bei den Schülerinnen und Schülern.

⁹ Die relativ lange Zeitdauer zwischen der ersten und der letzten Schlusserhebung erklärt sich zum einen dadurch, dass ein Teil der Klassen drei und ein anderer zwei Wochenstunden Physik hatte. Zum anderen hat sich die Verzögerung durch krankheits- und anderweitig bedingte Lektionsausfälle ergeben, so dass die Schlusserhebung in zwei Klassen erst nach den Sommerferien durchgeführt werden konnte.

Tabelle 2.17: Überblick über die Fragebereiche der Schlusserhebung bei den Schülerinnen und Schülern

Demographische Daten	
Vorwissen Physik	schulisches Vorwissen in Physik Bekanntheit des Stoffes in Optik und Kinematik
Vorerfahrungen	Erfahrungen mit Physik und Technik ¹ Freizeitaktivitäten ¹
Wahrnehmung von Physik, Technik und Naturphänomenen	Begeisterung für Natur und Technik ¹ Physik als Knaben- bzw. Mädchenfach Physik als Wissenschaft Semantisches Differential "Physik" ¹
Selbstkonzept	Selbstwert ¹ schulische Selbstwirksamkeitsüberzeugung ¹ fachliches Selbstkonzept
Motivation	Interesse an universitären Fächern Interesse an nichtakademischen Berufen Leistungsattribution im Physikunterricht Interesse an Physik als Freifach Erwartungen an den zukünftigen Physikunterricht Nutzen von guten Leistungen im Physikunterricht Gründe für den Verzicht auf ein technisches Studium
Eltern und Physik	Interesse der Eltern an Schulleistungen Physikkenntnisse der Eltern Physikunterricht und Physikleistungen im Urteil der Eltern Hilfe der Eltern und Geschwister bei Hausaufgaben in Physik
Lehrperson	Beurteilung der Lehrperson
Unterrichtsevaluation	Konkurrenzverhalten in der Klasse Beurteilung des Physikunterrichts Themen im Physikunterricht Evaluation des Unterrichts in Optik und Kinematik Unterrichtsmethoden Einschätzung von Lerneffekten in bezug auf die Unterrichtsmethoden Schülervorträge

¹ Fragebereiche, die auch im Eingangsfragebogen vorkommen (Messwiederholung)

Auch den Lehrpersonen wurde nach Abschluss der Intervention ein Schlussfragebogen vorgelegt. Die darin vorkommenden Fragebereiche sind in Tabelle 2.18 dargestellt.

Tabelle 2.18: Überblick über die Fragebereiche der Schlusserhebung bei den Lehrpersonen

Wahrnehmung der Physik	Physik als Wissenschaft ¹
Physikunterricht	Unterrichtsgestaltung während der Intervention ² Didaktische Zielsetzungen Physik als Unterrichtsgegenstand ³ Interesse an der Gestaltung des Physikunterrichts durch andere Personen
Beurteilung des Unterrichts mit den beiden Unterrichtseinheiten	Wahrnehmung klassenspezifischer Unterschiede im Physikunterricht Wahrnehmung geschlechtsspezifischer Unterschiede im Physikunterricht ³ Erfahrungen mit den beiden Unterrichtseinheiten ³ Schwierigkeiten bei der Umsetzung der Unterrichtseinheiten Beurteilung der Unterrichtseinheit Optik Beurteilung der Unterrichtseinheit Kinematik
Beurteilung der Wissenstests	Beurteilung des Wissenstest Optik Beurteilung des Wissenstest Kinematik
Beurteilung der Projektmitwirkung	allgemeine Fragen zur Mitwirkung am Projekt Beurteilung der Sensibilisierungshalbtage Beurteilung der Intervention Beurteilung der Interviews Beurteilung der Unterrichtsbeobachtung Beurteilung der Entwicklung der Unterrichtseinheiten

¹ Ergänzende Fragen zum Eingangsfragebogen

² Mit dem Schlussfragebogen für die Schülerinnen und Schüler übereinstimmende Fragebereiche

³ Mit dem Eingangsfragebogen übereinstimmende Fragebereiche

Wie aus der Tabelle 2.18 zu ersehen ist, bezieht sich ein Grossteil der Fragen des Schlussfragebogens für die Lehrpersonen auf Erfahrungen, die in Zusammenhang mit ihrer Projektbeteiligung stehen. Die Evaluation des Projektes aus der Sicht der Lehrpersonen wird im Kapitel 9 vorgestellt.

3 Interesse am Physikunterricht

In diesem Kapitel wird ein Modell zur Erklärung der Motivation der Schülerinnen und Schüler zu Beginn des Physikunterrichts eingeführt und empirisch überprüft. Wir vermuten, dass sich das Interesse an Physik und die Erwartungen gegenüber dem Physikunterricht aufgrund unterschiedlicher Sozialisationserfahrungen zwischen den Geschlechtern unterscheiden. Zur theoretischen und empirischen Analyse der Hypothese werden Konzepte beigezogen, die die Geschlechterspezifität der Vorerfahrungen und Einstellungen belegen und einen vermittelnden Zusammenhang zur Motivation aufzeigen.

Wir stellen zunächst den theoretischen Rahmen dar, innerhalb dessen wir die Eingangsmotivation der Schülerinnen und Schüler analysieren (3.1). Anschliessend geben wir ein Résumé des Forschungsstandes, wobei wir uns auf die Literatur beschränken, die in unmittelbarem Zusammenhang mit unserer Fragestellung steht (3.2). Nach einigen Bemerkungen zur Methode (3.3) folgen die Darstellung der Ergebnisse der eigenen Untersuchung (3.4) und eine Diskussion (3.5).

3.1 Motivationale Determinanten der Schulleistung

Wir orientieren uns im folgenden an Konzepten, wie sie im Rahmen von kognitiv orientierten Motivationstheorien vorliegen (Bandura, 1977, 1991, 1993; Heckhausen, 1989; Helmke, 1992; Weiner, 1988; Zimmerman, 1995). Dabei leitet uns ein Erwartungs-mal-Wert-Ansatz, den wir allerdings mit ergänzenden Konzepten erweitern. Motivation und Interesse für das Fach Physik werden konzipiert als eine Funktion von Wertungen, die mit dem Gegenstand und dem Fach Physik verbunden sind, und der subjektiven Erwartung, die Werte realisieren zu können. Wir gehen davon aus, dass die Motivstruktur der Schülerinnen und Schüler bestimmt wird (1) von der persönlichen Bedeutung, die sie der Physik für die eigene (insbesondere berufliche) Zukunft beimessen, (2) von der Konkordanz der Physik mit der eigenen Geschlechtsidentität (Maskulinität vs. Femininität des Faches Physik) und (3) von dem persönlichen Interesse an physikalischen Phänomenen.¹ Der aus diesen drei Aspekten zusammengesetzte Wert des Physikunterrichts multipliziert sich mit den Erwartungen an die eigene Leistungsfähigkeit im Physikunterricht. Ein wesentlicher Aspekt dieser Erwartungen bildet die Erfolgserwartung, die sich aus dem Selbstkonzept der eigenen Begabung und der Wahrnehmung der Schwierigkeit des Faches zusammensetzt.

3.2 Überblick über den Forschungsstand

Die Diskussion des Forschungsstandes beschränkt sich im wesentlichen auf motivationale Geschlechtsdifferenzen im Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht.

Hinsichtlich der *kognitiven Voraussetzungen* für mathematisch-naturwissenschaftliche Fächer besteht kaum noch Anlass, Knaben per se als begabter für Mathematik oder Physik zu halten

¹ Das Interesse seinerseits setzt sich zusammen aus Erfahrungen (Vorerfahrungen mit Physik) und Affekten (Begeisterung für Physik).

als Mädchen (Beerman, Heller & Menacher, 1992). In einer deutschen Längsschnittstudie zeigte sich beispielsweise, dass im Vorschulalter Knaben und Mädchen über gleiche Voraussetzungen für den Erwerb mathematischer Leistungen verfügen (Tiedemann & Faber, 1995). Am Ende des ersten Schuljahres waren die Mädchen sowohl hinsichtlich der Mathematiktestleistungen als auch in bezug auf die Benotung durch die Lehrpersonen besser als die Knaben. Ende des vierten Schuljahres gab es keine statistisch signifikanten Unterschiede mehr zwischen den Geschlechtern. In motivationaler Hinsicht zeigten sich jedoch bereits auf dieser Stufe unterschiedliche Leistungsselbstkonzepte: Bei gleicher Leistung (nach Lehrerurteil) zeigten Mädchen eine geringere Einschätzung ihrer mathematischen Kompetenz als Knaben. Auch die Zufriedenheit mit der eigenen Leistung war bei den Mädchen geringer als bei den Knaben. Dies wiederum bei objektiv gleicher Leistung. Vergleichbares gilt für die Attributionstendenzen, die bei den Mädchen ungünstiger ausfielen als bei den Knaben.

Die Ergebnisse der Studie von Tiedemann und Faber sind insofern beispielhaft, als auch andere Untersuchungen zeigen, dass leistungsbezogene Geschlechtsdifferenzen in mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern im allgemeinen erst im Verlaufe der Primarschulstufe oder danach auftreten (Hyde, Fennema & Lamon, 1990). Standardisierte Tests, die 1980 bis 1994 in England, Wales und Nordirland durchgeführt wurden, zeigen deutlich bessere Physikleistungen von Knaben in den Altersgruppen der 11-, 12- und 13jährigen. In Biologie fallen die Differenzen deutlich geringer und bei den 15jährigen sogar leicht zugunsten der Mädchen aus (Johnson, 1987, p. 474). Auch in der Schweiz liegen die Leistungen 13jähriger Mädchen signifikant tiefer als diejenigen gleichaltriger Knaben (Beaton, Martin, Mullis, Gonzalez, Smith & Kelly, 1996; Moser, 1992).

Sowohl die Tatsache, dass Mädchen in den ersten Schuljahren gegenüber den Knaben keinen Rückstand in ihren Leistungen aufweisen, als auch die Beobachtung, dass sich Geschlechtsdifferenzen im kognitiven Bereich im Verlaufe der letzten Jahrzehnte vermindert haben (Feingold, 1988), zeigen, dass die ausschlaggebenden Faktoren für die im Verlaufe der Schuljahre entstehende Leistungsdiskrepanz zwischen den Geschlechtern in den Bereichen Mathematik, Naturwissenschaften und Technik nicht kognitiver, sondern *motivationaler* Art sind. Dafür spricht auch, dass die Selbsteinschätzung und die Erfolgserwartungen von Mädchen selbst dann deutlich niedriger sind als diejenige von Knaben, wenn sich die Geschlechter in ihren Mathematik- oder Physikleistungen objektiv nicht unterscheiden (Entwisle & Baker, 1983; Hannover, 1991; Horstkemper, 1991; Rustemeyer & Jubel, 1996).

Dass Mädchen in Mathematik und anderen Fächern ein vergleichsweise niedriges Selbstkonzept aufweisen, ist verschiedentlich nachgewiesen worden (Faber, 1992; Marsh, 1989; Rustemeyer & Jubel, 1996; Tiedemann & Faber, 1995; Vollmer, 1986). Ein vermindertes Selbstkonzept der eigenen Leistungstüchtigkeit scheint sich jedoch erst im Laufe der Primarschuljahre bzw. danach herauszubilden. Dementsprechend entwickeln Mädchen etwa ab der siebten Klasse ein Desinteresse gegenüber mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern (Hoffmann, Lehrke & Todt, 1985). Zwar nimmt das Interesse an den exakten Naturwissenschaften vom Beginn der Pubertät an bei *beiden* Geschlechtern kontinuierlich ab, jedoch bei den Mädchen in deutlicherem Ausmass (Hannover, 1991, p. 170; Hoffmann & Lehrke, 1986). Dabei zählt die Physik bei den Mädchen zu den am wenigsten beliebten Fächern (Häussler &

Hoffmann, 1995; Ormerod, 1981; Wineburgh, 1995). Zudem lässt das Interesse im Verlauf des Physikunterrichts deutlich nach, und zwar bei den Mädchen stärker als bei den Knaben, deren Interesse im allgemeinen jedoch ebenfalls zurückgeht (Häussler & Hoffmann, 1990, 1995, p. 111f.; Hell, 1982; Hoffmann & Lehrke, 1985; Kubli, 1987; Räsänen, 1992). In Schulsystemen mit Wahlmöglichkeiten bzw. Leistungskursen wird die Physik von Mädchen häufiger abgewählt als von Knaben (Beerman, Heller & Menacher, 1992, p. 18; Rustemeyer & Jubel, 1996, p. 13).

Das unterschiedliche Interesse von Schülerinnen und Schülern am Physikunterricht wird teilweise damit erklärt, dass Knaben über mehr *vorschulische Erfahrungen* mit physikalischen und technischen Phänomenen und damit über bessere Startbedingungen verfügen als Mädchen. Die naturwissenschaftlich-technischen Fächer sind auf eine Erfahrungswelt bezogen, die vor- und ausserschulisch eher den Knaben als den Mädchen zugänglich ist (Johnson, 1987; Rost & Hanses, 1992; Sjøberg & Imsen, 1988; Staberg, 1994). Knaben interessiert schon früh, „wie die Dinge funktionieren“, während Mädchen eher Interesse an Fragen der Gesundheit, des menschlichen Körpers, der Ernährung und an ästhetischen Aspekten ihrer Umwelt zeigen. Wie Hannover feststellt, haben Mädchen im Vergleich zu Knaben nur geringe Erfahrungen im Umgang mit alltäglichen technischen Problemen (Hannover, 1992, p. 40; Hannover & Bettge, 1993). Bestimmte Vorlieben für Sportspiele wie Billard und Fussball, die bei Knaben ausgeprägter sind als bei Mädchen, scheinen dem späteren Interesse an Mathematik-, Physik- und Chemieunterricht ebenfalls förderlich zu sein, da sie das räumliche Vorstellungsvermögen fördern (Duru-Bellat, 1994).

Umstritten ist die Rolle von *Vorbildern* bei der Erklärung der schulischen Interessens- und Erwartungsdifferenzen zwischen den Geschlechtern. Während die Kritik von Lehrmitteln, in denen von Frauen kaum die Rede ist oder Frauen ausschliesslich in traditionellen weiblichen Rollen dargestellt werden (Glötzner, 1982; Graf-Moreau, 1986), zumeist implizit davon ausgeht, die Darstellung von Frauen in naturwissenschaftlichen und technischen Berufen hätte eine Vorbildwirkung auf die Schülerinnen, fehlen Untersuchungen, die einen solchen Effekt nachweisen könnten. Auch im Falle von realen Vorbildern (Eltern oder Lehrkräfte) besteht keine Klarheit über eine allfällige Modellwirkung. Es liegen sowohl negative (Speizer, 1981; Visser, 1987) als auch einige positive Befunde (Evans, Whigham & Wang, 1995) vor.² Insgesamt scheint die motivierende Wirkung eines „Vorbildes“ weniger von dessen Geschlechtszugehörigkeit auszugehen als von seiner Bereitschaft, die Schülerin (den Schüler) in ihren (seinen) Kompetenzen und Interessen zu fördern.

Nebst unterschiedlichen Vorerfahrungen dürften unterschiedliche *Erwartungen* an den Gegenstand und das Fach Physik die zunehmenden Motivationsdifferenzen von Mädchen und Knaben erklären. Dazu gehören verschiedene Aspekte, insbesondere die Wahrnehmung der

² Es ist nicht immer klar, was unter „Vorbild“ überhaupt verstanden wird, ob allein das Vorhandensein eines Modells („role model“) oder erst die explizite Wahl des Modells als Identifikationsfigur. Nur im zweiten Fall dürften Vorbildwirkungen effektiv zu erwarten sein. Wenn, wie Ebbutt (1981a) zeigen konnte, selbst weiblichen Mathematiklehrkräften sowohl von Jungen wie von Mädchen negative, „unweibliche“ Eigenschaften attribuiert werden, dann dürften sie kaum *per se* als Vorbilder wirken. Insofern ist auch ein Ergebnis einer Studie von Basow (1995) von Bedeutung, wonach unter gewissen Bedingungen weibliche Lehrkräfte naturwissenschaftlicher Fächer sowohl von Studenten wie von Studentinnen schlechter beurteilt werden als männliche.

Geschlechtstypik des Faches Physik und die Wahrnehmung der *Instrumentalität des Physikunterrichts* für berufliche Aspirationen. Es ist anzunehmen, dass die Erwartungen an das eigene Verhalten und die eigenen Leistungen von Schülerinnen und Schülern in Fächern, die in ihrem Inhalt und Charakter geschlechtstypisiert werden, von der entsprechenden Stereotypisierung des Faches beeinflusst werden. Wie verschiedene Untersuchungen zeigen, ist das Bild, das sich Schülerinnen und Schüler von Fächern wie Physik und Chemie machen, stark männlich geprägt (Ebbutt, 1981b, p. 119ff.; Kahle, 1988; Kelly, 1985; Mead & Métraux, 1957; Sjøberg & Imsen, 1988, p. 240; Weinreich-Haste, 1981). Sprachliche Fächer werden demgegenüber eher als weiblich wahrgenommen. Dabei scheinen sich Knaben und Mädchen in der Beurteilung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer sowie des typischen Naturwissenschaftlers nicht zu unterscheiden (Eccles, 1983, p. 92f.; Matthews, 1996; Schibeci, 1986).³ Wie im Rahmen der Attributionsforschung gezeigt werden konnte, fällt die Erfolgszuversicht weiblicher im Vergleich zu männlichen Personen bei männlich konnotierten Aufgaben und Tätigkeiten deutlich geringer aus (Beyer, 1990; Försterling & Sauer, 1981; Rustemeyer, 1982).

Die Geschlechtskonnotationen des Faches Physik gewinnen in motivationaler Hinsicht zusätzliche Bedeutung, wenn sie mit den Entwicklungsaufgaben der Adoleszenz in Verbindung gebracht werden. Die Motivationsstruktur der Schülerinnen und Schüler erfährt in der Adoleszenz insofern eine Neuorientierung, als sich den Jugendlichen die Dimension der Zukunft erschliesst. Im konkreten bedeutet Zukunft sowohl *Berufswahl* als auch *Geschlechtsidentität*. Aus verschiedenen Untersuchungen ist bekannt, dass für Mädchen diese beiden zukunftsbezogenen Entscheidungsbereiche korreliert sind. Die Frage nach der Vereinbarkeit von Beruf und Familie, die sich unter den gegebenen Bedingungen gesellschaftlicher Arbeitsteilung nach wie vor in erster Linie für die Frauen stellt, bestimmt das Berufswahlverhalten der Frauen in entscheidender Hinsicht (Flitner, 1992). Mädchen wünschen, Beruf und Familie miteinander verbinden zu können (Allerbeck & Hoag, 1986; Faulstich-Wieland & Horstkemper, 1985; Horstkemper, 1990; Tillmann, 1990). Das Problem der Vereinbarkeit von Familie und Beruf wird als individuelles Problem wahrgenommen und von den Schülerinnen weitgehend auch auf dieser persönlichen Ebene angegangen (Faulstich-Wieland & Horstkemper, 1985).

Für die schulische Motivation folgt daraus, dass Fächer wie Mathematik oder Physik im Hinblick auf ihre Bedeutung für eine Geschlechtsidentität und ein zukünftiges Berufsfeld wahrgenommen werden. Bei einer Befragung von Jugendlichen stellte Eckert (1981) fest, dass Knaben vom praktischen Nutzen der Mathematik im Hinblick auf einen späteren Beruf überzeugt sind, während Mädchen der Mathematik eher eine allgemeine Bedeutung beimessen („beim Einkaufen“). Das Urteil findet sich in anderen Studien bestätigt (Beerman, Heller & Menacher, 1992, p. 51; Rustemeyer & Jubel, 1996, p. 21). Interessanterweise stimmen Mädchen und Knaben weitgehend darin überein, dass der Nutzen der Mathematik für das männliche Geschlecht grösser ist als für das weibliche (Boswell, 1985). Auch die Physik wird von Schülerinnen *und* Schülern als wichtig für typisch männliche Berufe beurteilt, während Bio-

³ Wir können diese Konstellation in unseren eigenen Daten sehr gut replizieren (vgl. Kap. 3.4.2).

logie eher als wichtig für typisch weibliche Berufe wahrgenommen wird (Johnson, 1987, p. 473). Dementsprechend erwarten Mädchen von ihren Bezugspersonen weniger Anerkennung für ein naturwissenschaftlich-technisches Engagement bzw. die Wahl eines naturwissenschaftlich-technischen Berufes als Knaben (Hannover, 1991, p. 176f., 1992, p. 41).

Insofern Berufswahl und Geschlechtsidentität bei Frauen enger korreliert sind als bei Männern, verstärkt die Wahrnehmung der geringen Instrumentalität des Physikunterrichts für eine spätere berufliche Karriere das Geschlechterstereotyp des Faches. Die Wahrnehmung der Physik als männlich, nicht nur auf einer globalen semantischen Ebene, sondern auch hinsichtlich der beruflichen Instrumentalität des Faches, erzeugt bei Mädchen ein relatives Desinteresse am Fach. „Once a subject has acquired a gender status, in this case, masculine, participation in it is seen to reinforce a boy's masculinity and to diminish a girl's femininity“ (Kahle, 1988, p. 251). Wird die Physik als männlich wahrgenommen, bekommt die Begeisterung für das Fach unweigerlich die Bedeutung einer Akzentuierung der männlichen Identitätsanteile, was vor allem feminine Mädchen in ein Dilemma drängt (Sjøberg & Imsen, 1988, p. 224). Sich für ein Fach zu interessieren, das männliche Werte verkörpert oder gar als männliche Domäne gilt, beinhaltet das Risiko, bedeutsame soziale Regeln der eigenen Geschlechtskultur zu brechen und die noch fragile Geschlechtsidentität zu gefährden, was entsprechende Kosten verursacht, d.h. den Wert des Faches reduziert.

3.3 Methode

Aufgrund der theoretischen Überlegungen (3.1) und der Diskussion des Forschungsstandes (3.2) vermuten wir, dass Mädchen am Anfang des Physikunterrichts über weniger Vorerfahrungen und Vorkenntnisse mit physikalischen Sachverhalten und technischen Tätigkeiten verfügen als Knaben, dass sie das Fach Physik männlich konnotiert wahrnehmen und dem Fach weniger instrumentelle Bedeutung für ihre berufliche Zukunft beimessen als die Knaben. Dementsprechend werden sie im Physikunterricht weniger Erfolg erwarten als die Knaben. Sie werden ihre Begabung für Physik niedriger einschätzen und weniger Interesse am Physikunterricht zeigen als die Knaben. Sie werden vermuten, sich für gute Leistungen stärker anstrengen zu müssen als die Knaben.

Für die Analyse unserer Daten ziehen wir folgende Konzepte bei: Erfahrungen mit Physik und Technik, Freizeitaktivitäten, Wahrnehmung der Physik als männlich bzw. weiblich, Intelligenz, Vorbilder im naturwissenschaftlich-technischen Bereich, Begeisterung für Natur und Technik, Interesse an Schulfächern, Erwartungen an den Physikunterricht, schulische Selbstwirksamkeitsüberzeugung und Leistungsselbstbild. Wir vermuten, dass mit diesen Konzepten die Geschlechtsspezifität der Eingangsmotivation im Physikunterricht erklärt werden kann.

Als Grundlage für die folgenden Analysen dienen die Daten der Schülerinnen und Schüler, die an der Eingangserhebung teilgenommen haben (vgl. Kap. 2). Die Operationalisierungen beruhen auf Skalen, die faktoranalytisch gewonnen worden sind und mindestens befriedigende Konsistenzen aufweisen (vgl. Band Entwicklung und Analysen der Erhebungsinstru-

mente: Skalenwerte und faktorielle Struktur). Weitere methodische Hinweise folgen im Zusammenhang mit der Darstellung der Ergebnisse.

3.4 Ergebnisse

Wir präsentieren zuerst Ergebnisse zu geschlechtsspezifischen Differenzen bei den vorausgehend diskutierten Konzepten, wobei wir uns im wesentlichen auf einfaktorielle *Varianzanalysen* stützen: Alltagserfahrungen mit Physik und Technik sowie Freizeitaktivitäten (3.4.1), geschlechtskonnotierte Wahrnehmung der Physik (3.4.2), Interesse an den Schulfächern, insbesondere am Physikunterricht (3.4.3), personbezogene Erwartungen an den Physikunterricht (3.4.4), sachbezogene Erwartungen an den Physikunterricht (3.4.5) und Vorbilder, Intelligenz und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen (3.4.6).

Anschliessend werden die motivationalen Konzepte mit *Regressionsanalysen* zur Prädiktion von Erwartungen an den Physikunterricht und des Berufsinteresses beigezogen (3.4.7). In einem *Strukturgleichungsmodell* (Bollen, 1989; Jöreskog & Sörbom, 1989) werden schliesslich mit LISREL VII die disattenuierten Korrelationen unter Berücksichtigung der wechselseitigen Korrelationen der abhängigen bzw. unabhängigen Variablen berechnet (3.4.8) und zu einem Gesamtmodell zusammengefügt (3.4.9).

3.4.1 Alltagserfahrungen mit Physik und Technik sowie Freizeitaktivitäten

Wie die bisherige Forschung zeigt, unterscheiden sich Mädchen und Knaben in ihren physikalischen Vorerfahrungen, die sie in den Unterricht mitbringen. Welche Vorerfahrungen bringen die Schülerinnen und Schüler unserer Untersuchung in den Physikunterricht mit? Aufgrund verschiedener Items sind vier Skalen gebildet worden (vgl. für methodische Details den Ergänzungsband). Die Skalen sind jeweils so gepolt worden, dass ein hoher Mittelwert einer hohen Ausprägung entspricht. Tabelle 3.1 zeigt die Ergebnisse im einzelnen.

Was *technische Freizeitaktivitäten* anbelangt, so üben Jungen signifikant mehr solche Aktivitäten aus als Mädchen ($F [1,576] = 81.80; p < 0.001$). Beispiele für Items dieser Skala sind: „eine Bohrmaschine verwenden“, „mit dem Pinselreiniger einen Pinsel reinigen“, „ein Fahrrad (Licht, Bremse) reparieren“ oder „etwas mit Dübel und Schraube befestigen“.

Der durchschnittliche Wert der Skala *Haushalts- und Betreuungstätigkeiten* liegt in der Gesamtstichprobe leicht oberhalb der Mitte der fünfstufigen Antwortskala. Die Geschlechter unterscheiden sich jedoch statistisch signifikant: Mädchen beschäftigen sich mehr als Jungen mit Tätigkeiten wie „Tiere versorgen“, „mit kleinen Kindern spielen“, „ein Mittagessen kochen“ etc. ($F [1,579] = 86.10; p < 0.001$).

Tabelle 3.1: Freizeitaktivitäten und Alltagserfahrungen mit Physik und Technik

Skalen	Mittelwerte N=578	Mädchen N=388	Jungen N=190	Signifikanz
Technische Freizeitaktivitäten	2.14	1.95	2.52	p<0.001
Haushalts- und Betreuungstätigkeiten	3.25	3.45	2.85	p<0.001
Mediale Erfahrungen mit Physik und Technik	1.87	1.71	2.20	p<0.001
Erfahrungen mit technischen Geräten und Baukästen	1.63	1.46	1.97	p<0.001

Skalenpositionen: 1 = sehr selten 2 = selten, 3 = manchmal, 4 = oft, 5 = sehr oft

Zur Skala *Mediale Erfahrungen mit Physik und Technik* gehören Items wie „Fernsehsendungen ansehen, die mit Physik oder Technik zu tun haben“, „mit Freundinnen oder Freunden über Themen aus der Physik oder Technik sprechen“ oder „Bücher lesen, die Themen aus den Bereichen Physik oder Technik behandeln“. Beide Geschlechter berichten über eher wenig mediale Erfahrungen mit Physik und Technik, wobei die Werte der Mädchen signifikant tiefer liegen ($F [1,576] = 74.24; p < 0.001$).

Mit einem Mittelwert von 1.63 liegt der durchschnittliche Wert auf der Skala *Erfahrungen mit technischen Geräten und Baukästen* zwischen „selten“ und „sehr selten“. Das heisst die Jugendlichen, insbesondere die Mädchen, geben selten an, „sich mit Technik-Baukästen zu beschäftigen (z.B. Fischertechnik)“ oder „Dinge auseinanderzunehmen und zu reparieren (z.B. Fahrrad, Mofa, Wecker oder Walkman)“. Auch hier ist der geschlechtsspezifische Unterschied hochsignifikant ($F [1,574] = 98.85; p < 0.001$).

Zusammengenommen zeigen die Ergebnisse, dass Mädchen die Freizeit häufiger mit Haushalts- und Betreuungstätigkeiten ausfüllen, während Knaben häufiger technischen Freizeitaktivitäten nachgehen als Mädchen. Analog unterscheiden sich die Vorerfahrungen in den Bereichen Physik und Technik zwischen Mädchen und Knaben. Schüler berichten über mehr mediale Erfahrungen mit Physik und Technik und mehr Erfahrungen mit technischen Geräten und Baukästen als Schülerinnen. Der Befund entspricht dem traditionellen Geschlechterstereotyp.⁴

3.4.2 Wahrnehmung der Physik

Wie nehmen Jugendliche zu Beginn des Physikunterrichts auf der Sekundarstufe II, d.h. im Alter von ungefähr 17 Jahren, die Physik wahr? Wie „männlich“ oder „weiblich“ wird diese Wissenschaft eingestuft? Zur Beantwortung dieser Fragen wurden Semantische Differentiale eingesetzt (vgl. Kap. 2.2.1). Bei jeweils 25 Wortpaaren hatten die Jugendlichen dasjenige Feld anzukreuzen, "das der Bedeutung, die der Begriff 'Physik' für Dich hat, am besten entspricht." Dasselbe Skalierungsinstrument wurde eingesetzt, um die konnotativen Bedeutun-

⁴ Die Auswertungen zu den Skalen „Begeisterung für Naturphänomene“ und „Begeisterung für Technik“ folgen im Abschnitt 3.4.5. Sie stehen in engem Zusammenhang mit den hier präsentierten Ergebnissen zu den Alltagserfahrungen und Freizeitaktivitäten.

gen von „Mann“, „Frau“ und „Französische Sprache“ zu ermitteln, um Vergleiche zwischen den vier verschiedenen Begriffen zu ermöglichen. Die Abbildungen 3.1 und 3.2 zeigen die Ergebnisse für die Begriffe „Mann“ und „Physik“ einerseits und „Frau“ und „Französische Sprache“ andererseits (für die exakten Zahlen verweisen wir auf den Band Entwicklung und Analysen der Erhebungsinstrumente).

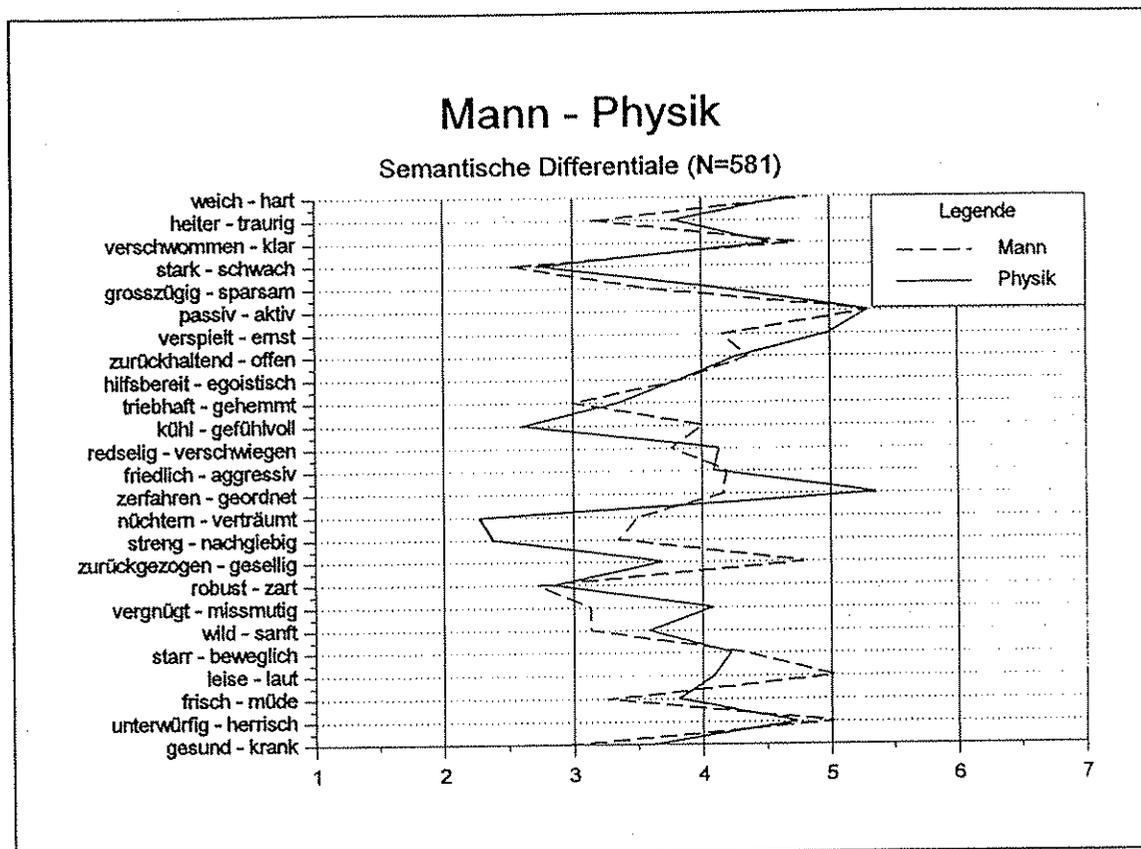


Abbildung 3.1: Semantisches Differential zu den Begriffen „Mann“ und „Physik“

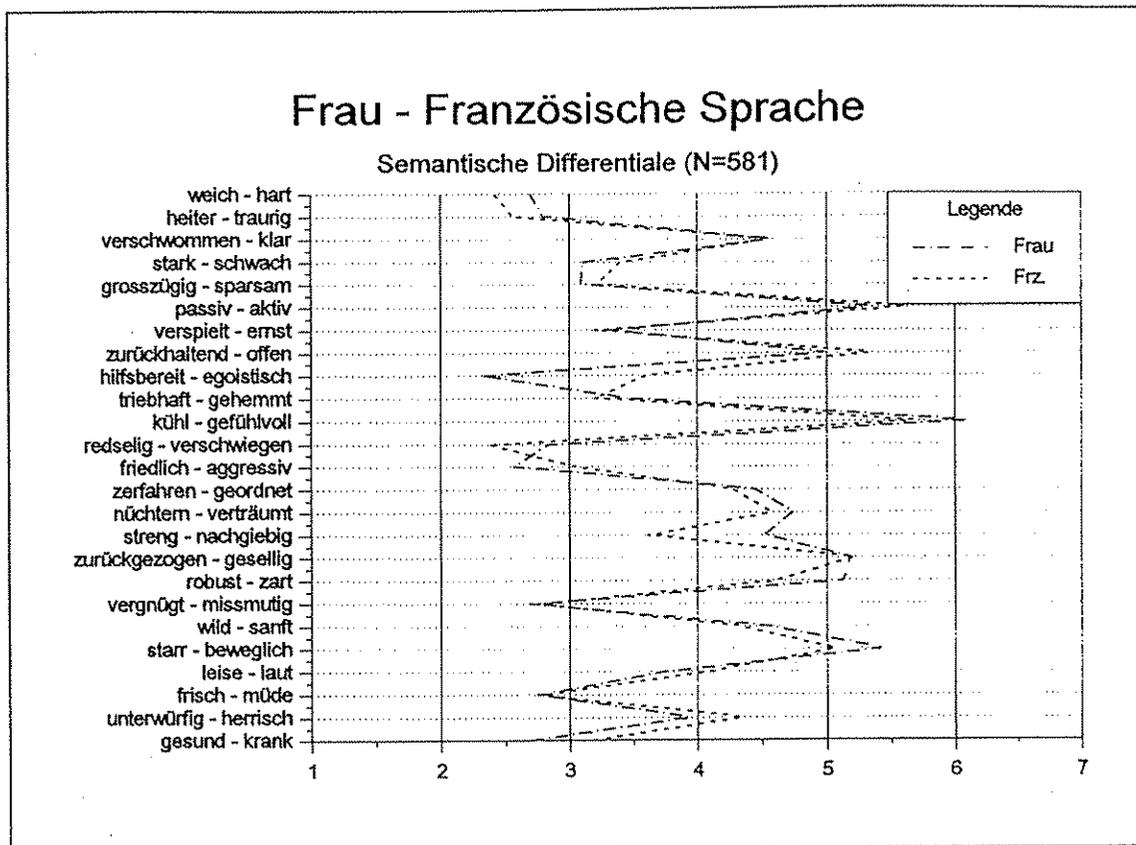


Abbildung 3.2: Semantisches Differential zu den Begriffen „Frau“ und „Französische Sprache“

Wie Abbildung 3.1 zeigt, konnotiert der Begriff Physik für die Schülerinnen und Schüler unserer Untersuchung Eigenschaften wie „stark“, „aktiv“, „kühl“, „geordnet“, „nüchtern“, „streng“ und „robust“. Bei diesen Attributen liegt der Durchschnittswert aller 581 Antworten entweder unter 3 oder über 5, d.h. die Antworten zeigen eine deutliche Ausprägung in Richtung einer der beiden Pole der siebenstufigen Ratingskala. Bei vielen Wortpaaren fällt die Ähnlichkeit der Einstufungen für „Mann“ und „Physik“ auf. So werden beide Begriffe unter anderem assoziiert mit „stark“, „aktiv“, „robust“ sowie mit eher „hart“, „klar“, „nüchtern“, „streng“, „herrisch“ und „gesund“.⁵

Wie schon der Blick auf Abbildung 3.2 zeigt, verlaufen die Konnotationen zu den Begriffen „Französische Sprache“ und „Frau“ teilweise gegenläufig zu den Begriffen „Physik“ und „Mann“. Die französische Sprache wird unter anderem assoziiert mit Attributen wie „weich“, „aktiv“, „offen“, „gefühlvoll“, „redselig“, „gesellig“, „vergnügt“, „beweglich“ und „frisch“. Bei den genannten Attributen liegt der Mittelwert aller 581 Antworten entweder unter 3 oder über 5, d.h. die Antworten liegen deutlich auf einer Seite der Ratingskala. Bei fast allen Wortpaaren weisen die Einstufungen für die Begriffe „Französische Sprache“ und „Frau“ so gut wie identische Werte auf, d.h. die Konnotationen stimmen weitgehend überein.

⁵ Die Korrelationswerte werden weiter unten erläutert.

In einer Profilanalyse wurden die *Korrelationen* zwischen den vier Profilen über die jeweils gleichen Items berechnet. In Tabelle 3.2 sind die Pearson-Koeffizienten aufgeführt, die die Korrelationen zwischen je zwei Profilen wiedergeben.

Tabelle 3.2: Interkorrelationen der Semantischen Differentiale

<i>Mädchen und Jungen: N=581</i>			
	Mann	Frau	Frz. Sprache
Physik	0.64***	-0.15	-0.04
Mann		0.30	0.42*
Frau			0.92***

<i>Mädchen: N=388</i>			
	Mann	Frau	Frz. Sprache
Physik	0.59**	-0.15	-0.05
Mann		0.41*	0.50*
Frau			0.92***

<i>Jungen: N=193</i>			
	Mann	Frau	Frz. Sprache
Physik	0.71***	-0.15	-0.02
Mann		0.07	0.24
Frau			0.92***

***: $p < 0.001$; **: $p < 0.01$; *: $p < 0.05$

Die Begriffe Physik und Mann sind hinsichtlich ihrer konnotativen Bedeutungen sehr signifikant miteinander korreliert, und zwar bei beiden Geschlechtern, wobei die Korrelation bei den Knaben deutlich höher ist als bei den Mädchen. Mit einem Wert von 0.92 liegt der Pearson-Korrelationskoeffizient zwischen den Begriffen „Französische Sprache“ und „Frau“ ausserordentlich hoch. Erstaunlich ist, dass sich die Geschlechter im Ausmass der Übereinstimmung in keiner Weise unterscheiden.

Zwischen den Begriffen „Physik“ und „Frau“ besteht in der Gesamtstichprobe ebensowenig eine signifikante Beziehung wie in den Teilgruppen der Mädchen und der Knaben. Den Begriffen „Französische Sprache“ und „Mann“ messen lediglich die Mädchen eine gewisse Affinität zu, nicht aber die Knaben. Erstaunlich ist die Null-Korrelation bei „Physik“ und „Französische Sprache“. Die beiden Fächer scheinen für beide Geschlechter wenig Gemeinsamkeiten aufzuweisen. Schliesslich ist interessant, dass „Mann“ und „Frau“ nicht für das männliche, aber für das weibliche Geschlecht eine gewisse Übereinstimmung aufweisen. Vermutlich kommt hier das rigidere, auf Männlichkeit fixierte Geschlechterselbststereotyp der Männer zum Ausdruck.

Festzuhalten bleibt, dass die Semantischen Differentiale zu „Physik“ und „Mann“ bzw. „Physik“ und „Frau“ nur wenig voneinander abweichen. Das zeigt auch eine zusätzliche Ana-

lyse, die wir zur Vorbereitung der Regressionsanalysen (vgl. Kap. 3.4.7 und Tab. 3.9) gerechnet haben. Dabei sind wir von *Differenzwerten* ausgegangen, d.h. als Indikator für die Wahrnehmung der Maskulinität der Physik dient die durchschnittliche Differenz, die aus dem Vergleich der beiden Semantischen Differentiale zu den Begriffen „Physik“ und „Mann“ errechnet worden ist. Analog erscheint die Wahrnehmung der Femininität der Physik als Differenz der einzelnen Items der Semantischen Differentiale zu den Begriffen „Physik“ und „Frau“. Die entsprechenden Differenzwerte sind im Durchschnitt ziemlich klein; es ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern (Physik männlich: $F [1,539] = .18$: n.s.; Physik weiblich: $F [1,560] = 2.05$: n.s.).

3.4.3 Interesse an Schulfächern, insbesondere am Physikunterricht

Wir legten den Schülerinnen und Schülern die folgende Frage vor: „Ihr habt in diesem Schuljahr erstmals Physik. Was erwartest Du, wie interessant wird das Unterrichtsfach Physik für Dich sein?“ Die fünfstufige Antwortskala reichte von „gar nicht interessant“ (1) bis zu „sehr interessant“ (5). Bei den anderen Fächern, die die Jugendlichen – im Gegensatz zur Physik – bereits in den Schuljahren zuvor besucht hatten, wurde nach dem Interesse am jeweiligen Fach gefragt. Die Auswahl der vorgegebenen Antworten reichte auch hier von „gar nicht interessant“ (1) bis zu „sehr interessant“ (5). Zudem bestand die Möglichkeit anzukreuzen „dieses Fach habe ich nicht“.

Obwohl beim Unterrichtsfach Physik die Fragevorgabe etwas von derjenigen bei den anderen Schulfächern abweicht, stellen wir die Ergebnisse zu Vergleichszwecken gemeinsam dar (vgl. Tab. 3.3 und Abb. 3.3).

Tabelle 3.3: Interesse an den Schulfächern

Schulfach	Total [°]		Mädchen		Jungen		Sign. ^{°°}
	N ^{°°°}	mean	N	mean	N	mean	
Englisch	563	3.98	375	4.08	188	3.77	***
Biologie	568	3.93	383	4.03	185	3.73	***
Kunst oder Zeichnen	537	3.91	359	4.07	178	3.60	***
Französisch oder Italienisch	577	3.87	385	4.07	192	3.38	***
Geschichte	579	3.86	388	3.85	191	3.87	n.s.
Sport / Turnen	575	3.83	385	3.74	190	4.00	*
Musik oder Singen	492	3.82	334	3.94	158	3.56	***
Deutsch	580	3.63	388	3.72	192	3.46	**
Geographie	554	3.54	374	3.46	180	3.71	**
Physik	577	3.42	387	3.36	190	3.54	*
Wirtschaftsfächer	250	3.39	154	3.37	96	3.43	n.s.
Chemie	432	3.35	287	3.20	145	3.64	***
Handarbeit / Werken	329	3.34	227	3.54	102	2.89	***
Mathematik	576	3.30	384	3.21	192	3.48	**
Latein oder Griechisch	168	3.26	102	3.47	66	2.94	**
Religion	353	3.10	230	3.15	123	3.02	n.s.

[°] Skalenpositionen von 1 = gar nicht interessant bis 5 = sehr interessant

^{°°} Sign.: ***: p<0.001; **: p<0.01; *: p<0.05; n.s.: nicht signifikant

^{°°°} Es werden jeweils nur diejenigen Jugendlichen aufgeführt, die angeben, das betreffende Fach auch zu haben.

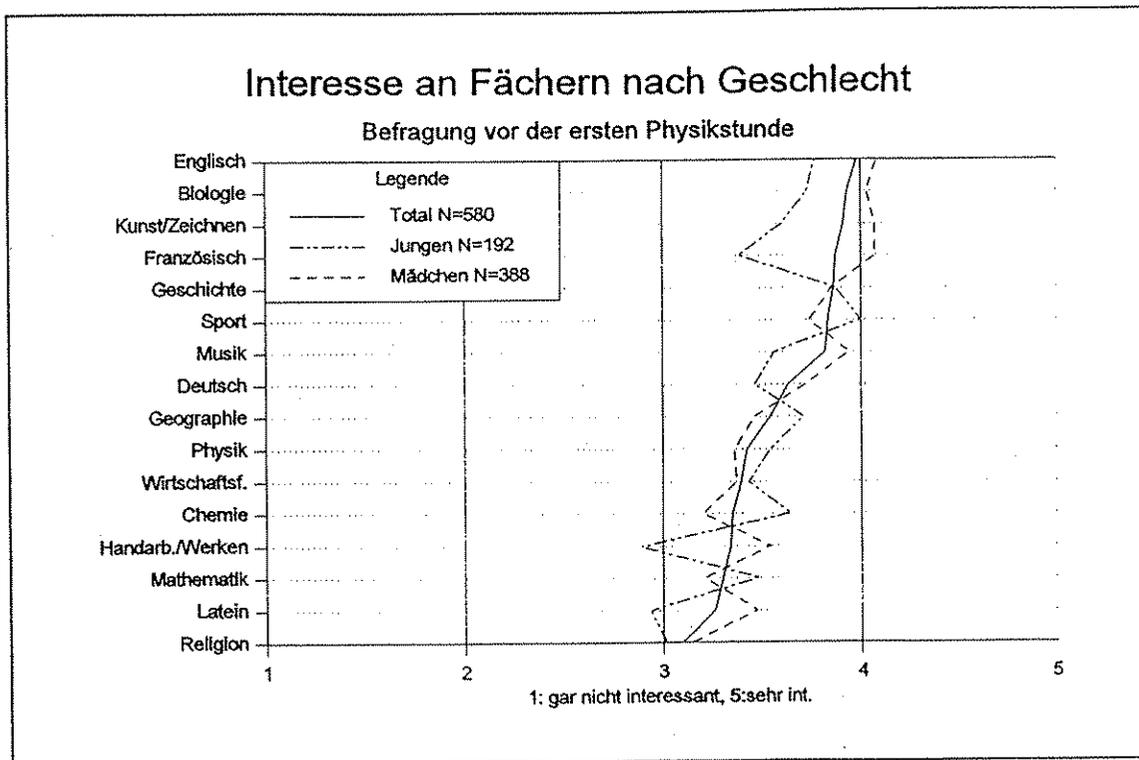


Abbildung 3.3: Interesse an den Schulfächern, differenziert nach Geschlecht

Für die Fragestellung, die dem Projekt zugrunde liegt, sind folgende Punkte von besonderem Interesse:

1. *Die Fächer Physik, Chemie und Mathematik gehören zu den weniger interessanten Fächern.* Bei der Frage „Was erwartest Du, wie interessant das Unterrichtsfach Physik für Dich sein wird“ resultiert ein Durchschnittswert von 3.42, womit dieser etwas über dem Mittelwert der fünfstufigen Antwortskala liegt. Auf die Frage nach dem Interesse gegenüber den anderen Schulfächern weisen Chemie (3.35) und Mathematik (3.30) noch leicht tiefere Durchschnittswerte als Physik auf.
2. *In einzelnen Fächern sind die Interessensunterschiede zwischen Mädchen und Jungen signifikant.* Was die Physik anbelangt, so besteht bereits vor der ersten Lektion auf der Sekundarstufe II ein geschlechtsspezifischer Unterschied ($F [1,575] = 5.98; p < 0.05$). Die befragten Jungen zeigen für Physik, wie auch für Chemie, Mathematik, Geographie und Sport signifikant mehr Interesse als die Mädchen. Umgekehrt zeigen die Mädchen signifikant mehr Interesse als die Knaben in allen Sprachfächern (Französisch/Italienisch, Latein/Griechisch, Englisch und Deutsch) sowie in Biologie, Kunst/Zeichnen, Musik/Singen, Handarbeit/Werken.
3. *Die Reihenfolge der Fächer deckt sich weitgehend mit derjenigen zweier anderer Untersuchungen in der Schweiz.* Englisch, Biologie und Zeichnen gehören sowohl bei Häuselmann (1984) wie auch bei einer neueren Befragung von Maturandinnen und Maturanden

(Labudde, in Vorb.) zu den beliebtesten Fächern. Umgekehrt zählen in beiden Untersuchungen Latein, Chemie und Mathematik zu den unbeliebtesten Fächern. Unterschiede zu Häuselmann (1984) und Labudde (in Vorb.) bestehen in Physik und Französisch: Beide Fächer werden in der Eingangserhebung unseres Projekts etwas positiver eingestuft. Auch wenn der Vergleich zwischen den drei Erhebungen mehrere interessante Gemeinsamkeiten und Tendenzen erkennen lässt, bedarf es weiterer Untersuchungen, um diese zu erhärten: Denn bei dem in diesem Abschnitt vorgenommenen Vergleich besteht das Problem, dass sowohl die Fragestellungen der drei Untersuchungen wie auch die Zusammensetzung der Stichproben nur zum Teil vergleichbar sind.

4. *Die geschlechtsspezifischen Unterschiede in bezug auf das Fach Physik bestätigen Resultate aus früheren Untersuchungen (vgl. Kap. 3.2).*

3.4.4 Personbezogene Erwartungen an den Physikunterricht

Mit welchen Einstellungen und Erwartungen in bezug auf ihre Person kommen die Schülerinnen und Schüler in den Physikunterricht auf der Sekundarstufe II? Zu dieser Frage liegen Daten aus einer Skala sowie aus einigen Einzelitems vor. I) In der Skala „Personbezogene Erwartungen“, die auf einer vierstufigen Ratingskala von „trifft nicht zu“ (1) bis „trifft zu“ (4) basiert, sind die Schülerinnen und Schüler u.a. gefragt worden, ob sie glauben, dass ihnen die Physik leicht fallen und der Physikunterricht Spass machen wird. II) In einem Einzelitem sind sie aufgefordert worden, sich in jenes Leistungsdrittel einzustufen, in das sie voraussichtlich gehören werden. III) In zwei weiteren Einzelitems wird danach gefragt, ob man später einmal einen Beruf ausüben möchte, welcher etwas mit Physik bzw. Technik zu tun hat.

I) Die Skala *Personbezogene Erwartungen* umfasst vier Fragen nach den Erwartungen, nämlich ob „mir der Physikunterricht Spass machen wird“, „mir die Physik leicht fallen wird“, „ich für Physik begabt bin“ und „ich in Physik gute Leistungen bringen werde“. Der Durchschnittswert liegt bei den Jungen mit 2.53 faktisch in der Mitte der vierstufigen Skala, bei den Mädchen hingegen mit 2.10 signifikant tiefer ($F [1,574] = 64.02; p < 0.001$; vgl. Tab. 3.4).

Tabelle 3.4: Personbezogene Erwartungen an den Physikunterricht

Total (N=576)	Mädchen (N=385)	Jungen (N=191)	Signifikanz
2.25	2.10	2.53	$p < 0.001$

II) Die befragten Jungen schätzen sich im Durchschnitt im mittleren Leistungsdrittel ihrer Schulklasse ein mit einer Tendenz zum besseren Drittel. Eine genau umgekehrte Tendenz zeigt sich bei den Mädchen, nämlich eine Einschätzung, die eher gegen das schlechtere Drittel weist. Dieser geschlechtsspezifische Unterschied ist statistisch signifikant ($F [1,573] = 41.8; p < 0.001$; vgl. Tab. 3.5).

Tabelle 3.5: Leistungserwartung anfangs des Physikunterrichts

„Wenn Du Deine vermuteten zukünftigen Leistungen im Physikunterricht mit den vermuteten Leistungen der anderen in Deiner Klasse vergleichst, zu welcher Gruppe glaubst Du, dass Du gehören wirst?“ ¹			
Total (N=575)	Mädchen (N=385)	Jungen (N=190)	Signifikanz
2.07	2.18	1.80	p<0.001

¹ Skalenpositionen: 1 besseres, 2 mittleres, 3 schlechteres Drittel der Schulklasse

III) Im Vergleich zu den Mädchen geben Jungen deutlich mehr an, später einen Beruf ausüben zu wollen, der etwas mit Physik oder mit Technik zu tun hat (vgl. Tab. 3.6). Die geschlechtsspezifischen Unterschiede sind signifikant (ein Beruf mit Physik: $F [1,577] = 21.85$; $p < 0.001$; ein Beruf mit Technik: $F [1,578] = 58.78$; $p < 0.001$). Allerdings liegen die Werte sowohl der Mädchen als auch der Knaben unter dem Mittelwert der Skala. Von einer Begeisterung für physikalisch-technische Berufe kann somit auch bei den Knaben nicht die Rede sein.

Tabelle 3.6: Berufliche Erwartungen Physik/Technik

„Wie gern möchtest Du einen Beruf erlernen, der etwas mit Physik zu tun hat?“	Total ¹ N=580	Mädchen N=388	Jungen N=192	Signifikanz
der etwas mit Physik zu tun hat?“	2.39	2.26	2.64	p<0.001
der etwas mit Technik zu tun hat?“	2.48	2.26	2.92	p<0.001

¹ Skalenpositionen von 1 = sehr ungern bis 5 = sehr gern

3.4.5 Sachbezogene Erwartungen an den Physikunterricht

Für einen „mädchengerechten“ Physikunterricht ist es wichtig zu wissen, welche inhaltlichen Interessen Mädchen (und Jungen) mitbringen. Mit welchen sachbezogenen Erwartungen kommen die Geschlechter in den Physikunterricht?

Zu dieser Frage liegen Daten aus drei Skalen vor. Bei den ersten beiden Skalen, „Begeisterung für Naturphänomene“ und „Begeisterung für Technik“, standen für die einzelnen Items jeweils fünf Antwortkategorien zur Auswahl: von „gar nicht“ (1) bis „sehr stark“ (5). In der dritten Skala, „Sachbezogene Erwartungen“, gab es vier Antwortmöglichkeiten von „trifft nicht zu“ (1) bis „trifft zu“ (4).

Naturphänomene wie „ein Regenbogen“, „eine Sonnen- oder eine Mondfinsternis“ oder „Ebbe und Flut“ beeindruckten die befragten Jugendlichen „stark“ (zweithöchste Antwortkategorie der fünfstufigen Skala), wobei der Durchschnittswert der Mädchen signifikant höher liegt als derjenige der Jungen ($F [1,578] = 88.30$; $p < 0.001$; vgl. Tab. 3.7).

Tabelle 3.7: Begeisterung für Physik und Technik und sachbezogene Erwartungen an den Physikunterricht

Skalen	Total ¹ N=578	Mädchen N=388	Jungen N=190	Signifikanz
Begeisterung für Naturphänomene ¹	3.97	4.14	3.61	p<0.001
Begeisterung für Technik ¹	2.77	2.60	3.13	p<0.001
Sachbezogene Erwartungen ²	2.47	2.45	2.52	n.s.

¹ Skalenpositionen: 1 = gar nicht, 2 = weniger stark, 3 = mittel, 4 = stark, 5 = sehr stark

² Skalenpositionen: 1 = trifft nicht zu, 2 = trifft eher nicht zu, 3 = trifft eher zu, 4 = trifft zu

Von der Technik sind die Jugendlichen „mittel“ bis „weniger stark“ fasziniert. Die Antworten betreffen Items wie: „Wenn ich neue technische Geräte sehe (z.B. Computer, Windkraftwerk), dann fasziniert mich das.“ „Wenn ich Berichte über den Flug von Raketen, Raumsonden und Satelliten sehe oder lese, dann fasziniert mich das.“ Mädchen sind deutlich weniger von der Technik fasziniert als Jungen ($F [1,576] = 66.45; p < 0.001$).

Die Skala *Sachbezogene Erwartungen* wird von drei Items gebildet: „Ich gehe davon aus, dass ich in Physik etwas lerne, I) das ich unmittelbar brauchen kann, II) das für mich sehr wichtig ist, III) das ich später sehr oft brauchen werde.“ Der Durchschnittswert aller Schülerinnen und Schüler liegt genau in der Mitte der vierstufigen Antwortskala, der Unterschied zwischen den Geschlechtern ist nicht signifikant ($F [1,577] = 1.24; n.s.$).

3.4.6 Vorbilder, Intelligenz und Selbstwirksamkeit

Als Determinanten der Schulleistung gelten auch Vorbilder, Intelligenz und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen. Wie wir im Kapitel 3.2 diskutiert haben, erwarten wir im Falle der Variablen Intelligenz keine Geschlechterdifferenz, bei den anderen beiden Variablengruppen ist die Forschungslage bisher nicht eindeutig. Die entsprechenden Analysen sind in Tabelle 3.8 dargestellt. Sie erweisen sich im wesentlichen als nicht signifikant.

Tabelle 3.8: Mittelwerte weiterer Prädiktoren der Eingangsmotivation, differenziert nach Geschlecht

Abhängige Variable	Geschlecht		F	df	P
	w	m			
Vorbild					
Anzahl männliche Vorbilder (0-6)	.37	.39	.31	1, 612	n.s.
Anzahl weibliche Vorbilder (0-6)	.03	.06	2.26	1, 612	n.s.
Intelligenztest					
Wortauswahl	10.81	11.05	1.30	1, 572	n.s.
Würfelaufgaben	11.43	11.58	0.23	1, 572	n.s.
Figurentest	11.10	11.53	2.25	1, 572	n.s.
Schulische Selbstwirksamkeitsüberzeugung					
Anstrengung als Investition	2.89	2.95	1.81	1, 561	n.s.
Anstrengung als Optimismus	2.62	2.75	11.34	1, 547	***
Anstrengung als Beharrlichkeit	3.24	3.27	0.59	1, 565	n.s.
Anstrengung als Problemlösefähigkeit	2.99	3.06	4.63	1, 564	*
Schulische Misserfolgserwartung	1.98	1.95	0.95	1, 550	n.s.
Schulische Erfolgserwartung	2.91	2.91	0.00	1, 540	n.s.

Sign.: ***: $p < 0.001$; **: $p < 0.01$; *: $p < 0.05$; n.s.: nicht signifikant

Erwartungsgemäss und übereinstimmend mit früheren Forschungsergebnissen (Beerman, Heller & Menacher, 1992) unterscheidet sich die Leistung in den verwendeten Intelligenzsubtests zu räumlichem Vorstellungsvermögen und Oberbegriffsbildung nicht in Abhängigkeit vom Geschlecht. Dieser Befund repliziert, dass Schülerinnen und Schüler über vergleichbare intellektuelle Potentiale verfügen, um physikalische Sachverhalte zu verstehen.

Auch die Anzahl Vorbilder aus dem naturwissenschaftlich-technischen Bereich unterscheidet sich nicht geschlechtsspezifisch (vgl. auch Kapitel 2.1.4). Der Faktor Vorbilder bildet die Summe der in der Eingangserhebung erfragten Personen, zu denen eine verwandtschaftliche Beziehung besteht und die einen Beruf im naturwissenschaftlichen oder technischen Bereich ausüben, aufgeschlüsselt nach dem Geschlecht. Absolut werden erwartungsgemäss durchschnittlich mehr männliche als weibliche Vorbilder genannt, wobei die durchschnittliche Anzahl Vorbilder generell sehr gering ist. Relativ, d.h. gemessen an der Anzahl von Mädchen und Knaben in unserer Stichprobe, ist die Zahl der Vorbilder in beiden Gruppen in etwa gleich gross.

Bei der schulischen Selbstwirksamkeitsüberzeugung berichten die Schüler im Vergleich mit den Schülerinnen über eine höhere Anstrengungsbereitschaft im Sinne von Erfolgsoptimismus. Ebenfalls attribuieren sich Schüler höhere Werte bei der Anstrengung im Sinne von Problemlösefähigkeit als Schülerinnen. Dies stimmt mit einem häufig berichteten und auch in unserer eigenen Untersuchung gefundenen Ergebnis überein, wonach Jungen einen höheren globalen und schulischen Selbstwert haben als Mädchen (z.B. Rosenberg, 1979; Flammer, 1990; Asendorpf & van Aken, 1993; Flammer, Neuenschwander & Grob, 1995; Horstkemper, 1991).

Zusammenfassend zeigen unsere Daten, dass Mädchen und Knaben beim Eintritt in den Physikunterricht über ein gleiches Intelligenzpotential verfügen und dass sie sich hinsichtlich der Anzahl von Vorbildern nicht unterscheiden. Demgegenüber bestehen deutliche Unterschiede in den physik- und technikbezogenen Vorerfahrungen und ausserschulischen Aktivitäten von Schülerinnen und Schülern. Es stellt sich die Frage, inwiefern die unterschiedlichen Vorerfahrungen der Geschlechter die aufgezeigten Erwartungsdifferenzen in bezug auf den Physikunterricht erklären können. Dieser Frage wollen wir im folgenden nachgehen, indem wir versuchen, ein Gesamtmodell für die Erklärung der differentiellen Eingangsmotivation von Mädchen und Knaben auszuarbeiten. Wir stützen uns zunächst auf Regressionsanalysen (3.4.7), um dann ein Strukturgleichungsmodell zu entwickeln (3.4.8 und 3.4.9).

3.4.7 Regressionsanalytische Erklärung der Eingangsmotivation

Indikatoren für Vorerfahrungen, Freizeitaktivitäten, Begeisterung und andere motivationale Faktoren sowie Intelligenz sollen in einem ersten Schritt regressionsanalytisch zur Prädiktion von vier Indikatoren der Eingangsmotivation für den Physikunterricht beigezogen werden, indem sie die Variable Geschlecht differenzierend ersetzen. Die Regressionsanalyse zur Erklärung des Einzelitems Interesse an Physik wird hier nicht dargestellt, weil dieses Item in hohem Mass mit den sachbezogenen Erwartungen an den Physikunterricht korreliert ($r = .45$; $p < .001$), aber wenig reliabel ist.

Gemäss Tabelle 3.9 sind alle Regressionsgleichungen signifikant und erklären je nach Kriterium einen befriedigenden Varianzanteil von 17% bis 34%. Insbesondere der Faktor *mediale Erfahrungen mit Physik und Technik* vermag alle vier Indikatoren der Motivation signifikant vorherzusagen, nicht aber der Faktor reale Erfahrungen mit Geräten und Baukästen. Über Gespräche, Bücher oder andere Medien vermittelte Erfahrungen wecken vielleicht Neugierde und das Interesse am Verstehen von physikalischen Zusammenhängen. Oder vorsichtiger und angemessener interpretiert: Wer sich für physikalische Zusammenhänge interessiert, sucht Medien, die ihm Erfahrungen mit Physik und Technik vermitteln, und hegt zugleich hohe Erwartungen an den Physikunterricht.

Auch der affektive Faktor der *Begeisterung* ist offenbar ein entscheidender Prädiktor für hohe Erwartungen und Interesse, vor allem die Begeisterung für Technik (bei Buben stärker als bei Mädchen ausgeprägt) und die Begeisterung für Naturphänomene (stärker bei den Mädchen ausgeprägt). Der negative Koeffizient beim Interesse an technischen Berufen von $\beta = -.15$ indiziert die Gegensätzlichkeit von Begeisterung für Naturphänomene und Interesse an technischen Berufen. Dafür spricht auch, dass der entsprechende Koeffizient beim Kriterium sachbezogene Erwartungen an den Physikunterricht signifikant positiv ist. Wer sich für Naturphänomene begeistern kann, mag durchaus hohe sachbezogene Erwartungen an den Physikunterricht haben, nicht aber ein hohes Interesse an technischen Berufen aufweisen. Naturphänomene und technische Geräte und Anlagen sind Themenbereiche des Physikunterrichts, die die beiden Geschlechter sehr ungleich ansprechen.

Tabelle 3.9: Erwartungen an den Physikunterricht

Motivation	Personbez. Erwartungen	Sachbezogene Erwartungen	Interesse an physikalischen Berufen	Interesse an technischen Be- rufen
Mediale Erfahrungen mit Physik und Technik	.20***	.24***	.21***	.12**
Erfahrungen mit techn. Geräten und Baukästen	.05	.01	-.01	-.01
technische Freizeitaktivitäten	.00	.01	.08	.15**
Haushalt- und Betreuungstätigkeiten	-.14**	.00	-.08	-.07
Bild der Physik männlich	.00	-.05	.01	.04
Bild der Physik weiblich	.02	.01	.01	.03
Figurentest	.08+	.00	.04	.07
Worttest	.03	-.01	.05	-.03
Würfelaufwicklungen	.07	.10*	.13**	.06
Männliches Vorbild	.07	-.05	.07	.07+
Weibliches Vorbild	.03	-.01	.01	-.02
Begeisterung für Naturphänomene	-.01	.17***	.03	-.15***
Begeisterung für Technik	.23***	.13*	.25***	.39***
Anstrengung als Investition	-.04	.05	-.09*	-.05
Anstrengung als Optimismus	.18***	.02	.02	-.04
Anstrengung als Beharrlichkeit	-.03	-.10*	-.06	-.02
Anstrengung als Problemlösefähigkeit	-.10*	-.06	-.04	.03
Schul. Misserfolgserwartung	-.03	-.07	-.02	-.05
Schul. Erfolgserwartung	.11*	-.01	.06	-.03
R ²	28%	17%	25%	34%
F	9,84	5,03	8,11	12,79
p	<.001	<.001	<.001	<.001

Sign.: ***: $p < 0.001$; **: $p < 0.01$; *: $p < 0.05$; +: $p < 0.10$; $df = 19, 474$

Die Skalen zur *Selbstwirksamkeit* und zur *Leistungsmotivation* bilden keine starken Prädiktoren; die Koeffizienten sind in der Regel nahe bei Null und nur selten signifikant. Wenn die vier Regressionsanalysen unter Ausschluss der sechs Skalen zur Selbstwirksamkeit und Leistungsmotivation⁶ neu gerechnet werden, bleiben die Gleichungen signifikant, und die erklärten Varianzen sinken nur unbedeutend.

Dieses Ergebnis mag zunächst erstaunen, da Motivation und hohe Erwartungen in hohem Ausmass durch Selbstwirksamkeitserfahrungen bestimmt werden. Allerdings sind die in unserer Untersuchung verwendeten Skalen nicht auf den Physikunterricht bezogen formuliert worden. Die Operationalisierung der Bereitschaft zur Anstrengung und der Erfolgs- bzw.

⁶ Das sind die sechs letzten Prädiktoren in Tabelle 3.9.

Misserfolgserwartung scheinen eher allgemeine Selbstbeurteilungen ausgelöst zu haben. Immerhin bleibt festzustellen, dass diese generellen motivationalen Aspekte das Interesse am Physikunterricht und an Berufen im physikalisch-technischen Bereich praktisch nicht beeinflussen. Insofern werden damit zwei voneinander unabhängige motivationale Komponenten erfasst.

3.4.8 Dimensionalität von Vorerfahrungen, Freizeitaktivitäten, Erwartungen und Begeisterung für Technik und Natur

Mit multiplen Regressionen können Korrelationen zwischen den abhängigen Variablen (vgl. Tab. 3.10) bzw. zwischen den unabhängigen Variablen nicht berücksichtigt werden. Dieser Nachteil kann methodisch mit Hilfe von Strukturgleichungen aufgefangen werden, mit deren Hilfe die Ergebnisse nun methodisch vertieft werden sollen.

Tabelle 3.10: Pearson-Korrelationen zwischen den Indikatoren der Eingangsmotivation für den Physikunterricht

	1	2	3	4	5
1. Personbezogene Erwartungen					
2. Sachbezogene Erwartungen	.31***				
3. Interesse an Physik	.61***	.45***			
4. Interesse an physikalischen Berufen	.52***	.44***	.51***		
5. Interesse an technischen Berufen	.39***	.26***	.30***	.60***	

Lineare Strukturgleichungsmodelle erlauben die Berechnung von multiplen disattenuierten Korrelationen. Für die Berechnung der latenten Variablen werden die Standardfehler der einzelnen Items ausgeschlossen. Disattenuierte Korrelationen sind daher reliabler. Im Unterschied zur früher dargestellten Regressionsanalyse beschränkt sich das nachfolgende Modell auf diejenigen Prädiktoren, die sich zwischen den Geschlechtern bedeutsam unterscheiden. Diese Variablen dürften die geschlechtsspezifischen ausserschulischen Erfahrungen besonders prägnant wiedergeben und erklärungsrelevant sein.

Verfahrensmässig muss hinter die bereits dargestellten Ergebnisse der Regressionsanalysen zurückgegangen werden, um die postulierte Faktorenstruktur konfirmatorisch überprüfen zu können. Mit der Präsentation der Messmodelle soll die Dimensionalität der Konzepte belegt werden. Wir beginnen mit der Darstellung der Messmodelle für die Erwartungen an den Physikunterricht (3.4.3.1). Es folgen die Messmodelle für die drei Prädiktoren Vorerfahrungen (3.4.3.2), Begeisterung (3.4.3.3) und Freizeitaktivitäten (3.4.3.4).

3.4.8.1 Erwartungen

Für die vorliegenden Modellrechnungen beschränken wir uns auf die Erwartungen an den Physikunterricht und verzichten wegen mangelnder Reliabilität der beiden Einzelitems auf die

den Fragebogenitems, die a priori zur Messung der Erwartungen an den Physikunterricht formuliert worden sind (zur Skalenkonstruktion vgl. Hoffmann, Häussler, Bündler, Nentwig & Peters-Haft, 1995), wurden drei Itemgruppen gebildet, die sich zu gleichen Teilen aus Items mit hohen, mittleren und niedrigen Ladungen in der vorangehenden Faktorenanalyse zusammensetzen. Damit wird die Reliabilität der Indikatoren der Messmodelle vergleichbar. Wir vermuten, dass gewisse Erwartungen das Fach, andere die eigene Person angesichts des Faches fokussieren. Daher postulieren wir, dass die Erwartungen an den Physikunterricht sich in zwei Messmodelle unterteilen.

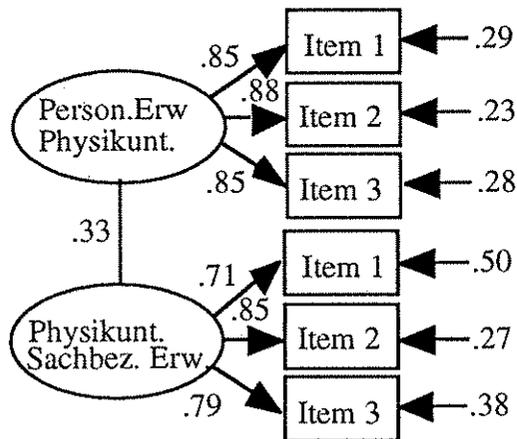


Abbildung 3.4: Messmodelle Erwartungen an den Physikunterricht

Werden alle Indikatoren auf eine latente Variable geschätzt, resultiert ein $\chi^2 = 607$ ($df = 9$; $p < .001$; $GFI = .73$; $AGFI = .37$; $RMS = .13$). Die in Abbildung 3.4 dargestellten Messmodelle sind deutlich überlegen, weil der Veränderung des χ^2 -Werts signifikant ist. Das belegt die Zweidimensionalität der Erwartungsstruktur. Der Goodness of Fit-Index ist mit .98 gut, obwohl in unserer Stichprobe mit 587 Jugendlichen der Gesamtchi-Quadrat-Wert signifikant wird. Zwischen den Messfehlern wurden keine Korrelationen zugelassen. Die beiden Erwartungsdimensionen korrelieren aber signifikant mit $\Psi = .33$, was unwesentlich von der univariaten Pearson-Korrelation von .31 abweicht.

3.4.8.2 Vorerfahrungen

Als Prädiktoren ziehen wir die Variablengruppen Vorerfahrungen, Begeisterung und Freizeitaktivitäten bei. Die Ergebnisse in Tabelle 3.1 zeigen, dass Schüler über mehr Erfahrungen mit Physik und Technik berichten als Schülerinnen (vgl. Kap. 3.4.1). Unterschieden haben wir in medial vermittelte Erfahrungen mit Physik und Technik und Erfahrungen mit technischen Geräten und Baukästen. Diese beiden Erfahrungsquellen widerspiegeln einerseits einen handlungsorientierten Zugang, wonach mit technischen Geräten experimentiert und aktiv Erfahrungen erworben werden.

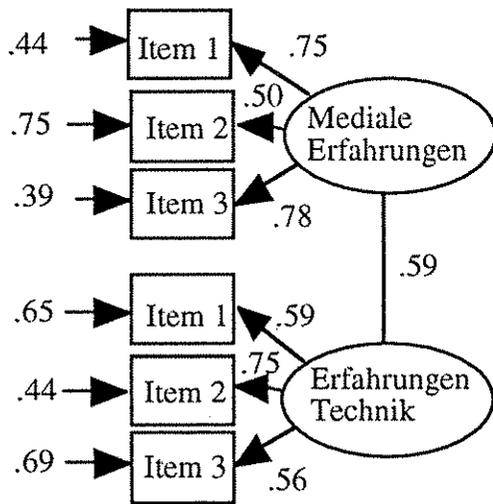


Abbildung 3.5:
Messmodelle Erfahrungen
 $\chi^2=32.7$; $df=8$; $p<.01$; $N=587$;
 $GFI=.98$; $AGFI=.95$; $RMS=.03$

Andererseits werden auch Erfahrungen, die aus Büchern oder Gesprächen stammen, als einschlägige Quellen erachtet, die sich von der handelnd erkundenden Zugangsweise unterscheiden, aber mit der Eingangsmotivation für den Physikunterricht zusammenhängen. Werden alle Indikatoren auf eine einzige Variable geschätzt, resultiert ein schlechtes Modell ($\chi^2 = 147$ $df = 9$; $p<.001$; $GFI = .92$; $AGF = .80$; $RMS = .06$). Abbildung 3.5 belegt aufgrund der konfirmatorischen Faktorenanalyse diese Zweidimensionalität, weil der χ^2 -Wert signifikant gesunken ist gegenüber dem Nullmodell. Die beiden latenten Variablen korrelieren mit .59 beträchtlich. Die Standardmessfehler sind wiederum unkorreliert.

3.4.8.3 Begeisterung

Bezüglich des emotionalen Aspekts Begeisterung für Naturphänomene und Technik, der zweiten Gruppe von Prädiktoren, berichteten wir über einen geschlechtsspezifisch gegenläufigen Effekt (vgl. Tab. 3.7). Die Begeisterung für Natur und Technik drückt Faszination und eine hohe subjektive Wertigkeit dieser Gegenstände aus. Die Technik ist künstlich, von Menschen hergestellt, manipulierbar. Die Natur ist hingegen komplex, manchmal undurchsichtig, politisch vielleicht mit einer ökologischen Haltung verknüpft, einstellungsmässig von Staunen gekennzeichnet. Wir vermuten, dass sich Art und Stärke der Begeisterung für diese beiden Gegenstände unterscheiden.

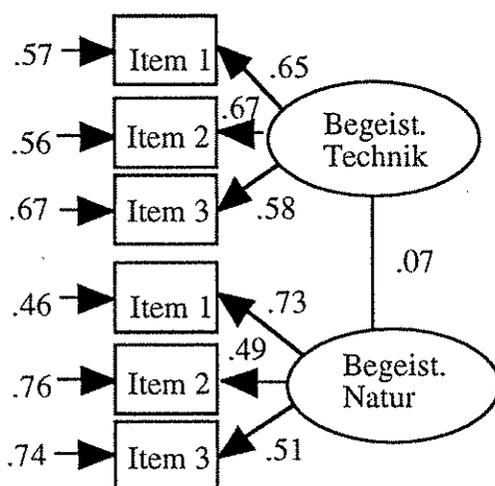


Abbildung 3.6:
Messmodelle Begeisterung
($\chi^2=34.3$; $df=8$; $p<.01$; $N=587$;
 $GFI=.98$; $AGFI=.95$; $RMS=.05$)

Das Null-Modell mit einer latenten Variable weist einen schlechten Fit auf ($\chi^2 = 194$; $df = 9$; $p<.01$; $N = 587$; $GFI = .89$; $AGFI = .75$; $RMS = .14$). In den konfirmatorischen Faktorenanalysen (Abb. 3.6) wird die Zweidimensionalität des Konstrukts Begeisterung belegt, weil der χ^2 -Wert signifikant abnimmt. Mit einem akzeptablen Fit interpretieren wir die beiden Messmodelle Begeisterung für Naturphänomene und Begeisterung für Technik trotz signifikantem Chi-Quadrat als akzeptabel. Die beiden latenten Variablen korrelieren nicht signifikant mit $\Psi = .07$.

3.4.8.4 Freizeitaktivitäten

Die dritte Gruppe von potentiellen Prädiktoren für die Erwartungshaltung gegenüber dem Physikunterricht ist das Freizeitverhalten, das sich ebenfalls geschlechtsspezifisch unterscheidet. Freizeitaktivitäten können unter anderem auf technische Gegenstände und Manipulationen oder auf Haushalts- und Betreuungstätigkeiten bezogen sein. Diese beiden Tätigkeitsgruppen widerspiegeln exemplarisch traditionelle Geschlechtsstereotypen. Sie bilden nicht das gesamte Repertoire von möglichen Freizeitverhaltensweisen ab.

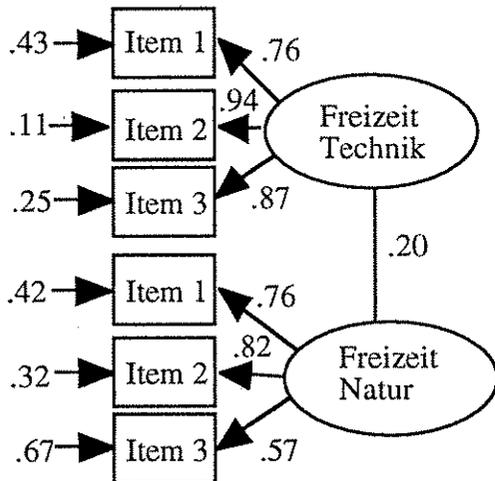


Abbildung 3.7:
Messmodelle Freizeitaktivitäten
($\chi^2=24.1$; $df=8$; $p<.01$; $N=587$;
 $GFI=.99$; $AGFI=.97$; $RMS=.03$)

Während die erste Gruppe Handlungen umfasst, die eher instrumentellen Charakter haben und traditionellerweise in den Zuständigkeitsbereich der Männer fallen, ist die zweite Gruppe auf soziale und expressive Tätigkeiten bezogen, für die herkömmlicherweise das weibliche Geschlecht zuständig ist. Das Null-Modell mit einer latenten Variable weist ungenügende Modell-Gütekriterien auf ($\chi^2 = 452$; $df = 9$; $p < .001$; $N = 587$; $GFI = .79$; $AGFI = .50$; $RMS = .19$). In Abbildung 3.7 wird konfirmatorisch die Zweidimensionalität des Freizeitverhaltens bei einem guten Fit-Index und unkorrelierten Standardmessfehlern belegt, weil der χ^2 -Wert signifikant abnimmt.

3.4.9 Gesamtmodell zur Erklärung der Eingangsmotivation für den Physikunterricht

Die vier Messmodell-Paare werden nun zu einem Gesamtmodell verknüpft (vgl. Tab. 3.11). Alle Standardmessfehler bleiben unkorreliert. Die Fit-Indices dieses Gesamtmodells sinken auf $GFI = .93$ und $AGFI = .90$. Der Gesamtchiquadrat-Wert ist signifikant, die Differenz zwischen Chiquadrat und der Zahl der Freiheitsgrade liegt bei 2.5, so dass wir das Modell nur knapp als akzeptabel bezeichnen können. Die Analyse der Modification-Indices zeigt, dass beträchtliche Nebenladungen von den Indikatoren auf unerwartete latente Variablen vorliegen, die hier nicht korrigiert worden sind, aber ein einer theoriegeleiteten Modellbildung berücksichtigt werden müssen.

Tabelle 3.11: Disattenuierte Korrelationen zwischen Eingangserwartungen an den Physikunterricht und dessen Prädiktoren (Psi-Matrix)

	1	2	3	4	5	6	7
1. Personbezogene Erwartungen	1						
2. Sachbezogene Erwartungen	.33	1					
3. Mediale Erfahrungen mit Physik und Technik	.49	.41	1				
4. Erfahrungen mit technischen Geräten und Baukästen	.35	.20	.60	1			
5. Begeisterung für Naturphänomene	-.02 ns.	.26	.08 ns.	-.10 ns.	1		
6. Begeisterung für Technik	.56	.37	.57	-.15	.09 ns.	1	
7. Freizeitaktivitäten Technik	.25	.19	.53	.89	.00 ns.	.38	1
8. Haushalt u. Betreuungstätigkeiten	-.16	.04 ns.	-.02 ns.	.06 ns.	.22	-.15	.22

Legende: $\chi^2=566.5$; $df=224$; $p<.01$; $N=587$; $\chi^2/df=2.53$; $GFI=.93$; $AGFI=.90$; $RMS=.04$
 Wenn nicht-signifikante Korrelationen null gesetzt werden: $\chi^2=604.1$; $df=230$; $p<.01$;
 $\chi^2/df=2.63$; $GFI=.92$; $AGFI=.90$; $RMS=.05$.

Tabelle 3.11 zeigt die signifikanten disattenuierten Korrelationen zwischen den latenten Variablen. Die Messmodelle haben sich gegenüber den vorausgehenden Darstellungen nicht verändert und werden nicht noch einmal dargestellt.

Generell fällt auf, dass die Begeisterung für Naturphänomene wenige signifikante Korrelationen zeigt und vor allem mit Haushalts- und Betreuungstätigkeiten in der Freizeit zusammenhängt ($\Psi = .38$). Auf der anderen Seite steht die Begeisterung für Naturphänomene, die bei Mädchen stärker ausgeprägt ist als bei Knaben, in Relation zu sachbezogenen Erwartungen an den Physikunterricht. Es ist leicht auszumalen, dass ein Physikunterricht, der diesen Erwartungen nicht gerecht wird und eher auf technische Phänomene ausgerichtet ist, die Motivationsstruktur der Mädchen negativ tangiert.

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 an den Physikunterricht korrelieren besonders mit den medial vermittelten Erfahrungen mit Physik und Technik ($\Psi=.41$) und mit der Begeisterung für Technik. Keine signifikante Korrelation finden wir zu Haushalt- und Betreuungstätigkeiten.

3.5 Diskussion

Ziel der vorausgehenden Analysen war es zu zeigen, dass Schülerinnen und Schüler im Kontext von Physik und Technik vor- und außerschulisch unterschiedlich sozialisiert werden, so

dass sich die Eingangsmotivation für den Physikunterricht geschlechtsspezifisch unterscheidet. Tatsächlich treten Mädchen und Jungen nicht nur mit unterschiedlichen Vorerfahrungen, sondern auch mit ungleichen Erwartungen in den Physikunterricht ein. Die Analyse der Eingangsdaten unserer Untersuchung bestätigt im wesentlichen die aus anderen Studien (vgl. Abschnitt 3.3) bekannten Geschlechtseffekte. Die Vertrautheit mit technischem Gerät und die Begeisterung für Technik ist bei den Knaben deutlicher ausgeprägt als bei den Mädchen. Dies dürfte im wesentlichen eine Folge der unterschiedlichen Freizeitaktivitäten der Geschlechter sein. Mädchen werden vermehrt für Tätigkeiten im pflegerischen und rekreativen Bereich beigezogen, während Knaben deutlich mehr Erfahrungen mit Reparaturtätigkeiten und technischem Spielzeug machen. Damit in Übereinstimmung liegt die Faszination der Mädchen gegenüber der Natur eher im phänomenalen Bereich. Die Knaben entwickeln demgegenüber schon früh eine analytische Haltung gegenüber der Natur, was sich in einer Begeisterung für eine experimentelle und technische Zugangsweise zur Natur ausdrückt. Diese Befunde geben Hinweise für eine „mädchengerechte“ Physikdidaktik, die stärker von Naturphänomenen und weniger von technischen Errungenschaften ausgehen sollte. Damit könnte geschlechtsspezifischen Vorerfahrungen angemessener entsprochen werden, als wenn sich der naturwissenschaftliche Unterricht ausschliesslich an technischen Beispielen orientiert.

Wir sehen in den Ergebnissen zu den geschlechtsdifferenten Vorerfahrungen eine Bestätigung der theoretischen Orientierung unserer Interventionsstudie. Die Entwicklung der didaktischen Materialien ist von Überlegungen zur Geschlechterdifferenz ausgegangen und hat sich in ihrer Zielsetzung unter anderem von der Annahme unterschiedlicher Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler leiten lassen (vgl. Kap. 1.2).

Auch weitere Kriterien, die wir für einen „mädchengerechten“ Physikunterricht veranschlagt und der Interventionsstudie zugrunde gelegt haben, finden in den Ergebnissen der Eingangserhebung eine überzeugende Bestätigung. Geradezu irritierend ist die stereotype Wahrnehmung der Geschlechtskonnotationen des Faches Physik. Die Physik wird als eine ausgesprochen männliche Domäne empfunden, die begrifflich hoch assoziiert ist mit dem Geschlechterstereotyp des Begriffs „Mann“. Demgegenüber weist der Begriff „Frau“ praktisch keine korrelative Beziehung zum Begriff „Physik“ auf (vgl. Tab. 3.2). Wie auch andere Studien bestätigen, werden Fremdsprachen (hier operationalisiert als „französische Sprache“) eher weiblich konnotiert. Erstaunlich ist, dass sich die Geschlechter bezüglich ihrer Wahrnehmung der Geschlechtstypik von Physik und französischer Sprache kaum unterscheiden. Auch diesbezüglich bestätigen sich Ergebnisse aus anderen Untersuchungen (v.a. Kahle, 1988; Kelly, 1985; Mead & Métraux, 1957; Weinreich-Haste, 1981). Es erstaunt daher nicht, dass sich Mädchen bedeutend weniger als Knaben vorstellen können, später einmal einen Beruf auszuüben, der mit Physik oder Technik zu tun hat. Möglicherweise steht die männliche Konnotation von Physik nicht deshalb im Widerspruch zur weiblichen Identität, weil Maskulinität als Gegensatz zu Femininität wahrgenommen wird – dies ist bei den Mädchen ausdrücklich nicht der Fall (vgl. Tab. 3.2). Der Widerspruch ergibt sich vielleicht eher deshalb, weil das Männliche des Faches Physik mit Berufsperspektiven in Verbindung gebracht wird, die den Frauen wenig Freiraum lassen, um ihren Anspruch auf Verbindung von Erwerbsarbeit und Familie realisieren zu können (Lightbody & Durndell, 1996). Dafür könnte auch spre-

chen, dass die sachbezogenen Erwartungen an den Physikunterricht zwischen den Geschlechtern *nicht* differieren (vgl. Tab. 3.7).

Erfahrungen und Erwartungen bilden zusammen eine wesentliche Komponente der motivationalen Einstellung (vgl. Abschnitt 3.1). Tatsächlich zeigt die Analyse der Eingangsdaten ein relativ geringes Interesse der Mädchen am Fach Physik. Die am Beispiel von Französisch und Physik nachgewiesene Geschlechtstypisierung der Fächer bestätigt sich auf breiterer Basis anhand der Interessensdifferenzen von Mädchen und Knaben bezüglich der Schulfächer. Physik, Chemie, Mathematik, Geographie und Sport wecken bei den Schülern signifikant mehr Interesse als bei den Schülerinnen. Umgekehrt verhält es sich im Falle der Sprachfächer (Deutsch, Französisch/Italienisch, Latein/Griechisch und Englisch) sowie im Falle von Biologie, Kunst/Zeichnen, Musik/Singen und Handarbeit/Werken, die bei den Schülerinnen auf ein stärkeres Interesse stossen.

Die unterschiedlichen Interessen schlagen sich in differenten Leistungserwartungen nieder. Entsprechend dem im Kapitel 3.1 vorgestellten Erwartungs-mal-Wert-Modell der Motivation sinken die Erwartungen an die eigenen Leistung angesichts eines reduzierten Wertes der entsprechenden Leistungen. Steht das Fach Physik weder mit den Konnotationen des eigenen Geschlechts noch mit der persönlichen beruflichen Zukunft in enger Beziehung, kann es nicht erstaunen, dass die erwartete Leistung im Physikunterricht eher tief eingeschätzt wird. Während die Schüler dazu tendieren, sich leistungsmässig im besseren Drittel der Klasse zu platzieren, neigen die Schülerinnen eher dazu, sich im schlechteren Drittel der Klasse zu finden (vgl. Tabelle 3.5).

Dass sich bezüglich der Selbstwirksamkeitsüberzeugungen nur wenig Geschlechterdifferenzen finden liessen, hat wohl damit zu tun, dass die Items der betreffenden Skalen *nicht* auf den Physikunterricht bezogen formuliert worden sind. Offensichtlich leiden Schülerinnen nicht *generell* an einem mangelnden Vertrauen in ihre schulische Leistungsfähigkeit. Dies kann genauso als ein hoffnungsvolles Ergebnis der Eingangserhebung gedeutet werden wie die ebenfalls fehlenden Geschlechtsdifferenzen im Falle der drei Intelligenzsubtests (vgl. Tabelle 3.8). Obwohl wir Subtests auswählten, die am ehesten Intelligenzunterschiede hätten erwarten lassen, nämlich zwei Subtests zum räumlichen Vorstellungsvermögen und ein Subtest zur Sprachkompetenz, fanden sich keine signifikanten Differenzen zwischen Mädchen und Knaben.

Insgesamt bestätigen die Analysen die Erwartung, dass die Schwierigkeiten, die Mädchen mit dem Fach Physik haben, nicht begabungs-, sondern motivationsbedingt sind. Wie die multiplen Regressionsanalysen und die Strukturgleichungsmodelle zeigen, konnten wir bedeutende Zusammenhänge zwischen den geschlechtsspezifischen vor- und ausserschulischen Erfahrungen und den Erwartungen an den Physikunterricht nachweisen. Einerseits entlastet dieses Ergebnis den Physikunterricht, andererseits stellt es umso höhere Anforderungen an die Lehrkräfte. Denn wenn der Benachteiligung der Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht wirksam begegnet werden soll, sind pädagogische und didaktische Massnahmen gefordert, die Differenzen berücksichtigen, die bereits vorschulisch eine feste Verwurzelung gefunden haben. Das geringe Interesse der Mädchen am Fach Physik scheint eine lange Vorgeschichte in den unterschiedlichen Sozialisationsbedingungen der Geschlechter zu haben. Vor-

und außerschulische Erfahrungen beeinflussen die Bedingungen, unter denen der Unterricht im Fach Physik beginnt. Dabei unterscheiden sich die Geschlechter weder hinsichtlich einschlägiger Aspekte der Intelligenz noch hinsichtlich der sachbezogenen Erwartungen an den Physikunterricht (vgl. Tab. 3.7). Was den Stoff anbelangt, blicken die Schülerinnen den Physiklektionen genauso erwartungsvoll entgegen wie die Schüler. Die Enttäuschung dürfte allerdings umso schneller eintreten, wenn die Schülerinnen bald erfahren müssen, dass der Physikunterricht von einem wesentlich anderen Bild der Natur handelt als sie es sich vorgestellt haben.

Der Physikunterricht ist mit einem motivationalen Problem belastet, das nach besonderen Massnahmen verlangt, um die Chancengleichheit der Geschlechter zu gewähren. Damit stellt sich die Frage, ob die Massnahmen, die wir in unserem Projekt zur Verbesserung der „Mädchengerechtigkeit“ des Physikunterrichts getroffen haben, erfolgreich waren. Dieser Frage gehen wir in den Kapiteln 6 und 7 nach, die Ergebnisse der Interventionsstudie präsentieren. Zuvor berichten wir über Ergebnisse von Interviews mit den Lehrkräften der Experimentalgruppen I und II (vgl. Kap. 4) sowie über Beobachtungen des Interaktionsverhaltens im Unterricht derselben Lehrkräfte (vgl. Kap. 5).

4 Mädchengerechter Physikunterricht in der Meinung von Lehrpersonen

"Inwieweit entsprechen Unterrichtsdurchführung und subjektive Theorien von Lehrkräften den Kriterien eines 'mädchengerechten' Physikunterrichts? - Auf welche Kriterien sprechen Lehrpersonen besonders an, auf welche weniger? - Wo bestehen grössere individuelle Unterschiede zwischen den Lehrkräften?" Zur Beantwortung dieser Fragen wurden mit den elf Lehrkräften der Experimentalgruppen I und II halb-strukturierte Interviews durchgeführt. Die Beantwortung der obigen Fragen war das eine der beiden Hauptziele der Interviews. Ein zweites Hauptziel bestand darin, die Interviews gleichzeitig als Supervisionsmassnahme zu nutzen (vgl. Kap. 1.3.4).

4.1 Konzeption und Durchführung der Interviews

Die Interviews wurden während der Interventionsphase im November und Dezember 1995 durchgeführt. Der Leitfaden, die Transkriptionsmethoden und das Analyseverfahren waren in einer Voruntersuchung bei fünf Physiklehrkräften, die nicht am Forschungsprojekt beteiligt waren, vorgetestet und evaluiert worden (Spring, 1995).

Die 40- bis 60minütigen Interviews umfassten Fragen zu 14 Themen, die sich in zwei Bereiche gruppieren (vgl. Band Erhebungsinstrumente): 1) *Physikunterricht*: Rolle des Experiments im Unterricht, bevorzugte Unterrichtsmethoden, Physik als Erlebnis für Jugendliche, Bedeutung des Alltagsbezugs, Vorverständnis der Schülerinnen und Schüler, Alltags- und Fachsprache, Rolle der Mathematik in Physik, Kooperation und Kommunikation, Mädchen und Jungen im Physikunterricht. 2) *Physik als Wissenschaft*: Teamarbeit in der physikalischen Forschung, Naturwissenschaft zwischen Entdecken und Erfinden, Wahrheitsanspruch der Naturwissenschaften, Entwicklung naturwissenschaftlichen Wissens, Charakterisierung der naturwissenschaftlichen Methode(n).

Die Interviews wurden nach der Durchführung transkribiert und der betreffenden Lehrkraft zugestellt. Spätestens zwei Wochen nach dem Interview trafen sich der Interviewer und die Lehrperson zu einem Gespräch, in dem einzelne der im Interview gemachten Aussagen gemeinsam diskutiert wurden. Auf diese Weise erhielten die Lehrkräfte im Sinne einer Supervision Rückmeldungen zu ihrer Unterrichtsgestaltung.

Zur Beantwortung der eingangs gestellten Fragen wurden die Interviews einer qualitativen Inhaltsanalyse unterzogen (Jost, 1996; Labudde, 1998). Für das genaue methodische Vorgehen sei verwiesen auf Mayring (1995, p. 55-59, 86-93). Im folgenden beschränken wir uns auf den Teil der Inhaltsanalyse, der in einem direkten Zusammenhang mit den Kriterien für einen "mädchengerechten" Physikunterricht steht. Eine ausführlichere Darstellung findet sich bei Labudde (1998).

4.2 Integration des physikalischen Vorwissens

Unter dem physikalischen Vorwissen werden die Kenntnisse verstanden, die das Individuum bereits in den Physikunterricht mitbringt (Duit, 1989, 1995). Zum Beispiel: Erfahrungen mit Haushaltsgeräten oder technischem Spielzeug, Alltagstheorien zu einem physikalischen Vorgang wie Lichtbrechung oder freier Fall. Wie gehen Physiklehrkräfte mit dem Vorwissen, das individuell sehr unterschiedlich sein kann, im Physikunterricht auf der Sekundarstufe II um?

4.2.1 Interviewfragen und exemplarische Antworten

Hat das Vorwissen, das die Jugendlichen mitbringen, eine Bedeutung für Ihren Physikunterricht? (Interviewfrage Nr. 5.1)

Wäre es nicht besser, dieses Vorwissen ganz zu negieren, um das physikalische Fachwissen frei von jeglichem Ballast aufzubauen? (5.2)

"Gewisse Sachen wissen sie [die Jugendlichen] doch schon. Sei es jetzt von der <Bezirksschule> her, dass sie dort Physik gehabt haben. Sei es von der täglichen Erfahrung. Und auf denen darf ich doch aufbauen. Also ich kann nicht jedesmal hier am Gymnasium [...] wieder bei Null anfangen. Also mir scheint, da muss ich gewisse Sachen voraussetzen. Das darf ich, ist legitim." (Lehrperson O, 5.1)

"[Mir] kommt's also doch darauf an, dass man die Schüler ernst nimmt in dem, was sie mitbringen. Also einfach ernst nimmt. Und das heisst, dass ich das, was sie mitbringen, auch akzeptiere, und dass das einen Beitrag liefert dazu. Wenn ich [hingegen] sage, 'wir lassen Euer Vorwissen', und ich fange nochmal sozusagen neu an, dann heisst das ja eigentlich, dass ich sie als Personen, als Persönlichkeit, die etwas mitbringt, missachte. Sie werden geringgeschätzt: ihre Fähigkeiten, ihr Wissen wird geringgeschätzt." (N, 5.2)

"[Das Vorwissen hat keine Bedeutung für meinen Physikunterricht], und zwar hat das mit der Heterogenität der Vorbildung zu tun. Die <Bezirksschulen> sind derart heterogen, dass ich das leider nicht brauchen kann. Es ist sehr schwierig, man kann auch die einfachsten Begriffe, wie Geschwindigkeit und Beschleunigung, nicht abrufen. (J, 5.1)

4.2.2 Zusammenfassung der Inhaltsanalyse

Die qualitative Inhaltsanalyse zeigt, dass sich die große Mehrheit der interviewten Lehrkräfte der Bedeutung des Vorwissens für das Lernen der Physik zumindest bewusst ist. Einige exemplarische Beispiele seien hier stichwortartig aufgeführt: Mehrere Lehrkräfte nennen Naturphänomene, wie Regenbogen oder Gewitter, als Musterbeispiele, bei denen die Schülerinnen und Schüler ihr Vorwissen in den Unterricht einbringen können. Oder ein Lehrer beschreibt, wie er am Beginn einer Unterrichtseinheit zum einen das sammelt, was die Jugendlichen in dem betreffenden Bereich bereits wissen. Zum anderen ermuntert er die Jugendlichen, Fragen zu stellen, die sie zu diesem Bereich interessieren. Die Lehrkräfte beschreiben spontan mehrheitlich konkrete Unterrichtsinhalte, wie Regenbogen, Flugzeuge, Batterie, wenn sie auf das Vorwissen der Jugendlichen angesprochen werden. Deutlich weniger häufig schildern sie, wie sie dabei unterrichtsmethodisch vorgehen.

Alle Lehrkräfte unterscheiden explizit oder implizit zwischen Kenntnissen, die von den Jugendlichen einerseits innerhalb, andererseits ausserhalb der Schule erworben worden sind. Eine Mehrheit der Interviewten gibt an, sich auf das ausserschulische Vorwissen abzustützen und dieses in den Unterricht zu integrieren. Hingegen gehen die Lehrkräfte individuell sehr unterschiedlich mit dem Vorwissen um, das die Lernenden zuvor in Schulen der Sekundar-

stufe I erworben haben. Die einen versuchen, dieses zu integrieren, während die anderen es wegen der enormen Heterogenität gänzlich negieren, um "im Physikunterricht SII noch einmal ganz von vorne [zu] beginnen".

Die Heterogenität des Vorwissens innerhalb einer Klasse wird von einigen Lehrpersonen als problematisch und herausfordernd eingestuft. Auf der einen Seite sollen die Jugendlichen ihre individuellen Erfahrungen in den Physikunterricht einbringen können. Auf der anderen Seite gibt es viele Schülerinnen und Schüler, die in einigen Bereichen viel weniger Vorerfahrungen als andere mitbringen. Diese Jugendlichen sollen nicht den Eindruck gewinnen, dass sie schon alles wissen müssen, um in Physik bestehen zu können. Dieser schwierige Umgang mit der Heterogenität des Vorwissens äussert sich gleichermassen bei einem anderen Interviewthema, "Mädchen und Jungen im Physikunterricht": Auf die Frage, ob sie in den letzten zwei Jahren spezielle Massnahmen gegen allfällige Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen im Physikunterricht ergriffen hätten, wurden verschiedenste Punkte genannt. Zwei Lehrkräfte machen an dieser Stelle explizit Aussagen über das Vorwissen der Mädchen, schlagen aber bei gleicher Problemlage zwei verschiedene Unterrichtsstrategien vor: Der erste Lehrer sagt, dass er gewisse Vorkenntnisse bewusst nicht aufgreifen würde, z.B. Vorerfahrungen mit der elektrischen Eisenbahn, weil die Mädchen hier sonst benachteiligt seien. Der andere Lehrer sieht das Problem der unterschiedlichen Vorkenntnisse ebenfalls, insbesondere bei technischen Themen. Er schildert dann aber eine andere Unterrichtsstrategie als sein Kollege. Statt wie dieser das Vorwissen zu umgehen, versucht er diejenigen Jugendlichen, die in diesem Bereich wenige Erfahrungen mitbringen, "ein bisschen zu stützen und ihnen quasi Nachhilfe zu geben".

Einige Lehrpersonen differenzieren und erwähnen sowohl die mit dem Vorwissen verbundenen Chancen, z.B. Anknüpfen an Alltagserlebnisse, als auch die daraus resultierenden Schwierigkeiten, z.B. Alltagstheorien, die der Physik widersprechen.

4.2.3 Bewertung der Interviewantworten

Als Massstab für die Bewertung der Antworten dient das erste Kriterium eines "mädchengerechten" Physikunterrichts, "Physikalisches Alltagswissen" (vgl. Kap. 1.2.2): Fast alle interviewten Lehrkräfte geben explizit an, im Unterricht an die ausserschulischen Erfahrungen der Jugendlichen anzuknüpfen. Anders hingegen beim schulischen Vorwissen: Ein Teil der Lehrkräfte nimmt darauf explizit Bezug, ein anderer Teil hingegen überhaupt nicht. In den Antworten werden mehrheitlich Unterrichtsinhalte beschrieben, kaum hingegen die methodische Umsetzung. Auf die individuell unterschiedlichen Erfahrungen sowie auf die verschiedenen Erfahrungen von Mädchen und Jungen gehen die Befragten von sich aus kaum ein.

Grundsätzlich scheinen die Lehrkräfte für das Kriterium "Physikalisches Alltagswissen" sensibilisiert. Es besteht damit eine Basis, auf der sich aufbauen lässt in Richtung einer noch besseren Integration des Vorwissens, einer vermehrten Rücksichtnahme auf individuelle und geschlechtsspezifische Unterschiede sowie eines Einsatzes geeigneter Unterrichtsmethoden.

4.3 Alltags- und Fachsprache

Viele Worte werden sowohl im Alltag wie in der Wissenschaft benutzt: "Beschleunigung", "Energie", "Resonanz". Beim Lernen der Physik besteht das Problem, dass die Definition eines physikalischen Begriffs häufig nicht mit der individuellen Interpretation des entsprechenden Alltagswortes übereinstimmt. Zudem besteht ein prinzipieller Unterschied (Labudde, 1993, p. 56-57): Alltagsworte sind meist nicht scharf definiert, sondern aufgebaut durch ein Bedeutungsnetz, d.h. durch die Verknüpfung mit anderen Begriffen, mit charakteristischen Situationen und persönlichen Erlebnissen. Physikalische Begriffe sind hingegen viel schärfer definiert. Die Definitionen müssen jede für sich und untereinander konsistent sein, es bestehen eine klare Struktur und Hierarchie der Begriffe untereinander. Wie gehen Physiklehrkräfte mit den Unterschieden zwischen Alltags- und Fachsprache um?

4.3.1 Interviewfragen und exemplarische Antworten

Physikalische Begriffe wie z.B. Beschleunigung, Arbeit, Spannung, bedeuten im Physikunterricht etwas anderes als in der Umgangssprache. Denken Sie, dass dies das Lernen dieser Begriffe erleichtert oder erschwert? (6.1)

Was machen Sie, wenn Jugendliche damit Mühe bekunden? (6.2)

"Das ist also ein künstliches Problem zu meinen, wenn ein Physiker Arbeit sagt und meint, dass der Schüler das nicht versteht." (Lehrperson Q, 6.2) - "Mir kommt kein Begriff [in den Sinn], wo mich die Alltagsverwendung allzu sehr verwirrt, dass ich das Gefühl habe, die Schüler hätten da Schwierigkeiten." (L, 6.2)

"Das erschwert den Umgang. Das Beispiel habe ich vorhin genannt, die Verwechslung von Arbeit und Leistung bei diesen Fluoreszenz-Lampen. Man muss hier zuerst einmal *Tabula rasa machen*, und dann muss man halt von vorne aufbauen." (J, 6.1)

"Sei das jetzt in der Prüfung, aber sei es auch im Unterricht, *dass ich sie laufend korrigiere*. Ich lege einfach Wert auf diesen korrekten Ausdruck." (O, 6.2)

"*Ich versuche häufig zu zeigen, was herauskommt, wenn man bestimmte Begriffe umgangssprachlich verwendet*. Dass es entweder nicht ausreicht, um gewisse Phänomene zu beschreiben, oder dass Widersprüche auftauchen. Und ich versuche Reklame zu machen für die exakte Verwendung der Begriffe, also im physikalischen Sinn." (K, 6.2)

"*Was ich immer wieder mache, ist, dass wir ganz bewusst Alltagsbedeutungen sammeln*. Zum Beispiel Begriff 'Kraft' oder eben 'Energie'. Also, wir schreiben mal eine Liste auf, wo kommt 'Kraft' vor: 'Kraftfutter' oder was da alles noch für Begriffe auftauchen, wo 'Kraft' 'kräftig' drin vorkommt. Und dass man eben sagt, 'das ist der Alltagsbegriff: sehr gross, sehr schillernd, sehr verschiedenartig. Und in der Physik nehmen wir einen ganz, ganz kleinen Aspekt daraus, der mit Muskelkraft zu tun hat. Und definieren ihn dann noch präzise. Und das ist das, was wir verwenden wollen.'" (N, 6.2)

"*Ja, es gibt schon Widerstände*. Ich habe manchmal so das Gefühl, dass die Jugendlichen sich eher gegen eine akademische Sprache ein bisschen auflehnen, die irgendwie, so ein bisschen von ihrer Person wegweist. Sie lernen das zwar. Es ist ein Begriffsgebäude, das aber irgendwie ausserhalb von ihnen steht." (F, 6.3)

4.3.2 Zusammenfassung der Inhaltsanalyse

Die Lehrkräfte schätzen das Problem "Alltags- und Fachsprache" sehr unterschiedlich ein und gehen ganz verschieden damit um. In der Inhaltsanalyse lassen sich drei Kategorien feststellen:

- I) Keine Lernschwierigkeiten in bezug auf "Alltags- und Fachsprache": daher auch keine Massnahmen notwendig (2 Lehrkräfte),
- II) Schwierigkeiten: Tabula rasa machen und den Fachbegriff neu aufbauen (3 Lehrkräfte),
- III) Schwierigkeiten: Alltagswort und Fachbegriff miteinander vergleichen und voneinander abgrenzen (6 Lehrkräfte).

In den beiden letzten Kategorien wird hier nicht berücksichtigt, dass einzelne Lehrkräfte nicht nur Schwierigkeiten sondern auch Erleichterungen sehen. Dann nämlich, wenn es zwischen Alltagswort und Fachbegriff grosse Übereinstimmungen gibt und ein "kontinuierlicher Lernweg" (Duit, 1995) möglich ist.

Die Lehrkräfte beschreiben ein breites Spektrum von didaktischen Massnahmen, die sie im Physikunterricht - punktuell oder auch häufiger - ergreifen:

- I) *Tabula rasa machen und den physikalischen Begriff klar definieren:* Einige Lehrkräfte wählen dieses Vorgehen und versuchen durch ein "sauberes" Definieren des Fachbegriffs den Schwierigkeiten, die ihnen durchaus bewusst sind, zu begegnen.
- II) *Falschen Sprachgebrauch laufend korrigieren:* Diese Massnahme wird von einer Lehrkraft mit deutlichen Worten begründet und betont.
- III) *Diejenigen Charakteristika des Alltagswortes herausarbeiten, die für die Definition des Fachbegriffs nützlich sind:* Mehrere Lehrkräfte beschreiben dieses Vorgehen. Sie erarbeiten die Gemeinsamkeiten und suchen einen kontinuierlichen Übergang zwischen Alltags- und Fachsprache.
- IV) *Alltagswort und Fachbegriff gegenüberstellen und entweder auf einer allgemeinen Ebene und/oder anhand eines konkreten Beispiels vergleichen:* Auch diese Massnahme wird verschiedentlich erwähnt. So schildert ein Lehrer, wie er anhand eines exemplarischen Beispiels, des Begriffs der "Arbeit", Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen Alltagswort und Fachsprache erarbeitet.
- V) *Schwächen des Alltagswortes und Stärken des Fachbegriffs zeigen:* Eine Lehrperson schildert, wie sie versucht anhand von Beispielen und durch sorgfältiges Argumentieren, die Lernenden vom Nutzen der physikalischen Fachbegriffe zu überzeugen.

Einzelne Lehrkräfte erwähnen auch Widerstände der Jugendlichen gegen den Gebrauch der Fachsprache. Zwei Ursachen werden für diese Widerstände vermutet: Einerseits sei es eine grundsätzliche Aversion gegen die Physik überhaupt, und diese äussere sich dann in der ablehnenden Haltung gegenüber einer der Hauptkonstituenten und -repräsentanten der Wissenschaft Physik, nämlich der Fachsprache. Andererseits hänge der Widerstand auch mit dem Unpersönlichen der Fachsprache zusammen.

4.3.3 Bewertung der Interviewantworten

Im Kriterium "Alltags- und Fachsprache" heisst es u.a.: "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 definieren. Die physikalische Fachsprache soll nur mässig gebraucht werden." (vgl. Kap. 1.2.2)

Gemessen an diesem Kriterium sind die Antworten der einzelnen Lehrkräfte äusserst unterschiedlich. So vermag bei ungefähr der Hälfte der befragten Personen der Umgang mit "Alltags- und Fachsprache" nicht zu befriedigen: Bei diesen Lehrkräften, die z.B. bezüglich Alltags- und Fachsprache keinerlei Lernschwierigkeiten sehen oder die die Alltagssprache bewusst völlig negieren und "Tabula rasa machen" oder die die noch wissenschaftlich unpräzise Ausdrucksweise der Jugendlichen laufend korrigieren, müsste ein tiefgreifendes Umdenken in bezug auf den Umgang mit Alltags- und Fachsprache stattfinden.

4.4 Alltagsbezug der Unterrichtsinhalte

Unter dem Begriff Alltagsbezug werden Verbindungen zwischen Alltag und Erlebniswelt der Lernenden einerseits und fachwissenschaftlichen Begriffen und Gesetzen andererseits verstanden. Diese Bezüge werden bewusst und explizit von Lehrperson und Lernenden hergestellt: Sei es, dass natürliche oder technische Vorgänge beobachtet und erklärt werden, sei es, dass mit Alltagsgegenständen im Physikunterricht experimentiert wird, oder sei es, dass Exkursionen durchgeführt werden.

4.4.1 Interviewfragen und exemplarische Antworten

Es wird viel über den Alltagsbezug im Physikunterricht gesprochen. Finden Sie das nicht übertrieben? (Interviewfrage 4.1) Wie setzen Sie das konkret im Unterricht um? (4.2)

Welchen Stellenwert haben für Sie Naturphänomene im Unterricht? (4.3) Wie setzen Sie das konkret im Unterricht um? (4.4)

Welchen Stellenwert haben für Sie technische Geräte und Anlagen im Unterricht? (4.5) Wie setzen Sie das konkret im Unterricht um? (4.6)

"Ich denke, wenn sich die Schüler vermehrt für Physik interessieren sollen, ist der Alltagsbezug schon von daher unbedingt nötig." (Lehrperson F, 4.1)

"Für mich ist der Alltagsbezug immer einfach eine Schnittstelle zu Erlebtem. Ich hoffe, sie haben das erlebt. Und dann nehme ich an, haben sie dort einen ersten Zugang zur Physik - ohne es zu wissen - gehabt." (M, 4.1)

"Man kann nicht genug solcher Märchen auslernen. Es gibt die Märchen von Verkehrsunfällen, [...] wo man völlig den Durchblick nicht hat. Und da ist es also höchste Zeit, dass man mit solchen Dingen aufräumt. Und das kann man nur machen, indem man noch und noch auf den Alltag sich bezieht." (J, 4.1)

"Ich denke, wenn ich mich jetzt vor allem an die Schüler wenden möchte, [...] die zu 90% nach der Matur nichts mehr mit Physik zu tun haben, aber als Berufsleute und Staatsbürger Entscheide treffen müssen, wo die Physik doch irgendwie hineinspielt." (L, 4.1)

"Aus meinen eigenen Erlebnissen hat das Interesse für Physik erst begonnen, als ich in meiner natürlichen und technischen Umwelt wirklich Gesetzmässigkeiten vermutet habe und gesehen habe." (P, 4.1)

"Ich könnte mir vorstellen ein Erlebnis. Wenn sie zum Beispiel irgendein Phänomen, etwas Verblüffendes sehen, ganz sicher, wenn sie mit dem Verblüffenden vielleicht irgend etwas folgern können oder Schlüsse daraus ziehen können. Sei es jetzt zum Beispiel etwas folgern im Sinne, was man in der Natur sieht." (O, 4.1)

"Wenn Du Regenbogen, Halo, Klänge als Alltagsbezug anschaut, [...] dann finde ich, dass das wichtig ist. Also, Naturphänomene, die einfach da sind und für die Physik eher bedeutsam sind, die müssen schon Platz finden im Unterricht. Ich bin nicht so ein Technik-Freak." (Q, 4.1)

"Ich bin ein Spieler [bzgl. Technik]. Ich weiss aber, dass technische Geräte für die meisten Benutzer Blackboxes sind. Ich [...] setze sie gerne ein, weil ich Technik-Freak bin, weiss aber, dass das nicht allen Leuten so geht." (J, 4.5)

4.4.2 Zusammenfassung der Inhaltsanalyse

Hoher Stellenwert des Alltagsbezugs bei allen Lehrkräften: Auf die provokative und bewusst suggestive Frage 4.1 antworten unisono alle Lehrkräfte, dass sie den Alltagsbezug keinesfalls überbetrieben fänden. Sie halten diesen Bezug für eine sehr wichtige und wirksame didaktische Massnahme und bringen zahlreiche konkrete inhaltliche Beispiele. In den Antworten können sechs - teilweise sich überschneidende - Gründe für den Alltagsbezug unterschieden werden (typische Antworten finden sich in den ersten sechs Zitaten, s.o.):

- I) *motivationspsychologische Gründe:* die Lernenden für die Physik motivieren,
- II) *lernpsychologische Gründe:* den Lernprozess erleichtern,
- III) *inhaltliche Gründe:* falsches Alltagswissen korrigieren,
- IV) *bildungspolitische Gründe:* zur Allgemeinbildung etwas beitragen,
- V) *autobiographische Gründe:* den Alltagsbezug selbst positiv erlebt haben,
- VI) *emotionale Gründe:* Alltagsbezüge als Erlebnis.

Zahllose konkrete Unterrichtsbeispiele: Die Physiklehrkräfte zählen von sich aus sehr viele und sehr verschiedene Beispiele auf. Aus der Natur werden u.a. genannt: Abendrot, Auge, Blitz, Fata Morgana, Fotosynthese, Gewitter, Himmelskunde, Planetensystem, Radioaktivität, Regenbogen, Schnee, Wetter. Und im Bereich der Technik werden u.a. angeführt: Auto, Bügeleisen, CD-Spieler, elektrische Sicherung, Energiediskussion, Fahrrad, Fernseher, Fluoreszenzlampen, Fotoapparat, Glühbirne, Kernkraftwerk, Kühlschrank, Mondflug, Verkehrsunfälle, Wärmekraftwerk, Wärmepumpe, Wasserhahn (Jost, 1996, S. 33). Diese umfangreiche Liste von Beispielen zeigt einerseits den hohen Stellenwert, den die Lehrkräfte - wenigstens verbal in diesen Interviews - dem Alltagsbezug beimessen. Andererseits dürfte es aber auch ein Indiz für die eigene Freude an der Physik und für die starke Fachsozialisation sein, werden doch spontan zuallererst physikalische Beispiele und Inhalte beschrieben.

Unterschiedliche Gewichtung von Naturphänomenen und Technik: Die einen Lehrkräfte behaupten, mehr Naturphänomene als technische Geräte und Anwendungen zu erarbeiten. Bei den anderen ist es genau umgekehrt. Und eine dritte Gruppe von Lehrkräften sagt aus, beides gleichwertig zu machen. Hier zeigen sich deutlich die unterschiedlichen persönlichen Interessen: Die einen sind sogenannte Technik-Freaks, die anderen nicht.

4.4.3 Bewertung der Interviewantworten

Werden die Beschreibung und Begründung des Kriteriums "Alltagsbezug" als Massstab genommen, so kann der Sensibilisierungsgrad aller interviewten Lehrkräfte in diesem Bereich als hoch eingestuft werden. Den Lehrpersonen ist die Forderung vertraut (vgl. 1.2.2), "Themen und Inhalte werden nicht abstrakt dargeboten, sondern in bezug auf deren Bedeutung für den Alltag oder für andere Disziplinen". Sie beschreiben spontan nicht nur sehr viele und vielseitige Unterrichtsbeispiele, sondern liefern auch von sich aus ein breites Spektrum von Begründungen für den Alltagsbezug.

Für die Umsetzung dieses Kriteriums in die tägliche Unterrichtspraxis ist bei den interviewten Lehrpersonen eine ausgezeichnete Basis vorhanden. Diese würde es erleichtern, das momentan noch vorherrschende Aneinanderreihen zahlreicher punktueller Alltagsbezüge zu ergänzen

durch mehrstündige Unterrichtseinheiten, die unter einem einheitlichen alltagsbezogenen Leitmotiv stehen (PING 1992).

Ein gewisser Handlungsbedarf besteht bei denjenigen Lehrkräften, die sich als Technik-Freaks bezeichnen. Ein Zuviel an Technik, vor allem wenn sie aus Bereichen stammt, zu denen viele Mädchen keinen oder nur schwer Zugang finden, widerspricht einem "mädchengerechten" Physikunterricht (vgl. Kap. 3.4.4 und 3.4.5).

4.5 Das Repertoire von Unterrichtsformen

Unter Unterrichtsmethoden werden hier didaktische Grossformen verstanden, die eine Lehrperson während einer Zeit von ca. fünfzehn Minuten bis hin zu mehreren Stunden zur Unterrichtsgestaltung einsetzt. Es gehören u.a. dazu: Lehrervortrag, fragend-entwickelnder Unterricht, Schülerexperimente, Leitprogramm, Fallstudie, Projektmethode.

4.5.1 Unterrichtsformen allgemein: Interviewfragen und typische Antworten

<p><i>Welche Unterrichtsmethoden bevorzugen Sie in Ihrem Unterricht? (2.1)</i> <i>Könnten Sie mir die Gründe dafür angeben? (2.2)</i></p>
<p><i>"Ich bevorzuge das Unterrichtsgespräch, illustriert durch Experimente. Grund: zeitlich, Zeitfaktor. Ich möchte lieber bevorzugen das Schülerexperiment, aber da ist der Zeitfaktor." (J, 2.1)</i></p> <p><i>"Im Moment wende ich am meisten das Unterrichtsgespräch an, so wie das die meisten auch machen. [...] Also weshalb ich das tue, würde ich sagen, ehrlicherweise, dass ich eigentlich eine Tradition fortsetze, die ich selber erlebt habe in meiner Schule und in meinem Studium. [...] Ich erachte es nicht als die günstigste Methode." (H, 2.1-2.2)</i></p> <p><i>Jahrelang habe [ich] schwergewichtig einfach den Frontalunterricht durchgespielt, meistens nicht sehr befriedigt darüber. Und [ich bin] eben nun eigentlich schon längere Zeit auf der Suche nach anderen Möglichkeiten, wie Gruppenarbeiten [...]. Auch dass sich die Schüler gegenseitig kontrollieren, ausfragen, dass sie viel mehr miteinander machen, und nicht immer alles über den Lehrer läuft." (L, 2.1)</i></p>

4.5.2 Unterrichtsformen allgemein: Zusammenfassung der Inhaltsanalyse

Fragend-entwickelnder Unterricht, Demonstrationsexperimente und Lehrervortrag als dominierende Unterrichtsformen: Aufgrund der Antworten bei den Fragen 2.1 und 1.3 (s.u.) konnten zwei Kategorien von Lehrkräften bestimmt werden:

- I) *Lehrkräfte, die überwiegend Unterrichtsformen einsetzen, die im Klassenplenum stattfinden* (10 Personen): Die Interviewten geben an, vor allem oder sogar ausschliesslich folgende Formen einzusetzen: fragend-entwickelnde Unterrichtsmethode, Lehrervortrag, Lehrerexperimente und - nur von einigen Personen als Methode eingesetzt - Kreisgespräch (die Lernenden diskutieren untereinander, die Lehrperson oder jemand anders wirkt als Gesprächsmoderatorin).
- II) *Lehrkräfte, die den Unterricht sehr individualisieren* (1 Person): Dieser Unterricht ist u.a. charakterisiert durch häufigen Einsatz von Lernwerkstätten und durch viele, z.T. offene Schülerexperimente.

Gründe für den häufigen Einsatz der fragend-entwickelnden Unterrichtsmethode (von 8 Personen erwähnt):

- I) *Zeitliche Gründe / Effizienz* (von 6 Personen genannt): Zeitliche Probleme werden in zweierlei Hinsicht geltend gemacht: a) Der Stoffdruck verlangt nach einer möglichst effizienten Unterrichtsmethode, b) lehrerorientierte Unterrichtsformen benötigen weniger Vorbereitungszeit für die Lehrkraft.
- II) *Tradition* (2 Personen): Der fragend-entwickelnde Unterricht wird praktiziert, weil man es selber in der Schule so erlebt hat und weil die meisten Kollegen und Kolleginnen es genauso machen.
- III) *Diverse Gründe* (jeweils eine Person): Verständnisschwierigkeiten werden sichtbar. Es ist ein Kompromiss zwischen schüler- und lehrerzentriertem Unterricht. Man kann etwas entwickeln. Jugendliche können ihre Vorstellungen einbringen.

Gründe für das Kreisgespräch: Diese Gründe stammen von zwei Lehrkräften:

- I) Selbstvertrauen der Jugendlichen stärken,
- II) vorgefasste Meinungen hinterfragen,
- III) Jugendliche dort abholen, wo sie sind,
- IV) ein lebendiger Dialog zwischen gleichberechtigten Partnern.

"*Eigentlich bevorzugte*" Unterrichtsmethoden: Obwohl nicht danach gefragt, äussern sich verschiedene Lehrkräfte dazu, welche Methoden sie "eigentlich" gerne mehr einsetzen würden, als das bisher der Fall ist. Dabei werden ausschliesslich sogenannte schülerorientierte Unterrichtsformen aufgezählt. Fünf Lehrkräfte nennen je eine der folgenden Methoden bzw. Techniken: Schülerexperimente, Gruppenarbeit, Eigenaktivitäten, offene Aufträge, Arbeitsblätter. Einige Personen drücken direkt oder indirekt aus, dass der Plenumsunterricht sie nicht befriedige und dass sie auf der Suche nach neuen Methoden seien.

4.5.3 Schülerexperimente: Interviewfragen und exemplarische Antworten

<p>Welchen Stellenwert haben "Schülerexperimente" bei Ihnen im Unterricht? (1.3) Was möchten Sie mit den Schülerexperimenten bei den Jugendlichen erreichen? (1.4) Welche Vor- bzw. Nachteile weisen Schülerexperimente auf? (1.5)</p>
<p>"[Die Schülerexperimente sind] sehr oft <i>Einführungsexperimente</i>, die auf eine Problematik, auf einen Begriff hinführen sollen. Wo viele physikalische Begriffe und Phänomene in einem vorkommen, die man dann später im Unterricht thematisieren kann." (F, 1.3)</p> <p>"Und dann geht es mir darum, dass sie [die Jugendlichen] eine gewisse <i>Fertigkeit</i> erhalten, sei es zum Beispiel im <i>Umgang mit Instrumenten</i>, also zum Beispiel in der Elektrizitätslehre [...] irgendwie Messinstrumente benutzen." (O, 1.4)</p> <p>"<i>Erstens, eine bessere Motivation</i> sich dafür zu interessieren, und zweitens, dass sie das nicht nur theoretisch haben, sondern sehen, dass zum Beispiel gerade in der Elektrizitätslehre, dass sie sehen, dass es so etwas im Haushalt gibt. Dass sie <i>das mal in den Fingern gehabt haben</i> und nicht immer einfach nur an den Schaltern drehen." (J, 1.4)</p> <p>"Ich möchte erreichen, dass die Schüler sich über die Phänomene, die da zu beobachten sind, Gedanken machen und <i>dass sie Zusammenhänge möglichst selber entdecken können</i> und nicht von mir vorgeführt bekommen." (L, 1.4)</p>

4.5.4 Schülerexperimente: Zusammenfassende Inhaltsanalyse

Mittlerer Stellenwert von Schülerexperimenten: Alle Lehrkräfte stufen Experimente grundsätzlich als zentral für den Physikunterricht ein. Begründet wird dies didaktisch oder wissenschaftstheoretisch. Während alle angeben, viele Demonstrationsexperimente vorzuführen, werden Schülerexperimente je nach Lehrperson unterschiedlich häufig durchgeführt: Keine oder kaum Schülerexperimente gibt es bei 3 Lehrkräften, einen mittleren Stellenwert im täglichen Unterricht haben Schülerexperimente bei 7 Lehrpersonen, einen hohen Stellenwert bei einem Lehrer.

Ziele und Vorteile von Schülerexperimenten: Die Antworten zu den Interviewfragen 1.4 und 1.5 lassen sich in folgende Kategorien einteilen, wobei die ersten zwei mit Abstand am häufigsten genannt werden:

- I) *Allgemeine Stützung des Lernprozesses:* Schülerexperimente sollen zur Einführung oder Vertiefung eines Themas dienen, oder, anders gesagt, zur Problemerarbeitung sowie zum Üben und Anwenden.
- II) *Bedienung von Geräten und Lernen von Handfertigkeiten:* Das korrekte Anschliessen und Ablesen eines Strommessgerätes, die Eichung eines selbstgebauten Thermometers, das sorgfältige Lesen einer Versuchs- bzw. Gebrauchsanleitung u.ä. werden als wichtige und für die Naturwissenschaften charakteristische Ziele eingestuft.
- III) *Motivation:* Das Durchführen von Experimenten soll die Schülerinnen und Schüler motivieren, sei es für die Physik allgemein oder für eine spezifische Fragestellung.
- IV) *Eigenständiges Lernen:* Schülerexperimente sind eine Möglichkeit, dass die Jugendlichen einen Sachverhalt selbständig erarbeiten.
- V) *Einblick in Arbeitsgebiet und Arbeitsweise einer Physikerin bzw. eines Physikers:* Die Schülerinnen und Schüler sollen etwas über die Wissenschaft Physik und über die tägliche Arbeit in der Physik lernen.
- VI) *Hohes 'time on task':* Die Jugendlichen arbeiten während längerer Zeit an einer Aufgabe und sind konzentriert bei der Sache.
- VII) *Kommunikation und Kooperation:* Schülerinnen und Schüler kommunizieren miteinander, sprechen gemeinsam über physikalische Inhalte, helfen sich gegenseitig.
- VIII) *Individuelle Betreuung:* Die Lehrkraft kann individuelle Lernschwierigkeiten eher erkennen und gezielter helfen.

Nachteile von Schülerexperimenten: Es werden die verschiedensten Nachteile aufgelistet, wobei einer klar dominiert. Das Zeitproblem wird mit weitem Abstand am häufigsten und meist auch an erster Stelle als Nachteil genannt.

- I) *Zeitaufwand:* Schülerexperimente benötigen mehr Unterrichtszeit als Demonstrationsversuche und Plenumsunterricht.
- II) *Vorbereitungsaufwand:* Der mit Schülerexperimenten verbundene Aufwand an Vorbereitung ist für die Lehrkräfte höher als bei vielen anderen Unterrichtsformen.
- III) *Ungenügende Versuchsdurchführung:* Schülerinnen und Schüler folgen nicht der Versuchsanleitung und kommen auf Abwege. Oder sie arbeiten nicht so exakt, wie es für die spätere Auswertung der Experimente notwendig wäre.

- IV) *Probleme der Jugendlichen mit dem Material:* Vor allem bei den ersten Schülerexperimenten oder bei neuen Geräten wissen die Lernenden nicht, wie damit umzugehen ist und wie Versuche generell durchzuführen und auszuwerten sind.
- V) *Gefahr des Aktionismus:* Die Jugendlichen hantieren und machen einfach irgend etwas, ohne genügend darüber nachzudenken.
- VI) *Das Verlieren der Übersicht durch die Lehrkraft:* Besonders bei grossen Klassen kann die Lehrkraft die Übersicht verlieren.

4.5.5 Bewertung der Interviewantworten

In den Checklisten zur Planung und Durchführung eines "mädchengerechten" Physikunterrichts heisst es u.a.(vgl. Anhang): "Haben die Jugendlichen die Möglichkeit, das neue Wissen selbständig zu erarbeiten (z.B. Schülerexperimente,...)?" - "Sollen alle Jugendlichen das Gleiche tun oder kann ich differenzieren?" - "Ich führe möglichst viel Gruppenarbeit durch und arbeite weniger im Klassenverband." Gemessen an diesen Kriterien sind folgende Punkte für die Zukunft eines "mädchengerechten" Physikunterrichts von Bedeutung:

- I) *Der hohe Anteil von Plenumsunterricht müsste und könnte reduziert werden:* Bei einigen - aber nicht allen - Lehrkräften ist eine Bereitschaft dazu sehr wohl vorhanden. Die von ihnen praktizierten Unterrichtsmethoden befriedigen sie oft selbst nicht. Sie sind auf der Suche nach neuen Wegen, nach entsprechenden Inhalten und Formen.
- II) *Schülerexperimente werden als sinnvoll und notwendig eingestuft, aber noch zu wenig im Unterrichtsalltag praktiziert:* Alle interviewten Lehrkräfte stufen Experimente als zentral für den Physikunterricht ein. Grundsätzlich sind sie auch gegenüber Schülerexperimenten durchaus aufgeschlossen. Im Schulalltag allerdings sehen einige der interviewten Lehrpersonen so viele Hindernisse, dass sie kaum je Schülerexperimente durchführen lassen.
- III) *Das Zeitproblem ernst nehmen:* Das Zeit- und Stoffproblem ist für fast alle interviewten Lehrkräfte das Hauptargument, das gegen erweiterte Lern- und Lehrformen spricht. Dieses Argument muss von Lehrplanverantwortlichen, von Dozierenden in der Aus- und Fortbildung von Lehrkräften, von Forschungsgruppen und anderen ernst genommen werden. Es zählt zum Vorverständnis der Lehrpersonen. Erst wenn dieses Problem für die einzelne Lehrkraft gelöst ist oder zumindest lösbar scheint, kann es zu einer Änderung und Erweiterung des Methodenrepertoires im Physikunterricht kommen.

4.6 Kooperation im Physikunterricht

Kooperation wird hier verstanden im Sinne der "peer cooperation", bei der unterschieden werden kann zwischen "peer collaboration", einer Zusammenarbeit auf symmetrischer Basis, und "peer tutoring", einer Zusammenarbeit auf asymmetrischer Basis (Foot et al., 1990, p. 7-12).

4.6.1 Interviewfragen und exemplarische Antworten

Es ist heutzutage viel von Teamfähigkeit und Zusammenarbeit der Jugendlichen die Rede. Lässt sich das in unserem Fach überhaupt realisieren? (Interviewfrage 8.1)

Setzen Sie dazu spezielle Unterrichtsmethoden ein? (8.2)

Auf was ist dabei zu achten? (8.3)

"Ja, auf jeden Fall. Das ist eine Frage der Unterrichtsmethodik, die man einsetzt. Im Unterrichtsgespräch kann man die Teamfähigkeit nicht fördern, nicht so stark fördern. Wenn man günstige Unterrichtsformen wählt, dann kann man diese Teamfähigkeit auf jeden Fall fördern, ich denke jetzt da an Gruppenarbeiten und vielleicht mal an ein Projekt." (H, 8.1)

"Ich denke schon. Wenn man Experimente durchführt, dann ist es ja aus verschiedenen Gründen so, dass quasi die Kleingruppen gefördert oder bevorzugt werden. Man kann gar nicht so viele Apparaturen aufstellen, dass jeder oder jede das durchführen kann, ausser bei einfachen Handexperimenten. Auch beim Aufgabenlösen ist es eine natürliche Angelegenheit oder Tatsache, dass die Schülerinnen und Schüler miteinander Kontakt aufnehmen und versuchen, Probleme zusammen zu lösen." (K, 8.1)

4.6.2 Zusammenfassung der Inhaltsanalyse

Prinzipiell lässt bzw. liesse sich eine Zusammenarbeit der Jugendlichen im Physikunterricht realisieren: Die Antworten fast aller Beteiligten sind bezüglich dieses Punktes eindeutig. Es werden an keiner Stelle Gründe aufgeführt, die grundsätzlich dagegen sprächen. (Nur ein Lehrer verneint die Frage 8.1, da nach seiner Definition von Teamarbeit diese sich über eine längere Zeitperiode, z.B. mehrere Monate, erstrecken müsse. Und dies könne in der Schule nicht realisiert werden.)

Schülerexperimente als die Unterrichtsmethode zur Förderung der Teamfähigkeit: Bei der Frage, welche Unterrichtsmethoden zur Förderung von Zusammenarbeit und Teamfähigkeit eingesetzt würden, sind die folgenden Nennungen zu verzeichnen: Schülerexperimente im Normalunterricht oder Physikpraktikum (8 Lehrkräfte), Schülervorträge (7), Lösen von Übungsaufgaben (2), Puzzle-Technik / Jigsaw-Methode (1), Kleinere Projekte (1), Gruppenarbeit allgemein (1), Mithilfe von Schülergruppen bei Lehrerexperimenten (1). Dass so häufig "Schülervorträge" genannt wurden, hängt mit grösster Wahrscheinlichkeit damit zusammen, dass die befragten Lehrkräfte im Rahmen des Forschungsprojektes einige Tage oder Wochen vor den Interviews Schülervorträge organisiert hatten. Sieht man von diesen Schülervorträgen ab, sind Schülerexperimente die bevorzugt praktizierte Unterrichtsmethode im Physikunterricht, in der es zu einer Zusammenarbeit zwischen den Jugendlichen kommt.

Häufigkeit kooperationsfördernder Unterrichtsmethoden: Auch wenn alle Lehrkräfte mindestens eine in ihrem Unterricht eingesetzte Methode nennen, ist damit noch nicht gesagt, wie häufig eine derartige Unterrichtsmethode im Schulalltag tatsächlich realisiert wird. So erklären einzelne Lehrkräfte in ihrer Antwort zu Frage 8.2, dass sie die von ihnen beschriebene Methode erst einmal eingesetzt hätten, so bei "Puzzle-Technik", "Kleinere Projekte" und "Schülervorträge". Gemäss den Antworten in Kapitel 4.5 (s.o.) werden kooperationsfördernde Unterrichtsmethoden von der Mehrzahl der interviewten Lehrpersonen nur manchmal bis selten eingesetzt.

Probleme bei kooperationsfördernden Unterrichtsmethoden: In den Antworten aller Befragten kristallisieren sich deutlich vier Kategorien von Problemen heraus, welche jeweils von mehreren Personen genannt werden: *I) Gruppengrösse:* Die Gruppen dürfen nicht zu gross ein, im Idealfall zwei Personen, auf keinen Fall aber mehr als drei *II) Gruppenzusammen-*

setzung: Die Gruppenmitglieder sollen zusammenpassen, und es soll niemand die Gruppe dominieren. III) *Aufgabenstellung*: Diese muss folgenden Anforderungen genügen: zielgerichtet und klar, dem Wissen und Können der Lernenden angepasst, fehlerfrei. Während der Gruppenarbeit sollen zudem Zwischenhalte eingeschoben werden, um mit der Lehrperson oder im Plenum eine Standortbestimmung vorzunehmen. IV) *Sicherheitsprobleme*: Bei Schülerexperimenten dürfen die Experimentierenden nie Gefahren ausgesetzt werden.

4.6.3 Bewertung der Interviewantworten

Kooperation und Kommunikation, experimentierende und argumentierende Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand werden als wichtige Kriterien für einen "mädchengerechten" Physikunterricht postuliert (vgl. 1.2.2).

Grundsätzlich unterstützen so gut wie alle interviewten Lehrkräfte diese Kriterien. Wieweit und mittels welcher Unterrichtsformen diese Kriterien dann allerdings im Schulalltag umgesetzt werden, ist von Lehrperson zu Lehrperson sehr unterschiedlich. Dort wo eine Umsetzung stattfindet, sind es hauptsächlich Schülerexperimente. Gemessen an diesen Antworten ist der Physikunterricht also noch wenig kooperativ, kommunikativ und argumentativ gestaltet. Die obengenannten Kriterien für einen "mädchengerechten" Physikunterricht werden in manchen Fällen nur wenig oder gar nicht erfüllt.

4.7 Leistungsselbstvertrauen und geschlechtsspezifischer Attributionsstil

Die zwei Kriterien eines "mädchengerechten" Physikunterrichts, die auf der Seite des personalen Pols der Kriterienliste angesiedelt sind (vgl. 1.2.2), wurden im Interview nicht *direkt* erfragt. Hierzu gehören Leistungsselbstvertrauen und Attributionsstil bezüglich der eigenen physikalisch-technischen Kompetenzen sowie die Geschlechtsidentität von Mädchen und Jungen. Hingegen äusserten sich die Lehrkräfte in verschiedenen Teilfragen generell zur Thematik "Mädchen und Jungen im Physikunterricht". Aus den entsprechenden Antworten kann *indirekt* auf die Meinung der Lehrkräfte zu geschlechtsspezifischen Attributionsstilen geschlossen werden. Da wegen der Vielfalt der Teilfragen die Antworten sehr umfangreich, vielfältig und heterogen sind, wird auf die Zusammenstellung exemplarischer Beispiele verzichtet und nur eine Übersicht über die Interviewfragen gegeben. Für eine ausführlichere Darstellung sei verwiesen auf Jost (1996, p. 44-57).

4.7.1 Interviewfragen

Haben Sie Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen in der Einstellung zum Fach Physik festgestellt? (9.1)

Gibt es Unterschiede in der Einsatzbereitschaft und im Fleiss? (9.2)

Bringen Mädchen und Jungen im Mittel die gleichen Leistungen? (9.3)

Auf welchen Umstand führen Sie die erwähnten Unterschiede zurück? (9.4)

Haben Sie in den letzten zwei Jahren spezielle Massnahmen gegen allfällige Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen unternommen? (9.5)

Haben Sie inzwischen Verbesserungen feststellen können? (9.6)

Physik wird z.T. als "männliche Wissenschaft" dargestellt. Was sagen Sie dazu? (9.7)

4.7.2 Zusammenfassung der Inhaltsanalyse

Einstellung zum Fach Physik (Frage 9.1): Vier der elf interviewten Lehrkräfte stellen hier keine geschlechtsspezifischen Unterschiede fest. Die anderen sieben Personen hingegen nennen Unterschiede: *Mädchen* mangle es an Selbstvertrauen in die eigene physikalisch-technische Begabung (2 Nennungen), sie seien zurückhaltender (2), hätten kein Interesse an Physik (2), seien kritischer und genauer (1), hätten negative Vorurteile gegenüber der Physik (1). *Jungen* hätten (zu) grosses Selbstvertrauen in ihre physikalisch-technische Begabung (3), seien im Unterricht dominant (2), brächten ein grösseres technisches Vorwissen mit (1) und hätten ein grösseres Interesse an Physik (1). Gemäss dieser Zusammenstellung wird das auf die Physik bezogene Selbstvertrauen von Mädchen und Jungen am meisten thematisiert, nämlich von fünf der elf Lehrkräfte.

Einsatzbereitschaft und Fleiss (9.2): Acht Lehrpersonen stellen keinen Unterschied fest, zwei beschreiben Mädchen als fleissiger, bei einer Lehrkraft ist die Meinung nicht erschliessbar.

Leistungen im Fach Physik (9.3): Die Antworten der interviewten Lehrkräfte sind hier sehr heterogen: Zwei sehen keinen Unterschied in den Leistungen, vier schätzen die Leistungen der Mädchen besser ein, fünf diejenigen der Jungen. Bei den Aussagen stützen sich alle auf ihre subjektiven Eindrücke, keine der befragten Personen hat die Physiknoten der eigenen Klassen jemals auf geschlechtsspezifische Leistungsunterschiede analysiert.

Gründe für die genannten Unterschiede (9.4): Von den Lehrkräften, die Unterschiede festgestellt haben, werden die folgenden Gründe genannt: Einfluss der Gesellschaft (3 Nennungen), Elternhaus (2), Geschwister, Erfahrungen in der obligatorischen Schulzeit, biologisch bedingte Gründe, Oberflächlichkeit der Jungen, Gefühlsbetontheit der Mädchen vs. Vernunftbetontheit der Jungen, unterschiedliche Vorkenntnisse (je 1).

Ergriffene Massnahmen (9.5): Diese Frage bezog sich explizit auf die letzten zwei Jahre und nicht auf die zum Zeitpunkt des Interviews stattfindende Beteiligung am Projekt. Fünf Lehrkräfte geben an, keine Massnahmen ergriffen zu haben. Die anderen sechs Personen beschreiben folgende: Mathematisierungsgrad senken (2 Nennungen), Mädchen im mündlichen Unterricht fördern (2), bei ungleichem Vorwissen nachhelfen (2), möglichst wenig auf Vorwissen der Lernenden abstützen (1).

Wirksamkeit dieser Massnahmen (9.6): Von den sechs Personen, die überhaupt Massnahmen ergriffen haben (s.o.), antworten drei, die Massnahmen nicht systematisch evaluiert zu haben und daher auf diese Frage nicht antworten zu können. Die drei anderen Lehrkräfte geben an, sie hätten positive Rückmeldungen von Mädchen und Jungen erhalten, die Mädchen seien im mündlichen Unterricht mehr zum Zuge gekommen, die Motivation der Mädchen sei gestiegen (je eine Nennung).

Physik als "männliche Wissenschaft": 1 Person lehnt dieses Attribuierung ab, 1 weitere Person stimmt teilweise zu, 6 stimmen zu, bei 1 Person ist die Meinung nicht erschliessbar, bei 2 Personen wurde die Frage nicht gestellt. Die sieben Lehrkräfte, die der Attribution "männliche Wissenschaft" teilweise oder ganz zustimmen, nennen als Gründe: hoher Männeranteil in der Physik (6 Nennungen), unterschiedliche "Psyche" zwischen Mann und Frau (2), unter-

schiedlicher Arbeitsstil der beiden Geschlechter, mangelndes technisches Interesse und ungenügendes Selbstvertrauen der Mädchen in ihre physikalisch-technische Begabung (je 1).

4.7.3 Bewertung der Interviewantworten

Leistungsattribution und -selbstvertrauen als Themen für Physiklehrkräfte: Bei einem Kriterium eines "mädchengerechten" Physikunterrichts heisst es (vgl. 1.2.2): "Der Unterricht hat unvorteilhaften Leistungsattributionen entgegenzuwirken. [...] Bei der Gestaltung des Unterrichts und bei den Interaktionen mit den Schülerinnen und Schülern ist darauf zu achten, dass auch die Mädchen in ihrem Leistungsselbstvertrauen gefördert werden." In den Antworten der interviewten Lehrkräfte kommt das Problem der Leistungsattribution nie zur Sprache. Hingegen beschreibt ungefähr die Hälfte der Lehrpersonen das bei Mädchen und Jungen unterschiedliche Selbstvertrauen in die eigene physikalisch-technische Begabung als ein Problem. Hier besteht für die Aus- und Weiterbildung von Physiklehrkräften im Hinblick auf einen "mädchengerechten" Unterricht ein Anknüpfungspunkt.

"Männliche Physik": ein Hindernis bei der Entwicklung weiblicher Geschlechtsidentität? Eine Mehrheit der Befragten stimmt zu, die Physik sei eine "männliche Wissenschaft". Als hauptsächlichster, ja z.T. ausschliesslicher Grund wird der hohe Männeranteil in der Physik genannt. Eine Verbindung zwischen der Attribution, Physik als "männliche Wissenschaft", und der Entwicklung geschlechtsspezifischer Attributionsstile wird dann aber von keiner Person hergestellt. So wird nie erwähnt, dass Mädchen durch eine aktive Teilnahme am Physikunterricht in einen Widerspruch zur Entwicklung ihrer Geschlechtsidentität geraten könnten (vgl. 1.2.2). Es bleibt an dieser Stelle eine offene Frage, ob und wie weit sich Lehrkräfte dieses Problems überhaupt bewusst sind.

4.8 Zusammenfassung und Folgerungen

Grosse Heterogenität in bezug auf die individuellen Unterrichtskonzepte: Die Antworten der einzelnen Lehrpersonen zeigen ein sehr breites Spektrum von Unterrichtskonzepten. Während den einen Lehrkräften viele Kriterien eines "mädchengerechten" Physikunterrichts bewusst sind und sie diese mehr oder weniger umsetzen, sind den anderen einzelne Kriterien gar nicht oder kaum bewusst. Sowohl in inhaltlicher wie methodischer Hinsicht erteilen sie einen noch wenig "mädchengerechten" Physikunterricht. Das breite Spektrum der Meinungen wird vor allem in folgenden Bereichen deutlich: *Alltags- und Fachsprache:* die einen sehen hier ein Problem, die anderen überhaupt nicht. - *Schülerexperimente:* mehrere Lehrkräfte lassen regelmässig oder wenigstens manchmal die Jugendlichen experimentieren, andere hingegen führen gar nie Schülerexperimente durch. - *Repertoire an Unterrichtsmethoden:* die meisten Lehrkräfte arbeiten ausschliesslich oder mehrheitlich im Plenum. Lediglich ein Lehrer setzt während der Hälfte der Zeit individualisierende Unterrichtsformen ein. - *Kommunikation:* die Mehrheit der Lehrkräfte führt einen (rigiden) fragend-entwickelnden Unterricht durch, während nur eine Minderheit Kreisgespräche und damit die Diskussion und Kommunikation der Jugendlichen untereinander anregt. - *Männerdomäne Physik:* Ein Grossteil der Befragten stimmt der Attribution "männliche Physik" zu, ein kleiner Teil wiederum lehnt diese ab.

Die Interviews mit den elf Mitgliedern der Experimentalgruppen I und II belegen, dass die Unterrichtsvorstellungen und die Unterrichtspraxis der einzelnen Lehrpersonen sehr unterschiedlich sind. Da anzunehmen ist, dass diese Heterogenität auch in den anderen Untersuchungsgruppen vorzufinden ist, stellt die Lehrperson eine intervenierende Variable dar, die als Eingangsvoraussetzung für die Analyse der Intervention besonders zu berücksichtigen ist (vgl. Kap. 5). *Für welche Kriterien eines "mädchengerechten" Unterrichts ist bei den interviewten Lehrkräften eine Basis vorhanden, für welche nicht?* Oder anders gefragt: Wie sieht das Vorverständnis dieser Lehrkräfte in bezug auf die verschiedenen Kriterien aus? Die Interviews geben entsprechende Hinweise, die u.a. für die Umsetzung des Forschungsprojekts von Bedeutung sind.

- ++ *Eine sehr gute Basis besteht in bezug auf das Kriterium "Alltagsbezug / Kontextualisierung".* Alle Lehrkräfte unterstützen dieses Kriterium. Wahrscheinlich würden sie auf entsprechende Unterrichtsbeispiele und neue Ideen positiv reagieren. Eventuell liessen sich in Verbindung mit der Kontextualisierung physikalischer Inhalte auch andere Kriterien umsetzen, wie z.B. Schülerexperimente, Vorverständnis oder Alltagssprache.
- + *Eine jeweils gute Basis existiert für die Kriterien "Schülerexperimente" und "Integration des Vorverständnisses".* Gegenüber Schülerexperimenten sind alle Lehrpersonen zumindest theoretisch aufgeschlossen. Ebenso ist bei allen Lehrpersonen eine Sensibilisierung für das physikalische Vorwissen der Lernenden vorhanden. In der Weiterbildung von Physiklehrkräften würden konkrete Beispiele inhaltlicher, didaktischer und methodischer Art wahrscheinlich auf fruchtbaren Boden fallen.
- /+ *Eine teils gute, teils schlechte Basis besteht in den Bereichen "Alltags- und Fachsprache" sowie "Leistungsselbstvertrauen":* Während einigen Lehrkräften die entsprechenden Schwierigkeiten bewusst sind und sie mit den Jugendlichen auch daran arbeiten, sehen andere Lehrpersonen hier keine oder kaum Probleme und reagieren mit Unverständnis auf diese Kriterien.
- *Eine nur mässige Basis besteht in bezug auf die Kriterien "Unterrichtsmethoden" und "Kommunikation":* Der Wille, das Repertoire an Unterrichtsmethoden zu verändern und den Unterricht kommunikativer zu gestalten, wäre zwar bei einer ansehnlichen Anzahl von Lehrkräften vorhanden. Eine Umsetzung in die tägliche Schulpraxis hingegen findet ihrer eigenen Einschätzung nach nur wenig statt. Als Gründe hierfür werden genannt: u.a. der subjektiv empfundene Stoff- und Zeitdruck, das Festhalten an vertrauten Methoden wie fragend-entwickelndem Unterricht und Lehrervortrag, Angst vor Disziplinproblemen, grosse Klassen.
- *Eine noch ungenügende Basis besteht in Hinsicht auf das Bewusstsein geschlechtsspezifischer Attributionstile:* Dieser Punkt ist den meisten Lehrkräften fremd. Sie kennen die dahinterstehenden Probleme noch zu wenig, als dass sie die Gestaltung des Unterrichts und ihre Zusammenarbeit mit den Lernenden entsprechend ändern könnten und würden.

5 Interaktionen im Unterricht

Bei den Lehrkräften der Experimentalgruppen I und II wurden Unterrichtsbeobachtungen durchgeführt. Sie bildeten einen Teil der Datenerhebungen der Interventionsstudie und hatten zugleich die Funktion einer Supervisionsmassnahme (vgl. Kap. 1.3.4). Im folgenden resümieren wir den Stand der Forschung zur Geschlechtstypik unterrichtlicher Interaktionen, orientiert an der Fragestellung unserer Studie (5.1). Wir berichten über die Zielsetzung der Unterrichtsbeobachtungen (5.2) und geben Einblick in den methodischen Rahmen und die Durchführung der Beobachtungen (5.3). Es folgen die Präsentation der Ergebnisse (5.4) und eine Diskussion (5.5).

5.1 Bisherige Befunde zu geschlechtsspezifischen Interaktionen im Unterricht

Wie die bisherige Forschung zeigt, werden Mädchen und Knaben im koedukativen Unterricht nicht gleich behandelt. Schon in der Primarschule zeigt sich auf der Ebene der sichtbaren pädagogischen Interaktion, dass Jungen die Aufmerksamkeit der Lehrpersonen stärker an sich binden. Diese Tendenz verstärkt sich auf der Sekundarstufe insbesondere im naturwissenschaftlichen Unterricht (Brophy, 1985, p. 130f.; Kahle, 1988, p. 257; Kelly, 1988, p. 8f.). Knaben werden von Lehrpersonen häufiger angesprochen und haben mehr Kontakt mit diesen als Mädchen. Sie werden häufiger gelobt, aber auch mehr getadelt und verwahrt als Mädchen (Brophy, 1985; Brophy & Good, 1976, p. 21f.; Clarricoates, 1983; Eccles & Blumenfeld, 1985; Enders-Drägässer & Fuchs, 1989, p. 24-34; Hagemann-White, 1984, p. 64f.; Kelly, 1988; Spender, 1985, Kap. 4). Vergleichbare Ergebnisse zeigen Untersuchungen aus Deutschland (Enders-Drägässer & Fuchs, 1989; Fräsch & Wagner, 1982). Knaben werden häufiger aufgerufen, wenn sie sich melden, aber auch, wenn sie sich nicht melden. Sie werden öfter gelobt als Mädchen und häufiger wegen ihres Betragens und ihrer mangelnden Disziplin getadelt. Wiederum ist auch der Kontakt zwischen Lehrpersonen und Schülern häufiger als zwischen Lehrpersonen und Schülerinnen, und zwar beidseitig, sowohl im Falle von lehrerinitiierten wie im Falle von schülerinitiiertem Kontakt (bei Einzel- oder Gruppenarbeiten). Geschlechtsspezifische Unterschiede auf Lehrerseite gibt es kaum, d.h. sowohl Lehrer wie Lehrerinnen zeigen das entsprechende Verhalten.

Im folgenden fassen wir die einschlägige Forschung zusammen, gruppiert nach thematischen Bereichen.

Unterrichtsinhalte

- Beim Einbringen ausserschulischer Erfahrungen werden die Mädchen weniger berücksichtigt als die Jungen.
- Mädchen können weniger auf den Verlauf des Unterrichtsgeschehens Einfluss nehmen als Jungen (z.B. andere, neue Aspekte oder Themen). Die Lehrperson geht weniger auf innovative Vorschläge der Mädchen ein.

- Für die Mädchen haben die soziale Kompetenz und die Kooperation einen sehr hohen Stellenwert. Die Mädchen kennen das von der Lehrkraft erwünschte Verhalten und befolgen diese Erwartungen. Deswegen ist das Einhalten von Regeln und Vorgaben als Umsetzung sozialen Verhaltens von ihrem Bewusstsein und in ihrem Verhalten geprägt. Demgegenüber steht die Einhaltung von Regeln bei den Knaben weit zurück in der Prioritätenliste. Das Erbringen von guten Leistungen ist wichtiger für sie. Somit können sich Knaben immer wieder mehr Freiräume schaffen als die Mädchen, die sich stärker an die Vorgaben der Lehrperson halten.

Nonverbale Kommunikation

- Mit Mädchen wird weniger und kürzer Blickkontakt gehalten.
- Die Kombination Blickkontakt und Gestik als Ermunterung kommt Mädchen weniger und kürzer zugute als Knaben.
- Mit Mädchen findet oft ein weniger offener Umgang statt.

Verbale Kommunikation

- Die Lehrpersonen wenden sich den Mädchen verbal signifikant weniger häufig zu als den Jungen.
- Die verbale Präsenz der Mädchen ist signifikant geringer als die der Jungen.
- Während Mädchen häufiger für Ordentlichkeit, Fleiss und Wohlverhalten gelobt werden, werden die Jungen für gute Leistungen gelobt.
- Während Mädchen häufiger für schlechte Leistungen getadelt werden, werden die Jungen häufiger für abweichendes bzw. auffälliges Verhalten getadelt.
- Ausserordentliche Leistungen werden bei den Mädchen eher Fleiss und Sorgfalt zugeschrieben, bei Jungen eher vorhandenen Fähigkeiten.
- Bei Rückmeldungen auf ungenügende Leistungen erhalten die Mädchen oft die unerschwellige Botschaft, dass es ihnen an Begabung und Intelligenz mangelt. Die Knaben hingegen werden meistens für ungenügende Bemühungen und Einsatz gerügt.
- Sozialkompetenz und Kooperation der Mädchen werden kaum als Leistungen wahrgenommen und honoriert. Demzufolge können die Mädchen auf der Basis ihres Sozialverhaltens kein entsprechendes Selbstvertrauen entwickeln.
- Gleiches Verhalten von Mädchen und Jungen wird unterschiedlich bewertet. Das abhängige Mädchen wird mehr geschätzt als der abhängige Junge. Auf der untersten Stelle der sozialen Skala steht das aggressive und fordernde Mädchen.
- Von Mädchen wird eher erwartet, dass sie nett sind, von Jungen, dass sie fähig sind.

5.2 Ziele der Unterrichtsbeobachtungen

Die Zielsetzung der Unterrichtsbeobachtungen bestand darin, die Klassen im Hinblick auf geschlechtsspezifische Interaktionsmuster zu beobachten. Dies mit einer doppelten Absicht: Einerseits sollte es die Beobachtung der Unterrichtsinteraktionen erlauben, die Umsetzung des Interventionsplanes des Projektes (vor allem im Bereich der Sensibilisierung der Lehrkräfte) zu prüfen. Dazu sollten die erhobenen Daten so aufgearbeitet werden, dass sie mit anderen Daten des Forschungsprojekts verknüpfbar werden. Andererseits sollten die Ergebnisse der Unterrichtsbeobachtungen den Lehrkräften zurückgemeldet werden und so einen Teil der Supervisionsmassnahmen bilden, die für die Lehrkräfte der Experimentalgruppen I und II getroffen wurden (vgl. Kap. 1.3.4). Ziel der Rückmeldung war es, die Lehrkräfte bei der Realisierung eines Unterrichtsgeschehens mit einem ausgewogenen Beteiligungsverhältnis der Geschlechter und einer nichtsexistischen Gesprächskultur zu unterstützen.¹ Mit dem Angebot einer wiederholten Unterrichtsbeobachtung wurde den Lehrpersonen zudem die Möglichkeit eröffnet, Veränderungen in ihren Verhaltensweisen zu verfolgen.

Die Zielsetzung der Unterrichtsbeobachtung erlaubte es nicht, eine detaillierte und intensive Analyse des Interaktionsverhaltens vorzunehmen. Des weiteren sollten die Lehrpersonen möglichst unmittelbar nach der Beobachtung eine Rückmeldung erhalten, damit eine Sensibilisierung während der Intervention möglich war und nicht erst nach Beendigung der zweiten Unterrichtseinheit. Aus diesen Gründen wurde der Beobachtungsbogen so entwickelt, dass ausgewählte, aber relevante und eindeutig beobachtbare Aspekte des Interaktionsverhaltens erfasst werden konnten (im Sinne von nicht allzu komplexen Interaktionsabläufen, nicht erst über längere Zeit feststellbaren, subtilen Handlungen und Situationen, die aus der Perspektive des Beobachters viel Freiraum für persönliche Interpretationen zulassen).

Die Beobachtung sollte auf folgende Fragen Antworten geben: Wer leistet welche Beiträge im Unterricht und welche Verhaltensweisen fallen dabei auf (zum Beispiel eigene Erfahrungen einbringen, neue Aspekte aufzeichnen, selbst indizierte Beiträge oder Fragen, Lösungsvorschläge, Lösen von Problemen, Meldeverhalten, Verhalten nach Aufrufen ohne Melden: Signalisieren von Selbstsicherheit, Hilflosigkeit, Demonstrieren von Überlegenheit)? Wieviel Aufmerksamkeit der Lehrperson wird den Mädchen bzw. den Knaben zuteil? Welche Fragen werden den Mädchen bzw. den Knaben gestellt? Wie ist die Frage konzipiert (repetitiv: rückgreifende Fragen auf vorangehenden Stoff, zusammenfassende Fragen, Fragen zur aktuellen Problematik)? Wie ausführlich erfolgt eine Rückmeldung für die Mädchen bzw. Knaben im Sinne von Zustimmung, sachlicher Kritik oder Widerspruch, Lob oder Tadel, fachlicher Hilfe

¹ Folgen wir der Terminologie von Wulf (1972), so genügen die Unterrichtsbeobachtungen in ihrer praktischen Zielsetzung den Kriterien einer praxisorientierten Evaluation. Vor dem Hintergrund der Curriculumsentwicklung (Wulf, 1975) handelt es sich um eine Mikroevaluation, d.h. um eine Auswertung oder Beurteilung einzelner Faktoren oder Aspekte des Physikunterrichts. Zugleich ist die Beobachtung als innere und äussere Evaluation angelegt. Bei der Entwicklung der Messinstrumente evaluieren sich die Evaluatoren zugleich selbst, was einer inneren Evaluation entspricht. Die Beobachtung ist des weiteren als äussere Evaluation gestaltet, da die Durchführung der Physiklektionen und die Auswertung der Beobachtungen denselben Personen obliegt. Die Bewertung der Unterrichtsbeobachtung besitzt nach Wulf (1975) extrinsischen Charakter, weil die Auswirkungen der Massnahmen für einen „mädchengerechten“ Physikunterricht überprüft werden.

und Unterstützung für das Auffinden des Lösungsweges und persönlicher Ermunterung zur Weiter-/Mitarbeit?² Welche Initiator-Fragen stellen die Mädchen bzw. die Knaben?

5.3 Methode, Durchführung und Auswertung der Beobachtungen

Erste Hinweise zur verwendeten Methode sind im Kapitel 2.2.3 gegeben worden. Eine genaue Beschreibung der Beobachtungskategorien sowie die Messinstrumente finden sich im Band Entwicklung und Analyse der Erhebungsinstrumente. Im folgenden werden die methodischen Grundlagen (5.3.1) und die Durchführung der Beobachtungsstudie (5.3.2) erläutert.

5.3.1 Messinstrumente

Für die Unterrichtsbeobachtungen wurden zwei verschiedene Messinstrumente konzipiert: *Beobachtungsbogen* und *Klassenspiegel*. Sie dienten der Erfassung der verbalen und – soweit wie möglich – der nonverbalen Interaktionen zwischen der Lehrkraft und den Schülerinnen und Schülern in *lehrerzentrierten* Unterrichtsblöcken der Experimentalgruppen I und II. Diese Unterrichtsmethode wurde ausgewählt, weil sie immer noch den grössten Anteil des Methodenrepertoires des traditionellen Physikunterrichts beansprucht, ja des Gymnasialunterrichts überhaupt (Krapf, 1985).

Die kleinste erfassbare Interaktionseinheit des lehrerzentrierten Unterrichts wird im Beobachtungsbogen *Sequenz* genannt. Diese basiert auf drei völlig verschiedenen, aber voneinander abhängigen Handlungen (Mehan, 1979, 1985): Initiation (Aktion) - Antwort (Reaktion) - Evaluation (Rückmeldung).

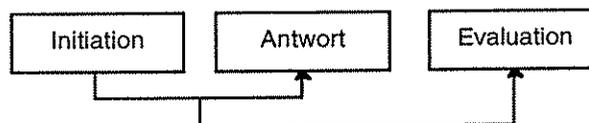


Abbildung 5.1: Darstellung der kleinsten Interaktionseinheit: eine Sequenz

Das erste Interaktionspaar besteht aus Initiation und darauf folgender Antwort. Wenn dieses abgeschlossen ist, wird es seinerseits zum ersten Teil des zweiten Interaktionspaars. Der zweite Teil des Interaktionspaars ist die Evaluation, welche Auskunft über die Vollständigkeit des Initiation-Antwort-Paars gibt. So wurden die Initiationen, das Antwortverhalten und das Rückmeldeverhalten sowohl der Lehrkräfte als auch der Schülerinnen und Schüler festgehalten.

Im Klassenspiegel sind die Sitzpositionen der Schülerinnen und Schüler mittels eines Codes festgehalten worden. Er diente dazu, die Verhaltensweisen der Schülerinnen und Schüler *personalisiert* festzuhalten. Auf diese Weise war es möglich, das beobachtete Verhalten in der

² Die Rückmeldungen sind eine wichtige Bedingung für den Aufbau eines positiven Selbstwertgefühls (vgl. aber die Diskussion im Kap. 5.5.2).

Klasse mit Daten aus den schriftlichen Erhebungen (Schüler- und Lehrerfragebogen der Eingangs- und Schlusserhebungen des Projekts, vgl. Kap. 1) zu verbinden und geschlechtsspezifische Differenzen oder individuelle Verhaltensmuster zu analysieren und mit dem Selbstbild der Schülerinnen und Schüler zu vergleichen.

Die Entwicklung des Kategorienrasters des Beobachtungsbogens basierte auf folgenden Überlegungen (Fassnacht, 1995; Mayntz, Holm & Hübner, 1971)³: a) das Raster musste technisch handhabbar sein (auch bei Lehrkräften, die ein sehr hohes Unterrichtstempo anschlügen), b) die Befunde mussten den Kategorien eindeutig zuordenbar sein, und c) die Auswertung der Unterrichtsbeobachtung musste mit angemessenem Aufwand realisierbar sein, so dass die Rückmeldung nicht in einem zu langen zeitlichen Abstand von der beobachteten Lektion erfolgte.

Die beiden Messinstrumente wurden einer entwicklungsorientierten Evaluation (Wulf, 1972) unterzogen, deren Ziel die Auswahl bzw. die Optimierung war. Dazu fanden verschiedene Pretests der Messinstrumente im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht statt. Die Bewertung der Kategoriensysteme erfolgte intrinsisch (Wulf, 1975), da die Kategorien selbst innerhalb der Pretests (Pilotversuche in Klassen, welche nicht am Projekt beteiligt waren) evaluiert wurden.

5.3.2 Durchführung der Beobachtungen

Die Unterrichtsbeobachtungen wurden von vier Beobachtungsteams durchgeführt, die sich aus je zwei Personen zusammensetzten. Eine Beobachterin bzw. ein Beobachter notierte die Befunde im Beobachtungsbogen, die bzw. der andere arbeitete mit dem Klassenspiegel. Anhand eines Trainings (Tonband- und Videoaufnahmen sowie Pilotversuche in Klassen, welche nicht am Projekt beteiligt waren) wurden die Beobachterinnen und Beobachter in die Handhabung der Messinstrumente eingeführt.

Insgesamt besuchten die vier Beobachtungsteams zwölf Lektionen. Davon fanden fünf bei je einem der fünf Lehrer der Experimentalgruppe I statt (73 Jugendliche, davon 45 [62%] Schülerinnen und 28 [38%] Schüler). Sieben Unterrichtsbeobachtungen wurden in den Klassen jener fünf Lehrkräfte der Experimentalgruppe II durchgeführt, die gemischte Klassen unterrichteten (vgl. Kap. 2), wobei zwei Lehrpersonen je zwei Klassen unterrichteten (124 Jugendliche, davon 77 [62%] Schülerinnen und 47 [38%] Schüler).

Die Aufgabe der Beobachtungsteams bestand darin, sämtliche Interaktionen zwischen den Lehrpersonen und den Schülerinnen und Schülern auf dem Beobachtungsbogen festzuhalten und gleichzeitig mit Hilfe des Klassenspiegels zu notieren, auf welchem Platz sich jemand gemeldet hatte und aufgerufen wurde oder aufgerufen wurde, obwohl die Schülerin oder der Schüler keine Bereitschaft zur Unterrichtsteilnahme signalisiert hatte. Das bedeutete, dass für jede Sequenz (vgl. Kap. 5.3.1) ein Klassenspiegel ausgefüllt werden musste. Die Sitzanordnungen auf dem Klassenspiegel gaben über die Identität der Schülerinnen und Schüler Auf-

³ Im Rahmen von Forschungspraktika sind Vor- und Hilfsarbeiten für die Beobachtungsstudie geleistet worden (von Felten & Reber, 1993; Josten & Schnell, 1994).

schluss. Bei der Datenaufnahme wurden Schüler-Codes verwendet, die bei der Auswertung der Daten nach Name und Geschlecht entschlüsselt wurden. Die Lektionengespräche wurden jeweils auf Tonband aufgezeichnet, damit die Befunde kontrolliert werden konnten. Die Unterrichtsbeobachtungen wurden im Winter/Frühjahr 1996/97 durchgeführt. Wie die Projekt-evaluation durch die Lehrkräfte zeigt, sind die Unterrichtsbeobachtungen nicht als störend empfunden worden; auch das Verhalten der Klasse ist von den Lehrkräften nicht als abweichend von einer normalen Lektion beurteilt worden (vgl. Kap. 9.2.5).

Der Ablauf der Unterrichtsbeobachtungen verlief wie folgt (vgl. Abb. 5.2): Zuerst nahm das Beobachtungsteam Kontakt mit der Lehrkraft auf, um ein Datum zu vereinbaren. Die Klassen wurden von der Lehrerin bzw. vom Lehrer über den Besuch in Kenntnis gesetzt. Nebst der schriftlichen Befundaufnahme wurden an zwei örtlich verschiedenen Stellen im Schulzimmer Tonbandaufnahmen gemacht. Die Unterrichtsgespräche sind transkribiert worden, um die Befunde des Beobachtungsbogens und des Klassenspiegels zu kontrollieren (Bestimmung der Reliabilität der Beobachtungen). Es wurden nur jene Beobachtungsprotokolle in die Analyse einbezogen, bei denen die Abweichung der Zuteilung zu den einzelnen Kategorien von den transkribierten Gesprächen weniger als fünf Prozent betrug.⁴

Innerhalb von zwei Wochen erhielt die Lehrperson zunächst eine schriftliche Rückmeldung. In einem zweiten Schritt wurde die Lehrkraft telefonisch und/oder persönlich kontaktiert, um über die Ergebnisse der beobachteten Lektion zu diskutieren. Es wurde die Gelegenheit für eine weitere Beobachtung angeboten, um eine erneute Bestandesaufnahme zu machen. Von diesem Angebot wurde aber von keiner Lehrkraft Gebrauch gemacht.

⁴ Faktisch betrug die Abweichung nie mehr als fünf Prozent, was für die hohe Reliabilität der Beobachtungsprotokolle spricht.

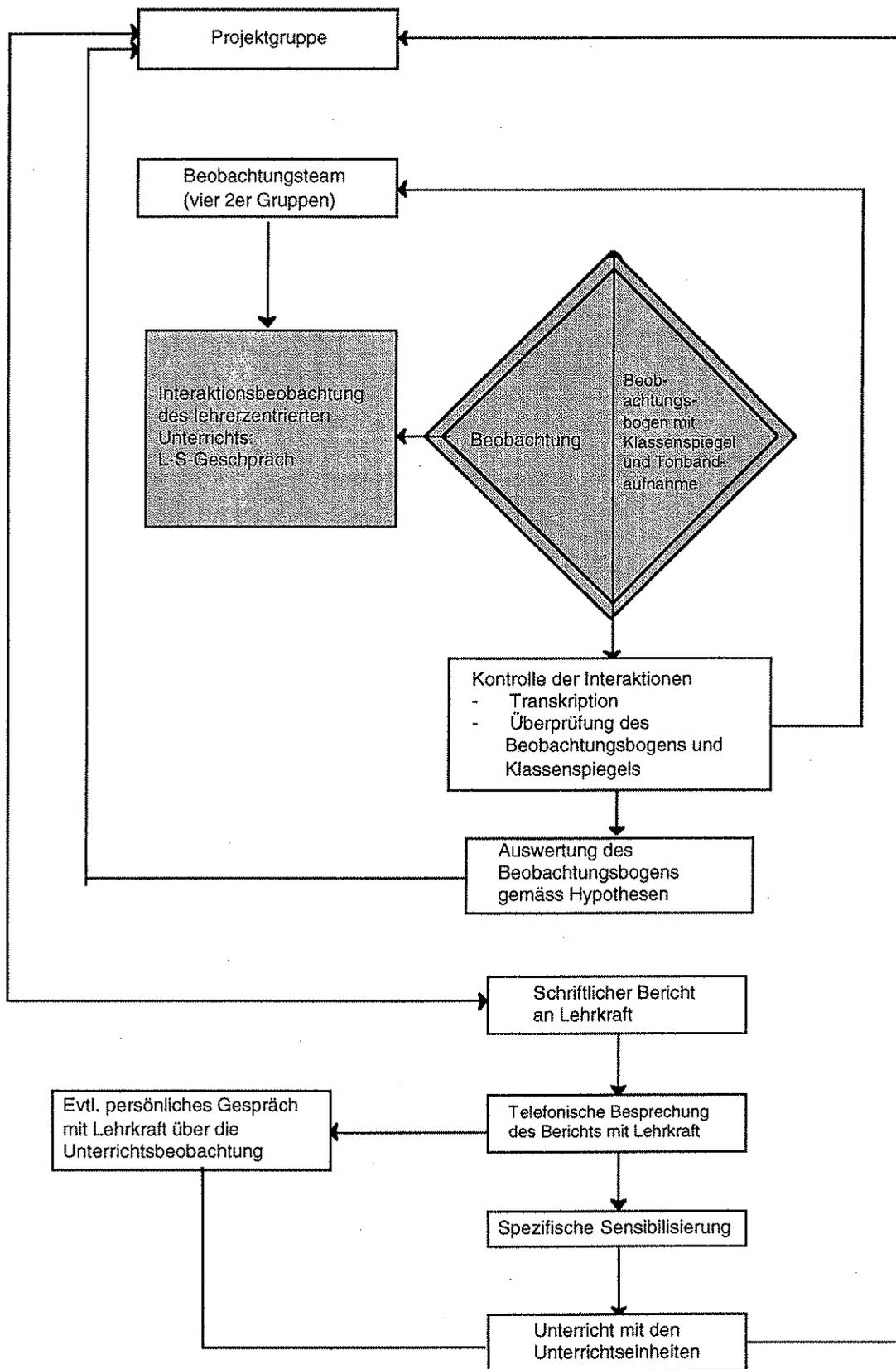


Abbildung 5.2: Ablauf einer Unterrichtsbeobachtung

5.3.3 Methode der Auswertung

Als Analyseverfahren wird der Vier-Felder- χ^2 -Test verwendet (Bortz, 1985, p. 202ff.). Die Berechnungen beruhen auf der Aggregation sämtlicher Beobachtungen in den einzelnen Klassen auf der Ebene der Experimentalgruppe I bzw. II. Der Grund für dieses Vorgehen liegt in den relativ kurzen Beobachtungsintervallen innerhalb der einzelnen Klassen, was eine Auswertung auf dem Niveau der Klassen ausschloss. Als Basis für die Berechnung der Erwartungswerte dient die Verteilung der Geschlechter in den beiden Experimentalgruppen (vgl. Tab. 5.1). Auf diese Weise wird der Tatsache Rechnung getragen, dass die Geschlechterverteilung innerhalb der Klassen ungleich ist.

Tabelle 5.1: Absolute und relative Verteilung der Mädchen und Jungen in den Experimentalgruppen I und II

	absolut (relativ)		absolut (relativ)
	Mädchen	Jungen	Total
Exp. I	45 (22.84)	28 (14.21)	73 (37.05)
Exp. II	77 (39.09)	47 (23.86)	124 (63.95)
Total	122 (61.93)	75 (38.07)	197 (100.00)

5.4 Ergebnisse der Unterrichtsbeobachtungen

Im folgenden werden die Resultate der Beobachtungen des lehrerzentrierten Unterrichts, d.h. der Kommunikation zwischen Lehrpersonen und Schülerinnen und Schülern vorgestellt. Zunächst wird der Aspekt der Initiation genauer analysiert (5.4.1 und 5.4.2). Es wird untersucht, wie häufig und welche Schülerinnen bzw. Schüler von den Lehrkräften aufgerufen worden sind und wie häufig die Schülerinnen und Schüler sich selbst zu Wort gemeldet haben. Danach gilt unser Interesse den Evaluationen der Lehrkräfte (5.4.3). Die Art und Weise wird analysiert, wie die Lehrkräfte die Antworten von Schülerinnen bewertet haben (vgl. Abb. 5.1). Schliesslich wird den Unterrichtsstörungen (z.B. Schwatzen, Dazwischenrufen und laute Geräusche verursachen) nachgegangen (5.4.4).

Einen Überblick über die Häufigkeit der Beobachtungen in den Kategorien, die erhoben worden sind, geben die Tabellen 5.2a, 5.2b und 5.3.

Tabelle 5.2a: Häufigkeit der beobachteten Interaktionen
(Lehrerinitiation – Schülerantwort – Lehrerevaluation)

Kategorie	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Anzahl Sequenzen total	748	100.0
a) Lehrer-Initiation (L-Initiation)	698	93.3
Mädchen (Sing.) freiwillig/Mädchen (Pl.) freiwillig	268	38.4
Knabe freiwillig/Knaben freiwillig	197	28.2
Mädchen (Sing.) unfreiwillig/Mädchen (Pl.) unfreiwillig	166	23.8
Knabe unfreiwillig/Knaben unfreiwillig	67	9.6
b) Schüler-Antwort (S-Antwort)	690 ¹	92.3
antwortet sofort	593	85.9
zögert	42	6.1
Rückfrage	10	1.5
Frage der Hilflosigkeit	8	1.2
weiss/kann nicht	19	2.8
reagiert nicht/verweigert	18	2.6
c) Lehrer-Evaluation (L-Evaluation)	698	93.3
Lob/Anerkennung	9	1.3
Zustimmung	351	50.3
Hilfe/Hinweis	114	16.3
Unterstützung	9	1.3
Frage an Schüler weitergeleitet	61	8.7
negative sachliche Rückmeldung	108	15.5
negative persönliche Rückmeldung	0	0.0
keine Reaktion/Verweigerung	46	6.6

¹ davon sind 8 Fälle Missing (1.15%)

Bemerkung: Die Prozentangaben der übergeordneten Kategorien (fett gedruckt) beziehen sich auf das Gesamttotal der Sequenzen ($a + d = 100\%$, $b + e = 100\%$, $c + g = 100\%$, wobei $100\%: N_{\text{tot}} = 748$). Die prozentualen Anteile der einzelnen Kategorien sind auf das Gesamttotal ihrer übergeordneten Kategorie bezogen worden.

Tabelle 5.2b: Häufigkeit der beobachteten Interaktionen
(Schülerinitiation – Lehrerantwort – Schüler/Lehrerevaluation)

Kategorie	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Anzahl Sequenzen total	748	100.0
d) Schüler-Initiation (S-Initiation)	50	6.7
Mädchen (Sing.)/Mädchen (Pl.)	18	36.0
Knabe/Knaben	32	64.0
e) Lehrer-Antwort (L-Antwort)	50	6.7
Präsentation der Lösung	33	66.0
teilweise Präsentation der Lösung	6	12.0
Frage an Schüler weiter geleitet	6	12.0
weiss nicht/Aufschub	5	10.0
f) Lehrer-Evaluation (L-Evaluation)	50	6.7
g) Schüler-Evaluation (S-Evaluation)	50 ¹	6.7
Zustimmung	9	18.0
Kritik	1	2.0

¹ davon haben in 40 Fällen (80%) keine Schülerevaluationen stattgefunden

Bemerkung: Die Prozentangaben der übergeordneten Kategorien (fett gedruckt) beziehen sich auf das Gesamttotal der Sequenzen ($a + d = 100\%$, $b + e = 100\%$, $c + g = 100\%$, wobei $100\%: N_{\text{tot}} = 748$). Die prozentualen Anteile der einzelnen Kategorien sind auf das Gesamttotal ihrer übergeordneten Kategorie bezogen worden.

Tabelle 5.3: Häufigkeit von Unterrichtsstörungen

Kategorie	absolute Häufigkeit	relative Häufigkeit
Anzahl Sequenzen total	748	100.0
h) Störaktionen	19	2.5
Mädchen (Sing.)/Mädchen (Pl.)	3	15.8
Knabe/Knaben	8	42.1
Mädchen (Sing.) und Knabe bzw. Mädchen (Pl.) und Knaben	8	42.1
i) L-Reaktion	19	2.5
Lehrkraft greift ein (L. greift ein)	6	31.6
Lehrkraft reagiert nicht (L. reagiert nicht)	13	68.4

Bemerkung: Die Prozentangabe der übergeordneten Kategorie (Störaktionen bzw. L-Reaktion) bezieht sich auf das Gesamttotal der Sequenzen ($N_{\text{tot}} = 748$). Die prozentualen Anteile der einzelnen Kategorien sind zum Gesamttotal der Störaktionen bzw. L-Reaktion verglichen worden ($N_{\text{tot}} = 19$).

Die Hypothesen, die wir im folgenden prüfen wollen, werden jeweils als Vergleiche der Interaktionen in den Klassen der Lehrkräfte der Experimentalgruppen I und II formuliert. Die Richtung der Hypothesen geht jeweils dahin, dass im Unterricht der Lehrkräfte I (aufgrund ihrer vermuteten höheren Sensibilisierung für die Probleme des koedukativen Physikunterrichts) mehr (formale) Gleichheit zwischen den Geschlechtern besteht, d.h. den Mädchen mehr interaktionale Gerechtigkeit widerfährt.

5.4.1 Lehrer-Verhalten: Initiation

Da zu wenig repetitive Initiationen vorlagen, wird in den folgenden Auswertungen nicht zwischen repetitiven und thematischen Initiationen unterschieden.

Aufgrund der bisherigen Erkenntnis, wonach Mädchen von den Lehrpersonen relativ zum Anteil ihres Geschlechts in der Klasse weniger Aufmerksamkeit erhalten als Knaben, sind die folgenden zwei Hypothesen formuliert worden.

Hypothese 1

Lehrkräfte der Experimentalgruppe I rufen im Vergleich zu den Lehrkräften der Experimentalgruppe II Mädchen, die sich (freiwillig) melden, häufiger auf als Knaben, die sich (freiwillig) melden.

Tabelle 5.4: Häufigkeit, mit der sich (freiwillig) meldende Mädchen und Jungen von den Lehrkräften aufgerufen werden

	beobachtete Aufrufe		erwartete Aufrufe		Total
	Mädchen	Jungen	Mädchen	Jungen	
Exp. I	57	90	106.21	66.08	172.29
Exp. II	211	107	181.76	110.95	292.71
Total	268	197	287.97	177.03	465.00

Bezüglich der Interaktionen der Lehrkräfte mit den beiden Geschlechtern in den beiden Experimentalgruppen liegt ein signifikanter Unterschied vor ($\chi^2 = 36.30$; $df = 1$; $p < .001$). Die Mädchen in den Klassen der Experimentalgruppe I wurden relativ zu ihrem Anteil von den Lehrpersonen deutlich weniger aufgerufen, nachdem sie sich gemeldet hatten, als die Jungen. Umgekehrt wurden die Mädchen in den Klassen der Experimentalgruppe II häufiger als erwartet aufgerufen, nachdem sie sich gemeldet hatten, die Knaben hingegen weniger oft. Die Hypothese 1 muss somit verworfen werden.

Hypothese 2

Lehrkräfte der Experimentalgruppe I rufen im Vergleich zu den Lehrkräften der Experimentalgruppe II Mädchen, die sich nicht melden, häufiger auf als Knaben, die sich nicht melden.

Tabelle 5.5: Häufigkeit, mit der sich *nicht* meldende Mädchen und Jungen aufgerufen werden

	beobachtete Aufrufe		erwartete Aufrufe		Total
	Mädchen	Jungen	Mädchen	Jungen	
Exp. I	99	35	53.22	33.11	86.33
Exp. II	67	32	91.08	55.59	146.67
Total	166	67	144.30	88.70	233.00

Die Geschlechter werden in den Klassen der Experimentalgruppen I und II unterschiedlich behandelt ($\chi^2 = 55.86$; $df = 1$; $p < .001$). Die Mädchen der Experimentalgruppe I wurden sehr

viel häufiger als erwartet von den Lehrkräften zu Wortmeldungen aufgerufen, ohne dass sie zuvor eine entsprechende Bereitschaft signalisiert hatten; bei den Jungen stimmen Erwartungs- und Beobachtungswert in etwa überein. In der Experimentalgruppe II riefen die Lehrpersonen sowohl die Mädchen als auch die Knaben weniger als erwartet unfreiwillig auf. Die Hypothese 2 hat sich somit bestätigt.

5.4.2 Schüler-Verhalten: Initiation

Die Dynamik einer Lektion wird nicht nur durch das Verhalten der Lehrperson, sondern auch durch das aktive Mitdenken und Mitarbeiten der Schülerinnen und Schüler geprägt. Deshalb interessierte uns auch, wie oft sich die Schülerinnen und Schüler mit eigenen Fragen und Anregungen in den Unterricht einbrachten.

Insofern die bisherige Forschung zeigt, dass den Mädchen oft weniger zugetraut wird als den Jungen, sie weniger motiviert werden und ein Lernklima vorliegt, das für sie weniger geeignet scheint als für die Jungen, ist für die Schüler-Initiation folgende Hypothese formuliert worden.

Hypothese 3

Je stärker eine Lehrperson für die Probleme des koedukativen Physikunterrichts sensibilisiert ist, desto häufiger melden sich die Mädchen mit eigenen Fragen und Anregungen zu Wort.

Tabelle 5.6: Häufigkeit von Schülerinitiationen

	beobachtete Schülerinitiationen		erwartete Schülerinitiationen		Total
	Mädchen	Jungen	Mädchen	Jungen	
Exp. I	1	8	11.42	7.10	9
Exp. II	17	24	19.08	11.93	41
Total	18	32	30.97	19.03	50

Die Häufigkeit, mit der die beiden Geschlechter in den Klassen der Experimentalgruppen I und II Interaktionen mit der Lehrkraft initiieren, unterscheidet sich statistisch signifikant ($\chi^2 = 27.17$; $df = 1$; $p < .001$). Die Mädchen der Experimentalgruppe I stellten sehr viel weniger Fragen, die Jungen hingegen initiierten etwas mehr Interaktionen als erwartet. In der Experimentalgruppe II ist eine umgekehrte Tendenz feststellbar. Die Mädchen lösten etwas mehr als erwartet eine Interaktion aus, die Jungen hingegen beteiligten sich deutlich weniger an den Initiationen. Die Hypothese 3 hat sich nicht bestätigt. Auffallend ist das gesamthaft geringe Ausmass an Interaktionen, die von seiten der Schülerinnen und Schüler initiiert werden. Das Ergebnis verweist auf einen stark lehrerzentrierten Unterricht.⁵

⁵ Wobei zu beachten ist, dass die Unterrichtsbeobachtungen ausdrücklich in Phasen einer starken Lehrerzentrierung des Unterrichts durchgeführt worden sind!

5.4.3 Lehrer-Verhalten: Evaluation

5.4.3.1 Positive Lehrerevaluation

Sehr oft geben Schülerinnen und Schüler mit ihren Antworten Teillösungen, die von den Lehrpersonen kommentiert werden. Unter den Begriff „positive Lehrerevaluation“ werden folgende Kategorien des Beobachtungsbogens zusammengefasst: Lob/Anerkennung, Zustimmung, Hilfe/Hinweis und Unterstützung. Wir analysieren diese Kategorien in diesem Kapitel, indem wir sie *zusammenfassen*; in den folgenden Kapiteln 5.4.3.2 und 5.4.3.3 werden dieselben Daten getrennt analysiert.

Insofern die bisherige Forschung zeigt, dass die Lehrkräfte die fachliche Kompetenz der Mädchen weniger stützen als diejenige der Jungen, lautet unsere nächste Hypothese wie folgt:

Hypothese 4

Die Lehrpersonen der Experimentalgruppe I evaluieren im Vergleich zu den Lehrkräften der Experimentalgruppe II die Antworten von Mädchen häufiger positiv als die Antworten der Jungen.

Tabelle 5.7: Häufigkeit positiver Evaluationen durch die Lehrkräfte

	beobachtete Evaluationen		erwartete Evaluationen		Total
	Mädchen	Jungen	Mädchen	Jungen	
Exp. I	78	83	108.26	67.37	175.63
Exp. II	219	94	185.27	113.10	298.37
Total	297	177	293.53	180.47	474.00

Die Häufigkeit, mit der Lehrkräfte Beiträge der beiden Geschlechter in ihren Klassen positiv evaluieren, unterscheidet sich in den beiden Experimentalgruppen I und II statistisch signifikant ($\chi^2 = 21.45$; $df = 1$; $p < .001$). Die Lehrpersonen der Experimentalgruppe I reagierten beträchtlich weniger oft positiv auf die Antworten der Mädchen, während sie die Antworten der Jungen häufiger positiv bewerteten als erwartet. Das Gegenteil kann bei der Experimentalgruppe II beobachtet werden. Die Lehrkräfte evaluieren die Antworten der Mädchen häufiger positiv, diejenigen der Jungen weniger oft positiv als erwartet. Die Hypothese 4 hat sich somit nicht bestätigt.

5.4.3.2 Lob und Zustimmung

Wie die bisherige Forschung zeigt, werden die Mädchen im Unterricht tendenziell weniger durch positive Verstärkung ihrer Leistungen aufgemuntert als die Jungen. Aus dieser Tatsache haben wir zwei folgenden Hypothesen abgeleitet.

Hypothese 5

Die Lehrkräfte der Experimentalgruppe I loben im Vergleich zu den Lehrkräften der Experimentalgruppe II die richtigen Antworten der Mädchen häufiger als diejenigen der Knaben.

Hypothese 6

Die Lehrpersonen der Experimentalgruppe I stimmen im Vergleich zu den Lehrkräften der Experimentalgruppe II den richtigen Antworten von Mädchen häufiger zu als den richtigen Antworten der Knaben.

Während der Datenaufnahme mussten wir feststellen, dass die Antworten der Jugendlichen generell selten mit „sehr gut“ oder „ausgezeichnet“, also mit einem Lob, kommentiert wurden. In den Klassen der Experimentalgruppe I konnte dies lediglich je einmal für ein Mädchen und für einen Jungen notiert werden! In den Klassen der Experimentalgruppe II wurden fünfmal Mädchen und dreimal Knaben gelobt. Die Datenmenge ist zu gering, als dass Hypothese 5 statistisch überprüft werden könnte. Ein Lob auszusprechen, scheint für beide Gruppen von Lehrkräften eher ungewöhnlich zu sein.

Vergleicht man mit anderen Untersuchungen, ist das Ergebnis, so irritierend es sein mag, kein Sonderfall. Immer wieder wird festgestellt, wie wenig Lehrkräfte fähig oder willens sind, das Verhalten der Schülerinnen und Schüler positiv zu bekräftigen (Frasch & Wagner, 1982, p. 274; White, 1975).

Demgegenüber reagierten die Lehrpersonen vergleichsweise häufig mit zustimmenden Äußerungen (z.B. „richtig“, „ja“, „gut“ oder Kopfnicken). Besonders Antworten mit richtigen Teillösungen wurden auf diese Art entgegengenommen.

Tabelle 5.8: Häufigkeit zustimmender Evaluationen

	beobachtete Evaluationen		erwartete Evaluationen		Total
	Mädchen	Jungen	Mädchen	Jungen	
Exp. I	58	74	80.17	49.88	130.05
Exp. II	142	77	137.20	83.75	220.95
Total	200	151	217.37	133.63	351.00

Das Verhalten gegenüber den Geschlechtern unterscheidet sich in den Experimentalgruppen I und II statistisch signifikant ($\chi^2 = 18.37$; $df = 1$; $p < .001$). Die Mädchen der Experimentalgruppe I erhielten deutlich weniger zustimmende Rückmeldungen, die Jungen deutlich mehr als erwartet. In der Experimentalgruppe II wurden die Antworten von Mädchen etwas mehr zustimmend evaluiert, diejenigen der Knaben etwas weniger als erwartet. Die Hypothese 6 kann nicht bestätigt werden.

5.4.3.3 Evaluation durch Unterstützung

Oft reagieren Lehrkräfte auf die Antworten der Schülerinnen und Schüler mit Hinweisen und Hilfestellungen zu weiteren Lösungsschritten. Da Lehrkräfte dazu neigen, den Mädchen bei

falschen Erstantworten gleich die gesamte Lösung zu präsentieren, den Jungen aber Hinweise oder Hilfestellungen für den nächsten Lösungsschritt zu geben, stellen wir die folgende Hypothese auf:

Hypothese 7

Die Lehrkräfte der Experimentalgruppe I geben im Vergleich zu den Lehrkräften der Experimentalgruppe II den Mädchen häufiger Hilfestellungen als den Jungen.

Tabelle 5.9: Häufigkeit helfender und unterstützender Evaluationen

	beobachtete Evaluationen		erwartete Evaluationen		Total
	Mädchen	Jungen	Mädchen	Jungen	
Exp. I	21	8	28.09	17.48	45.57
Exp. II	74	20	48.08	29.35	77.43
Total	95	28	76.17	46.83	123.00

Die Lehrkräfte der Experimentalgruppen I und II unterscheiden sich statistisch signifikant im Ausmass, in dem sie die beiden Geschlechter helfend oder unterstützend evaluieren ($\chi^2 = 23.88$; $df = 1$; $p < .001$). Die Resultate zeigen, dass in den Klassen der Experimentalgruppe I sowohl die Mädchen als auch die Knaben weniger Unterstützung erhielten als erwartet. Auch in den Klassen der Experimentalgruppe II liegt die Hilfestellung im Falle der Schüler unterhalb des Erwartungswertes; die Schülerinnen dagegen erhielten deutlich mehr Unterstützung als erwartet. Die Jungen *beider* Experimentalgruppen wurden weniger unterstützt als erwartet, wobei sich dieser Befund für die Klassen der Experimentalgruppe I deutlicher abzeichnet als für die Klassen der Experimentalgruppe II. Die Hypothese 7 kann daher nicht angenommen werden.

5.4.3.4 Frage an Schülerin bzw. Schüler weiterleiten

Eine weitere Möglichkeit, auf eine Antwort einer Schülerin bzw. eines Schülers zu reagieren, besteht darin, eine teilweise richtig beantwortete Frage an eine andere Schülerin oder einen anderen Schüler weiterzuleiten. Diesem Aspekt der Schüler-Lehrer-Interaktion wird im folgenden nachgegangen.

Aufgrund der Vermutung, dass sensibilisierte Lehrpersonen den Mädchen eher zutrauen, dass auch sie Antworten und Fragen von Jungen weiterentwickeln können, formulieren wir die folgende Hypothese.

Hypothese 8

Die Lehrkräfte der Experimentalgruppe I leiten im Vergleich zu den Lehrkräften der Experimentalgruppe II die Fragen häufiger an Mädchen weiter als an Knaben.

Tabelle 5.10: Häufigkeit, mit der Lehrkräfte eine Antwort in Form einer Frage an eine nächste Schülerin oder einen nächsten Schüler weiterleiten

	beobachtete Antworten		erwartete Antworten		Total
	Mädchen	Jungen	Mädchen	Jungen	
Exp. I					
Mädchen	4	4	8.62	5.38	14
Jungen	2	6	5.29	.29	8.58
Exp. II					
Mädchen	15	11	14.78	9.04	23.82
Jungen	7	12	9.06	5.54	14.60
Total	28	33	37.75	23.25	61.00

Das Verhalten der Lehrkräfte der Experimentalgruppen I und II unterscheidet sich statistisch signifikant ($\chi^2 = 15.56$; $df = 3$; $p < .01$).⁶ In der Experimentalgruppe I wurden generell weniger Fragen weitergeleitet als erwartet, in der Experimentalgruppe II etwas mehr als erwartet. In der Gruppe II ist weiter feststellbar, dass die Erstantworten von Mädchen etwas häufiger als erwartet an Jungen als an Mädchen weitergeleitet wurden; Erwartungs- und Beobachtungswert bei den Mädchen stimmen aber praktisch überein. Auch werden in der Gruppe II etwas mehr Falschantworten von Jungen an Mädchen weitergeleitet als in Gruppe I. Insgesamt ist das Verhalten der Lehrkräfte der Experimentalgruppe II eher „mädchengerecht“ als dasjenige von Gruppe I. Die Hypothese 8 muss daher verworfen werden.

5.4.3.5 Evaluation durch negative Rückmeldung

Fragen von Schülerinnen und Schülern werden häufig falsch beantwortet. Trotzdem sind negative Evaluationen eher selten (Hoffmann, Häussler, Bündler, Nentwig & Peters-Haft, 1995). Die Rückmeldung auf eine falsch beantwortete Frage kann rein sachlich erfolgen und auf der Verhaltensebene verbleiben (z.B. „Dieser Lösungsweg ist falsch.“). Eine Lehrperson kann aber auch zusätzlich auf der persönlichen Ebene reagieren (z.B. „Falsch, das werden Sie wohl nie begreifen!“).⁷ Bei der folgenden Analyse wird zwischen negativer sachlicher und negativer persönlicher Rückmeldung unterschieden. Negative sachliche Rückmeldungen sind für den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler wichtig, da sie nur so ihr Verhalten korrigieren können. Lehrkräfte, die Mädchen und Knaben gleichermaßen für lernfähig halten, sollten sich daher in ihren sachlichen Rückmeldungen nicht unterscheiden. Aufgrund des vermuteten unterschiedlichen Sensibilisierungsgrades der Lehrkräfte der beiden Experimentalgruppen ist daher die folgende Hypothese formuliert worden.

⁶ Die Erwartungswerte sind wie folgt berechnet worden: Die Wahrscheinlichkeit von Erstantworten von Mädchen und Jungen ist über alle acht Felder berechnet worden (p_1). Da die Mädchen und Jungen in den beiden Experimentalgruppen gleich häufig aufgerufen werden sollten wie ihr Anteil an der jeweiligen Gruppe ist, werden die Wahrscheinlichkeiten der vier Zellen berechnet. In der entsprechenden Gruppe kann eine Antwort an ein Mädchen oder einen Knaben mit gleicher Wahrscheinlichkeit weitergeleitet werden. Die entsprechenden Erwartungswerte werden aus den relativen Geschlechteranteilen pro Gruppe bestimmt (p_2). Das Produkt von p_1 und p_2 wird mit der gesamten Anzahl von beobachteten Weiterleitungen (N_{tot}) multipliziert.

⁷ Es ist ein schwerer pädagogischer Fehler, Evaluationen auf die persönliche Ebene durchschlagen zu lassen.

Hypothese 9

Die Lehrpersonen der Experimentalgruppe I evaluieren im Vergleich zu den Lehrkräften der Experimentalgruppe II die falschen Antworten von Mädchen häufiger mit negativen sachlichen Rückmeldungen als die falschen Antworten der Knaben.

Tabelle 5.11: Häufigkeit negativer sachlicher Evaluationen

	beobachtete Evaluationen		erwartete Evaluationen		Total
	Mädchen	Jungen	Mädchen	Jungen	
Exp. I	33	30	24.67	15.35	40.02
Exp. II	34	11	42.22	25.76	67.98
Total	67	41	66.89	41.11	108.00

Das Verhalten der Lehrkräfte der Experimentalgruppen I und II unterscheidet sich statistisch signifikant ($\chi^2 = 26.85$; $df = 1$; $p < .001$). In der Experimentalgruppe I erhielten die Mädchen mehr, die Knaben *deutlich* mehr negative sachliche Rückmeldungen als erwartet. In der Experimentalgruppe II ist ein umgekehrter Effekt feststellbar: Die Lehrpersonen evaluieren die Rückmeldungen der Mädchen weniger, diejenigen der Knaben *deutlich* weniger mit sachlicher Kritik. Die Hypothese 9 darf nicht angenommen werden. Trotzdem liegt das Rückmeldeverhalten auf falsche Antworten bei den Lehrkräften der Gruppe I im erwünschten Bereich, allerdings bei Mädchen *und* Knaben.

Negative *persönliche* Rückmeldungen wurden in beiden Experimentalgruppen keine registriert.

5.4.3.6 Keine Rückmeldung durch die Lehrperson

Eine (leider) weit verbreitete Reaktion von Lehrpersonen auf Antworten von Schülerinnen und Schülern liegt darin, *keine* Rückmeldung zu geben. Sachliche oder positive persönliche Rückmeldungen sind aber für den Lernprozess und die Entwicklung von Selbstvertrauen bei Mädchen und Jungen wichtig. Unsere Hypothese lautet:

Hypothese 10

Die Lehrkräfte der Experimentalgruppe I geben im Vergleich zu den Lehrkräften der Experimentalgruppe II den Mädchen weniger oft keine Rückmeldungen als den Knaben.

Tabelle 5.12: Häufigkeit des Ereignisses „keine Rückmeldung“

	beobachtetes Ereignis „keine Rückmeldung“		erwartetes Ereignis „keine Rückmeldung“		Total
	Mädchen	Jungen	Mädchen	Jungen	
Exp. I	39	4	10.52	6.54	17.06
Exp. II	3	0	17.98	10.96	28.94
Total	42	4	28.50	17.50	46.00

Die Lehrkräfte der Experimentalgruppen I und II unterscheiden sich statistisch signifikant im Ausmass, in dem sie den beiden Geschlechtern *keine* Rückmeldung geben ($\chi^2 = 101.53$; $df = 1$; $p < .001$). Die Antworten der Mädchen in den Klassen der Experimentalgruppe I wurden viel mehr als erwartet ohne jeglichen Kommentar quittiert als diejenigen der Jungen. In der Experimentalgruppe II erhielten sowohl die Mädchen als auch die Jungen deutlich weniger *keine* Rückmeldung als erwartet. Die Hypothese 10 kann somit nicht angenommen werden.

5.4.4 Schüler-Verhalten: Störungen

Da aufgrund der bisherigen Forschung zu vermuten ist, dass Schüler bei Sprechzeiten von Schülerinnen vermehrt dazu neigen, den Unterricht zu stören oder gar zu unterbrechen, um die Aufmerksamkeit der Lehrkraft auf sich zu ziehen, ist die folgende Hypothese formuliert worden.

Hypothese 11

Im Unterricht der stärker sensibilisierten Lehrkräfte stören die Jungen die Sprechzeiten der Mädchen weniger häufig als im Unterricht der weniger sensibilisierten Lehrkräfte.

Tabelle 5.13: Häufigkeit von Unterrichtsstörungen (Störungen der Sprechzeiten)

	beobachtete Störungen bei Sprechzeiten von Mädchen		beobachtete Störungen bei Sprechzeiten von Jungen		Total
	M/M ¹	M/K ²	K/K ³	K/M ⁴	
Exp. I	1	1	0	0	2
Exp. II	2	0	8	7	17
Total	3	1	8	7	19

¹ Die Sprechzeit eines Mädchens wird durch ein Mädchen gestört.

² Die Sprechzeit eines Mädchens wird durch einen Jungen gestört.

³ Die Sprechzeit eines Jungen wird durch einen Jungen gestört.

⁴ Die Sprechzeit eines Jungen wird durch ein Mädchen gestört.

Bedingt durch die zu geringe Zahl von Beobachtungen und die zu tief liegenden Erwartungswerte kann der χ^2 -Test nicht berechnet werden. Auffällig ist, dass in der Experimentalgruppe I nur gerade 10.5% aller Unterrichtsstörungen stattgefunden haben, während der Unterricht in der Experimentalgruppe II stärker gestört wurde (89.5%). Möglicherweise ist dies ein Effekt

der Klassengrösse, die in der Experimentalgruppe I im Durchschnitt kleiner war als in der Experimentalgruppe II (vgl. Kap. 2.1.1).

5.4.5 Gesamtvergleich

Im folgenden werden die Daten sämtlicher Beobachtungen in allen Klassen der Experimentalgruppen I und II zusammengelegt und gegen die Hypothese der *Gleichverteilung*, d.h. der Gleichbehandlung der Schülerinnen und Schüler ausgetestet. Die Hypothesen sind analog zu den Hypothesen 1 bis 11 formuliert worden und werden deshalb nicht mehr explizit beschrieben. Die Ergebnisse der einzelnen χ^2 -Analysen finden sich in Tabelle 5.14.

Tabelle 5.14: Geschlechtervergleich über sämtliche Beobachtungen in den Klassen der Experimentalgruppen I und II

Interaktionen ¹	Total	Mädchen		Jungen		χ^2	Sign. ²
		beobachtet	erwartet	beobachtet	erwartet		
Befunde							
Hypothese 1	465	268	287.97	197	177.03	3.64	n.s.
Hypothese 2	233	166	144.30	67	88.70	8.57	**
Hypothese 3	50	18	30.97	32	19.03	14.27	***
Hypothese 4	474	297	293.55	177	180.45	0.11	n.s.
Hypothese 5	5	4	3)	1	3)		
Hypothese 6	351	200	217.37	151	133.65	3.65	n.s.
Hypothese 7	123	95	76.17	28	46.83	12.23	***
Hypothese 8	61	33	37.82	28	23.14	1.63	n.s.
Hypothese 9	108	67	66.88	41	41.12	0.00	n.s.
Hypothese 10	46	42	28.49	4	17.51	16.83	***
Hypothese 11 ⁴	19	10	11.77	9	7.23	0.70	n.s.

¹ Die Hypothesen sind analog zu den Hypothesen 1 bis 11 in den Kapiteln 5.4.1 bis 5.4.4 formuliert worden. Berechnet wurden Vier-Felder- χ^2 -Tests (df = 1).

² Sign.: ***: p<.001; **: p<.01; *: p<.05; n.s.: nicht signifikant

³ Erwarteter Wert <5 (vgl. Bortz, 1985, p. 208)

⁴ Verursacher der Störungen

In der Gesamtevaluation des Interaktionsverhaltens der Lehrkräfte der beiden Experimentalgruppen bestätigen sich *auf der einen Seite* Tendenzen, die aus der bisherigen Forschung bekannt sind. Die Bereitschaft von Mädchen, sich im Physikunterricht freiwillig mit Fragen und Anregungen zu Wort zu melden, ist deutlich geringer als die Bereitschaft der Knaben (Hypothese 3). Mädchen erhalten öfter keine Rückmeldung auf ihr Verhalten seitens der Lehrkräfte als Knaben (Hypothese 10).

Auf der anderen Seite zeigen die Lehrkräfte der beiden Experimentalgruppen in einigen Bereichen eine grössere Gleichheit in ihren Interaktionen mit den beiden Geschlechtern als aufgrund der Forschungslage zu erwarten gewesen wäre. So gibt es keine statistisch gesicherte Benachteiligung der Mädchen, wenn sich diese einmal zu Wort gemeldet haben (Hypothese 1). Ebenso wenig gibt es eine statistisch gesicherte Differenz bei der positiven Evaluation der

Beiträge von Schülerinnen und Schülern (Hypothese 4). Auch erhalten die richtigen Antworten der Mädchen statistisch gesehen nicht weniger Zustimmung als die richtigen Antworten der Knaben (Hypothese 6). Vergleichbares gilt für die negativen sachlichen Rückmeldungen: Die Lehrkräfte unterscheiden sich statistisch nicht signifikant in ihren Rückmeldungen auf fehlerhafte Antworten der Schülerinnen und Schüler (Hypothese 9). Auch Falschantworten von Schülerinnen und Schülern werden nicht häufiger an Jungen als an Mädchen weitergeleitet (Hypothese 8). In allen diesen Fällen werden die beiden Geschlechter gleich behandelt. Was das Geschlecht der Schülerinnen und Schüler anbelangt, so gibt es ebenfalls keinen Unterschied im Falle der Störung des Antwortverhaltens anderer Schülerinnen und Schüler (Hypothese 11).

Was das unterstützende Verhalten anbelangt, so liegen die Lehrkräfte insgesamt eher im erwünschten Bereich, d.h. sie geben den Schülerinnen deutlich mehr Hilfe und Unterstützung als den Schülern (Hypothese 7). Die Interpretation dieses Ergebnisses ist allerdings schwierig. Denn Unterstützung kann auch so wahrgenommen werden, dass die eigene Begabung nicht ausreicht, um die erwarteten Leistungen zu erbringen. Unklar ist auch, auf welche Seite das Ergebnis zur Hypothese 2 zu schlagen ist. Offensichtlich rufen die Lehrkräfte die Schülerinnen signifikant häufiger als die Schüler auf, wenn sie sich nicht gemeldet haben. Ein solches Frageverhalten kann aber als intrusiv wahrgenommen werden (Jackson, 1986, p. 63ff.), was kontraproduktive Konsequenzen haben kann.

5.5 Diskussion

5.5.1 Diskussion der Ergebnisse

Die Unterrichtsbeobachtungen hatten einerseits zum Ziel festzustellen, inwiefern die Mädchen in den Klassen der Lehrkräfte der Experimentalgruppen I und II gleich behandelt werden wie die Jungen, d.h. inwiefern die Schülerinnen im gleichen Ausmass als Kommunikationspartnerinnen wahrgenommen werden wie die Schüler. Aufgrund der Sensibilisierung der Lehrkräfte der beiden Untersuchungsgruppen vor Beginn der Intervention (vgl. Kap. 1.3.3) hatten wir die Erwartung, dass sich die Lehrkräfte „mädchengerecht“ verhalten. Für diese Erwartung bestand bezüglich der Lehrkräfte der Experimentalgruppe I noch mehr Berechtigung, da sie aufgrund ihrer engen Zusammenarbeit mit dem Projektteam bei der Entwicklung der Unterrichtseinheiten für die Probleme des koedukativen Unterrichts besonders sensibilisiert sein sollten.

Die Resultate sind nur zum Teil erwartungsgemäss ausgefallen. Die Mädchen in den Klassen der Experimentalgruppe I sind gesamthaft gesehen eher weniger beachtet worden als die Knaben, während in den Klassen der Experimentalgruppe II die Tendenz bestand, die Mädchen bevorzugt zu behandeln. Aufgrund der umfassenderen Sensibilisierung der Lehrer der Experimentalgruppe I durch das Projektteam hätte das Ergebnis umgekehrt lauten müssen.

Beurteilt man das Verhalten aller Lehrkräfte zusammen, dann weisen die Ergebnisse eher in die erwartete Richtung (vgl. Kap. 5.4.5). Dabei muss allerdings in Rechnung gestellt werden,

dass die Klassen der Experimentalgruppe II im Durchschnitt grösser waren als diejenigen der Experimentalgruppe I (vgl. Kap. 2.1.1, insbes. Tab. 2.3 und 2.4)⁸, so dass der Gesamteffekt wohl deshalb eher den Erwartungen entspricht, weil sich in der Gesamtbeurteilung die Lehrkräfte der Gruppe II gegenüber denjenigen der Gruppe I durchzusetzen vermochten.

Die Resultate der Unterrichtsbeobachtungen sind mit einer gewissen Vorsicht zu interpretieren. Da die Beobachtungen in einem zeitlich begrenzten Rahmen stattfinden mussten (die Ressourcen des Projekts reichten nicht aus für eine umfangreichere Beobachtung der Unterrichtsinteraktionen), lagen für einzelne Kategorien des Beobachtungsbogens zuwenig Daten vor, so dass eine statistische Auswertung nicht möglich war. Da insgesamt nur 10 Lehrkräfte in die Beobachtungsstudie einbezogen werden konnten, war es auch nicht möglich, Extremwerte zu vernachlässigen. So dominierte ein Lehrer in der Experimentalgruppe II durch seine temporeichen Frage-Antwort-Interaktionen die Untersuchung stark. Er bestritt ungefähr doppelt so viele Interaktionen wie seine Kollegin und seine Kollegen. Der Einfluss wurde noch dadurch verstärkt, dass die Klasse eine Überzahl an Mädchen aufwies.

Nicht unproblematisch ist auch die Aggregation der Daten auf dem Niveau der beiden Experimentalgruppen. Dadurch werden Differenzen zwischen den Klassen *innerhalb* der beiden Gruppen nivelliert bzw. unsichtbar gemacht. Das kann je nach dem zu Verzerrungen führen (Cronbach & Webb, 1975). Die Aggregation war angesichts der relativ kurzen Beobachtungszeiten und der schmalen Datenbasis jedoch unvermeidlich.

Trotz dieser methodischen Grenzen ist nicht daran zu zweifeln, dass die Sensibilisierungsmassnahmen den gewünschten Effekt nur partiell erzielt haben. Zwar wären für eine abschliessende Beurteilung auch die Ergebnisse der Evaluation des Projekts seitens der Lehrkräfte zu berücksichtigen (vgl. Kap. 9). Doch die Tatsache, dass die objektiv gesehen weniger sensibilisierten Lehrkräfte der Experimentalgruppe II tendenziell einen mädchengerechteren Unterrichtsstil praktizierten als die Lehrpersonen der Experimentalgruppe I, kann bereits an dieser Stelle so verstanden werden, dass die Sensibilisierungsmassnahmen entweder überhaupt nicht gewirkt haben oder aber, dass sie lediglich das Bewusstsein, nicht aber das Verhalten der Lehrkräfte zu beeinflussen vermochten. Für die zweite Deutung sprechen die Ergebnisse der Interviews, über die wir im Kapitel 4 berichtet haben. Möglicherweise hatten sich die objektiv weniger sensibilisierten Personen der Gruppe II schon vor dem Einbezug in unser Projekt mit den Problemen des koedukativen Unterrichts stärker beschäftigt als die Lehrer der Experimentalgruppe I. Die Teilnahme am Projekt beruhte auf freiwilliger Basis (vgl. Kap. 2.1.1). Dementsprechend meldeten sich wahrscheinlich vor allem Lehrkräfte, denen die Gleichstellung der Geschlechter bereits ein Anliegen war. Die Vermutung liegt daher nahe, dass die Ausgangsbedingungen bei den Lehrkräften nicht nur verschieden, sondern in ihrer Wirkung auch stärker waren als die durchlaufene Sensibilisierung vor Beginn der Intervention. Wir werden auf diese Interpretation bei der Auswertung der Ergebnisse der Intervention zurückkommen (vgl. Kap. 6).

⁸ Tatsächlich befanden sich in den Klassen der Experimentalgruppe I total 73, in denjenigen der Experimentalgruppe II 124 Schülerinnen und Schüler (vgl. Kap. 5.3.2).

Ein weiterer möglicher Grund für das schlechtere Abschneiden der Lehrkräfte der Experimentalgruppe I könnte darin liegen, dass sie sich durch die Unterrichtseinheiten, an deren Entwicklung sie massgeblich beteiligt waren, eingeengt fühlten. Die Qualität von Unterricht hängt sehr stark von der Fähigkeit einer Lehrkraft ab, *situativ* Entscheidungen treffen zu können, d.h. spontan auf Ereignisse und Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler eingehen zu können, so dass die oft heterogenen Anforderungen an den Unterricht ausbalanciert werden (Weinert & Helmke, 1987, p. 30). Es ist wahrscheinlich, dass sich die Lehrkräfte der Experimentalgruppe I „ihren“ Unterrichtsmaterialien gegenüber verpflichtet fühlten, so dass sie in ihrer Flexibilität und Spontaneität behindert waren. Durch den Erwartungsdruck, die Qualität der Unterrichtseinheiten unter Beweis zu stellen, traten sie möglicherweise befangener an ihre Schülerinnen und Schüler heran als die Lehrkräfte der Experimentalgruppe II. Für diese Interpretation sprechen zumindest zwei Ergebnisse unserer Untersuchung. Erstens zeigt die Auswertung der Beobachtungsdaten, dass die Lehrer der Experimentalgruppe I die Schülerinnen forciert aufgerufen haben. Bei der Überprüfung von Hypothese 2 haben wir festgestellt, dass in den Klassen der Experimentalgruppe I die Mädchen sehr viel häufiger als in den Klassen der Experimentalgruppe II aufgerufen wurden, *ohne* dass sie sich zu Wort gemeldet hatten (vgl. Kap. 5.4.1). Wie wir bereits angemerkt haben, hat das ungewollte Aufgerufenwerden einen intrusiven und tendenziell bedrohlichen Charakter und dürfte kaum eine Massnahme sein, die den Mädchen wirklich dienlich ist. Es mag sein, dass die Lehrkräfte der Gruppe I aus einer falschen Interpretation unserer didaktischen Empfehlungen heraus so gehandelt haben.

Zweitens deutet ein Ergebnis der Schlusserhebung bei den Schülerinnen und Schülern darauf hin, dass die Lehrer der Experimentalgruppe I wahrscheinlich in ihrer Spontaneität gehemmt waren. Das Ergebnis entspricht der vorhin formulierten Vermutung, wonach ein ungewolltes Aufgerufenwerden als intrusiv und bedrängend empfunden wird. Die Schülerinnen und Schüler in den Klassen der Experimentalgruppe I haben ihre Lehrer als autoritärer wahrgenommen als die Schülerinnen und Schüler in den anderen Klassen (vgl. Kap. 6.1, Tab. 6.1).

Betrachtet man die Ergebnisse der Unterrichtsbeobachtungen im Ganzen, so fällt die geringe aktive Beteiligung der Schülerinnen und Schüler am Unterricht auf. Zwar haben wir bewusst lehrerzentrierte Lektionen für die Beobachtungen ausgewählt, trotzdem fällt das geringe Niveau der Schüleraktivität auf (vgl. Kap. 5.4.2). Spontane Reaktionen der Schülerinnen und Schüler (z.B. in Form von Reaktionen auf die Evaluation durch die Lehrpersonen) fehlten beinahe durchgehend. Aber auch eigene Beiträge und Fragen zum Thema fielen spärlich aus. Es kam kaum vor, dass Lehrpersonen mit den Jugendlichen über ein fachliches Thema diskutierten. Auch ein Austausch unter den Schülerinnen und Schülern fand nicht statt. Ein möglicher Grund für diese Passivität könnte die immense Stoffmenge sein, die die Schülerinnen und Schüler zu verarbeiten hatten. Doch wurde die Passivität auch didaktisch durch eine hohe Frage-Antwort-Frequenz erzeugt.

Die Resultate der Beobachtungen zeigen, dass die Lehrpersonen kaum mit Emotionen arbeiten. Es scheint, dass alle Rückmeldungen, die mit Gefühlen zu tun haben, wie Lob oder persönliche Unterstützung, vermieden werden. Persönliche Unterstützung bedeutet nicht, dass eine Lehrperson eine Schülerin oder einen Schüler bevorzugt, sondern dass sie die individuellen Fähigkeiten einer Person fördert. Gelingt das, könnte sich diese Art der Evaluation positiv

auf die Motivation, die persönliche und fachliche Auseinandersetzung der Jugendlichen im Physikunterricht auswirken. So könnte die offenbar weit verbreitete Passivität in vermehrte Initiative verwandelt werden.

5.5.2 Allgemeine Diskussion

Auch wenn die Ergebnisse der Unterrichtsbeobachtungen darauf hinweisen, dass den Sensibilisierungsmassnahmen, die wir getroffen haben, kein voller Erfolg beschieden war, bleibt die allgemeinere Frage, wodurch die unterschiedlichen Interaktionen von Lehrerinnen und Lehrern mit Schülerinnen und Schülern bedingt sind und welche (pädagogische) Bedeutung sie haben. Tatsächlich zeigt die Auswertung der Ergebnisse unserer Unterrichtsbeobachtungen eine starke Tendenz, den Mädchen nicht die Aufmerksamkeit zu schenken, die ihnen anteilmässig zukommen würde. Handelt es sich dabei um eine Benachteiligung der Mädchen? Müssen wir schliessen, „dass der Schulunterricht dazu beiträgt, das Selbstvertrauen der Mädchen zu unterminieren und ihre Selbstachtung zu verringern“ (Spender, 1985, p. 100)? Und dies allein deshalb, weil den Knaben mehr Zeit, Aufmerksamkeit und Lob zukommt? Bedeutet die Tatsache der relativen Missachtung von Mädchen, dass Lehrerinnen und Lehrer Knaben als „förderungswürdiger“ betrachten als Mädchen (Frasch & Wagner, 1982)? Oder gibt es andere, sparsamere Erklärungen für die Tatsache, dass Mädchen von Lehrpersonen weniger Aufmerksamkeit, Zuwendung und Rückmeldung erhalten als Knaben?⁹ Diesen Fragen, die wir aufgrund der Ergebnisse unserer Beobachtungen nicht unmittelbar beantworten können, wollen wir uns zum Abschluss dieses Kapitels zuwenden.

Zunächst müsste die Frage geklärt werden, ob sich das auf der Verhaltensebene beobachtbare Muster auch im Bewusstsein der Schülerinnen und Schüler niederschlägt. Was die Schülerinnen anbelangt, so scheinen sie zumindest *nicht* den Eindruck zu haben, von ihren Lehrpersonen abgelehnt zu werden. Vielmehr haben sie durchaus das Gefühl, für fähig gehalten und auch gemocht zu werden (Dweck & Goetz, 1978, p. 164).¹⁰ In einer Untersuchung begabter Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 5 bis 12 stellten Feldhusen und Willard-Holt (1993) fest, dass die Schüler geschlechtsspezifische Differenzen im Interaktionsverhalten im Klassenzimmer deutlicher wahrnehmen als die Schülerinnen. Es könnte damit sehr wohl sein, dass die beobachteten Unterschiede in den Interaktionen von Lehrerinnen und Lehrern mit Mädchen und Knaben bedeutungslos sind, da sie von den Lehrpersonen und den Schülerinnen gleichsinnig interpretiert werden, nämlich als Massnahmen, um die schwierigeren Schüler in den Unterrichtsprozess einzubinden. Die höhere Bereitschaft von Knaben zu Aggressivität und Dominanz (Degenhardt, 1979, p. 27; Hagemann-White, 1984, p. 18ff.; Maccoby & Jacklin, 1974, p. 227ff., 1980; Meyer-Bahlburg, 1980) bedeutet, dass sie widerspenstiger sind als Mädchen und sich schwerer als diese sozial integrieren lassen.

⁹ Wie auch Lilian Fried anlässlich einer Analyse von Stuhlkreisgesprächen im Kindergarten feststellt, kann die Tatsache, dass Mädchen und Jungen ungleich behandelt werden, nicht als hinreichender Beleg dafür gelten, dass die Differenz benachteiligend auf sie wirkt (Fried, 1989, p. 488).

¹⁰ Mädchen geben auch seltener negative Urteile über die Schule ab als Knaben, und sie schätzen das soziale Klima in der Schule günstiger ein als Knaben (Czerwenka, Nölle, Pause, Schlotthaus, Schmidt & Tessloff, 1990, p. 196ff.).

Mädchen zeigen zumindest in jüngeren Jahren eine grössere Bereitschaft, Anweisungen von Erwachsenen zu befolgen (Degenhardt, 1979, p. 29f.).¹¹ Dazu passt die stärkere prosoziale Orientierung von Mädchen (z.B. bei der Berufswahl: Mädchen entscheiden sich eher für „soziale“ und „helfende“ Berufe).¹² Die Aufrechterhaltung einer disziplinierten Atmosphäre in der Schulklasse ist eine wesentliche Voraussetzung, damit Unterricht überhaupt stattfinden kann. Dementsprechend problembeladen kann der Umgang mit unterrichtsstörenden Schülern sein (Herzog, 1989, p. 90f.). Disziplinstörungen sind vor allem von Schülern zu erwarten. Das zeigt sich nicht nur anhand der im Kapitel 5.1 referierten Forschung, die eine erhöhte Quote disziplinierender Interventionen gegenüber Knaben aufzeigt, sondern auch anhand der Tatsache, dass Lehrerinnen und Lehrer vorwiegend Knaben als Problemschüler nennen.¹³ Die Gefahr, dass der Unterricht zusammenbricht, geht in der Wahrnehmung der Lehrpersonen im wesentlichen von den Knaben aus.

Die Mädchen sind die „Tragenden des Unterrichts“, wie sich eine Lehrerin ausdrückt (Enders-Drägässer & Fuchs, 1989, p. 72). „Sie sind diejenigen, die ein Stück stellvertretend für mich die andern zur Ruhe auffordern, zur Mitarbeit, die einen Arbeitsauftrag wiederholen, der nicht verstanden worden ist, die einfach so was wie Helferinnen da drin auch sind“ (ebd.). Umgekehrt sagt eine andere Lehrerin: „Du kannst wirklich davon ausgehen, dass diejenigen, die dir das Leben schwer machen, in grosser Ausschliesslichkeit Jungen sind“ (ebd., p. 81). Insgesamt erleichtern die Mädchen nicht nur den Lehrkräften das Lehren, sondern auch den Knaben das Lernen (Weschke-Meissner, 1990).

Sind es die Knaben, die die Klassenzimmerdisziplin stören und Radau machen (Krumm, 1990; Spender, 1985, p. 97), so kann es nicht erstaunen, dass ihnen mehr Aufmerksamkeit gezollt wird, dass sie strenger überwacht und mehr motiviert werden und dass sie mehr Feedback erhalten. Dies aufgrund einer vermutlich realistischen Wahrnehmung der Situation und nicht aufgrund einer sexistisch motivierten Bevorzugung der Knaben.¹⁴ Die Knaben erhalten mehr Aufmerksamkeit aus dem banalen Grund, dass sie wegen ihres geringer angepassten Verhaltens mehr Aufmerksamkeit erheischen (Brophy, 1985, p. 124f., 127, 132).¹⁵

¹¹ Sie lassen sich auch in der Adoleszenz – gerade auch bezüglich bestimmter Unterrichtsfächer – von den Eltern stärker beeinflussen als Jungen (Visser, 1987).

¹² Besonders deutlich ausgeprägt scheinen sich diese Unterschiede in der Adoleszenz zu äussern (Degenhardt, 1979, p. 35f.; Schwaller, 1991). Die Tendenz wird von unseren Daten bestätigt (vgl. Kap. 3.4.3).

¹³ Auf die Tatsache, dass eher Knaben als Mädchen Problemschüler sind, lässt sich auch schliessen, dass an Sonderschulen und Sonderklassen vorwiegend Knaben anzutreffen sind. Im Kanton Zürich besuchten im Schuljahr 1995 im 7. bis 9. Schuljahr 322 Schülerinnen und 477 Schüler eine Sonderklasse (Erziehungsdirektion des Kantons Zürich, 1996, p. 8). Im übrigen werden Knaben bei der Einschulung häufiger zurückgestellt als Mädchen, repetieren Knaben häufiger als Mädchen eine Klasse, verüben Männer mehr Gewaltverbrechen als Frauen, und sterben Männer durchschnittlich rund sieben Jahre früher als Frauen. In einer neueren Arbeit fasst Alice Eagly die Befundlage zur Geschlechterdifferenz im Sozialverhalten wie folgt zusammen: „In general, women tend to manifest behaviors that can be described as socially sensitive, friendly, and concerned with others' welfare, whereas men tend to manifest behaviors that can be described as dominant, controlling, and independent“ (Eagly, 1995, p. 154).

¹⁴ Sexistische Motive sind sicher nicht auszuschliessen, doch wäre damit schwer zu erklären, weshalb die „Bevorzugung“ der Knaben unabhängig vom Geschlecht der Lehrkräfte ist (Brophy, 1985, p. 137; Guzzetti & Williams, 1996; Worrall & Tsarna, 1987). Zu beachten ist auch die Beobachtung von Brophy und Kelly, wonach nicht die Knaben *schlechthin* den Unterricht stören, sondern eine bestimmte Gruppe von Knaben (Brophy, 1985, p. 121; Kelly, 1988, p. 17).

¹⁵ Vgl. auch das folgende Ergebnis einer Studie von Fennema und Peterson, das darauf hinweist, dass Lehrkräfte wenig Neigung zeigen, Unterrichtsverhalten in Kategorien des Geschlechts wahrzunehmen: „Teachers were very

Damit ist keine Rechtfertigung für die einseitige Orientierung des Lehrerverhaltens an den Knaben formuliert, sondern eine letztlich behavioristische, da insgeheim mit dem Konzept der differentiellen Verstärkung operierende Erklärung, die die Selbstwertprobleme von Mädchen in *direkter* Weise auf deren unterschiedliche Behandlung im schulischen Kontext zurückführt, problematisiert.¹⁶ Es ist schwer zu sehen, wie im Rahmen eines kognitivistischen (konstruktivistischen) Theorierahmens von der schlichten Tatsache unterschiedlicher behavioraler Gegebenheiten auf kognitive Differenzen geschlossen werden kann. Die Zurückweisung des impliziten Behaviorismus eines grossen Teils der feministischen Schulforschung ist nicht gleichzusetzen mit der Leugnung möglicher Auswirkungen unterschiedlicher Interaktionen im Bereich der Leistungsmotivation. Das Verhalten von Lehrkräften kann durchaus mitverantwortlich sein für die Entwicklung unterschiedlicher Attributionsstile bei Knaben und Mädchen.

Mit dieser Erklärung, die im Ansatz sparsamer ist als die Verdächtigung, die Lehrkräfte würden aufgrund sexistischer (misogyner) Motive handeln, wird es nicht einfacher, den koedukativen Unterricht zu verbessern. Denn offensichtlich sind die Lehrkräfte nur ein Zwischenglied in einem komplexen Bedingungsgefüge. Die Geschlechterungleichbehandlung im Physikunterricht, aber auch in anderen Fächern ist nicht eine gewollte oder beabsichtigte Diskriminierung von Mädchen, sondern eine Reaktion auf (biologisch und/oder sozialisatorisch bedingte) Geschlechterdifferenzen. Damit wird verständlich, weshalb die Sensibilisierung der Lehrkräfte im Rahmen unserer Interventionsstudie kaum gelungen ist. Wenn nämlich die Ungleichheit der Interaktionen ein *reaktives* Phänomen ist, dann genügt blosser Aufklärungsarbeit nicht; notwendig wäre der Aufbau von Handlungskompetenzen, die das vermittelte Wissen in eine andere Gestaltung von Unterricht umsetzen liessen. Zu dieser Handlungskompetenz haben wir den Lehrkräften der Experimentalgruppen I und II zweifellos nicht verholpen, doch war dies auch nicht das Ziel der Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen.

reluctant to look at their behaviour towards boys and girls as opposed to their behaviour towards individuals“ (Fennema & Peterson, 1985, p. 30 – im Original hervorgehoben).

¹⁶ Zugleich wird die eigenartige „Pädagogik der Machbarkeit“ und deren platte Ursache-Wirkungs-Logik, wie sie in der feministischen Schulforschung weit verbreitet sind (Breitenbach, 1994), zurückgewiesen. Es scheint, dass sich dahinter eine spezifisch weibliche Problematik verbirgt, wie die folgende Bemerkung von Flaake nahelegt: „Lehrerinnen erfahren in ihrem schulischen Alltag tagtäglich die Grenzen ihrer Möglichkeiten, sie haben jedoch die Tendenz, in ihren Phantasien und ihrem Selbstbild an der Vorstellung eigentlich unbegrenzter Möglichkeiten festzuhalten“ (Flaake, 1990, p. 164).

6 Wirkungen der Intervention: Analyse der didaktischen Variablen

Nachdem wir im Kapitel 3 über Ergebnisse der Eingangserhebung berichtet haben, die die Annahmen, die wir der Interventionsstudie zugrunde gelegt haben, im wesentlichen bestätigen, gilt es nun, die Wirksamkeit der Massnahmen, die in die Intervention eingegangen sind, zu überprüfen. Es sei daran erinnert, dass ein doppeltes Massnahmenpaket geschnürt worden ist: einerseits haben wir *didaktische Materialien* entwickelt, konkretisiert in Form von zwei Unterrichtssequenzen zu Optik und Kinematik, andererseits haben wir über *Sensibilisierung und Supervision* eines Teils der Lehrkräfte pädagogische Anliegen umzusetzen versucht (vgl. Kap. 1.3.1). Die beiden Gruppen von Massnahmen wurden an den Kriterien für einen „mädchengerechten“ Unterricht orientiert, den wir im Kapitel 1.2.2 vorgestellt haben.

Forschungsmethodisch haben wir für die Interventionsstudie ein quasi-experimentelles Kontrollgruppendesign mit Messwiederholung gewählt (vgl. Kap. 1.3.1). Die drei Experimentalgruppen arbeiteten mit den eigens für dieses Projekt entwickelten Lehreinheiten zu Optik und Kinematik. Sie unterschieden sich in Art und Ausmass der durch uns erhaltenen Sensibilisierung für Probleme von Mädchen in koedukativen Klassen. Während die Lehrkräfte der Gruppe I in Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe die Unterrichtseinheiten entwickelten und für Fragen eines mädchengerechten Physikunterrichts sensibilisiert wurden, erhielten die Lehrpersonen der Gruppe II dieselbe Sensibilisierung, waren aber an der Entwicklung der Unterrichtsmaterialien nicht beteiligt. Auch die Lehrkräfte der Gruppe III arbeiteten mit denselben Unterrichtsmaterialien, wurden aber nicht eigens sensibilisiert. Als Kontrollgruppe fungierten Lehrkräfte, die von uns nicht sensibilisiert wurden und nach traditioneller Methodik und Didaktik unterrichteten (vgl. Kap. 1.3.1).

In diesem Kapitel wollen wir darstellen, ob und wie sich das Verhalten der Schülerinnen und Schüler zwischen den vier Untersuchungsgruppen unterscheidet. Als Material für die Analysen ziehen wir die Schülerinnen- und Schülerdaten der Schlusserhebung bei, wobei wir im Falle von Messwiederholungen auch Zeitvergleiche mit Daten der Eingangserhebung vornehmen. Wir erwarten, dass in den Experimentalgruppen I bis III häufiger „erweiterte Lehr- und Lernformen“ praktiziert worden sind als in der Kontrollgruppe. Das Interesse und die Leistungen der Schülerinnen, aber auch der Schüler sollten in der Experimentalgruppe I während der Intervention zugenommen haben, in der Kontrollgruppe hingegen stabil geblieben sein, allenfalls sogar abgenommen haben. Die Lehrpersonen der drei Experimentalgruppen sollten von der Schülerschaft positiver beurteilt worden sein als diejenigen der Kontrollgruppe. Generell erwarten wir, dass sich primär Unterschiede zwischen den Experimentalgruppen I und II (Einheiten entwickelt vs. Einheiten nur verwendet), zwischen den Gruppen I und II vs. III und IV (mit und ohne Sensibilisierung) und zwischen den drei Experimentalgruppen im Vergleich zur Kontrollgruppe („mädchengerechte“ Unterrichtseinheiten vs. herkömmliche Materialien verwendet) ergeben.

Die Ergebnisse sollen zeigen, inwiefern die entwickelten Unterrichtsmaterialien und die durchgeführte Sensibilisierung der Lehrkräfte eine nachweisbare Wirkung auf den Unterricht haben. Damit wird einerseits die grundsätzliche Frage angegangen, ob das Interesse und die

Leistung von Schülerinnen und Schülern durch didaktische Massnahmen beeinflussbar sind, andererseits wird überprüft, ob Lehrpersonen im Rahmen einer relativ einfachen Fortbildung zu wirksamen Moderatoren werden können, die die Leistung und das Interesse von Schülerinnen und Schülern zu beeinflussen vermögen.

Allerdings werden wir zunächst überprüfen müssen, ob das experimentelle Design unseren methodischen Festlegungen überhaupt entsprochen hat. Wie die Ausführungen im Kapitel 4 gezeigt haben, ist die Sensibilität der Lehrkräfte der Experimentalgruppen I und II für die Probleme des koedukativen Physikunterrichts nicht besonders gross, dies obwohl alle interviewten Lehrerinnen und Lehrer sowohl in unsere Sensibilisierungsaktivitäten einbezogen wurden als auch an den Supervisionen teilgenommen haben. Darüber hinaus scheint der Sensibilisierungsgrad *per se* wenig darüber auszusagen, inwiefern aus einem reflektierten Bewusstsein ein entsprechendes Verhalten folgt. Sowohl die Ergebnisse der Interviews (vgl. Kap. 4) als auch die Analyse der Unterrichtsbeobachtungen (vgl. Kap. 5) zeigen, dass es nur einzelnen Lehrkräften gelungen ist, ihre Sensibilität für die Probleme von Schülerinnen im Physikunterricht in ein angemessenes unterrichtsmethodisches Handeln umzusetzen. Wir müssen daher bereits an dieser Stelle vermuten, dass es uns nicht gelungen ist, die anspruchsvolle Zielsetzung der Sensibilisierung der Lehrkräfte in einem befriedigenden Ausmass zu erreichen.

Wir beginnen mit einer Darstellung der Ergebnisse im Rahmen der ursprünglichen, quasi-experimentellen Untersuchungsanlage (6.1). Da uns die Analysen zum Schluss führen werden, dass das Design nur partiell erfolgreich war, folgt eine Kritik der Untersuchungsanlage (6.2.1), die uns eine Strategie zur Neugruppierung der Schulklassen entwickeln lässt (6.2.2). Nachdem wir die Klassen neu gruppiert haben (6.3), werden die Ergebnisse der Interventionsstudie im Rahmen dieser Neugruppierung erneut analysiert (6.4). Es folgt eine Gesamtdiskussion der vorgestellten Analysen (6.5).

6.1 Ergebnisse

Zur Überprüfung der formulierten Hypothesen führen wir zweifaktorielle univariate Varianzanalysen mit den Faktoren Geschlecht und Untersuchungsgruppe durch. Falls entsprechende Daten aus der Eingangserhebung vorliegen, wird als dritter Faktor als Messwiederholung der Faktor „Messzeitpunkt“ miteinbezogen. Kontrastanalysen sollen den Vergleich zwischen den einzelnen Experimentalgruppen erhellen (vgl. die einleitend formulierten Hypothesen). In die nachfolgenden Analysen sind ausschliesslich die koedukativen Klassen einbezogen worden, d.h. die Daten aus den reinen Mädchenklassen werden in diesem Kapitel nicht berücksichtigt.

Zuerst wird dargestellt, inwiefern in den Klassen der drei Experimentalgruppen die geforderten didaktischen Kriterien erfüllt worden sind. Danach werden die vier Untersuchungsgruppen bezüglich Motivation und Leistungen in den Wissenstests miteinander verglichen.

Unterrichtsformen: Die Schülerinnen und Schüler sind nach der Häufigkeit der erfahrenen Unterrichtsformen befragt worden, die sich faktorenanalytisch in vier Gruppen zusammenfassen lassen. Obwohl die Faktoren zu den Unterrichtsformen bei befriedigenden statistischen

Gütekriterien inhaltlich uneinheitlich wirken (vgl. Band Entwicklung und Analyse der Erhebungsinstrumente), ziehen wir sie zum Vergleich zwischen den Experimentalgruppen bei, weil sie ein übersichtliches und einfaches Gesamturteil zulassen. Übereinstimmend mit den Vorgaben der Unterrichtseinheiten sind in der Wahrnehmung der Schülerinnen und Schüler in den Kontrollgruppen weniger Schülervorträge und Projektarbeiten durchgeführt worden ($F [3, 437] = 82.83; p < .001$), wobei die Interaktion mit dem Geschlecht signifikant ist ($F [3, 437] = 3.87; p < .01$): In den Gruppen I und III sind nach Angabe der Mädchen im Vergleich zu den Knaben mehr Vorträge und Projektarbeiten durchgeführt worden. Dieser Interaktionseffekt ist isoliert kaum interpretierbar. In der Kontrollgruppe wurde der Unterricht als lehrerzentrierter (Unterrichtsgespräch, Lehrervortrag etc.; $F [3, 438] = 3.64; p < .05$) beurteilt als in den Experimentalgruppen (vgl. Tab. 6.1). Mädchen beurteilen den Unterricht generell als stärker lehrerzentriert als Knaben ($F [1, 438] = 4.34; p < .05$).

Schwierig zu interpretieren sind die Interaktionseffekte beim Faktor Fallstudie, Werkstatt, Leitprogramm, Tutorium ($F [3, 436] = 3.75; p < .05$). In den Gruppen I und II sind diese Unterrichtsformen von den Schülern im Vergleich zu den Schülerinnen häufiger wahrgenommen worden, während in den Gruppen III und IV die Schülerinnen diese Form häufiger erwähnen als die Schüler.

In den Gruppen I und III sind mehr Diskussionen und Schülerversuche durchgeführt worden ($F [3, 438] = 3.45; p < .05$), wobei auch hier die Interaktion signifikant geworden ist ($F [3, 436] = 3.30; p < .05$). Die Schüler der Gruppe II berichten im Vergleich zu den Schülerinnen, dass diese Form häufiger angewendet worden ist, während in den drei anderen Gruppen die Schülerinnen im Vergleich zu den Schülern eine häufigere Verwendung dieser Unterrichtsform erwähnen. Auch dieser Interaktionseffekt ist kaum interpretierbar.

Trotz der schwer interpretierbaren Interaktionseffekte nehmen wir an, dass die Unterrichtsformen in den drei Experimentalgruppen grundsätzlich umgesetzt worden sind, wenn auch nicht in allen drei Gruppen gleich konsequent. In der Gruppe II sind verglichen mit den Gruppen I und III weniger oft erweiterte Lehrformen eingesetzt worden.

Tabelle 6.1: Unterrichtsformen, didaktische Kriterien, Beurteilung der Lehrperson und Wissenstests (Mittelwerte) differenziert nach Geschlecht und Untersuchungsgruppe

Skalen ¹	Geschlecht		Untersuchungsgruppe				Effekte ²			Kontraste ³			
	M	W	I	II	III	K	Ge	Gr	GrxGe	C1	C2	C3	C4
Unterrichtsformen													
Fallstudie, Werkstatt, Leitprogramm, Tutorium	2.11	2.04	2.12	1.89	2.15	2.14	ns.	+	*	ns.	ns.	*	*
Diskussion und Schülerversuche	2.57	2.60	2.72	2.41	2.70	2.58	ns.	*	*	ns.	ns.	**	**
Vorträge und Projektarbeit	3.47	3.60	3.14	2.55	3.02	1.68	ns.	***	**	+	***	***	***
Unterrichtsgespräch, Lehrer-Vortrag, Lehrer-Experiment	3.58	3.67	3.51	3.69	3.59	3.71	*	*	ns.	ns.	*	**	**
Didaktische Kriterien													
Nutzen für Alltag und andere Fächer	2.62	2.62	2.61	2.56	2.61	2.69	ns.	ns.	+	ns.	+	ns.	ns.
Deduktive Einstiegsmethode	2.18	2.14	2.10	2.30	2.07	2.13	ns.	*	**	+	ns.	+	*
Anknüpfen an das Vorwissen	2.45	2.34	2.22	2.40	2.34	2.52	+	***	ns.	ns.	**	**	*
Schülerorientierung	2.42	2.39	2.29	2.38	2.41	2.48	ns.	*	ns.	ns.	*	ns.	ns.
Alltags- und Phänomenbezug	2.61	2.68	2.56	2.61	2.62	2.79	*	**	*	ns.	***	ns.	ns.
Häufigkeit von Gruppen- und Zusammenarbeit	2.27	2.26	2.34	2.12	2.36	2.25	ns.	**	+	*	ns.	*	**
Fachsystematik und Mathematisierung	2.72	2.69	2.55	2.82	2.64	2.75	ns.	***	ns.	ns.	+	***	***

Fortsetzung Tabelle 6.1

	Geschlecht		Untersuchungsgruppe				Effekte		Kontraste				
	M	W	Exgr I	Exgr II	Exgr III	Kont Gr	Ge	Gr	GrXGe	C1	C2	C3	C4
Beurteilung der Lehrperson													
Zufriedenheit mit der Lehrperson	2.68	2.66	2.31	2.53	2.74	2.94	ns.	***	ns.	***	***	**	ns.
Zufriedenheit mit Unterricht	2.36	2.29	1.94	2.21	2.37	2.60	ns.	***	ns.	***	***	**	ns.
Autoritärer Führungsstil	2.33	2.31	2.47	2.39	2.23	2.25	ns.	***	ns.	***	*	ns.	ns.
Benachteiligung durch Lehrpers.	1.88	1.79	1.90	1.92	1.78	1.73	*	**	ns.	*	**	ns.	ns.
Fähigkeit der Lehrperson zur Vermittlung von Lerninhalten	2.59	2.49	2.27	2.38	2.60	2.79	ns.	***	ns.	***	***	ns.	ns.
Wissenstests													
Leistungstest Optik relativ in %	44.7	41.1	46.2	40.1	44.8	40.8	**	***	ns.	+	**	***	***
Leistungstest Kinematik relativ in %	45.3	41.2	45.2	42.9	42.7	41.3	**	ns.	ns.	ns.	ns.	ns.	ns.
Leistungstest Optik und Kinematik in %	91.5	83.8	92.0	83.5	87.7	85.8	***	*	ns.	ns.	ns.	**	**

¹ Hohe Werte bedeuten hohe Ausprägung auf der betreffenden Skala bzw. Variablen.

² ***: $p < .001$; **: $p < .01$; *: $p < .05$; +: $p < .10$; ns.: nicht signifikant

³ C1: Kontrast Gruppe I und II vs. III

C2: Kontrast Gruppe I und II und III vs. IV

C3: Kontrast Gruppe I vs. II

C4: Kontrast Gruppe I und III vs. II

Didaktische Kriterien: Vor allem in der Gruppe II werden Themen besonders oft deduktiv eingeführt ($F [3, 434] = 2.78; p < .05$), wobei die Interaktion Geschlecht mal Gruppe signifikant wird ($F [3, 434] = 4.86; p < .001$): Während Schülerinnen und Schüler der Gruppe II den Unterricht als relativ deduktiv erleben, gilt dies in den Gruppen I und III stärker für die Schüler. Möglicherweise entspricht die Unterrichtswahrnehmung der Schüler ihrer bevorzugten Art, an neue Fragen heranzugehen, nämlich von allgemeinen Modellen, Theorien, Gesetzen und Regeln auszugehen, und erst sekundär (deduktiv) zu den konkreten Phänomenen vorzustoßen. Für Mädchen würde dann das umgekehrte, induktive Vorgehen zutreffen. Trotzdem erstaunt der Geschlechtereffekt, denn immerhin haben die Mädchen und Jungen dem gleichen Physikunterricht beigewohnt. Die Alternativerklärung, wonach die Geschlechter in den verschiedenen Klassen ungleich verteilt wären und sich im Geschlechtereffekt ein Klasseneffekt ausdrückt, kann aufgrund von Analysen, die hier nicht dargestellt werden, verworfen werden.

Die Untersuchungsgruppen unterscheiden sich signifikant in der Häufigkeit, mit der Lehrpersonen an vorhandenes Vorwissen anknüpfen ($F [3, 435] = 5.69; p < .001$). In der Kontrollgruppe haben die Jugendlichen wider Erwarten stärker das Gefühl, dass die Lehrpersonen an ihrem Vorwissen anknüpften als in den Experimentalgruppen I bis III. Die Kontrastanalysen belegen bedeutsame Unterschiede zwischen den drei Experimentalgruppen und der Kontrollgruppe und ausserdem zwischen den Gruppen I und II sowie zwischen den Gruppen II vs. I und III. Möglicherweise verfügen die Lehrkräfte der Kontrollgruppe gewissermassen natürlicherweise über eine hohe Kompetenz im Umgang mit Lernproblemen von Mädchen, was ihnen eine optimale Unterrichtsführung erlaubte.¹

Übereinstimmend mit diesem Befund beurteilen die Jugendlichen der vier Untersuchungsgruppen die Schülerorientierung des Unterrichts sehr ungleich ($F [3, 434] = 3.11; p < .05$). Entgegen den Erwartungen ist die Schülerorientierung in den Klassen der Kontrollgruppe grösser als in den Klassen der Experimentalgruppen. Ebenfalls übereinstimmend mit den vorhin erwähnten Befunden, aber erneut entgegen den Erwartungen des Untersuchungsdesigns berichten die Jugendlichen der Kontrollgruppe von einem stärker ausgeprägten Bezug zu Alltagsphänomenen als diejenigen der Experimentalgruppen (Kontrast signifikant; Gesamteffekt: $F [3, 427] = 4.17; p < .01$). Bei dieser Variable treten zusätzlich ein Geschlechtereffekt ($F [1, 427] = 4.02; p < .05$) und ein Interaktionseffekt auf ($F [3, 427] = 2.65; p < .05$). Mädchen erleben den Unterricht stärker alltags- und phänomenbezogen als Jungen. Vielleicht handelt es sich auch hier um einen Erwartungseffekt: Übereinstimmend mit einem Kriterium eines mädchengerechten Unterrichts sehen Mädchen den Physikunterricht eher als alltags- und phänomenbezogen als Jungen, obwohl die beiden Geschlechter demselben Unterricht beiwohnen. Vor allem in den Gruppen I und IV nehmen die Schülerinnen den Unterricht stärker alltags- und phänomenbezogen wahr als die Schüler; in den Gruppen II und III ist es gerade umgekehrt.

Auch bezüglich der Fachsystematik und Mathematisierung unterscheiden sich die Gruppen in ihrer Beurteilung signifikant ($F [3, 435] = 6.66; p < .001$). Erwartungsgemäss wird der Unter-

¹ Es sei daran erinnert, dass wir die Lehrkräfte nicht nach dem Zufallsprinzip den vier Untersuchungsgruppen zuteilen konnten (vgl. Kap. 2.1.1. und Kap. 6.2.1)!

richt in den Klassen der Gruppe I als weniger mathematisiert wahrgenommen als in den Klassen der Kontrollgruppe. Wider Erwarten ist jedoch der Mathematisierungsgrad in der Experimentalgruppe II am stärksten ausgeprägt. Dies dürfte der Grund sein, weshalb der Kontrast zwischen den 3 Experimentalgruppen und der Kontrollgruppe nicht signifikant ausfällt, obwohl die drei Experimentalgruppen im Gegensatz zur Kontrollgruppe dieselben Unterrichtsmaterialien verwendet haben.

Als vorläufiges Fazit halten wir fest: Obwohl die Lehrpersonen auf der relativ groben Ebene der *Unterrichtsformen* die Massnahmen, die von den Lehreinheiten gefordert waren, weitgehend umgesetzt haben, sind andere Kriterien, die die *Didaktik* der Unterrichtseinheiten kennzeichnen und für die Umsetzung der Unterrichtseinheiten verlangt worden sind, nicht im gleichen Umfang in allen Klassen der Experimentalgruppen I bis III umgesetzt worden. Zum Teil erfüllen die Klassen der Kontrollgruppe die Kriterien sogar besser als die Klassen der Experimentalgruppen.

Beurteilung der Lehrperson: Bevor wir dieses vorläufige Fazit einer weitergehenden Interpretation unterziehen (vgl. Kap. 6.2.1), sollen die Ergebnisse zur Beurteilung der Lehrperson zwischen den Gruppen und den beiden Geschlechtern verglichen werden. Generell finden wir keine signifikanten Interaktionen und nur ein Geschlechtseffekt (vgl. Tab. 6.1). Die Zufriedenheit mit der Lehrperson unterscheidet sich jedoch zwischen den vier Untersuchungsgruppen signifikant ($F [3, 441] = 19.5; p < .001$). Die Kontrastanalysen weisen auf den Hauptunterschied zwischen der Kontrollgruppe und den drei Experimentalgruppen hin. Die Jugendlichen der Kontrollgruppe sind mit ihren Lehrkräften zufriedener als diejenigen der Experimentalgruppen I bis III. Analog liegen die Ergebnisse bei der Skala Zufriedenheit mit dem Unterricht ($F [3, 433] = 18.1; p < .001$). Mit dem Unterricht in der Experimentalgruppe I sind die Schülerinnen und Schüler *am wenigsten* zufrieden, mit dem Unterricht in der Kontrollgruppe *am zufriedensten*. Sollte dies ein Effekt der Intervention sein, wäre dies ein enttäuschendes Ergebnis!

Wiederum in die gleiche Richtung weist das Ergebnis bei der Skala Fähigkeit der Lehrperson zur Vermittlung von Lerninhalten ($F [3, 439] = 19.7; p < .001$). Wie im Falle der Zufriedenheit mit der Lehrkraft erreichen auch hier drei Kontraste Signifikanz. Erstaunlich ist schliesslich der signifikante Effekt bei der Skala Autoritärer Führungsstil: Die Lehrkräfte der Gruppe III und der Kontrollgruppe werden als am wenigsten autoritär wahrgenommen, diejenigen der Experimentalgruppen I und II weisen die höchsten Autoritarismuswerte auf ($F [3, 442] = 5.79; p < .001$).² Die beiden letztgenannten Ergebnisse können kaum auf die Intervention zurückgeführt werden, da die Beeinflussung der unterrichtlichen Kompetenz der Lehrerinnen und Lehrer *nicht* Teil des Projekts war. Wir vermuten daher, dass unkontrollierte Effekte (insbes. Selbstselektion der Lehrkräfte) unser Untersuchungsdesign beeinträchtigt haben.

Nachdem deutlich geworden ist, dass in den Klassen der Experimentalgruppen zwar die Unterrichtsformen, nicht aber andere didaktische Kriterien für die Schülerinnen und Schüler wahrnehmbar umgesetzt worden sind und auch die Lehrpersonen der Experimentalgruppen

² Analog ist die Tendenz beim Faktor Benachteiligung einzelner Schülerinnen bzw. Schüler durch die Lehrperson.

insgesamt schlechter beurteilt werden als diejenigen der Kontrollgruppe, wollen wir die Ergebnisse der Wissenstests und die Motivation der Schülerinnen und Schüler zwischen den Gruppen vergleichen.

Wissenstests: Wie in den Kapiteln 1 und 2 dargestellt, wurden zum Abschluss der ersten und der zweiten Unterrichtseinheit Wissenstests durchgeführt (vgl. Kap. 1.3.1 und 2.2.4). Die gesamte mögliche Punktzahl wurde mit 100% gleichgesetzt und die erreichten Punktwerte der einzelnen Schülerinnen und Schüler damit relativiert. Diese Standardisierung war nötig, weil die beiden Tests ungleiche Punktemaxima haben (zur Testkonstruktion vgl. Band Entwicklung und Analyse der Erhebungsinstrumente). Die Schüler erreichten höhere Punktwerte im Optiktest ($F [1, 517] = 10.0$; $p < .01$), im Kinematiktest ($F [1, 458] = 8.98$; $p < .01$) und im Summenwert aus beiden Testscores ($F [1, 447] = 13.55$; $p < .001$) als die Schülerinnen.

Der Gruppeneffekt ist beim Wissenstest Optik signifikant ($F [3, 517] = 7.79$; $p < .001$), ebenso beim Summenwert der beiden Wissenstests ($F [3, 447] = 3.29$; $p < .05$), nicht aber beim Kinematiktest. Die Kontrastanalysen zeigen, dass die Schülerinnen und Schüler der Klassen der Experimentalgruppe II schlechter als die der anderen Experimentalgruppen abgeschnitten haben. Die Experimentalbedingung Sensibilisierung *ohne* Entwicklung von Unterrichtsmaterialien hat sich auf die Leistungen der Schülerinnen und Schüler nicht positiv ausgewirkt.

Beim Wissenstest Optik, nicht aber beim Kinematiktest sind die Leistungen der Schülerinnen und Schüler der drei Experimentalgruppen besser als diejenigen der Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe. Dieses Ergebnis ist nicht leicht zu interpretieren. Es könnte sein, dass der Wissenstest Optik den Experimentalgruppen eher gerecht wurde als der Kontrollgruppe. Allerdings würde damit noch nicht verständlich, weshalb die Experimentalgruppen nur beim Optiktest (und beim Gesamtscore) besser abgeschnitten haben als die Kontrollgruppe, nicht aber beim Kinematiktest. Interessanterweise finden wir beim Wissenstest Optik auch signifikante Kontraste zwischen den Experimentalgruppen I und II: Die Schülerinnen und Schüler der Experimentalgruppe I sind denjenigen der Gruppe II deutlich überlegen, nicht aber bei der Kinematik. Es könnte daher auch sein, dass die Umsetzung der Kriterien eines „mädchengerechten“ Unterrichts im Falle der Optik besser gelungen ist als im Falle der Kinematik.

Motivation: Der Hauptausrichtung der Interventionsstudie folgend, untersuchen wir auch die Veränderung der *Erwartungen* an den Physikunterricht, differenziert nach Geschlecht und Gruppe (vgl. Tab. 6.2). Der Haupteffekt Geschlecht erreicht Signifikanz ($F [1, 418] = 47.51$; $p < .001$). Die personbezogenen Erwartungen der Schüler sind stärker ausgeprägt als diejenigen der Schülerinnen, dies sowohl in der Eingangs- wie in der Schlusserhebung.³ Ebenfalls signifikant unterscheiden sich die personbezogenen Erwartungen zwischen den vier Untersuchungsgruppen ($F [3, 418] = 5.76$; $p < .001$). Die Erwartungen in der Kontrollgruppe sind höher ausgeprägt als in der Experimentalgruppe I. Auch der Messwiederholungseffekt „Messzeitpunkt“ wird signifikant ($F [1, 418] = 7.46$; $p < .01$), ebenso die Interaktion zwischen Messzeitpunkt und Geschlecht ($F [1, 418] = 13.08$; $p < .001$). Die Erwartungen der Mädchen sind generell gestiegen, während diejenigen der Knaben weitgehend stabil geblieben, tenden-

³ Zu den personbezogenen Erwartungen vgl. auch Kapitel 3.4.4, 3.4.7 und 3.4.8.

ziell sogar gesunken sind. Wider Erwarten ist die Interaktion Gruppenzugehörigkeit mal Messzeitpunkt nicht signifikant geworden.

Tabelle 6.2: Personbezogene Eingangserwartungen an den Physikunterricht und Erwartungen an den zukünftigen Physikunterricht differenziert nach Geschlecht, Untersuchungsgruppe und Zeit

Untersuchungsgruppe		T1		T2	
		Knaben N=156	Mädchen N=270	Knaben N=156	Mädchen N=270
I	N=68	2.35	1.97	2.36	2.17
II	N=117	2.55	1.98	2.42	2.11
III	N=125	2.57	2.14	2.50	2.28
K	N=116	2.59	2.17	2.67	2.48

Legende: T1: Eingangserhebung; T2: Schlusserhebung; I bis III: Experimentalgruppen; K: Kontrollgruppe

Zusammengefasst haben sowohl die Schülerinnen als auch die Schüler der Experimentalgruppen leistungsmässig von den Unterrichtseinheiten insofern profitieren können, als ihre Leistungen besser ausgefallen sind als diejenigen der Schülerinnen und Schüler der Kontrollgruppe. Bezüglich der Erwartungen konnten die Schülerinnen in allen Untersuchungsgruppen (also auch in der Kontrollgruppe) profitieren insofern ihre Motivation signifikant anstieg. Demgegenüber haben die Erwartungen der Schüler nur in der Kontrollgruppe zugenommen, in den Experimentalgruppen sind sie gleich geblieben oder haben sogar abgenommen.

Diese Ergebnisse liegen durchaus im Rahmen der Erwartungen, wie sie in das Untersuchungsdesign eingegangen sind. Trotzdem bestehen Zweifel, dass sie effektiv dem Design zugeschrieben werden können. Denn es hat sich gezeigt, dass in den Experimentalgruppen zwar die Vorgaben hinsichtlich der Unterrichtsformen, nicht aber hinsichtlich der didaktischen Kriterien erfüllt worden sind. Von den Lehrkräften der drei Experimentalgruppen haben insbesondere diejenigen der Gruppe II einen relativ traditionellen Unterricht gehalten, was heisst, dass sie die Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts am wenigsten umgesetzt haben. So ist in der Gruppe II lehrerzentrierter und stärker von der Fachsystematik ausgehend unterrichtet worden als in den Gruppen I und III.⁴ Da auch die Beurteilung der Lehrkräfte zu

⁴ Die Aussage mag angesichts der Ergebnisse der Unterrichtsbeobachtungen erstaunen (vgl. Kap. 5). Es ist jedoch in Rechnung zu stellen, dass sich die Unterrichtsbeobachtungen *nur* auf lehrerzentrierten Unterricht bezogen haben. Über die Häufigkeit, mit der lehrerzentriert unterrichtet worden ist, geben die Unterrichtsbeobachtungen keinen Aufschluss. Die hier diskutierten Ergebnisse lassen vermuten, dass der Unterricht in den Klassen der Experimentalgruppe II insgesamt häufiger lehrerzentriert durchgeführt wurde, dann aber eher „mädchengerecht“ war als der lehrerzentrierte Unterricht in den Klassen der Experimentalgruppe I. Die letzteren Klassen dürften demgegenüber *insgesamt* weniger lehrerzentriert unterrichtet worden sein. Zu beachten ist auch, dass die Unterrichtsbeobachtungen während der Umsetzung der Unterrichtseinheit Kinematik durchgeführt wurden. Die Leistungen im Kinematiktest unterscheiden sich weniger ausgeprägt zwischen den Untersuchungsgruppen (vgl. Kap. 6.1), während die Leistungen im Optiktest in den Klassen der Gruppe II tiefer als in den anderen beiden Experimentalgruppen sind.

einem grossen Teil entgegen den Erwartungen ausgefallen ist, nehmen wir an, dass das Untersuchungsdesign trotz allem nicht die Wirkung gehabt hat, die wir erwartet haben.

6.2 Diskussion und Neugruppierung der Klassen

Die dargestellten Ergebnisse repräsentieren recht genau die Befundlage, die hier nicht im ganzen Umfang dargestellt werden kann. Sie zeigen, dass die Intervention, so wie sie durchgeführt wurde, nur partiell zu den erwarteten Effekten führte. Zwar fallen auf seiten der Lehrkräfte bei den Unterrichtsformen und auf seiten der Schülerinnen und Schüler im Leistungsbereich die Ergebnisse im Sinne der Hypothesen zugunsten der Experimentalgruppen aus. Doch weder bei den Erwartungen an den Physikunterricht noch bei der Beurteilung der Lehrpersonen werden die Hypothesen bestätigt. Es gilt nun zu diskutieren, weshalb dem Design nicht der Erfolg beschieden war, den wir erhofft haben.

6.2.1 Kritik der Untersuchungsanlage

Welche Gründe sind für die teilweise unerwarteten Ergebnisse der Intervention verantwortlich? Aufgrund der Datenanalysen und von Gesprächen mit den beteiligten Lehrpersonen kommen wir zu folgenden Schlüssen.

- Innerhalb der einzelnen Experimentalgruppen fanden wir beträchtliche Interessens- und Leistungsunterschiede *zwischen* den *Schulklassen*, die stärker ins Gewicht fallen als die Unterschiede *zwischen* den *Experimentalgruppen*. Während die Intervention in manchen Klassen die erwarteten Wirkungen zeigte, war sie in anderen Klassen erfolglos. Dieser Befund weist darauf hin, dass andere Variablen mit der durchgeführten Intervention in Konkurrenz getreten sind und sich in manchen Klassen stärker als die Interventionsbedingungen ausgewirkt haben.
- Bedeutsame Unterschiede bei den didaktischen Variablen finden wir zwischen den beiden Schultypen *Gymnasium* und *Seminar*. Während in Seminarien „erweiterte Lehr- und Lernformen“ gut bekannt sind und häufig angewendet werden, trifft dies in gymnasialen Klassen in einem geringeren Ausmass zu (Seminaristinnen und Seminaristen sind in der Gruppe II *unter-* und in der Gruppe III *übervertreten*, vgl. Kap. 2.1.1). In Seminarien wird in der Regel eine differenziertere didaktische Kultur gepflegt, weil Didaktik ein wichtiges Ausbildungsziel darstellt. Das dürfte die traditionellere didaktische Orientierung in den Klassen der Experimentalgruppe II zu einem grossen Teil erklären.
- Innerhalb des Gymnasiums erklärt der *Maturitätstyp* bedeutende Varianzanteile. Interesse und Leistung sind in Typus C-Klassen deutlich grösser als in den Klassen der anderen Typen. Interesse und Leistung der Schülerinnen und Schüler des Typus A sind grösser als diejenigen der Schülerinnen und Schüler der neusprachlichen Typen und des Wirtschaftstypus E. Während sich in den Klassen der Experimentalgruppen II und III *keine* C-Maturandinnen und -Maturanden finden, sind sie in der Experimentalgruppe I und in der Kontrollgruppe in etwa gleich vertreten (vgl. Kap. 2.1.1).

- Die Klassen konnten *nicht nach dem Zufallsprinzip ausgewählt* werden (vgl. Kap. 2.1.1). Bereits die Realisierung der Rahmenvorgaben erwies sich als schwierig. So konnte die Regel nicht eingehalten werden, wonach nur Klassen mit einem Jungen- bzw. Mädchenanteil von mindestens 30% in die Untersuchung einbezogen werden sollten. Tatsächlich weisen 7 der 29 koedukativen Klassen (vgl. Kap. 2.1.1: Tab. 2.4) einen Knabenanteil von unter 30% auf. Die drei reinen Mädchenklassen wurden aus den vorausgehenden Analysen zwar ausgeschlossen, der durchschnittliche Knabenanteil liegt in der verbleibenden Stichprobe trotzdem relativ tief, nämlich bei 38%, was eine deutliche Abweichung von der gesamtschweizerischen Population der Mittelschülerinnen und Mittelschüler (Sekundarstufe II) darstellt, in der die Geschlechter in etwa gleich verteilt sind. Auch die Physiklehrerinnen sind in unserer Stichprobe mit drei von 25 Lehrkräften deutlich überrepräsentiert.
- Die Zuteilung der Klassen zu den vier Untersuchungsgruppen konnte *nicht zufällig* vorgenommen werden, sondern vollzog sich nach der Selbstselektion der Lehrkräfte. Die Lehrkräfte unterscheiden sich denn auch in vielerlei Hinsicht zwischen den vier Gruppen (fachwissenschaftliche und erziehungswissenschaftlich-didaktische Qualifikation, Anzahl Jahre Unterrichtserfahrung, persönliche Unterrichtskompetenz usw.).⁵ Diese ungleichen Ausgangsbedingungen waren offensichtlich zu bedeutsam, als dass sie durch die kurze Intervention hätten kompensiert werden können.
- Analysen der *Schülerinnen- und Schülerdaten* der Eingangserhebung zeigen verschiedene unerwartete *Gruppeneffekte*. So unterscheiden sich die Klassen der vier Untersuchungsgruppen hinsichtlich des Eingangsinteresses am Physikunterricht, der personbezogenen Erwartungen an den Physikunterricht, der Häufigkeit von medialen Erfahrungen mit Physik und Technik, der Begeisterung für Technik und des Ausmasses von technischen Freizeitaktivitäten. Diese Unterschiede weisen darauf hin, dass sich die Schulklassen tatsächlich nicht zufällig auf die vier Untersuchungsgruppen verteilen. Werden die Variablen mit Gruppenunterschieden in der Eingangserhebung kovarianzanalytisch auspartialisiert, verkleinert sich die Stärke des Negativeffekts der Intervention und kann bei manchen Variablen (z.B. Konkurrenzverhalten zwischen Schülerinnen und Schülern) abgeschwächt werden. Offenbar unterscheiden sich die einbezogenen Klassen bereits zu Beginn der Intervention in Bereichen, die für das Projekt relevant sind.
- Die Intervention verfolgte möglicherweise ein zu ehrgeiziges Ziel. Aus der Psychotherapieforschung ist gut bekannt, wie intensiv die persönliche Begleitung sein muss, damit Verhaltensänderungen herbeigeführt werden können. Eine persönliche Begleitung der Lehrpersonen der Gruppen I und II war aber nur beschränkt möglich. Sowohl die Sensibilisierungs- als auch die Supervisionsmassnahmen waren offensichtlich ungenügend.
- Nicht zuverlässig zu bestimmen ist vorerst die Wirksamkeit der Unterrichtsmaterialien. Die Frage, ob die Unterrichtseinheiten alleine bereits einen messbaren Effekt erzielen konnten, wird daher im Kapitel 8 gesondert verfolgt werden.

⁵ Vgl. Kapitel 2.1.5 sowie die im Kapitel 6.1 diskutierten Unterschiede unter dem Stichwort „Beurteilung der Lehrperson“ (vgl. Tab. 6.1).

Als Fazit müssen wir feststellen, dass das Untersuchungsdesign nicht im erwarteten Sinn umgesetzt werden konnte. Dabei sehen wir in der Tatsache, dass weder die *Auswahl* der Klassen noch deren *Zuteilung* zu den Untersuchungsgruppen nach dem Zufallsprinzip erfolgen konnte, den ausschlaggebenden Faktor für die nur teilweise erwartungsgemäss ausgefallenen Effekte der Untersuchungsanlage. Wir müssen anerkennen, dass der Unterricht in den Experimentalgruppen nur zum Teil nach den vorgegebenen Prinzipien stattgefunden hat. Ebenso müssen wir zur Kenntnis nehmen, dass die Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen nicht wirksam genug waren.

Aus der misslungenen Umsetzung des experimentellen Designs ziehen wir *weder* den Schluss, dass das Design falsch war, *noch* dass das Projekt gescheitert ist. Tatsächlich war von Anfang an damit zu rechnen, dass sich die Untersuchungsanlage aufgrund der genannten unkontrollierbaren Bedingungen als zu schwach erweisen könnte. Wir haben deshalb sowohl in der Eingangs- als auch in der Schlusserhebung ausführlich Daten erhoben, die es uns erlauben, die dem Projekt zugrunde gelegten Kriterien eines „mädchengerechten“ Unterrichts (vgl. Kap. 1.2.2) *unabhängig* von der Struktur der Untersuchungsanlage zu überprüfen. Diesem Vorhaben wenden wir uns im nun folgenden Teil des Kapitels zu. Weil wir nicht davon ausgehen können, dass die Kriterien eines mädchengerechten Physikunterrichts in den drei Experimentalgruppen konsequent umgesetzt worden sind, wollen wir die Klassen neu gruppieren, indem wir die *Schülerinnen- und Schülerurteile zum effektiv gehaltenen Unterricht* zum Gruppierungskriterium nehmen. Damit lösen wir uns von der Apriori-Gruppierung der Klassen und suchen nach einer a posteriori vorgenommenen Neugruppierung.

6.2.2 Typologie der Schulklassen

Wie lassen sich Schulklassen der Sekundarstufe II nach unterrichtsmethodischen und didaktischen Kriterien gruppieren? Mit einem typologischen Ansatz versuchen wir, didaktische Hypothesen zu überprüfen. Wirken sich „erweiterte Lehr- und Lernformen“ interessens- und leistungsfördernd aus? Wirken sich die theoretisch postulierten Kriterien eines mädchengerechten Unterrichts bei den Jugendlichen und vor allem bei den Schülerinnen leistungs- und interessesteigernd aus? Welche didaktischen Prinzipien lassen eine Lehrperson bei den Schülerinnen und Schülern beliebt werden? Kann das Selbstkonzept von Jugendlichen durch methodische und didaktische Methoden beeinflusst werden? Diese Fragen sollen nun angegangen werden. Weil sie sich mit den a priori gebildeten Untersuchungsgruppen nicht angemessen beantworten liessen, wollen wir, ausgehend von den eingangs formulierten Kriterien eines mädchengerechten Unterrichts (vgl. Kap. 1.2.2), die Klassen neu gruppieren, indem wir uns an der Wahrnehmung und Beurteilung des Unterrichts durch die Schülerinnen und Schüler orientieren.

Dabei argumentieren wir weiterhin im Rahmen eines deduktiven (theoriegeleiteten) Ansatzes. Wir gruppieren die Schülerinnen und Schüler nicht nach den Effektkriterien, d.h. nicht nach den erwünschten bzw. unerwünschten Outputvariablen, um dann nach erklärenden Kriterien zu suchen, sondern wir orientieren uns auch weiterhin an den im Kapitel 2 vorgestellten Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts. Diesen Kriterien ordnen wir Dimensio-

nen der Beurteilung von Unterricht zu, wie sie in die Befragung der Schülerinnen und Schüler eingegangen sind (ausschliesslich Daten der Schlusserhebung).

Als Operationalisierung der sieben Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts verwenden wir 13 Skalen oder Items, die im folgenden kurz erläutert und begründet werden.⁶

1. **Anknüpfen an Vorwissen:** Unterrichtsinhalte werden optimal behalten und in die Wissensstruktur integriert, wenn sie mit dem Vorwissen verknüpft werden. Dafür muss dieses aktiviert und mit dem neuen Gegenstand in Verbindung gebracht werden.
2. **Nutzen für den Alltag und andere Fächer:** Der Nutzen von Lerninhalten für Alltag und andere Fächer soll den Schülerinnen und Schülern vor Augen geführt werden. Die Nutzenorientierung bzw. das Aufzeigen der Wertigkeit der gesetzten Lernziele steigert nicht allein die Motivation und das fachliche Interesse, sondern unterstützt auch den Wissenstransfer in andere Bereiche.
3. **Alltags- und Phänomenbezug:** Neue Wissensinhalte sollen anschaulich vermittelt werden, indem sie in Beziehung zu beobachtbaren Phänomenen und zum Alltag gesetzt werden. Interessefördernde Massnahmen sollen insbesondere an den Lebensbezügen von Mädchen und Jungen anknüpfen und sich darauf beziehen.
4. **Deduktive Einstiegsmethode (-)⁷: Die Deduktion von physikalischen Modellen und mathematischen Formeln zu konkreten Fällen ist möglichst zu vermeiden. Neue Wissensinhalte sollen von beobachtbaren Phänomenen ausgehend induktiv eingeführt werden.**
5. **Fachsystematik und Mathematisierung (-):** Eine zu strenge Orientierung an der Fachsystematik und eine zu extensive Mathematisierung des Stoffes sind unerwünscht.
6. **Schülerorientierung:** Der Unterricht soll zielgruppenbezogen, d.h. schülerorientiert stattfinden. Bedürfnislagen und Stimmungen in der Klasse sollen angemessen berücksichtigt werden.
7. **Gruppen- und Zusammenarbeit:** Gruppenarbeiten sind „mädchenfreundlich“, wenn sie kommunikativ orientiert sind. Bei Gruppenarbeiten wird auf das alterstypische Bedürfnis von Jugendlichen nach Eigenaktivität und Selbstverantwortung eingegangen.
8. **Diskussion und Schülerversuche:** Diskussionen in der Schülergruppe und Schülerversuche sind aktivierend und fördern die Motivation.
9. **Vorträge und Projektarbeit:** Aktivierende Unterrichtsmethoden, bei denen den Schülerinnen und Schülern Freiräume für Eigeninitiative gewährt werden, sind motivations- und leistungsförderlich.
10. **Lehrervortrag (-):** Lehrervorträge sind sparsam einzusetzen.

⁶ Vgl. für die Herleitung und die Testkriterien der Skalen und Items den Band Entwicklung und Analyse der Erhebungsinstrumente.

⁷ Die Bezeichnung der mit einem Minus-Zeichen versehenen Skalen ist negativ und verweist auf Kriterien, die für einen „mädchengerechten“ Physikunterricht unerwünscht sind.

11. **Konkurrenzverhalten zwischen den Schülerinnen und Schülern (-):** Konkurrenzverhalten zwischen den Schülerinnen und Schülern soll möglichst vermieden werden. Stattdessen sind die Kommunikation und der konstruktive Austausch in Schülergruppen zu fördern.
12. **Ungleichbehandlung der Geschlechter (-):** Die Geschlechter sollen gleich behandelt werden. An die Mädchen sollen gleiche Erwartungen gerichtet werden wie an die Jungen. Sie sollen in analoger Weise wie die Jungen ermuntert werden, sich mit physikalischen Gegenständen auseinanderzusetzen.
13. **Geschlechterfairness:** Schülerinnen und Schüler sollen fair und gerecht behandelt werden. Weder Einzelpersonen noch Personengruppen sollen bevorzugt werden.

Die 13 Punkte werden gleichgewichtig behandelt. Wir gehen von einer kumulativen Wirkung aus: Je mehr Punkte dieser Liste eine Lehrkraft umzusetzen vermag, desto „mädchengerechter“ beurteilen wir ihren Physikunterricht. Die Umsetzung der Punkte dürfte allerdings ungleich schwierig sein.

6.3 Bildung der Kriteriengruppen

Für die im vorausgehenden erläuterten 13 Punkte, die wir als Operationalisierungen der sieben Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterricht verstehen, liegen Skalen bzw. Items vor. Die Skalen und Items wollen wir dazu verwenden, um die Schulklassen, die an unserer Untersuchung teilgenommen haben, neu zu gruppieren. Wir nennen die neuen Gruppen „Kriteriengruppen“, weil sie aufgrund der Kriterien für einen „mädchengerechten“ Physikunterricht gebildet werden.

Bei der Bildung der Kriteriengruppen verfahren wir wie folgt: Wenn der Mittelwert einer Schulklasse auf einer der 13 Skalen über dem Mittelwert der *gesamten* Stichprobe *aller* einbezogenen Klassen liegt, ordnen wir der Klasse einen Punkt zu, andernfalls erhält sie keinen Punkt. Bei negativ formulierten Konzepten wird die Skala (im Sinne der Angaben im Kap. 6.2.2) umgepolt. Die so erreichten Punkte werden über die 13 Bereiche addiert und bilden das Gütekriterium der Klasse. Anschliessend werden die Klassen aufgrund der Quartile der Verteilung der summierten Punkte in vier Gruppen zusammengefasst, so dass in jede Gruppe etwa gleich viele Klassen fallen. Die Verteilung der Klassen über die 13 Konzepte ist in Tabelle 6.3 dargestellt. Die Mädchenklassen und zwei Klassen, die an der Schlusserhebung nicht teilgenommen haben, sind ausgeschlossen worden. Zwei Klassen, die von derselben Lehrperson unterrichtet worden sind, fallen in zwei verschiedene Gruppen.

Tabelle 6.3: Schwierigkeitsindex der 13 Kriterien für die Neugruppierung der Klassen

Kriteriumsvariable	Kriteriengruppe ¹				Summe
	1 ²	2	3	4	
mittlere Anzahl erfüllte Kriterien	3.3	5.4	7.4	9.2	
Didaktik					
Anknüpfen an Vorwissen	1	1	4	9	15
Nutzen für den Alltag und andere Fächer	0	1	4	10	15
Deduktive Einstiegsmethode (-)	1	3	3	7	14
Schülerorientierung	2	0	4	9	15
Alltags- und Phänomenbezug	0	1	4	10	15
Fachsystematik und Mathematisierung (-)	2	4	3	7	16
Unterrichtsformen					
Gruppen- und Zusammenarbeit	1	3	3	6	13
Diskussion und Schülerversuche	4	4	3	5	16
Vorträge und Projektarbeit	2	1	2	5	10
Lehrervortrag (-)	1	1	2	7	11
Interaktionen im Unterricht					
Konkurrenzverhalten zwischen Schülerinnen und Schülern (-)	2	3	2	5	12
Ungleichbehandlung der Geschlechter (-)	1	2	1	7	11
Geschlechterfairness	3	3	2	5	13

¹ Die Zahlen kennzeichnen die Anzahl Klassen, bei denen der Mittelwert der Schülerinnen und Schüler bei der betreffenden Kriteriumsvariablen über dem Gesamtmittelwert aller am Projekt beteiligten Klassen bzw. Schülerinnen und Schüler liegt.

² Um die Kriteriengruppen von den Experimentalgruppen zu unterscheiden, werden sie mit arabischen Zahlen bezeichnet.

Projektarbeit, Lehrervortrag (-) und Ungleichbehandlung der Geschlechter (-) sind Kriterien, die von vergleichsweise wenig Klassen erfüllt werden und offensichtlich relativ schwierig umzusetzen sind. Interessant zu betrachten sind Sprünge zwischen den vier Gruppen: Während Diskussionen und Schülerversuche in allen vier Gruppen etwa gleich häufig vorkommen, gibt es beim Kriterium Lehrervortrag einen Sprung zwischen Gruppe 3 und 4: Lehrervorträge kommen nur in jenen Klassen selten vor, in denen generell viele der Kriterien umgesetzt werden. Das Kriterium differenziert also vor allem zwischen den Gruppen 3 und 4.

Damit die ursprüngliche Gruppierung der Klassen gemäss experimentellem Design mit der Neugruppierung verglichen werden kann, sind die entsprechenden Informationen in den folgenden Tabellen 6.4 bis 6.6 zusammengestellt worden. Die Tabellen folgen hier ohne weitere Kommentare. Allerdings soll auf die praktisch identische Geschlechterverteilung in den vier Kriteriengruppen aufmerksam gemacht werden (vgl. Tab. 6.5).

Tabelle 6.4: Häufigkeitsverteilung der Schülerinnen und Schüler im Vergleich von Interventionsgruppen und Kriteriengruppen

Kriterien- gruppe	Interventionsgruppe				Total
	I	II	III	K	
1	0	57	43	23	123
2	44	48	0	21	113
3	20	22	43	14	99
4	15	19	59	82	175
Total	79	146	145	140	510

Tabelle 6.5: Geschlechterverteilung in den Kriteriengruppen

Kriterien- gruppe	Geschlecht		Total
	weiblich abs. (rel.)	männlich abs. (rel.)	
1	75 (61)	48 (39)	123
2	69 (61)	44 (39)	113
3	61 (62)	38 (38)	99
4	114 (65)	61 (35)	175
Total	319	191	510

Tabelle 6.6: Verteilung der Schülerinnen und Schüler nach Schultypus in den Kriteriengruppen

Kriterien- gruppe	Schultypus						Total
	A	B	C	D	E	Sem	
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
Total	8	67	21	129	61	224	510

6.4 Ergebnisse

Es sollen nun Ergebnisse zur Frage präsentiert werden, wie sich das Verhalten der Schülerinnen und Schüler in den vier Kriteriengruppen unterscheidet.

Erwartungen: Wir haben eine dreifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren Kriteriengruppe und Geschlecht und dem Messwiederholungsfaktor Messzeitpunkt gerechnet. Die personbezogenen Erwartungen sind in der Gruppe 4 signifikant höher als in der Gruppe 1 ($F [3, 418] = 5.78; p < .001$). Die Erwartungen der Knaben sind höher ausgeprägt als diejenigen der Mädchen ($F [1, 418] = 47.5; p < .001$; vgl. Tab. 6.7). Der Messwiederholungseffekt wurde

signifikant ($F [1, 418] = 7.46; p < .051$), ebenfalls die Interaktion Messzeitpunkt mal Geschlecht ($F [1, 418] = 13.8; p < .001$). Die Interaktion Kriteriengruppe mal Messzeitpunkt verfehlte knapp die Signifikanz ($F [3, 418] = 2.41; p = .06$). Während die Erwartungen in der Gruppe 1 zwischen den beiden Messzeitpunkten abnehmen, stiegen sie wie vermutet in der Gruppe 4 z.T. deutlich an. Allerdings wurde die Dreifachinteraktion nicht signifikant ($F [3, 418] = .06; p = .98$). Offenbar konnten die personbezogenen Erwartungen an den Physikunterricht beider Geschlechter in der Gruppe 4 gesteigert werden, während sie in der Gruppe 1 insgesamt abfielen.

Bei optischer Inspektion von Tabelle 6.7 zeigt sich ein klarer 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 (um .08). Auch in der Gruppe 4 haben die Erwartungen der Knaben leicht zugenommen (um .06), während diejenigen der Mädchen deutlich um .36 zugenommen haben. In Klassen, in denen nach Urteil der Schülerinnen und Schüler möglichst viele der beschriebenen didaktischen Kriterien umgesetzt werden, steigen demnach die personbezogenen Erwartungen von Knaben *und* Mädchen.

Tabelle 6.7: Personbezogene Erwartungen an den Physikunterricht differenziert nach Kriteriengruppe, Geschlecht und Messzeitpunkt

	Kriteriengruppe							
	1		2		3		4	
Personbezogene Erwartungen an den Physikunterricht	w	m	w	m	w	m	w	m
Eingangserwartungen (t1)	2.06	2.54	2.04	2.30	2.02	2.40	2.14	2.76
Erwartungen an den zukünftigen Physikunterricht (t2)	2.09	2.38	2.08	2.22	2.24	2.48	2.50	2.82

Leistungen: Wie unterscheiden sich die Leistungen zwischen den Kriteriengruppen? In zweifaktoriellen Varianzanalysen mit den Faktoren Kriteriengruppe und Geschlecht sind die Leistungen in den Wissenstests verglichen worden. In Tabelle 6.8 sind die Mittelwerte der Kriteriengruppen dargestellt.

Die Leistungen der Jugendlichen im Wissenstest Optik unterscheiden sich signifikant zwischen den Kriteriengruppen ($F [3, 476] = 3.03; p < .05$). Die Werte sind in der Gruppe 4 deutlich höher als in der Gruppe 1. Wiederum hat sich auch ein signifikanter Geschlechtseffekt ergeben ($F [1, 476] = 8.35; p < .01$; vgl. auch Tab. 6.1). 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 kein Geschlechtseffekt zu finden. Offenbar ha-

ben die Schüler von den umgesetzten didaktischen Kriterien bei der Unterrichtseinheit Kinematik stärker profitieren können als die Schülerinnen. Möglich ist aber auch, dass die Kinematik auch bei grosser Anstrengung nicht so leicht „mädchengerecht“ zu vermitteln ist wie die Optik.

Tabelle 6.8: Mittelwerte von Wissenstests und Zeugnisnoten differenziert nach Kriteriengruppen und Geschlecht

	Kriteriengruppe 1		Kriteriengruppe 2		Kriteriengruppe 3		Kriteriengruppe 4		Effekte (ANOVA)		
	männl.	weibl.	männl.	weibl.	männl.	weibl.	männl.	weibl.	Gr. ¹	Ge. ²	Gr. x Ge. ³
Leistungen											
Leistungstest Optik	44.1	40.8	41.7	42.2	47.7	41.1	48.2	44.0	.05	.01	-
Leistungstest Kinematik	36.5	36.3	43.7	44.0	49.4	44.2	51.2	41.2	.001	.01	0.1
Leistungen in Optik und Kinematik (Summe)	80.2	77.6	86.7	86.6	97.7	86.4	100.7	84.7	.001	.001	.01
Zeugnisnoten⁴											
Zeugnisnote im 1. Semester	4.6	4.5	4.6	4.6	4.5	4.1	4.9	4.7	.001	.01	.01
Zeugnisnote im 2. Semester	4.5	4.5	4.4	4.4	4.4	4.1	4.9	4.7	.001	-	-

¹ = Kriteriengruppe, ² = Geschlecht, ³ = Interaktion Kriteriengruppe und Geschlecht, ⁴ = Noten von 1 (schlechteste Note) bis 6 (beste Note)

Die Gesamtestleistung in den beiden 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 also mit den Ergebnissen im Kinematiktest überein.

Interessant sind die Abweichungen bei den Noten gegenüber den Leistungstests. Wie aus einigen Untersuchungen bekannt ist, stimmt das Benotungsverhalten der Lehrkräfte oft nicht mit den Leistungen überein, wie sie durch objektive Tests erfasst werden (Kimball, 1989). Auf eine weitergehende Analyse der Diskrepanzen zwischen den Ergebnissen der Wissenstests und den Zeugnisnoten muss an dieser Stelle verzichtet werden.⁸

⁸ Die Notendifferenz zwischen den Geschlechtern ist möglicherweise ein Effekt unterschiedlicher Erwartungen an die Leistungen von Knaben und Mädchen im Naturwissenschaftsunterricht. Dafür spricht eine Untersuchung von Worrall und Tsarna, bei der Lehrkräfte von Naturwissenschafts- (Physik oder Chemie) und Sprachfächern (Englisch oder Französisch) ihr Verhalten gegenüber einem durchschnittlichen 14- bis 15jährigen Mädchen bzw. Knaben einzuschätzen hatten. Fast durchwegs zeigte sich, dass in den naturwissenschaftlichen Fächern von den Knaben, in den sprachlichen Fächern von den Mädchen höhere Standards erwartet werden. Mädchen werden in den naturwissenschaftlichen Fächern sowohl früher gelobt als auch früher kritisiert als Knaben. In den Sprachen ist es genau umgekehrt. Dass Vorurteile bzw. unterschiedliche Erwartungen bezüglich der Leistungsfähigkeit von Mädchen und Knaben in mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern bestehen, ist unbestritten. Sie be-

Beurteilung der Lehrpersonen: Wie werden die Lehrpersonen von den Schülerinnen und Schülern in den Kriteriengruppen beurteilt? Wiederum sind zweifaktorielle Varianzanalysen mit den Faktoren Kriteriengruppe und Geschlecht gerechnet worden. Die Schülerinnen und Schüler der Gruppe 4 attribuieren ihren Lehrpersonen eine deutlich höhere Erklärungskompetenz als diejenigen der drei anderen Gruppen ($F [3, 443] = 67.5; p < .001$; Tab. 6.9). Geschlechts- und Interaktionseffekt sind nicht signifikant. Von der Gruppe 1 bis zur Gruppe 4 werden den Lehrpersonen mit linearem Anstieg grössere Fähigkeiten zur Vermittlung von Lerninhalten zugeschrieben ($F [3, 439] = 86.0; p < .001$). Dabei ist festzustellen, dass die Schüler im Vergleich zu den Schülerinnen ihre Lehrpersonen als fähiger wahrnehmen, Lerninhalte zu vermitteln ($F [1, 439] = 8.7; p < .01$). Auch die Zufriedenheit mit der Lehrperson ist zwischen den Gruppen verschieden ($F [3, 441] = 88.4; p < .001$). Die Gruppen unterscheiden sich zudem in ihrer Zufriedenheit mit dem Unterricht. Sie ist bei Gruppe 4 deutlich höher als in den anderen Gruppen ($F [3, 433] = 70.8; p < .001$). Die Zufriedenheit mit dem Unterricht ist bei den Schülern generell grösser als bei den Schülerinnen ($F [1, 433] = 3.9; p < .05$).

Tabelle 6.9: Mittelwerte der Beurteilung der Lehrpersonen differenziert nach den Kriteriengruppen

	Kriteriengruppe				p
	1	2	3	4	
Beurteilung der Lehrperson					
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	***

In das Beurteilungsmuster passt, dass die Lehrpersonen der Gruppe 4 von Schülerinnen und Schülern als weniger autoritär ($F [3, 442] = 23.6; p < .001$) und auch als weniger benachteiligend ($F [3, 442] = 24.1; p < .001$) wahrgenommen werden als diejenigen der anderen Gruppen. Als Fazit lässt sich festhalten, dass Lehrpersonen von ihren Schülerinnen und Schülern umso besser beurteilt werden, je mehr der 13 didaktischen Kriterien erfüllt werden.

stehen schon früh sowohl auf seiten der Eltern, v.a. der Mütter, und wirken v.a. auf Mädchen (Eccles & Jacobs, 1986; Entwisle & Alexander, 1990; Holloway, 1986; Stöckli, 1989; Visser, 1987) als auch auf seiten der Lehrkräfte (Tiedemann, 1995; Tiedemann & Faber, 1994; Worrall & Tsarna, 1987). Die Realität differentieller Erwartungen seitens der Lehrkräfte bezeugt auch der Befund, wonach Teilleistungsschwächen in der Mathematik bei Knaben unter- und bei Mädchen überschätzt werden (Klauer, 1992). Die Kehrseite differentieller Erwartungen ist die kompensatorische Beurteilung: Es besteht eine Tendenz bei Lehrkräften, die Leistungen in der Klasse zu homogenisieren, indem die Schülerinnen und Schüler in Fächern, in denen sie einen (erwarteten oder realen) Leistungsvorteil haben, *schlechter* und in Fächern, in denen sie einen Leistungsnachteil haben, *besser* benotet werden (Baumert, 1992, p. 99f.). Dahinter steht offensichtlich eine motivationale Überlegung, die sich zur differentiellen Erwartungshaltung addiert. In den eigenen Daten können wir bei der Bewertung der Kinematikleistungen eine entsprechende Tendenz finden: Die statistisch signifikante Differenz in den Testleistungen zwischen den Schülerinnen und Schülern (vgl. Tab. 6.1) weicht einer insignifikanten Differenz bei der Benotung.

Tabelle 6.10: Auserschulische Erfahrungen mit Physik und Technik, Freizeitaktivitäten, Begeisterung für Technik und Naturphänomene, Selbstwert differenziert nach Kriteriengruppe, Geschlecht und Messzeitpunkt

	Kriteriengruppe															
	1		2		3		4		p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	
	w	m	w	m	w	m	w	m								
Erfahrungen mit Physik und Technik																
Mediale Erfahrungen mit Physik und Technik	t1	1.75	2.26	1.73	2.01	1.61	2.09	1.70	2.33	*	**	**	-	-	-	-
	t2	1.83	2.50	1.98	2.09	1.88	2.27	2.07	2.60	*	*	*	-	-	-	-
Erfahrungen mit technischen Geräten und Baukästen	t1	1.54	2.12	1.34	1.84	1.41	2.21	1.47	1.87	**	**	-	-	-	-	-
	t2	1.48	2.25	1.40	1.71	1.51	1.88	1.59	1.90	**	*	-	-	-	-	-
Freizeitaktivitäten																
Technische Freizeitaktivitäten	t1	1.83	2.79	1.91	2.46	1.83	2.43	2.04	2.38	-	**	**	**	-	-	-
	t2	1.99	2.94	2.01	2.48	2.04	2.71	2.16	2.43	-	*	*	*	-	-	-
H a u s h a l t s - Betreuungstätigkeiten	t1	3.47	2.98	3.41	2.75	3.35	2.89	3.56	2.77	-	**	**	-	-	-	-
	t2	3.40	3.13	3.39	2.74	3.46	2.92	3.52	2.69	-	**	*	-	-	-	-

Fortsetzung der Tabelle 6.10

	Kriteriengruppe															
	1		2		3		4		p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	
	w	m	w	m	w	m	w	m								
Begeisterung für Natur und Technik																
Begeisterung für Naturphänomene	t1	4.08	3.68	4.12	3.47	4.07	3.76	4.14	3.46							
	t2	4.15	3.65	4.14	3.61	4.29	3.84	4.16	3.58	**	**	-	-	-	-	-
										*						
Begeisterung für Technik	t1	2.70	3.25	2.45	2.98	2.55	3.10	2.58	3.10							
	t2	2.62	3.41	2.54	3.06	2.86	3.15	2.66	3.25	**	**	-	-	-	-	-
										*	*					
Selbstwert	t1	2.22	1.70	2.42	1.99	2.08	2.12	2.11	1.88							
Depressivität	t2	2.01	1.61	2.74	1.84	2.05	2.09	1.97	1.79	**	*	*	-	-	-	-
										*	*					
Selbstzufriedenheit	t1	4.73	5.07	4.64	4.78	4.84	4.83	4.83	4.92							
	t2	4.81	5.07	4.56	4.84	4.89	4.90	4.90	4.92	*	*	-	-	-	-	-

***: p<.001; **: p<.01; *: p<.05; ns.: nicht signifikant

P1 = Gruppe P4 = Interaktion Gruppe x Geschlecht

P2 = Geschlecht P5 = Interaktion Gruppe x Zeit

P3 = Zeit P6 = Interaktion Geschlecht x Zeit

P7 = Interaktion Gruppe x Geschlecht x Zeit

Der Vollständigkeit halber sind in Tabelle 6.10 die Mittelwerte für Erfahrungen mit Physik und Technik, Freizeitaktivitäten, Begeisterung für Natur und Technik sowie Selbstwert aus der Eingangs- und Schlusserhebung dargestellt. Erläuterung und Interpretation müssen jedoch aus Platzgründen wegfallen.

6.5 Gesamtdiskussion

Wenn die Ergebnisse der Intervention im Rahmen der Logik des Untersuchungsdesigns analysiert werden, dann zeigt sich, dass die vorgegebenen didaktischen Massnahmen zwar auf der Ebene der Unterrichtsformen mehr oder weniger umgesetzt worden sind, eine Reihe von weiteren Vorgaben der Untersuchungsanlage aber nicht oder nur ungenügend erfüllt worden sind (vgl. Tab. 6.1). Da die Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen wenig erfolgreich waren, nehmen wir an, dass der Sensibilisierungsgrad der Lehrkräfte vor unserer Kontaktaufnahme mit dem Forschungsfeld recht unterschiedlich war⁹, so dass die Umsetzung der didaktischen Kriterien stark von der bereits vorhandenen Sensibilität der Lehrkräfte für die Thematik des koedukativen Physikunterrichts beeinflusst wurde. Auffallend ist jedenfalls, dass die Lehrkräfte der Kontrollgruppe bei mehreren didaktischen Kriterien besser abschneiden als die Lehrkräfte der Experimentalgruppe I. Da aufgrund der Rekrutierung der Lehrkräfte für das Projekt weder eine Zufallsauswahl noch eine Zufallszuordnung der Klassen zu den Untersuchungsgruppen möglich war, nehmen wir an, dass wir es mit einer hohen Selbstselektivität der ursprünglichen Untersuchungsgruppen zu tun haben. Das Anliegen, zwischen Sensibilisierungs- und didaktischen Massnahmen ein abwägendes Urteil fällen zu können (vgl. Kap. 1.2.1), müssen wir daher aufgeben.

Die Überprüfung der postulierten sieben Kriterien eines „mädchengerechten“ Unterrichts ist jedoch gleichwohl möglich. Werden die Klassen aufgrund der Urteile der Schülerinnen und Schüler über den erlebten Unterricht neu gruppiert, können Leistung und Motivation, aber auch das Verhalten der Lehrpersonen in erstaunlich hohem Ausmass vorhergesagt werden. Wir schliessen daraus, dass die formulierten didaktischen und pädagogischen Kriterien bei konsequenter Umsetzung tatsächlich die postulierten Effekte haben.

Allerdings scheinen didaktische Massnahmen allein, ohne eine entsprechende pädagogisch-psychologische Sensibilität für die Koedukationsproblematik die erwünschten Effekte nicht hervorzubringen. Dafür sprechen die durchwegs signifikanten Effekte bei den Variablen Zufriedenheit mit dem Unterricht, Zufriedenheit mit der Lehrperson, kein autoritärer Führungsstil, keine Benachteiligung durch die Lehrperson u.a. (vgl. Tab. 6.9). Erstaunlicherweise weisen die durchweg positiv beurteilten Lehrkräfte der Kriteriengruppe 4 auch den höchsten Wert bei der Skala „Ungleichbehandlung der Geschlechter“ auf. Es stellt sich die Frage, ob diese Wahrnehmung durch die Schülerinnen und Schüler Ausdruck einer effektiven Ungleichbehandlung der Geschlechter durch die Lehrkräfte ist oder ob es sich eher um einen

⁹ Für diese Annahme sprechen auch die Ergebnisse der Interviews mit den Lehrkräften der Experimentalgruppen I und II (vgl. Kap. 4).

Hinweis auf einen atypischen, vom Geschlechterstereotyp der Maskulinität abweichenden Unterrichtsstil handelt.¹⁰

Aus der Diskrepanz der Ergebnisse zwischen den a priori gebildeten Untersuchungsgruppen und den Kriteriengruppen ergibt sich die Frage, wie Lehrpersonen aus- und fortgebildet werden können, damit sie die nötige Unterrichtskompetenz erwerben können, um die gesetzten didaktischen Prinzipien umzusetzen. Insbesondere stellt sich die Frage, wie Lehrpersonen die gewünschte pädagogische Haltung gegenüber den Schülerinnen (und Schülern) vermittelt werden kann. Während die Analyse mit den neu gruppierten Klassen zeigt, dass sich die postulierten didaktischen Prinzipien grundsätzlich bewähren, gelang der Nachweis nicht, dass die Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen, mit denen wir die Intervention begleitet haben, von grosser Wirkung sind. Die Sensibilisierung mag teilweise zu einer erhöhten Reflexion des Unterrichts geführt haben, doch eine Umsetzung der Reflexionen in unterrichtliche Handlungen hat kaum stattgefunden.¹¹ Es werden damit grundsätzliche Fragen der Lehreraus- und -fortbildung angesprochen, die weiter verfolgt werden müssen, wenn Mädchen im Physikunterricht nicht benachteiligt werden sollen.

¹⁰ Für die zweite Interpretation spricht der höhere Wert, den die Knaben bei der Skala „Ungleichbehandlung der Geschlechter“ aufweisen. Wie auch andere Untersuchungen zeigen, nehmen Knaben bereits leichte Abweichungen von der bisherigen objektiv *ungleichen* Behandlung der Geschlechter als Verletzung der Normalität wahr (Kelly, 1988, p. 14; Spender, 1985, Kap. 4)).

¹¹ Das zeigen auch die Ergebnisse der Unterrichtsbeobachtungen (vgl. Kap. 5).

7 Ein Bedingungsnetz für Motivation und Leistung

Im Kapitel 3 wurde ein Netzwerk von ausserschulischen Variablen entwickelt, die die Erwartungshaltung gegenüber dem ersten Physikunterricht beschreibt und erklärt. In diesem Kapitel soll die Folgefrage untersucht werden, wie sich die Erwartungen während der ersten 40 Lektionen des Physikunterrichts verändern und wie dies mit der Leistung zusammenhängt. Wir beginnen mit einer knappen Weiterführung unserer Ausführungen zum theoretischen Rahmen des Motivationsverständnisses, auf das wir uns im Rahmen des Projektes stützen (7.1). Im Ergebnisteil stellen wir zunächst die Interkorrelationen der Motivationskonzepte sowie deren Beziehung zu Leistungsdaten dar (7.2.1). Danach werden Erwartungen und Leistung in Beziehung gesetzt zu Vorerfahrungen, didaktischen Variablen, Lehrerbeurteilung und Einstellungen der Eltern (7.2.2.). Es folgt ein Gesamtmodell zur Erklärung des eingeführten Motivationskonzepts unter Berücksichtigung der wechselseitigen Abhängigkeiten ausgewählter Variablen (7.2.3). Wir schliessen mit einer Diskussion (7.3).

7.1 Fragestellung

Wir beziehen uns bei den folgenden Analysen auf eine im weiten Sinne verstandene Erwartungs-mal-Wert-Theorie (vgl. Kap. 3.1). Seit den Arbeiten von Lewin zum „psychologischen Feld“ („Lebensraum“) werden Werte („Valenzen“) als wichtige Determinanten von Leistungsverhalten thematisiert. Mit dem Konzept des „Anspruchsniveaus“ hat Lewin auch Erwartungen als ein bedeutsames Teilmoment leistungsmotivierten Verhaltens angesprochen (Lewin, 1982). Motive werden durch die Anreize bestimmt, die eine Sache für uns hat, d.h. durch deren Wert oder Nutzen. Dazu kommt die Erwartung (zumeist operationalisiert als subjektive Wahrscheinlichkeit), den Wert oder Nutzen realisieren zu können. Erstmals hat Atkinson (1957) mit dem sogenannten Risikowahl-Modell eine formalisierte Theorie der Leistungsmotivation vorgelegt, in der Erwartungen und Werte in einer multiplikativen Beziehung stehen (Schneider, 1976). Dazu kommt als weiteres Glied eine dispositionelle Bereitschaft, die von Atkinson in zwei Varianten thematisiert wurde: als Hoffnung auf Erfolg und Angst vor Misserfolg.¹

Der Erwartungsbegriff hat sich vor allem in der attributionstheoretisch orientierten Leistungsmotivationsforschung als theoretisch fruchtbares Konzept herausgestellt. McClelland hat seine Theorie der Leistungsmotivation generell eine „Theorie der Erwartungen“ genannt (McClelland, 1979, p. 155). Bei Weiner steht der Erwartungsbegriff an der Stelle, wo *vergangene* Leistungen analysiert, d.h. auf die Bedingungen ihrer Entstehung zurückgeführt („attribuiert“) werden und Erwartungen bezüglich *zukünftiger* Leistungen gebildet werden (Weiner, 1976, p. 81f.). Die Attributionstheorie der Motivation erlaubt es, Aussagen über die Stabilität bzw. Variabilität des Motivsystems zu machen sowie Bedingungen zu benennen, unter denen eher Erfolgszuversicht oder eher Misserfolgsängstlichkeit zu erwarten sind (Weiner, 1988, p. 274ff.; Rheinberg, 1995, p. 80ff.). Aus der Verbindung von Kausalattribution und Erwartungsbildung ist schliesslich die Idee entstanden, das Motivgeschehen als ein *Selbstbewer-*

¹ Die Begriffe „Hoffnung auf Erfolg“ und „Angst vor Misserfolg“ stammen von Heckhausen (1965).

lungssystem zu verstehen (Heckhausen, 1989, p. 447ff.), womit die Leistungsmotivationsforschung Anschluss an die Selbst-Theorien gefunden hat.

Wie auch Weiner in einem Überblicksreferat zur Motivationsforschung in der Erziehung schreibt, bilden die im Rahmen des Erwartungs-mal-Wert-Ansatzes entwickelten Konzepte die Grundlage verschiedener neuerer Motivationstheorien: „... the main theories today are based on the interrelated cognitions of causal ascriptions, efficacy and control beliefs, helplessness, and thoughts about the goals for which one is striving. ... the main new cognitive direction is the inclusion of the self“ (Weiner, 1990, p. 620f.). Tatsächlich basiert auch die Theorie der Selbstwirksamkeit auf den Konzepten von Erwartung und Wert. Bandura erachtet die subjektive Einschätzung der eigenen Kompetenz, ein Ziel realisieren zu können („Selbstwirksamkeit“), als eine wesentliche Determinante motivierten Verhaltens (Bandura, 1991, 1993; Bandura, Barbaranelli, Caprara & Pastorelli, 1996). Weiterführungen des Ansatzes finden sich auch in Theorien der Handlungsorganisation (z.B. Kuhl, 1994), im Kontext der Didaktik (z.B. Woolfolk, Rosoff & Hoy, 1990) und der Mitarbeiterführung (z.B. Nerdinger, 1995).

Zusammengefasst wird leistungsbezogenes Verhalten im Rahmen der neueren Motivationsforschung als eine Funktion von selbstbezogenen Kognitionen, von Zielen (Werten) und von Erwartungen an das eigene Verhalten verstanden. Leistungen werden bedingt durch den wahrgenommenen Nutzen der Zielerreichung, die subjektive Einschätzung der Schwierigkeit der Zielerreichung, die Erwartung bezüglich der Verhaltenskompetenz (Selbstwirksamkeit) und die Beurteilung der Instrumentalität der Zielerreichung für die Selbstbeurteilung.

Im Sinne dieser Überlegungen vermuten wir, dass die Erwartung an den Physikunterricht und die subjektive Valenz der Unterrichtsinhalte wichtige Prädiktoren für die erbrachte Leistung im Unterricht sind. Dabei stehen Erwartung und Nutzen im Rahmen übergeordneter Ziele, die im Selbstsystem einer Schülerin bzw. eines Schülers verankert sind (Geschlechtsidentität, Berufsambitionen, Lebensperspektive etc.). Als äussere Umstände der Motivbildung und der Leistung im Physikunterricht erachten wir *antezedente Bedingungen* (Interessen an Natur und Technik sowie Vorerfahrungen), *situative Bedingungen des Unterrichts* (Didaktik und Methodik des Unterrichts, Kompetenz der Lehrkraft) und *familiäre Unterstützung* (Einstellungen der Eltern zu Physik und Physikunterricht). Wir vermuten, dass den motivationalen Faktoren eine Moderatorfunktion zwischen den Vorerfahrungen und Interessen, der familiären Unterstützung sowie dem erlebten Unterricht, wie er sich in den didaktischen Bedingungen und der Unterrichtskompetenz der Lehrperson ausdrückt, und der gezeigten Leistung 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.

Zwar gibt es mittlerweile eine Reihe von Metaanalysen, doch stimmen sie im wesentlichen darin überein, dass aus der Fülle von Faktoren, die sie zusammenstellen, keine eindeutigen Prävalenzen abgeleitet werden können (Fraser, Walberg, Welch & Hattie, 1987; Wang, Haertel & Walberg, 1993). Auffallend sind auch die im Durchschnitt eher geringen Effektstärken der einzelnen Variablen, die im Bereich von etwa .25 liegen. Trotz grosser Anstrengungen hat die Unterrichtsforschung bisher wenig zur Klärung des Bedingungsgefüges von schulischer Leistung beigetragen. Insofern rechnen wir im Rahmen unserer theoretischen Überlegungen zwar mit signifikanten, aber nicht sehr hohen Korrelationen zwischen Motivation und Leistung sowie deren vermuteten Bedingungen. Immerhin kann davon ausgegangen werden, dass die im folgenden diskutierten Gruppen von Bedingungsfaktoren relativ unbestritten zu den wichtigsten Determinanten von schulischer Leistung zählen: Kompetenzen und Merkmale der Schülerinnen und Schüler, Klassenführung und Qualität des Unterrichts sowie Unterstützung durch die Eltern.

7.2 Ergebnisse

Zur Überprüfung der vorausgehend skizzierten Überlegungen wird auf die Datensätze der Eingangs- und der Schlussbefragung der Schülerinnen und Schüler zurückgegriffen (vgl. Kap. 2). Im ersten Schritt werden univariate Pearson-Korrelationen zwischen den Indikatoren der Motivation und der Leistung berechnet (7.2.1). Es folgen verschiedene univariate Analysen der Bedingungen von Motivation und Leistung (7.2.2).

7.2.1 Motivation und Leistung

Als Motivationskonzepte verwenden wir die Erwartungen an den Physikunterricht, die Begeisterung für Natur und Technik, den erwarteten Nutzen guter Leistungen im Physikunterricht und den Verzicht auf ein technisches Studium.² Die Interkorrelationen der Konzepte sowie deren Beziehung zu den Leistungsindikatoren Wissenstest und Noten sind in Tabelle 7.1 dargestellt.

² Im Sinne einer Konkretisierung des Erwartungs-mal-Wert-Ansatzes beziehen wir uns hier auf zwei weitere Konzepte der Schlusserhebung: Nutzen von guten Leistungen im Physikunterricht und Gründe für Verzicht auf ein technisches Studium (zur Beschreibung der entsprechenden Skalen vgl. den Band Entwicklung und Analyse der Erhebungsinstrumente). Bei beiden Konzepten geht es um den bewerteten Nutzen des Physikunterrichts, der im ersten Fall eher kurzfristiger, im zweiten eher längerfristiger Natur ist.

Tabelle 7.1: Pearson-Korrelationen zwischen Indikatoren von Motivation und Leistung

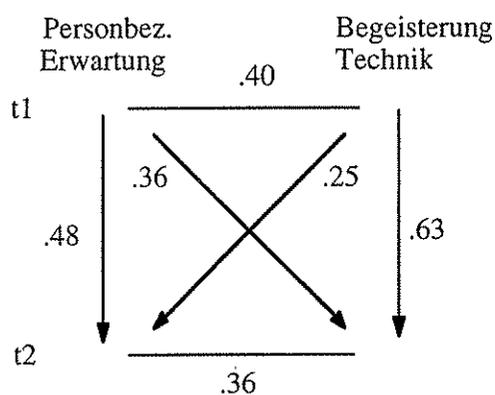
	Erwartung			Begeisterung			Nutzen			Verzicht			Leistung			Note		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Erwartung																		
1. Personbezogene Erwartung (t1)	.31																	
2. Sachbezogene Erwartung (t1)		.12																
3. Erwartung an zuk. Unterricht (t2)			.1															
Begeisterung für Natur und Technik																		
4. Begeisterung für Natur (t1)				.07														
5. Begeisterung für Technik (t1)					.63													
6. Begeisterung für Natur (t2)						.1												
7. Begeisterung für Technik (t2)							.1											
Nutzen von guten Leistungen im Physikunterricht																		
8. Nutzen für Prestigegewinn								.1										
9. Nutzen für Berufskarriere									.1									
10. Nutzen für Verständnissgewinn										.1								
11. Nutzen für gute Noten											.1							
Gründe für Verzicht auf technisches Studium																		
12. Mangelndes Interesse																		
13. Studien- und fachbezogene Gründe																		
Leistungen																		
14. Wissenstest Optik																		
15. Wissenstest Kinematik																		
16. Summe der Wissenstests																		
Noten																		
17. Zeugnisnote 1. Semester																		
18. Zeugnisnote 2. Semester																		

if $r > .08$ then $p < .05$; if $r > .11$ then $p < .01$; if $r > .15$ then $p < .001$ (in der Tabelle fett)

Motivation: Wie Tabelle 7.1 entnommen werden kann, korreliert die sachbezogene Erwartung an den Physikunterricht zum ersten Messzeitpunkt zwar signifikant, aber relativ schwach mit der Erwartung an den zukünftigen Unterricht, gemessen zum zweiten Messzeitpunkt ($r = .12$). Hingegen korreliert die personbezogene Erwartung stärker mit der Erwartung an den künftigen Physikunterricht ($r = .48$), was auf eine signifikante Stabilität der personbezogenen Erwartung im untersuchten Zeitraum hinweist.

Die personbezogene Erwartung korreliert auch recht hoch mit der Begeisterung für Technik sowohl zum ersten als auch zum zweiten Messzeitpunkt, nicht aber mit der Begeisterung für Naturphänomene. Personbezogene Erwartungen an den Physikunterricht haben ihren Ursprung offenbar vor allem im Interesse an der Technik. Im Gegensatz zur sachbezogenen Erwartung ist die Begeisterung sowohl im Falle der Technik als auch im Falle der Naturphänomene über die Zeit hinweg sehr stabil ($r > .60$).

Die Daten erlauben die Durchführung von Cross-Lagged Panel-Analysen zur Bestimmung von Kausalitäten (Kenny, 1979; Petermann, 1982, p. 809ff.). Die Methode soll hier an einem Beispiel veranschaulicht werden.



Sie unterscheidet zwischen Autokorrelationen (Korrelation der gleichen Variablen zu verschiedenen Messzeitpunkten), synchronen Kreuzkorrelationen (Korrelationen zwischen zwei Variablen zum gleichen Messzeitpunkt) und diachronen (zeitverschobenen) Kreuzkorrelationen (Korrelationen zwischen zwei Variablen, die zu verschiedenen Messzeitpunkten gemessen worden sind). Gemäss Abbildung 7.1 beträgt die Differenz der beiden diachronen Kreuzkorrelationen $.11$ zugunsten der Prädiktion Begeisterung für Technik.

Abbildung 7.1: Beispiel für ein Cross-Lagged Modell nach Kenny (1979); Daten aus Tabelle 7.1

Eine hohe personbezogene Erwartung an den Physikunterricht fördert tendenziell eher die Begeisterung für Technik. Der umgekehrte kausale Zusammenhang erhält weniger Unterstützung. Das Ergebnis ist aber nicht ausserordentlich deutlich. Zudem nimmt der Zusammenhang zwischen den beiden Variablen eher ab, indem die Autokorrelation zum zweiten Messzeitpunkt tiefer liegt als zum ersten Messzeitpunkt. d.h. personbezogene Erwartungen werden zunehmend losgelöst von ausserschulischer Begeisterung für Technik. Die Konzepte personbezogene Erwartungen und Technikbegeisterung werden relativ rasch, bereits während der ersten 40 Unterrichtslektionen differenziert.

Während die Erwartungen an den Physikunterricht mit dem wahrgenommenen Nutzen des Unterrichts zumeist signifikant korrelieren, sind die Korrelationen zwischen Begeisterung und wahrgenommenem Nutzen relativ gering. Die Begeisterung für Technik korreliert zu beiden Messzeitpunkten am deutlichsten mit dem erwarteten Nutzen des Unterrichts für eine berufliche Karriere. Umgekehrt steht die Begeisterung für Naturphänomene am deutlichsten in Be-

ziehung zum erwarteten Verständnisgewinn. Es schälen sich damit zwei unterschiedliche Motivationsmuster heraus: eine eher kognitive (Verständnisgewinn) und eine eher instrumentelle (Berufskarriere) Haltung gegenüber dem Fach Physik.

Erwartungsgemäss korrelieren die personbezogenen Erwartungen (t1) und die Erwartungen an den zukünftigen Unterricht relativ stark negativ mit dem mangelnden Interesse an einem technischen Studium ($r > -.30$). Insofern die personbezogenen Erwartungen vor allem auf einer technischen Begeisterung beruhen, ist der Effekt konsistent.

Leistung: Generell sind die Korrelationen der motivationalen Konzepte mit den Leistungen in den Wissenstests und mit den Zeugnisnoten eher gering, in vielen Fällen nicht signifikant. Die einbezogenen Indikatoren der Motivation sind offensichtlich schwache Prädiktoren der erbrachten Leistung. Vergleichsweise hoch korrelieren einzig die personbezogene Erwartung und die Erwartung an den zukünftigen Unterricht sowie das mangelnde Interesse an einem technischen Studium mit der gemessenen Leistung und den Zeugnisnoten.³ Dieses Ergebnis lässt auf die geringe Bedeutung phänomenbezogener Interessen für Leistungserfolg im Physikunterricht schliessen. Offensichtlich sind technikbegeisterte Schülerinnen und Schüler im Vorteil, wenn es darum geht, im Physikunterricht gute Leistungen zu erbringen. Interessant ist im übrigen die unterschiedlich hohe Korrelation von Wissenstest und Note im Falle von Optik und Kinematik. Im Falle der Kinematik scheinen die Lehrkräfte stärker andere Kriterien als die blossе Leistung in die Benotung einbezogen zu haben (vgl. Kap. 6.4 und Tab. 6.8).

Fazit: Während die personbezogene Erwartung an den Physikunterricht mit der Erwartung an den zukünftigen Physikunterricht hoch positiv und mit dem mangelnden Interesse für ein technisches Studium relativ hoch negativ korreliert und alle drei Konzepte in relativ deutlicher Beziehung zu den erbrachten Leistungen im Physikunterricht stehen, sind die übrigen Konzepte (sachbezogene Erwartung, Begeisterung für Natur, aber auch Begeisterung für Technik und wahrgenommener Nutzen von guten Leistungen) sowohl untereinander als auch im Verhältnis zur effektiven Leistung im Physikunterricht insgesamt gesehen relativ unabhängig voneinander. Das Erwartungskonzept weist vergleichsweise hohe Korrelationen mit Leistung und Note auf und ist diesbezüglich recht valide. Im Sinne der Erwartungs-mal-Wert Theorie wird sie durch das Konzept der Begeisterung als einer quasi-dispositionalen Grösse optimal ergänzt.

7.2.2 Didaktische Variablen, Lehrerbeurteilung, ausserschulische Erfahrung und Einstellung der Eltern als Bedingungen von Motivation und Leistung

Im folgenden untersuchen wir, wie unterrichtliche Bedingungen, ausserschulische Erfahrungen und familiäre Variablen mit den Erwartungen an den Physikunterricht und den Leistungen korrelieren. Wir gehen in vier Schritten vor und folgen dabei vier Hypothesen.

³ Es sei daran erinnert, dass der Wissenstest Optik bereits nach 20 Unterrichtslektionen durchgeführt wurde, also deutlich vor der zweiten Messung der Unterrichtserwartung.

7.2.2.1 Hypothese 1: Didaktik

Wir fordern von einem guten Unterricht, dass er sowohl die Motivation möglichst aller Schülerinnen und Schüler als auch deren Leistung fördert. 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. Damit wird der Lernprozess unterstützt, so dass die Leistungen besser werden.

Im folgenden überprüfen wir die eben formulierte Hypothese mit univariaten Korrelationen. In Tabelle 7.2. sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der relevanten Konzepte sowie deren Korrelation mit Motivations- und Leistungsindikatoren dargestellt. „Residual Erwartung“ meint die Differenz zwischen dem aufgrund der personbezogenen Erwartung regressionsanalytisch vorhergesagten Wert und dem effektiven Wert zur Erwartung an den zukünftigen Physikunterricht. Das Residual berücksichtigt die Veränderung der personbezogenen Erwartung zwischen der Eingangs- und der Schlusserhebung, ist aber reliabler als die einfache Differenz der Erwartungen der beiden Messzeitpunkte, weil sich der Messfehler nicht verdoppeln kann. Korrelationen mit dem Residual geben Hinweise auf Faktoren, durch die die Veränderung der Erwartungen bestimmt wird. Die Beurteilung des Unterrichts erfolgt aus der Sicht der Schülerinnen und Schüler, d.h. so wie die Schülerinnen und Schüler den Unterricht wahrgenommen haben bzw. so wie sie sich zum Zeitpunkt der Datenerhebung erinnern haben.

Wie Tabelle 7.2 zeigt, fallen die Korrelationen zwischen den **didaktischen Faktoren** 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 unterrichtsdidaktischen Merkmalen und den Erwartungen höher als die Korrelationen mit der Testleistung oder den Noten. Es sei nochmals erwähnt, dass sowohl die Erwartungen als auch die Urteile über die didaktischen Variablen auf schülersubjektiven Daten beruhen, während die Testleistungen das effektive Verhalten und die Noten die Perspektive der Lehrperson widerspiegeln.

Besonders hoch mit den Erwartungen generell und den Optikleistungen im besonderen korreliert der Faktor Anknüpfen an das Vorwissen. Etwas weniger deutlich, aber im Falle der Erwartungen immer noch klar ist die Beziehung im Falle des Nutzens 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 gering mit der Leistung. Der Faktor deduktive Einstiegsmethode korreliert mit Interesse und Leistung signifikant negativ, nicht aber mit der Note. Analog hängen eine starke Orientierung des Unterrichts an der Fachsystematik und eine hohe Mathematisierung signifikant negativ mit Leistungen und Noten zusammen, während zu den Erwartungen keine Beziehung besteht.

Tabelle 7.2: Korrelationen zwischen Didaktik und Erwartungen an zukünftigen Physikunterricht und Leistungen in Physik

	N	M	Std Dev	Residual Erwartung	Erwartung an zukünftigen Physikunterr.	Leistungstest Optik	Leistungstest Kinematik	Leistungen in Optik und Kinematik	Zeugnisnote 1. Semester	Zeugnisnote 2. Semester
Didaktik										
Anknüpfen an Vorwissen	495	2.39	0.49	.34***	.45***	.18***	.09	.17***	.24***	.09
Schülerorientierung	493	2.40	0.48	.29***	.34***	.01	.00	.01	.16***	.08
Nutzen für Alltag und andere Fächer	499	2.63	0.45	.30***	.34***	.09	.10*	.13**	.13**	.06
Alltags- und Phänomenbezug	486	2.65	0.52	.24***	.25***	.05	.13*	.12*	.07	.02
Häufigkeit von Gruppen- und Zusammenarbeit	491	2.25	0.50	.12*	.14**	.11*	.03	.09	.11*	.11*
Deduktive Einstiegsmethode	496	2.16	0.53	-.16	-.17***	-.10*	-.23***	-.21***	-.09	-.04
Fachsystematik und Mathematisierung	497	2.72	0.44	.03	.02	-.17***	-.13**	-.19***	-.14**	-.16***

Fortsetzung der Tabelle 7.2

Themen	N	M	Std Dev	Residual Erwartung	Erwartung zukünft. Physikunter.	Leistungstest Optik	Leistungstest Kinematik	Leistungen in Optik und Kinematik	Zeugnisnote 1. Semester	Zeugnisnote 2. Semester
Physikunterricht und Gesellschaft	503	3.01	0.66	.03	.12**	-.02	-.08	-.06	.02	.03
Physikunterricht und Alltagsbezug	503	2.81	0.70	.06	.15***	-.01	-.03	-.02	.06	.04
Physikunterricht und Wissenschaft	503	3.89	0.52	.16***	.18***	.04	.04	.06	-.02	.04
Physik als Erlebnis	503	3.23	0.58	.26***	.37***	.11*	.04	.10*	.12**	.10*
Unterrichtsformen (Faktoren)										
Fallstudie, Werkstatt, Leitprogramm, Tutorium	499	2.08	0.72	.01	.04	-.01	-.14**	-.09*	.02	.08
Diskussion und Schülerversuche	501	2.59	0.68	.06	.12**	.06	-.05	.00	.15**	.09
Vorträge und Projektarbeit	500	2.57	0.90	-.06	-.08	.04	.00	.02	.06	.03
Unterrichtsgespräch, Lehrvortrag, -experimente	501	3.65	0.52	.04	.04	-.06	-.08	-.06	-.05	-.04

Fortsetzung der Tabelle 7.2

	N	M	Std Dev	Residual Erwartung	Erwartung an zukünftigen Physikunterr.	Leistungstest Optik	Leistungstest Kinematik	Leistungen in Optik und Kinematik	Zeugnisnote 1. Semester	Zeugnisnote 2. Semester
Unterrichtsformen (Einzelitems)										
Unterrichtsgespräch	500	3.67	.75	.08	.04	-.05	-.02	-.03	.01	-.06
Diskussion unter Schülerinnen und Schüler	501	2.62	.97	.18***	.22***	.03	-.03	.00	.16***	.12**
Lehrer-Vortrag	495	3.51	.85	-.08	-.10*	-.06	-.13**	-.10*	-.07	-.07
Lehrer-Experimente	499	3.77	.74	.10	.10*	.01	.00	.01	-.03	.04
Stillarbeit von Schüle- rinnen und Schülern	500	2.68	.87	.03	.04	.01	-.05	-.01	-.01	.03
Kleine Schüler-Versuche	501	2.87	.90	.04	.10*	.10*	.00	.06	.11*	.10*
grössere Schüler-Versuche	499	2.45	1.12	-.01	.03	.05	-.02	.02	.07	.06
einfache Schüler-Versuche als Hausaufgaben	499	2.41	1.00	-.04	.00	-.03	-.09	-.07	.07	-.04
Schüler/-innen-Vorträge	498	2.71	1.01	-.08	-.10*	.01	.04	.04	.05	.05
Projektarbeit	498	2.43	1.07	-.03	-.04	.05	-.04	.00	.05	.01
Fallstudie	499	2.14	.96	.00	.04	.00	-.11*	-.07	.02	.07
Leitprogramm	496	2.21	.96	.01	.03	.03	-.08	-.04	.05	.09
Werkstatt-Unterricht	498	2.05	.99	.00	.00	-.04	-.06	-.06	-.03	.06
Tutorium/Lernpartner- schaft	499	1.91	.96	.03	.04	.00	-.16***	-.10*	.03	.04

Die **Unterrichtsformen** korrelieren durchwegs gering mit Erwartung, Leistung und Noten. Es könnte sein, dass die Items, die im Fragebogen ohne Erläuterung genannt worden sind, von den Schülerinnen und Schülern nicht oder ungenau verstanden wurden. Trendmässig schneiden Diskussionen zwischen den Schülerinnen und Schülern und Schülerversuche am besten ab, während der traditionelle Unterricht (operationalisiert als Unterrichtsgespräch und Lehrervortrag) eher negative Korrelationen zu Motivation und Leistungen zeigt. Interessant ist, dass auch das Lehrerexperiment in signifikanter positiver Beziehung zur Erwartung an den zukünftigen Physikunterricht steht.

Was die Wissenstests anbelangt, so korreliert einzig das Item kleine Schülerversuche positiv, und zwar mit dem Wissenstest Optik ($r = .10$; $p < .05$). Diskussionen zwischen den Schülerinnen und Schülern und kleine Schülerversuche korrelieren positiv mit den Noten. Sowohl mit den Erwartungen als auch mit den Leistungen signifikant *negativ* korreliert die Häufigkeit von Lehrervorträgen. Obwohl der Lehrervortrag bis heute die am häufigsten verwendete Unterrichtsform im Gymnasium ist, ist sie offensichtlich weder interessesteigernd noch leistungsfördernd. Im Gegenteil, ihr Effekt ist sogar gegenteiliger Art. Auch hier sind aber die Korrelationen trotz Signifikanz eher gering. Schülervorträge korrelieren wider Erwarten signifikant negativ mit den Erwartungen ($r = -.10$). Erstaunlicherweise korrelieren auch Fallstudie und Tutorium/Lernpartnerschaft negativ, wenn auch relativ gering mit dem Wissenstest Kinematik.

Als genereller Eindruck bleibt, dass die Unterrichtsformen in der vorliegenden Operationalisierung schwach mit Motivation und Leistung zusammenhängen. Die eher unerwarteten Effekte bei den Vorträgen von Schülerinnen und Schülern und bei der Lernpartnerschaft deuten wir dahingehend, dass das Fach Physik ein Mindestmass an Strukturierung des Stoffes voraussetzt, die notwendigerweise von der Lehrkraft zu leisten ist.⁴ Der negative Effekt ist also vor allem ein Zuhörereffekt. Bei einem schwierigen und komplexen Thema ist jedoch naheliegend, dass die Schülerinnen und Schüler mit der doppelten Aufgabe, das Thema zu verstehen und gut zu vermitteln, überfordert sein dürften. Die eher positive Beurteilung der Lehrer-Experimente spricht ebenfalls für die wichtige Rolle, die der Lehrkraft als Organisatorin des Lernstoffes im Physikunterricht zukommt.

Als vorläufiges **Fazit** kann festgehalten werden, dass zwischen den Unterrichtsformen und den Erwartungen und Leistungen nur trendmässige Zusammenhänge gefunden werden konnten, dass hingegen die im engeren Sinne didaktischen Kriterien Anknüpfen an das Vorwissen, Schülerorientierung, Nutzen für den Alltag und andere Fächer sowie Physik als Erlebnis bedeutsame Merkmale eines Physikunterrichts sind, der dem Interesse und den Leistungen von Schülerinnen und Schülern förderlich ist. Ein deduktiver Einstieg und eine hohe Fachsystematik und Mathematisierung interagieren hingegen deutlich negativ mit Interesse und Leistung.

⁴ Wie die Ergebnisse der Evaluation der beiden Unterrichtseinheiten durch die Schülerinnen und Schüler zeigt, sind die Vorträge von den *Vortragenden* selbst positiv beurteilt worden, jedoch weniger von den Zuhörenden (vgl. Tab. 3.37 im Band Entwicklung und Analyse der Erhebungsinstrumente).

7.2.2.2 Hypothese 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.

Auch bei der Überprüfung dieser Hypothese stützen wir uns auf die subjektive Sicht der Schülerinnen und Schüler. Die Korrelationen zwischen der Beurteilung der Lehrperson und den Erwartungen und Leistungen finden sich in Tabelle 7.3.

Wie Tabelle 7.3 zeigt, korrelieren die Urteile über die Lehrperson bzw. deren Unterrichtsführung durchwegs hoch und statistisch signifikant mit den beiden Motivationsindikatoren und den Noten. Etwas geringer, aber zum grossen Teil ebenfalls signifikant sind die Korrelationen mit den Leistungen in den Wissenstests. Besonders ausgeprägt sind die Korrelationen mit der Erwartung an den zukünftigen Physikunterricht und mit dem Residual Erwartung bei den Faktoren Erklärungskompetenz der Lehrkraft und Fähigkeit der Lehrkraft zur Vermittlung von Lerninhalten einerseits und bei der Zufriedenheit mit dem Unterricht und der Zufriedenheit mit der Lehrperson andererseits (Korrelationen um $r = .50$). Die Korrelationen mit den Noten bewegen sich um knapp $r = .20$. Dagegen korrelieren die Faktoren autoritärer Führungsstil und Benachteiligung durch die Lehrperson signifikant negativ mit der Erwartung und den Noten. Dieser letzte Befund korrespondiert mit dem im Kapitel 7.2.2.1 berichteten Ergebnis, wonach die Schülerorientierung in positiver Beziehung mit Erwartungen und Leistung steht. Schwache und statistisch nicht signifikante Zusammenhänge zeigen sich beim Faktor Ungleichbehandlung der Geschlechter.

Nach diesen univariaten Ergebnissen kann von der Beurteilung der Lehrperson und ihrer instrumentell-kognitiven wie sozial-emotionalen Unterrichtskompetenz erstaunlich zuverlässig auf Motivation und Leistung der Schülerinnen und Schüler geschlossen werden. Insbesondere die Erklärungskompetenz der Lehrperson und deren Fähigkeit zur Vermittlung von Lerninhalten scheinen wichtige Prädiktoren zu sein, deren Schulung aber nicht Gegenstand unserer Intervention war.

Tabelle 7.3: Korrelationen zwischen Beurteilung der Lehrperson und Erwartungen und Leistungen in Physik

	N	M	s	Residual Erwartung	Erwartung an zukünftigen Physikunterr.	Leistungstest Optik	Leistungst. Kinematik	Leistungen Optik und Kinematik	Zeugnisnote 1. Semester	Zeugnisnote 2. Semester
Beurteilung der Lehrperson										
Zufriedenheit mit der Lehrperson	504	2.66	0.60	.41***	.45***	.09*	.11*	.12**	.13**	.19***
Ungleichbehandlung der Geschlechter	472	1.56	0.52	-.08	-.09	-.04	.05	.01	-.04	-.06
Benachteiligung durch Lehrperson, individ. untersch. Behandlung	505	1.83	0.44	-.26***	-.27***	-.10*	-.06	-.10*	-.14**	-.17***
Autoritärer Führungsstil	505	2.32	0.44	-.24***	-.28***	-.11*	-.05	-.09	-.16***	-.21***
Zufriedenheit mit dem Unterricht	488	2.31	0.63	.41***	.47***	.06	.14**	.13**	.14**	.15***
Erklärungskompetenz	505	2.52	0.69	.46***	.49***	.05	.11*	.10*	.13**	.20***
Fähigkeit zur Vermittlung von Lerninhalten	499	2.54	0.54	.48***	.52***	.06	.11*	.10*	.19***	.21***

7.2.2.3 Hypothese 3: Auserschulische Erfahrungen

Häufige außerschulische Tätigkeiten und Erfahrungen im Kontext von Physik und Technik dürften mit hohem Interesse und hohen Leistungen korrespondieren. Solche außerschulischen Tätigkeiten sind freiwillig und intrinsisch motiviert. Sie sind einerseits Ausdruck von Interesse an der Sache, sie fördern andererseits das schulische Interesse und das Verständnis für physikalische Zusammenhänge, was sich leistungssteigernd auswirken dürfte. Wir postulieren also eine Wechselwirkung zwischen schulischer und außerschulischer Motivation.

Zur Überprüfung unserer dritten Hypothese werden die Angaben der Schülerinnen und Schüler zu außerschulischen Tätigkeiten und Erfahrungen sowie ihre Begeisterung und ihr Selbstwert 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. Tab. 7.4).

Generell fällt auf, dass nur sehr wenige signifikante Korrelationen auftreten. Diese betreffen vor allem die personbezogenen Erwartungen, aber nicht deren Veränderung (Residual Erwartung). Zu den Ergebnissen im einzelnen:

Freizeitaktivitäten: Das Ausmass 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 und den Noten. Haushalts- und Betreuungstätigkeiten korrelieren hingegen negativ mit der Erwartung an den zukünftigen Unterricht und der Leistung in den Wissenstests. Traditionell weibliche Tätigkeiten sind offenbar mit einer hohen Motivation für den Physikunterricht unverträglich.

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.

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 (s. auch Tab. 7.1), finden wir keine Beziehung zwischen der Begeisterung für Naturphänomene und den Erwartungen. Die Testleistungen korrelieren sogar negativ mit der Begeisterung für Naturphänomene.

Selbstwert: Depressivität korreliert in der Schlusserhebung negativ, Selbstzufriedenheit positiv mit der Motivation, im Falle der Selbstzufriedenheit auch mit deren Veränderung. Die entsprechenden Werte für den Selbstwert in der Eingangserhebung weisen in die gleiche Richtung, sind aber schwächer. Keine Korrelationen finden wir zwischen dem Selbstwert und den Leistungen. Globaler Selbstwert und Leistungen im Physikunterricht zeigen generell keine bedeutsamen Zusammenhänge.

Tabelle 7.4: Korrelationen zwischen Freizeitaktivitäten, Erfahrungen, Begeisterung und Selbstwert und Erwartungen an zukünftigen Physikunterricht und Leistungen in Physik

	N	M	Std Dev	Residual Erwartung	Erwartung an zukünftigen Physikunterr.	Leistungstest Optik	Leistungstest Kinematik	Leistungen in Optik und Kinematik	Zeugnisnote 1. Semester	Zeugnisnote 2. Semester
Freizeitaktivitäten										
Technische Freizeitaktivitäten t1	578	2.14	0.76	.01	.12**	.03	.00	.03	.06	-.03
Haushalts- und Betreuungstätigkeiten t1	581	3.25	0.79	-.02	-.09*	-.11**	-.13**	-.14**	.00	-.05
Technische Freizeitaktivitäten t2	504	2.27	0.79	.01	.10*	.01	-.02	.00	.06	-.03
Haushalts- und Betreuungstätigkeiten t2	504	3.27	0.85	-.08	-.10*	-.13**	-.13**	-.14**	.02	-.05
Erfahrungen										
Mediale Erfahrungen mit Physik und Technik t1	578	1.87	0.68	.06	.25***	.10*	.10*	.13**	.09*	.07
Erfahrungen mit technischen Geräten und Baukästen t1	576	1.63	0.62	-.01	.14**	.08*	.02	.06	.07	-.02

Fortsetzung der Tabelle 7.4

	N	M	Std Dev	Residual Erwartung	Erwartung an zukünftigen Physikunterr.	Leistungstest Optik	Leistungstest Kinematik	Leistungen in Optik und Kinematik	Zeugnisnote 1. Semester	Zeugnisnote 2. Semester
Mediale Erfahrungen mit Physik und Technik t2	506	2.11	0.78	.24***	.37***	.12**	.07	.13**	.13**	.13**
Erfahrungen mit technischen Geräten und Baukästen t2	503	1.67	0.70	.03	.15***	.01	.02	.04	.02	.01
Begeisterung für Natur und Technik										
Begeisterung für Naturphänomene t1	580	3.97	0.69	-.02	-.05	-.09*	-.09*	-.10*	-.05	-.06
Begeisterung für Technik t1	578	2.77	0.78	.07	.25***	.04	.05	.07	.04	-.02
Begeisterung für Naturphänomene t2	506	4.02	0.72	-.03	-.07	-.07	-.13**	-.12*	-.01	-.09
Begeisterung für Technik t2	505	2.86	0.84	.15***	.30***	.06	.06	.08	.08	.00
Selbstwert										
Depressivität t1	574	2.07	0.81	-.01	-.09	.01	.04	.04	.01	-.02
Selbstzufriedenheit t1	574	4.84	0.66	.03	.10*	-.06	-.05	-.07	.03	.04
Depressivität t2	500	2.03	0.81	-.07	-.14**	-.04	.06	.03	-.06	-.03
Selbstzufriedenheit t2	499	4.83	0.69	.10*	.16***	.01	-.08	-.06	.04	.01

Fazit: Technische Freizeitaktivitäten, mediale Erfahrungen mit Physik und Technik, Begeisterung für Technik und hohe Selbstzufriedenheit bei geringer Depressivität sind ausserschulische Faktoren, die sich in univariaten Tests als bedeutsam für die Erwartung an den Physikunterricht und ein wenig schwächer für die Leistung im Physikunterricht herausstellen. Wobei die Variablenwerte bei den Schülern etwas ausgeprägter sind als bei den Schülerinnen (vgl. Tab. 6.10).

7.2.2.4 Hypothese 4: Einstellung der Eltern

Wir erwarten, dass die Einstellung der Eltern und ihre Kenntnisse in Physik in positiver Beziehung zu Erwartung und Leistung der Schülerinnen und Schüler im Physikunterricht stehen. Wenn die Eltern viele Kenntnisse in Physik besitzen und dem Fach hohe Bedeutung beimessen, dürfte sich diese Haltung auf die Kinder übertragen.

Die Pearson-Korrelationen für die Überprüfung unserer vierten Hypothese sind in der Tabelle 7.5 zusammengestellt. Wie im Falle der Daten über den Unterricht und die Lehrkräfte haben wir es bei den Daten über die Eltern mit Urteilen in der Perspektive der befragten Schülerinnen und Schüler zu tun.

Die Physikkenntnisse der Mutter, aber auch diejenigen des Vaters korrelieren signifikant und relativ hoch mit den Erwartungen und der ersten Zeugnisnote, nicht aber mit der erbrachten Leistung in den Wissenstests und der zweiten Zeugnisnote. Einen ausserordentlich starken Prädiktor für Motivation und Leistung bildet die Leistungserwartung der Eltern an ihre Kinder. Die Korrelation steigt hier auf $r > .50$ bei der Erwartung an den zukünftigen Unterricht, was einem erstaunlich hohen Zusammenhang entspricht. Auch der Faktor 'Bedeutung des Schulfachs Physik im Urteil der Eltern' korreliert stark mit den Erwartungen ($r > .36$), schwächer, aber noch signifikant mit den Wissenstests und der Zeugnisnote im ersten Semester.

Die Eltern sind bezüglich des Physikunterrichts wichtige Bezugspersonen der Schülerinnen und Schüler, die auf deren Motivation und Leistung einen zentralen Einfluss ausüben. Dies ist ein umso bedeutsameres Ergebnis, als wir bei der Diskussion möglicher familiärer Vorbilder eine geringe Bedeutung des Faktors Vorbild feststellen mussten (vgl. Kap. 2.1.4 und 3.4.6). Das Ergebnis ist aus einem weiteren Grund bedeutsam: Es gibt keinen Geschlechtereffekt, 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!

Tabelle 7.5: Korrelationen zwischen Physik im Urteil der Eltern und Erwartungen an zukünftigen Physikunterricht und Leistungen in Physik

	N	M	Std Dev	Residual Erwartung	Erwartung an zukünftigen Physikunterr.	Leistungstest Optik	Leistungstest Kinematik	Leistungen in Optik und Kinematik	Zeugnisnote 1. Semester	Zeugnisnote 2 Semester
Physikkenntnisse Eltern										
Physikkenntnisse Vater	492	2.41	0.64	.15***	.23***	.04	-.03	.01	.12**	.08
Physikkenntnisse Mutter	502	1.75	0.50	.22***	.32***	.02	-.01	.01	.09*	.07
Physikunterricht und Physikleistungen im Urteil der Eltern										
Bedeutung des Schulfachs Physik	496	2.61	0.51	.29***	.38***	.10*	.10*	.12**	.14**	.09
Leistungserwartung im Physikunterricht	489	2.33	0.40	.40***	.56***	.30***	.26***	.34***	.43***	.39***
Geschlechtervorurteil und Interesse für Physikleistungen	501	2.54	0.23	.00	-.01	-.04	-.05	-.06	-.01	.02

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

7.2.3 Ein Bedingungsnetz der Motivation

In den vorausgehend dargestellten univariaten Analysen konnten wichtige Bedingungen für Motivation und Leistung im Physikunterricht identifiziert werden. Es ist uns gelungen, sowohl bedeutsame schulische Variablen (Didaktik, Kompetenzen der Lehrperson, Unterrichtsformen) als auch einflussreiche ausserschulische Faktoren (Freizeitaktivitäten und Erfahrungen, Begeisterung und Einstellung der Eltern) auszumachen. Erwartungsgemäss interagieren Motivation und Leistung von Schülerinnen und Schülern im Physikunterricht mit einer Vielzahl von Faktoren und müssen im Verhältnis zueinander betrachtet werden. Der Vergleich der Korrelationen gibt erste Hinweise über die Gewichtung der einzelnen Prädiktoren, erlaubt es aber nicht, die komplexen Wechselbeziehungen genau abzubilden. Zu diesem Zweck wollen wir im folgenden versuchen, auf der Basis ausgewählter Variablen ein Bedingungsnetz zu entwickeln, das modellartig die Wechselwirkungen verschiedener Determinanten von Motivation und Leistung im Physikunterricht erklären kann.

Es werden mit Strukturgleichungen Prädiktoren für die Erwartung an den zukünftigen Physikunterricht gesucht. Im Unterschied zu Kapitel 3 geht es nicht mehr nur um vor- und ausserschulische Faktoren, sondern um ein Gesamtmodell, bei dem insbesondere auch Variablen des Unterrichts (Didaktik und Lehrperson), der Familie (Einstellung der Eltern) und des Selbstkonzepts in Konkurrenz zur Eingangerwartung an den Physikunterricht berücksichtigt werden. Um die Analysen zu vereinfachen, soll das Messmodell Wissenstest unberücksichtigt bleiben. Wir beschränken uns also auf die Erarbeitung eines Modells für die Motivation und vernachlässigen die Leistung.

Die Erwartung an den zukünftigen Physikunterricht ist in unserer Konzeptualisierung insbesondere durch hohes Interesse am Schulfach, verbunden mit hoher Einschätzung persönlicher Leistungsfähigkeit in diesem Fach, bestimmt. Wir vermuten, dass diese Erwartung während der ersten 40 Lektionen in Physik recht stabil bleibt, aber von Beginn an durch das Geschlechtsselbstkonzept geprägt ist. Sich als weiblich wahrzunehmen, dürfte aufgrund der bisherigen Analyse unserer Daten zu einer geringen Erwartungshaltung selbst vor Beginn des ersten Physikunterrichts führen.

Erwartungen werden aber durch eine Vielzahl von Faktoren moderiert. Wir unterscheiden didaktische Variablen, Variablen der Lehrerbeurteilung und Elternvariablen. In Abweichung vom Modell, das wir im Kapitel 3 erarbeitet haben, schliessen wir im jetzigen Kontext die ausserschulischen Erfahrungen und Tätigkeiten aus. Es folgt eine Diskussion der beigezogenen Konzepte.

- Didaktische Variablen können von den Schülerinnen und Schülern nur zum Teil beeinflusst werden. So bleibt die Wahl der Unterrichtsform in der Hand der Lehrperson. Die Häufigkeit von Gruppenarbeiten bzw. anderen Formen der Zusammenarbeit ist abgesehen von vernachlässigbaren interindividuellen Wahrnehmungsverzerrungen von der eigenen Erwartungshaltung an den Unterricht unbeeinflusst. Gruppenarbeiten erfüllen verschiedene Kriterien eines „mädchengerechten“ Unterrichts, indem sie kommunikativ sind und die Alltagssprache verwenden. Neben Gruppenarbeiten bildet die Ausrichtung des Unterrichts an den Vorerfahrungen und am Vorwissen der Schülerinnen und Schüler ein

weiteres Leitkonzept eines „mädchengerechten“ Unterrichts und dürfte die Erwartung an das Fach verbessern.

- Wir wählen zwei Kriterien der Lehrerbeurteilung: Zufriedenheit mit der Lehrperson und autoritärer Führungsstil. Schülerinnen und Schüler sind mit ihrer Lehrperson zufrieden, wenn ihre Bedürfnisse wahrgenommen und anerkannt werden und wenn der Unterricht seine Ziele erreicht. Wir vermuten, dass eine positive Lehrerbeurteilung zu hohen Erwartungen an das Fach und zu einer erhöhten Leistungsbereitschaft führt. Wird hingegen der Unterricht zu autoritär organisiert, so dass die Jugendlichen ihre Anliegen nicht einbringen können und sich fremdbestimmt fühlen, dürfte die Zufriedenheit mit der Lehrperson abnehmen. Wir gehen davon aus, dass ein partizipativer Unterrichtsstil zu einer höheren Zufriedenheit mit der Lehrperson führt und die Motivation fördert.
- Die Erwartung an den Unterricht wird offensichtlich von Einstellungen der Eltern mitbeeinflusst. Wenn die Eltern einem Fach hohe Bedeutung beimessen, dürfte dies nicht bloss die Erwartungen der Jugendlichen steigern, sondern darüber hinaus einen starken Moderatoreffekt bei der Beurteilung des Unterrichts und der Lehrperson haben. Die Elternpartizipation wird hier also weniger als aktives Engagement am Schulleben verstanden, deren fördernde Wirkung nach Griffith (1996) gerade im Jugendalter umstritten ist, sondern als Referenzpunkt der Bewertung des Schulfaches Physik.

Das skizzierte Modell ist mit Strukturgleichungen, die auf der Varianz-Kovarianz-Matrix der jeweiligen Indikatoren basieren, überprüft worden. Zum besseren Verständnis wird die Interkorrelationsmatrix der ausgewählten Faktoren dargestellt (vgl. Tab. 7.6). Aus der Eingangserhebung wurden nur die Konzepte personbezogene Erwartungen an den Physikunterricht und Femininität beigezogen. Auf das Konzept Maskulinität haben wir zur Verminderung von Redundanz verzichtet. Die einschlägigen Items wurden ungleich häufig beantwortet, so dass in der multivariaten Analyse nur noch eine Stichprobe von $N = 358$ resultierte, obwohl die einzelnen Faktoren von durchschnittlich etwa 500 Jugendlichen beantwortet worden sind.

Tabelle 7.6: Korrelationsmatrix zwischen den Faktoren des Gesamtmodells

	N	M	Std. dev	1	2	3	4	5	6	7	8
1 Personbez. Erwartung an Physikunterricht	576	2.25	2.47	1.00	.48***	-	.02	.30***	.06	.19***	-.11*
2 Erwartung an zukünftigen Physikunterricht	504	2.35	0.53	1.00	1.00	-.11*	.38***	.45***	.14**	.45***	-.28***
3 Femininität	578	3.91	0.46	1.00	1.00	1.00	-.10*	-.04	.03	-.06	.01
4 Bedeutung des Schulfaches Physik im Urteil der Eltern	496	2.61	0.51	1.00	1.00	1.00	1.00	.41***	.05	.25***	-.17***
5 Anknüpfen an Vorwissen	495	2.39	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.25***	.33***	-.24***
6 Häufigkeit von Gruppen- und Zusammenarbeit	491	2.25	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	.19***	-.27***
7 Zufriedenheit mit Lehrperson	504	2.66	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-.61***
8 Autoritärer Führungsstil	505	2.32	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001

Tabelle 7.6 belegt mit einer univariaten Pearson-Korrelation von $r = .48$ die recht hohe Stabilität der Erwartungen zwischen Eingangerhebung und Schlusserhebung. Die Erwartungen an den zukünftigen Physikunterricht korrelieren erwartungsgemäss mit allen ausgewählten Faktoren signifikant, mit Femininität allerdings nur knapp ($r = -.11$; $p < .05$).

Für die Modellrechnung wurden analog zum Vorgehen, wie wir es in Kapitel 3 beschrieben haben, die Items für alle latenten Variablen unter Berücksichtigung der Faktorladungen zu drei Gruppen zusammengefasst, so dass alle Items vergleichbare Reliabilitätswerte aufweisen (Faktorenladungen sind im Band Entwicklung und Analyse der Erhebungsinstrumente einsehbar). Die Berechnung durchlief in Anlehnung an Grob, Flammer und Wearing (1995) vier Schritte:⁵

1. Beim Null-Modell entsprechen alle latenten Variablen den Indikatoren, ohne dass Korrelationen zwischen den latenten Variablen zugelassen werden. Dieses Modell weist erwartungsgemäss sehr schlechte Gütekriterien auf (vgl. Tab. 7.7).
2. Beim Modell 2 wurden die Indikatoren den erwarteten latenten Variablen zugeordnet, aber keine Korrelationen zwischen den Indikatoren oder zwischen den latenten Variablen geschätzt. Gemäss Tabelle 7.7 führt diese Modifikation zu einer signifikanten Abnahme des χ^2 -Wertes. Die Zuordnung der Indikatoren zu den erwarteten latenten Variablen führt also zu einer sehr wesentlichen Verbesserung des Modells, selbst wenn die verlorenen Freiheitsgrade berücksichtigt werden. Die Gütekriterien dieses Modells sind nach wie vor schlecht.

Tabelle 7.7: Gütekriterien der Gesamtmodelle

	Chi ²	df	p	GFI	AGFI	RMS	Chi ² /df	Chi ² change
1. Null-Modell	5191.6	276	<.001	.399	.346	.096	18.8	-
2. Messmodelle	816.6	250	<.001	.82	.78	.07	3.26	4375; p<.001
3. Messmodelle mit geschätzten Psi-Pfaden	246.7	222	.12	.945	.925	.016	1.11	569; p<.001
4. Erwartetes Modell	255.0	234	.17	.943	.927	.018	1.09	8.3; n.s.

df: degree of freedom; GFI: Goodness of fit-Index; AGFI: Adjusted goodness of fit Index; RMS: Root-mean-square

3. Beim dritten Modell wurden die erwarteten Messmodelle definiert und sowohl die Varianzen wie auch die Kovarianzen zwischen den latenten Variablen geschätzt. Dieses Modell führt wiederum unter Berücksichtigung der verlorenen Freiheitsgrade zu einer signifikanten Abnahme des χ^2 -Wertes und weist akzeptierbare Gütekriterien und einen nicht-signifikanten χ^2 -Wert auf.

⁵ Wir danken Herrn PD Dr. Alexander Grob für seine hilfreiche Methodenberatung bei der Modellprüfung.

4. Das vierte Modell ist das postulierte Modell. Es weist tendenziell, aber nicht signifikant bessere Gütekriterien – gemessen an der Veränderung des χ^2 -Wertes – wie das Modell drei auf. Es ist aber im Sinne einer Verringerung der Freiheitsgrade sparsamer und es ist theoriegeleitet konstruiert worden. Im Unterschied zu Modell drei weist es keine nicht-signifikanten Pfade auf. Es ist daher dem Modell drei überlegen und wird nun beschrieben (vgl. Abb. 7.2).

Alle dargestellten Pfade sind standardisiert und signifikant ($p < .05$). Während Femininität und personbezogene Erwartung in der Eingangserhebung gemessen worden sind, stammen die anderen Messmodelle aus der Schlusserhebung. Die Erwartung an den zukünftigen Unterricht wird zu 52% erklärt. Dafür verantwortlich sind die personbezogene Erwartung aus der Eingangserhebung und indirekt negativ die Femininität, aber auch die Bedeutung der Physik im wahrgenommenen Urteil der Eltern, die Zufriedenheit mit der Lehrperson und die didaktische Variable ‚Anknüpfen an das Vorwissen‘.

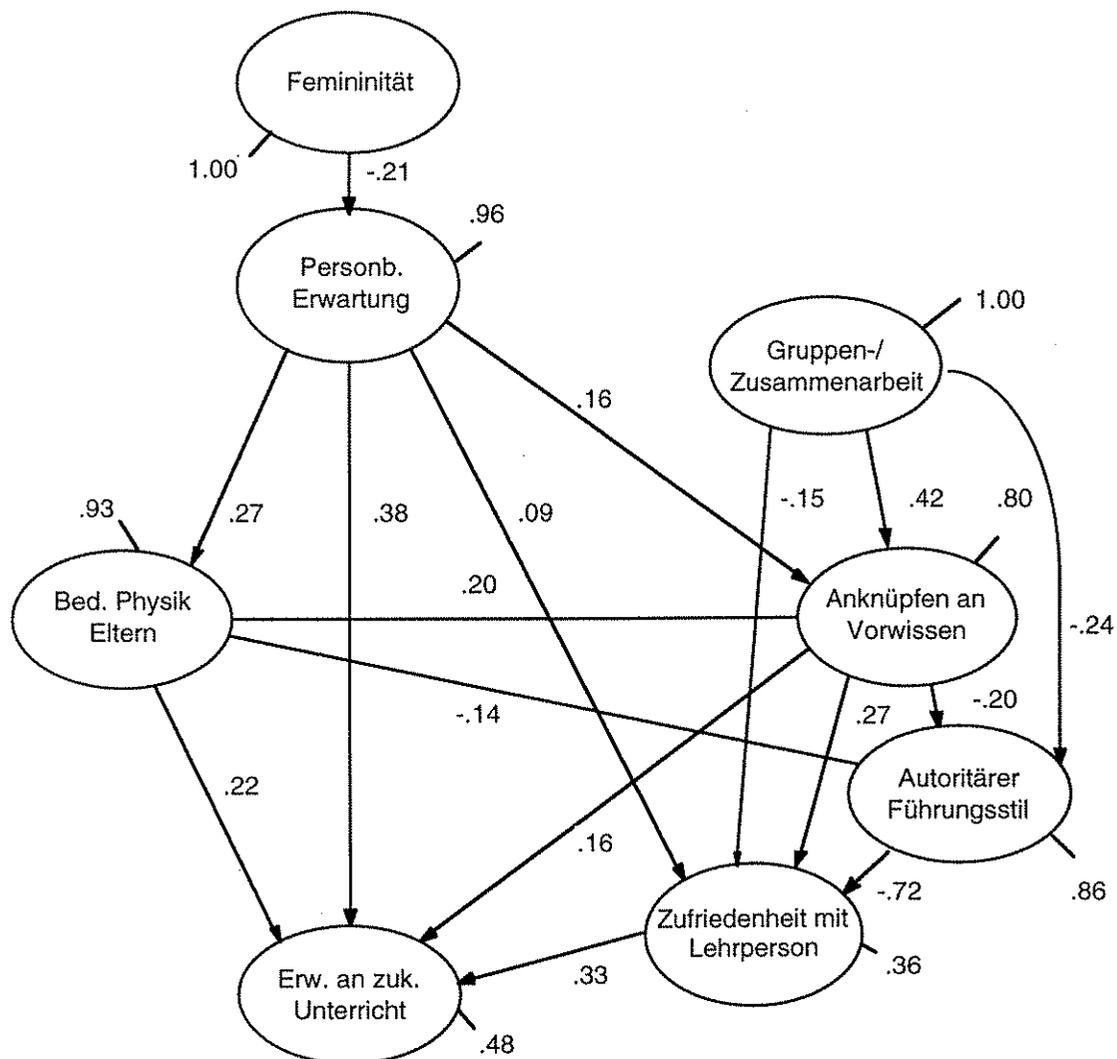


Abbildung 7.2 Bedingungsnetz zur Erklärung von Erwartungen
($\chi^2=255.0$; $df=234$; $p=.17$; $GFI=.943$; $AGFI=.927$; $RMS=.018$; $N=358$)

Auf der Seite des Unterrichts fällt der negative Pfad ($\beta = -.15$) von der Häufigkeit von Gruppenarbeiten zur Zufriedenheit mit der Lehrperson auf. Zwischen diesen Variablen ist die univariate Korrelation positiv geworden (vgl. Tab. 7.6). Tatsächlich finden wir diese positive Beziehung unter Vermittlung der Variable Anknüpfen an das Vorwissen auch. Wenn viele Gruppenarbeiten durchgeführt werden, berichten die Jugendlichen, dass an ihr Vorwissen und ihre Erfahrungen angeknüpft wird, was ihre Zufriedenheit mit der Lehrperson erhöht. Der Zusammenhang zwischen den drei Konzepten ist möglicherweise so zu verstehen, dass Gruppenarbeit dazu verwendet wird, um das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler aufzuarbeiten. Damit erhöht sich die Qualität des Unterrichts, was die Schülerinnen und Schüler zufriedener stimmt. Gruppenarbeiten *per se* führen zu einer negativen Beurteilung der Lehrperson, möglicherweise weil damit die Lehrperson als untätig und bequem wahrgenommen wird und sich vordergründig die Jugendlichen zu wenig unterstützt und angeleitet fühlen. Die ambivalente Wirkung von Gruppenarbeiten verstärkt sich im indirekten Effekt über den autoritären Führungsstil. Gruppenarbeiten stehen in Beziehung zum Eindruck einer wenig autoritären Lehrperson, was zur Zufriedenheit mit der Lehrperson führt ($\beta = -.72$). Die Zufriedenheit wirkt sich ihrerseits positiv auf die Erwartung aus.

Die Bedeutung, die Eltern – nach Meinung der Jugendlichen – dem Physikunterricht beimessen, zeigt eine moderierende Wirkung bei der Erklärung der Erwartung an den zukünftigen Unterricht. Einerseits besteht eine direkte Beziehung zwischen der positiven Beurteilung des Physikunterrichts durch die Eltern und der Erwartungshaltung der Kinder ($\beta = .22$). Andererseits steht die Einstellung der Eltern mit der Erfahrung von Jugendlichen in Wechselwirkung, dass an ihr Vorwissen angeknüpft wird ($\text{Psi} = .20$), was sich ebenfalls als positive Bedingung einer hohen Erwartung erweist ($\beta = .16$). Wenn Eltern die Physik als bedeutsam beurteilen, dann wird ausserdem der Führungsstil der Lehrperson als weniger autoritär wahrgenommen ($\text{Psi} = -.14$), wobei allerdings über die Richtung der Beziehung nicht eindeutig entschieden werden kann. Über die beiden Moderatoren Anknüpfen an das Vorwissen und autoritärer Führungsstil bzw. Zufriedenheit mit der Lehrperson beeinflusst die Elternvariable die Erwartung an den zukünftigen Unterricht auch indirekt.

7.3 Diskussion

Wir haben in diesem Kapitel Dimensionen der Motivation miteinander und mit Leistungsindikatoren korreliert. Danach haben wir nach den inner- und ausserschulischen Bedingungen der Motivation und Leistung im Physikunterricht gefragt und dabei didaktische Massnahmen, Kriterien des Lehrerverhaltens, ausserschulische Erfahrungen und Freizeitverhalten der Schülerinnen und Schüler sowie Einstellungen der Eltern untersucht. Schliesslich haben wir ein Bedingungsnetz zur Erklärung der Erwartungen an den zukünftigen Physikunterricht entwickelt und überprüft.

Generell erweist sich ein technikorientiertes Interesse als förderlicher für Motivation und gute Leistungen im Physikunterricht als ein Interesse an Naturphänomenen. Damit bestätigt sich, dass Mädchen, die eher ein phänomenorientiertes Interesse am Physikunterricht zeigen, bei einem technikorientierten Unterricht weniger Chancen haben, ihrer Motivation entsprechend

unterrichtet zu werden. Auch die ausserschulischen Erfahrungen und Aktivitäten von Mädchen, die wenig auf Technik ausgerichtet sind, tragen wenig zum Aufbau von Motivation im Physikunterricht bei (vgl. Tab. 7.4). Eine bedeutsame Massnahme zur Verbesserung der Situation von Mädchen im Physikunterricht liegt deshalb im Anknüpfen am vorhandenen Vorwissen der Schülerinnen und Schüler. Davon profitieren sowohl die Motivation als auch die Leistung. Vergleichbares gilt für einen Phänomen- und Erlebnisbezug des Unterrichts. Von ähnlicher Bedeutung ist das Aufzeigen des Nutzens physikalischen Wissens für den Alltag und für andere Fächer. Umgekehrt erweisen sich sowohl eine enge Orientierung an der Systematik des Faches als auch eine deduktive Einstiegsmethode als kontraproduktiv vor allem für die Leistung, aber auch für die Motivation (vgl. Tab. 7.2).

In motivationaler Hinsicht zeigt sich eine Orientierung an den Schülerinnen und Schülern als förderlich. Diskussionen unter den Schülerinnen und Schülern, Gruppenarbeiten und einfache Schülerversuche stehen in positiver Beziehung sowohl zur Motivation als auch zur Leistung (Noten), während Lehrervorträge in den univariaten Korrelationsanalysen tendenziell eine kontraproduktive Wirkung zeigen. Diese Resultate belegen bekannte didaktische Forderungen für die Sekundarstufe II nach *schüleraktivierenden* Unterrichtsformen.

Die Bedeutung von Schülerdiskussionen und Gruppenarbeit darf aber nicht zum Dogma erhoben werden. Die Analyse der didaktischen Variablen und der Urteile der Schülerinnen und Schüler über die Lehrpersonen zeigt, dass die gelegentlich allzu pauschale Anpreisung „erweiterter Lehr- und Lernformen“ mit Skepsis zu beurteilen ist. Zwar erweist sich die Orientierung des Unterrichts an den Schülerinnen und Schülern (an deren Vorkenntnissen, Interessen, Lernbedürfnissen, Lernstilen etc.) als wesentliche Bedingung eines guten Physikunterrichts. Eine stärkere Schülerorientierung heisst aber nicht, dass sich die Lehrkraft in ihrem Handeln zurücknehmen soll. Wie wir gesehen haben, spielt die Fähigkeit der Lehrperson zur Vermittlung von Lerninhalten und ihre Kompetenz, den Stoff erklären zu können, eine ausserordentlich wichtige Rolle im Urteil der Schülerinnen und Schüler über den erfahrenen Unterricht (vgl. Tab. 7.3).

Da gerade von Mädchen bekannt ist, dass sie den Stoff „verstehen“ wollen (Staberg, 1994, p. 40f.), muss ein „mädchengerechter“ Unterricht kognitiv gut strukturiert sein. Während die Zufriedenheit mit dem Unterricht und der Lehrkraft sowohl mit der Motivation als auch mit der Leistung in positiver Beziehung stehen, ein autoritärer und individuell benachteiligender (ungerechter) Unterrichtsstil dagegen mit beiden Kriterien negativ korreliert, liegt folgende Annahme nahe: Ein guter Physikunterricht muss sowohl den kognitiven als auch den emotionalen Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler entsprechen. Die Schülerorientierung bildet daher keinen Gegensatz zu einem didaktisch gut strukturierten Unterricht. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist auch die negative direkte Beziehung zwischen Gruppenarbeit und Zufriedenheit mit der Lehrperson in unserem Gesamtmodell (vgl. Kap. 7.2.3) genau so zu erklären. Als blosser „erweiterte Lehrform“ ist die Methode der Gruppenarbeit wenig befriedigend, da sie den Erwartungen der Schülerinnen und Schüler auf Lernhilfe nicht gerecht wird und sie stattdessen sich selbst überlässt. Wo Gruppenunterricht dagegen durch die Lehrkraft strukturiert und moderiert wird, da dürfte sie eine wertvolle Verbesserung des Physikunterrichts darstellen.

In ähnlicher Weise haben wir bereits die negativen Korrelationen zwischen Vorträgen von Schülerinnen und Schülern und Partnerarbeit einerseits und der Erwartung an den zukünftigen Physikunterricht andererseits interpretiert (vgl. Kap. 7.2.2.1). In Fächern mit einer anspruchsvollen Wissensstruktur, wie es die Physik eines darstellt, sind Formen freien Lernens und un gelenkter Aktivität fragwürdige Methoden, da sie eher zu Fehlau ffassungen und Hilflosigkeit als zur Stoffbeherrschung führen (Bergqvist & Säljö, 1994; Weinert, 1996; Weinert & Helmke, 1995).

Die Ergebnisse unserer Analysen belegen die Vermutung, dass die Motivation für den Physikunterricht vielfältig bedingt ist. Erstaunlich und unerwartet ist die grosse Bedeutung der Einstellung der Eltern sowohl für die Motivation als auch für die Leistung im Physikunterricht. Das Ergebnis ist auch deshalb unerwartet, weil sich in einer Studie von Häussler und Hoffmann bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I kein Beitrag der elterlichen Unterstützung zur Aufklärung des Sachinteresses am Physikunterricht finden liess (Häussler & Hoffmann, 1995, p. 114).⁶

Dass das Elternverhalten die Schulleistungsentwicklung von Kindern und Jugendlichen nachhaltig beeinflusst, steht allerdings ausser Frage (Booth & Dunn, 1996; Dunton, McDevitt & Hess, 1988; Eccles & Jacobs, 1986; Entwisle & Alexander, 1990; Grolnick & Slowiacek, 1994; Helmke, Schrader & Lehneis-Klepper, 1991; Miller, 1995; Parsons, Adler & Kaczala, 1982; Stöckli, 1989; Visser, 1987). Die Erwartungen der Eltern wirken schon bevor die Kinder erstmals in Physik unterrichtet werden, und sie wirken, während sie Physikunterricht erhalten. Leistungserwartungen von Eltern bilden daher eine sowohl wirksame als auch stabile Determinante kindlichen Leistungsverhaltens in der Schule. Dabei scheint die Wirkung nicht so sehr von den Eltern als Vorbildern auszugehen als von einer förderlichen und unterstützenden familiären Umgebung.

Damit wird einerseits die hohe Bedeutung der Eltern für den Schulerfolg von Kindern bestätigt. Andererseits schreibt unser Gesamtmodell der Motivation den Eltern primär eine moderierende Funktion mit mässig hohen Pfadkoeffizienten zu. Die Lehrpersonen werden ihrer Verantwortung in keiner Weise enthoben, sie vermögen Entscheidendes an die Unterrichtsmotivation beizutragen. Ihre Wirkung wird aber erst in Wechselwirkung mit dem Einfluss der Eltern und deren Einstellung zur Schule optimal. Die Forderung nach einer Zusammenarbeit von Lehrpersonen und Eltern auch auf der Sekundarstufe II erhält durch die Ergebnisse unserer Analysen zusätzliches Gewicht. Auch wenn sie im Fachlehrersystem aufwendig und kompliziert sein mag, so ist sie offensichtlich wirksam.

Weitere Analysen müssten nun versuchen, ausserschulische Faktoren mit schulischen Variablen zu verknüpfen, um ein integrales Modell zur Erklärung von Motivation und Leistung aufzubauen. Die Realisierung dieses Ziels setzt aber eine hohe Datengüte und distinkte Messmodelle voraus und ist in methodischer Hinsicht zweifellos sehr anspruchsvoll.

⁶ Allerdings ist die elterliche Unterstützung bei Häussler und Hoffmann (1995) anders operationalisiert worden als in unserer Studie.

8 Evaluation der Unterrichtseinheiten aus der Sicht der Lehrkräfte

Nachdem wir in den beiden vorausgehenden Kapiteln die Ergebnisse der Intervention analysiert und uns dabei auf Daten der Erhebungen bei den Schülerinnen und Schülern gestützt haben, wollen wir zur Abrundung unserer Auswertungen der Sicht der Lehrkräfte Aufmerksamkeit schenken. Parallel zu den Schülerinnen und Schülern haben wir die Lehrerinnen und Lehrer sowohl zu Beginn als auch am Schluss der Intervention mit standardisierten Instrumenten befragt (vgl. Kap. 2.2.1 und 2.2.5). Da es uns vor allem um die Evaluation der Unterrichtseinheiten und diejenige des Gesamtprojektes geht, die Fragen jedoch gemäss dem ursprünglichen Design der Studie differenziert wurden, beziehen wir uns in diesem und im folgenden Kapitel wiederum auf die Experimentalgruppen I bis III.

Die Lehrkräfte der Experimentalgruppen I, II und III unterrichteten während 40 Lektionen mit den Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik. Die Unterrichtseinheiten waren nach den Kriterien eines mädchengerechten Physikunterrichts von den fünf Lehrpersonen der Experimentalgruppe I und zwei Mitgliedern der Projektgruppe erarbeitet worden (vgl. Kap. 1.3.2). Die Lehrkräfte der Experimentalgruppen II und III übernahmen die Unterrichtseinheiten. Der Sensibilisierungsgrad bezüglich der Problematik des koedukativen Physikunterrichts sollte aufgrund der verschiedenen Massnahmen, die von uns getroffen wurden, bei den Lehrkräften der drei Gruppen unterschiedlich sein (vgl. Kap. 1.3.3).

Im folgenden werden die Ergebnisse der Evaluation der beiden Unterrichtseinheiten aus Sicht der Lehrkräfte dargestellt. Zunächst wird die Durchführung des Unterrichts mit den beiden Unterrichtseinheiten evaluiert (8.1). Danach werden die Wirkungen der Unterrichtseinheiten auf die Mädchen und Jungen überprüft (8.2). Es folgt die Beurteilung der beiden Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik (8.3). Mit einer zusammenfassenden Diskussion wird die Evaluation der Unterrichtseinheiten aus Sicht der Lehrkräfte abgeschlossen (8.4).

8.1 Durchführung des Unterrichts mit den beiden Unterrichtseinheiten

Zu Beginn der Intervention wurden die Lehrpersonen nach ihren Erwartungen an die Unterrichtseinheiten gefragt (Messzeitpunkt t_1). Nach dem Abschluss der beiden Unterrichtseinheiten wurden die Lehrpersonen zu denselben Items erneut befragt (Messzeitpunkt t_2). So konnten wir feststellen, welche Erwartungen die Lehrkräfte hatten, ob diese erfüllt oder nicht erfüllt wurden. Anhand der Mittelwertdifferenzen der entsprechenden Items aus der Eingangs- und Schlusserhebung konnte die Abweichung der prospektiven und retrospektiven Werte festgestellt werden. Da die Datenbasis schmal ist und lediglich die 17 Lehrkräfte der Experimentalgruppen I bis III umfasst, beschränken wir uns auf deskriptiv-statistische Analysen.

Für die Auswertung der Daten wurden die Items der Eingangs- und der Schlusserhebung in drei Kategoriengruppen eingeteilt:

- a) inhaltlich-methodischer Gewinn
- b) Sensibilisierung für Geschlechterdifferenzen
- c) Auswirkungen des Unterrichts mit den Unterrichtseinheiten.

Zunächst wird der inhaltlich-methodische Gewinn der Lehrpersonen evaluiert (8.1.1). Das Ausmass der Sensibilisierung der Lehrkräfte für Geschlechterdifferenzen wird in (8.1.2) analysiert, und den Auswirkungen der Unterrichtseinheiten auf das soziale Umfeld wird in (8.1.3) nachgegangen.

8.1.1 Inhaltlich-methodischer Gewinn

Wir hatten die Lehrpersonen nach dem Erwerb von neuen inhaltlichen Zugängen, Anregungen für ihre zukünftige inhaltliche Unterrichtsgestaltung, neuen Formen der Stoffvermittlung und Anregungen für ihre zukünftige methodische Unterrichtsgestaltung gefragt. Die entsprechenden Items aus dem Fragebogen sind in Tabelle 8.1 aufgeführt. Die Formulierung der Items der Eingangs- und Schlusserhebung lautete nicht ganz gleich. Zum Beispiel *Item 1* aus der Eingangserhebung: „Ich erwarte, dass sich der Unterricht mit diesen beiden Unterrichtseinheiten von meinem bisherigen Unterricht dadurch unterscheidet, dass er neue Zugänge zur Physik eröffnet“, in der Schlusserhebung lautet hingegen das Item zum gleichen Evaluationspunkt: „Der Unterricht mit den beiden Unterrichtseinheiten unterschied sich von meinem bisherigen Unterricht dadurch, dass er neue inhaltliche Zugänge eröffnet hat“. Die in der Tabelle 8.1 gewählten Formulierungen entsprechen insofern nicht exakt den Formulierungen in den Fragebogen.

Die Mittelwerte der Tabelle 8.1 sind nach den Experimentalgruppen differenziert worden. Der prospektive Wert ist die Messung der Eingangserhebung, der retrospektive Wert diejenige der Schlusserhebung.

Tabelle 8.1: Prospektiver und retrospektiver Unterschied des inhaltlich-methodischen Gewinns der Lehrpersonen

Unterschied der beiden Unterrichtseinheiten vom bisherigen Unterricht	Expgr. I		Expgr. II		Expgr. III		Gesamtmittelwert	
	N ₁ = 5		N ₂ = 6		N ₃ = 6		N _{tot} = 17	
Zeitpunkt der Erhebung	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂
1. Mir haben sich neue inhaltliche Zugänge zur Physik eröffnet.	3.20	3.00	2.80	2.20	3.34	3.30	3.11	2.73
2. Der Unterricht hat mir Anregungen für meine zukünftige inhaltliche Unterrichtsgestaltung gegeben.	3.60	3.40	3.17	2.83	3.50	3.50	3.42	3.24
3. Neue methodische Formen der Stoffvermittlung sind mir ermöglicht worden.	3.60	3.60	3.40	3.20	3.67	3.67	3.55	3.49
4. Der Unterricht hat mir Anregungen für meine zukünftige methodische Unterrichtsgestaltung gegeben.	4.00	3.60	3.67	3.50	3.83	3.83	3.83	3.64

Die Items sind recodiert worden. Die Skalenwerte lauten: 1 = stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, 4 = stimmt.

Die Mittelwerte t₁ stammen aus der Eingangserhebung, die Mittelwerte t₂ aus der Schlusserhebung. Über alle Items (t₁ und t₂) gilt: N_{tot}= 17.

Item 1: Den Lehrpersonen eröffneten sich tendenziell eher neue inhaltliche Zugänge zur Physik (Gesamtmittelwert 2.73). Die Erwartungen der Lehrkräfte der Experimentalgruppen I und III erfüllten sich beinahe. Nur gerade die Experimentalgruppe II sah sich in ihrer Erwartung nicht ganz bestätigt.

Item 2: Offenbar hatten die Lehrkräfte sehr hohe Erwartungen gehegt, viele neue inhaltliche Anregungen für ihre zukünftige Unterrichtsgestaltung zu bekommen (Gesamtmittelwert Eingangserhebung 3.42). Rückblickend fanden sie sich in ihrer Erwartung nahezu bestätigt (Gesamtmittelwert 3.24).

Item 3: Eingangs der Intervention hatten die Lehrkräfte die sehr hohe Erwartung gehegt, dass ihnen neue Formen der Stoffvermittlung ermöglicht würden, was aus ihrer Sicht dann im wesentlichen auch eintraf (Gesamtmittelwert Eingangserhebung 3.55, Schlusserhebung 3.49).

Item 4: Eingangs der Intervention waren die Lehrkräfte äusserst optimistisch gewesen, dass sie Anregungen für ihre zukünftige methodische Unterrichtsgestaltung erhalten würden (Gesamtmittelwert 3.83). Die Lehrpersonen profitierten diesbezüglich annähernd im erwarteten hohen Masse (Gesamtmittelwert 3.64).

8.1.2 Sensibilisierung für Geschlechterdifferenzen

Im Rahmen der Sensibilisierung und der Supervision (vgl. Kap. 1.3.3 und 1.3.4) wurden die Lehrpersonen auf Geschlechterdifferenzen aufmerksam gemacht. Die Unterrichtseinheiten wurden so angelegt, dass den Lehrpersonen die Gelegenheit geboten wurde, den unterschiedlichen Vorkenntnissen, Lernstilen und Verhaltensweisen der Mädchen und Jungen vermehrt Aufmerksamkeit zu schenken. Unterstützt durch Unterrichtsbeobachtungen (vgl. Kap. 5) wurde eine fairere Behandlung von Mädchen und Jungen angestrebt. Die Tabelle 8.2 enthält Items, welche die Lehrpersonen nach der Sensibilisierung für Geschlechterdifferenzen fragen. Die Formulierung der Items der Eingangs- und Schlusserhebung lautet nicht ganz gleich. Zum Beispiel *Item 1* aus der Eingangserhebung: „Ich erwarte, dass sich der Unterricht mit diesen beiden Unterrichtseinheiten von meinem bisherigen Unterricht dadurch unterscheidet, dass ich den unterschiedlichen Vorkenntnissen von Mädchen und Buben mehr Aufmerksamkeit schenke“, in der Schlusserhebung lautet hingegen das Item zum gleichen Messzeitpunkt: „Der Unterricht mit den beiden Unterrichtseinheiten unterschied sich von meinem bisherigen Unterricht dadurch, dass ich den unterschiedlichen Vorkenntnissen von Mädchen und Buben mehr Aufmerksamkeit geschenkt habe“. Die in der Tabelle 8.2 gewählten Formulierungen entsprechen insofern nicht exakt den Formulierungen in den Fragebogen.

Die Mittelwerte der Tabelle 8.2 sind nach den Experimentalgruppen differenziert worden. Der erwartete Wert (t_1) beruht auf der Messung zum Zeitpunkt der Eingangserhebung, der retrospektive bezieht sich auf die Schlusserhebung (t_2).

Tabelle 8.2: Prospektiver und retrospektiver Unterschied der Sensibilisierung für Geschlechterdifferenzen

Unterschied der beiden Unterrichtseinheiten vom bisherigen Unterricht	Expgr. I		Expgr. II		Expgr. III		Gesamtmittelwert	
	N ₁ = 5		N ₂ = 6		N ₃ = 6		N _{tot} = 17	
	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂
1. Den unterschiedlichen Vorkenntnissen der Mädchen und Jungen habe ich mehr Aufmerksamkeit geschenkt.	3.40	2.40	2.60	2.40	2.50	1.67	2.83	2.15
2. Den unterschiedlichen Lernstilen der Mädchen und Jungen habe ich mehr Aufmerksamkeit geschenkt.	3.40	2.60	2.80	2.20	2.83	1.67	3.01	2.15
3. Ich habe Mädchen und Jungen gleicher behandelt.	2.00	2.60	2.40	1.80	1.67	1.67	2.02	2.02
4. Den unterschiedlichen Verhaltensweisen der Mädchen und Jungen habe ich mehr Aufmerksamkeit geschenkt.	3.40	2.80	2.80	2.40	2.67	2.00	2.95	2.40
5. Der Unterricht hat mich für geschlechtsspezifische Aspekte des Unterrichts sensibilisiert.	3.40	3.00	2.83	2.67	2.67	2.33	2.97	2.67

Die Items sind recodiert worden. Die Skalenwerte lauten somit: 1 = stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, 4 = stimmt.

Die Mittelwerte t₁ stammen aus der Eingangserhebung, die Mittelwerte t₂ aus der Schlusserhebung.

Item 1 gibt Aufschluss über die Sensibilität gegenüber dem unterschiedlichen protophysikalischen Wissen von Jungen und Mädchen. Hatten die Lehrerinnen und Lehrer *vor* dem Unterricht noch erwartet, eher mehr darauf zu achten (Gesamtmittelwert 2.83), so stellten sie *nachher* fest, dass sie sich nicht wesentlich anders verhalten hatten, als sie es vor der Projektarbeit gemacht hatten (Gesamtmittelwert 2.15). Die Lehrpersonen der Experimentalgruppe I hatten zum Schluss deutlich das Gefühl, dass sie den Vorkenntnissen der Jungen und Mädchen weniger Aufmerksamkeit geschenkt hatten als erwartet. Ähnlich nahmen dies die Lehrpersonen der Experimentalgruppe II und III wahr. Die Experimentalgruppe II sah diesbezüglich kaum einen Unterschied zum vorangehenden Unterricht.

Item 2: Die Lehrkräfte schenkten wider Erwarten (Gesamtmittelwert 3.01) den unterschiedlichen Lernstilen der Mädchen und Jungen kaum mehr Aufmerksamkeit als im vorgängigen

Unterricht (Gesamtmittelwert 2.15). In diesem Punkt hatten die Lehrpersonen von sich eine grössere Verhaltensänderung erwartet als tatsächlich eintraf.

Item 3: Erfreulicherweise fanden die Lehrkräfte der Experimentalgruppe I nach Beendigung des Projekts, dass sie die Jungen und Mädchen tendenziell eher gleicher behandelt hatten als zuvor (Mittelwert 2.60), zumal sie sich zu Beginn der Intervention eher weniger eine Verhaltensänderung zugetraut hatten (Mittelwert 2.00). Gerade umgekehrt verhält sich die Experimentalgruppe II. Die Lehrpersonen hatten eine eher gleichere Behandlung der Mädchen und Jungen vermutet (Mittelwert 2.40). Die Schlusserhebung zeigt aber, dass sie diesem Kriterium eher weniger Beachtung geschenkt hatten (Mittelwert 1.80). Die Annahme der Lehrpersonen der Experimentalgruppe III vor der Intervention bestätigte sich hingegen. Sie hatten die beiden Geschlechter nicht gleicher behandelt, als sie es immer schon taten.

Item 4: Die Lehrkräfte hatten eingangs der Intervention geglaubt, dass sie den unterschiedlichen Verhaltensweisen der Mädchen und Jungen eher mehr Aufmerksamkeit schenken würden (Gesamtmittelwert 2.95). Rückblickend hatten sich ihre Erwartungen nicht ganz erfüllt (Gesamtmittelwert 2.40). Sie konnten nur einen geringen Unterschied zu ihrem vorgängigen Unterricht feststellen.

Item 5: Prospektiv hatten die Lehrpersonen eine verstärkte Sensibilisierung für geschlechtsspezifische Aspekte des Unterrichts erwartet (Gesamtmittelwert 2.97). Die Sensibilisierung ist nicht ganz im erwarteten Ausmass eingetroffen (Gesamtmittelwert 2.67).

8.1.3 Auswirkungen der beiden Unterrichtseinheiten

In diesem Unterkapitel wird den Auswirkungen der Unterrichtseinheiten auf das soziale Umfeld nachgegangen. Dies setzt sich aus den Schülerinnen und Schülern, deren Eltern, den Lehrerkolleginnen und -kollegen und der Schulleitung zusammen. In der Tabelle 8.3 sind die Items, welche Aufschluss über die Auswirkungen auf das soziale Umfeld geben, ersichtlich. Die Items hatten in der Eingangs- und der Schlusserhebung nicht genau den gleichen Wortlaut. Zum Beispiel *Item 1* aus der Eingangserhebung: „Ich erwarte, dass der Unterricht mit den beiden Unterrichtseinheiten mir mehr Disziplinschwierigkeiten bei den Mädchen bereiten wird“, in der Schlusserhebung lautete hingegen das Item zum gleichen Evaluationspunkt: „Der Unterricht mit den beiden Unterrichtseinheiten unterschied sich von meinem bisherigen Unterricht dadurch, dass er mir mehr Disziplinschwierigkeiten bei den Mädchen bereitet hat“. Die in der Tabelle 8.3 gewählten Formulierungen entsprechen insofern nicht exakt den Formulierungen in den Fragebogen.

Die Mittelwerte der Tabelle 8.3 sind nach den Experimentalgruppen differenziert worden.

Tabelle 8.3: Prospektiver und retrospektiver Unterschied der Auswirkungen der Unterrichtseinheiten.

Unterschied der beiden Unterrichtseinheiten vom bisherigen Unterricht	Expgr. I		Expgr. II		Expgr. III		Gesamtmittelwert	
	N ₁ = 5		N ₂ = 6		N ₃ = 6		N _{tot} = 17	
	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂
1. Es sind mehr Disziplinschwierigkeiten mit den Mädchen aufgetreten.	1.20	1.40	1.00	1.33	1.17	1.33	1.12	1.35
2. Es sind mehr Disziplinschwierigkeiten mit den Jungen aufgetreten.	1.80	1.20	1.17	1.00	1.17	1.83	1.38	1.34
3. Der Unterricht ist auf das Interesse der Eltern gestossen.	2.00	1.00	2.83	1.33	1.67	1.17	2.17	1.17
4. Meine Kolleginnen und Kollegen haben sich häufiger nach meinem Unterricht erkundigt	1.40	2.00	1.40	2.00	1.33	1.67	1.38	1.89
5. Ich bin von den Kolleginnen nicht ganz ernst genommen worden.	2.20	1.40	1.67	1.33	1.50	1.00	1.79	1.24
6. Der Unterricht hat zu Problemen mit der Schulleitung geführt.	1.40	1.40	1.16	1.00	1.33	1.50	1.30	1.30
7. Der Unterricht hat mir Schwierigkeiten bereitet, weil ich mit fremden Materialien arbeiten musste.	2.80	3.60	2.17	2.00	2.17	2.17	2.38	2.59
8. Der Unterricht hat zu Problemen bei der Einhaltung des Lehrplans geführt.	2.00	2.40	2.50	3.00	1.33	1.50	1.94	2.30
9. Die Durchführung des Unterrichts ist anstrengender gewesen.	3.00	3.20	2.50	2.50	2.83	2.50	2.78	2.73
10. Der Unterricht hat mir Freude bereitet.	3.40	3.20	3.33	2.83	3.50	3.00	3.41	3.01

Die Items sind recodiert worden. Die Skalenwerte lauten somit: 1 = stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, 4 = stimmt.

Die Mittelwerte t₁ stammen aus der Eingangserhebung, die Mittelwerte t₂ aus der Schlusserhebung.

Item 1: Die Lehrpersonen hatten erhofft, dass weniger Disziplinschwierigkeiten mit den Mädchen auftreten würden (Gesamtmittelwert 1.12), was sich im wesentlichen bewahrheitete (Gesamtmittelwert 1.35).

Item 2: Eine ähnliche Tendenz ist bei den Disziplinschwierigkeiten mit den Jungen festzustellen. Wiederum hatten die Lehrkräfte nicht mit mehr Disziplinschwierigkeiten seitens der Jungen gerechnet (Gesamtmittelwert 1.38). Dass diese Annahme zutraf, zeigt die Schlusserhebung (Gesamtmittelwert 1.34).

Item 3: Die Eltern hatten sich – gemessen an den Erwartungen der Lehrkräfte – noch weniger für den Unterricht interessiert, als dies bis anhin der Fall war (Gesamtmittelwert Eingangserhebung 2.17, Schlusserhebung: 1.17).

Item 4: Die Lehrpersonen der drei Experimentalgruppen waren bei der Eingangserhebung überzeugt gewesen, dass sich ihre Kolleginnen und Kollegen nicht häufiger nach ihrem Unterricht erkundigen würden (Gesamtmittelwert 1.38). Ihre Vermutung bestätigte sich nicht ganz im erwarteten Ausmass (Gesamtmittelwert 1.89).

Item 5: Die Lehrpersonen wurden von den Kolleginnen und Kollegen durch die Mitarbeit am Projekt ernst genommen, und zwar mehr als sie zunächst gedacht hatten (Gesamtmittelwert Eingangserhebung 1.79, Schlusserhebung 1.24).

Item 6: Ebenfalls tauchten, wie angenommen, kaum mehr Schwierigkeiten mit der Schulleitung auf (Gesamtmittelwert Eingangs- und Schlusserhebung 1.30).

Item 7: Die Lehrpersonen der Experimentalgruppe I hatten eher Bedenken gegenüber dem Umgang mit fremden Materialien geäußert (Mittelwert 2.80). Die restlichen Lehrkräfte hatten eher weniger an Schwierigkeiten geglaubt (Mittelwerte Experimentalgruppe II und III 2.17). Die Lehrpersonen der Experimentalgruppe I hatten schliesslich effektiv mit mehr Problemen zu kämpfen (Mittelwert 3.60). Einerseits ist dies ein erstaunlicher Befund, da sie ja Urheber der Unterrichtseinheiten sind. Andererseits gilt es zu bedenken, dass für die Ausarbeitung der beiden Einheiten Untergruppen gebildet worden sind. Das bedeutet, dass die betroffenen Personen streng genommen nur *eine* Einheit mit selbst erstellten Materialien unterrichteten (vgl. Kap. 1.3.2, 1.3.2.1 und 1.3.2.2). Umso mehr hatten die Lehrpersonen möglicherweise das Bestreben, auch die Unterlagen der „anderen“ Untergruppe möglichst optimal in den Unterricht zu integrieren (vgl. Item 9). Wie erwartet hatten die Lehrpersonen der Experimentalgruppe II und III keine Schwierigkeiten, mit den fremden Materialien zu arbeiten (Mittelwerte Experimentalgruppe II 2.00 Experimentalgruppe III 2.17).

Item 8: Die Lehrpersonen hatten die Einhaltung des Lehrplans eher als nicht problematisch eingestuft (Gesamtmittelwert 1.94), was sich auch bewahrheitete (Gesamtmittelwert 2.30). Nur gerade die Experimentalgruppe II hatte das Gefühl, dass die Aussage des Items für sie eher zutrifft (Mittelwert 3.00).

Item 9: Die Durchführung der Unterrichtseinheiten war aus Sicht der Lehrkräfte der Experimentalgruppe I wie angenommen eher anstrengender gewesen (Mittelwert Eingangserhebung 3.00, Schlusserhebung 3.20). Wahrscheinlich hatten diese fünf Personen äusserst hohe Anforderungen an ihren Unterricht gestellt und wollten mit ihren eigenen Materialien zur vollsten

Zufriedenheit aller Beteiligten unterrichten. Erfreulicherweise hatten die Lehrpersonen der Experimentalgruppen II und III das Gefühl, dass das Unterrichten nicht anstrengender gewesen war im Vergleich zum bisherigen Unterricht (Mittelwerte Experimentalgruppe II und III 2.50).

Item 10: Auf den Unterricht mit den beiden Einheiten hatten sich die Lehrpersonen gefreut (Gesamtmittelwert 3.40). Ihre Erwartungen trafen in einem grossen Ausmass ein (Gesamtmittelwert 3.01).

8.2 Wirkungen der Unterrichtseinheiten auf die Mädchen und die Jungen

In den folgenden zwei Unterkapiteln werden die Wirkungen der beiden Unterrichtseinheiten auf die Mädchen (8.2.1) und Jungen (8.2.2) aus Sicht der Lehrkräfte evaluiert und miteinander verglichen (8.2.3).

8.2.1 Wirkungen der Unterrichtseinheiten auf die Mädchen

In der Tabelle 8.4 sind die prospektiven (t_1) und die retrospektiven (t_2) Meinungen der Lehrpersonen bezüglich der Auswirkungen der beiden Unterrichtseinheiten auf die Mädchen im Vergleich zum bisherigen Unterricht aufgeführt. Die Items sind für die beiden Messzeitpunkte nicht ganz genau gleich formuliert worden. Zum Beispiel *Item 1* aus der Eingangserhebung lautete: „Ich erwarte, dass sich der Unterricht mit diesen beiden Unterrichtseinheiten von meinem bisherigen Unterricht dadurch unterscheidet, dass ich den unterschiedlichen Vorkenntnissen von Mädchen und Buben mehr Aufmerksamkeit schenke“, in der Schlusserhebung lautete hingegen das Item zum gleichen Evaluationspunkt: „Der Unterricht mit den beiden Unterrichtseinheiten unterschied sich von meinem bisherigen Unterricht dadurch, dass ich den unterschiedlichen Vorkenntnissen von Mädchen und Buben mehr Aufmerksamkeit geschenkt habe“. Die in der Tabelle 8.4 gewählten Formulierungen entsprechen insofern nicht exakt den Formulierungen in den Fragebogen.

Die Mittelwerte der Items sind nach den Experimentalgruppen differenziert worden.

Tabelle 8.4: Prospektive und retrospektive Auswirkungen der beiden Unterrichtseinheiten auf die Mädchen

Auswirkungen der beiden Unterrichtseinheiten auf die Mädchen.	Expgr. I		Expgr. II		Expgr. III		Gesamtmit- telwert	
	N ₁ = 5		N ₂ = 6		N ₃ = 6		N _{tot} = 17	
	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂
1. Die Mädchen haben ihre Alltagserfahrungen besser einbringen können.	3.20	2.40	3.40	2.40	3.17	2.33	3.25	2.38
2. Die Mädchen haben sich mehr am Unterricht beteiligt.	3.80	2.60	2.80	2.00	2.83	2.83	3.14	2.48
3. Die Mädchen werden sich in Zukunft mehr am Physikunterricht beteiligen.	3.40	2.50	3.00	2.00	3.17	2.83	3.19	2.44
4. Die Mädchen haben selbständiger gearbeitet.	3.20	2.80	2.40	2.40	3.17	2.50	2.92	2.57
5. Die Mädchen haben bei den Prüfungen besser abgeschnitten als die Jungen.	2.00	1.80	2.00	2.00	1.67	1.67	1.89	1.82
6. Die Mädchen haben bei den Prüfungen besser abgeschnitten als die Mädchen in den Klassen, die ich früher unterrichtet habe.	2.60	1.80	2.00	1.60	2.00	1.50	2.20	1.63
7. Die Mädchen haben mehr Selbstvertrauen in ihre physikalisch-technische Kompetenz erworben.	3.60	2.40	3.60	2.00	3.33	2.83	3.51	2.41
8. Die Mädchen haben mehr Interesse an der Physik gezeigt.	3.40	2.40	2.80	2.60	3.17	2.83	3.12	2.61
9. Die Mädchen werden in Zukunft mehr Interesse an der Physik zeigen.	3.20	2.60	3.33	2.25	3.50	2.67	3.34	2.51
10. Die Mädchen bezeichnen Physik als eines ihrer Lieblingsfächer.	1.80	1.20	2.00	1.83	1.50	1.00	1.77	1.34

Die Items sind recodiert worden. Die Skalenwerte lauten: 1 = stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, 4 = stimmt.

Die Mittelwerte t₁ sind die Erwartungsmittelwerte aus der Eingangserhebung, die Mittelwerte t₂ stammen aus der Schlusserhebung. Über alle Items (t₁ und t₂) gilt: N_{tot}= 17, ausser für Items 1,8 gilt: N_{tot}= 16 und Items 9 gilt: N_{tot}= 15 bei t₂.

Item 1: Die Lehrpersonen waren eher hoffnungsvoll gewesen, dass die Mädchen ihre Alltagserfahrungen besser einbringen würden (Gesamtmittelwert 3.25). Rückblickend auf die Intervention urteilten die Lehrkräfte im Vergleich mit dem bisherigen Unterricht moderat (Gesamtmittelwert 2.38). Sie hatten eher nicht das Gefühl, dass die Mädchen besser als bis anhin Beiträge aus ihrem Alltag beigesteuert hatten.

Item 2: Ausser bei der Experimentalgruppe III hatten sich die Mädchen weniger am Unterricht beteiligt als zunächst angenommen. Die Mädchen der Experimentalgruppe II sind als am wenigsten aktiv wahrgenommen worden (Mittelwert 2.00), die Mädchen der Experimentalgruppen I und III hatten sich nach Ansicht der Lehrpersonen, verglichen mit den Eingangserwartungen, tendenziell vermehrt am Unterricht beteiligt (Mittelwert Experimentalgruppe I 2.60, Experimentalgruppe III 2.83).

Item 3: Der Beteiligung der Mädchen im zukünftigen Unterricht hatten die Lehrkräfte vor Beginn der Intervention positiv entgegengesehen (Gesamtmittelwert 3.19). Auch hier entschieden die Lehrkräfte nach der Intervention moderat verglichen mit dem bisherigen Unterricht.

Item 4: Die Lehrpersonen der Experimentalgruppen I und III hatten von den Mädchen ein selbständigeres Arbeiten erhofft. Die Schlusserhebung zeigt positive Ansätze zum bisherigen Unterricht in der Experimentalgruppe I (Mittelwert 2.80) und keinen Unterschied in der Experimentalgruppe III (Mittelwert 2.50). Bereits zu Beginn des Projekts hatten die Lehrpersonen der Experimentalgruppe II einen moderaten Standpunkt eingenommen (Mittelwert 2.40), was sich in der Schlusserhebung auch bewahrheitete (Mittelwert 2.40). Die Erwartungen der Lehrpersonen waren in diesem Punkt zu hoch gesteckt (Gesamtmittelwert Eingangserhebung 2.92, Schlusserhebung 2.57).

Item 5: Die Lehrpersonen hatten eher nicht geglaubt, dass die Mädchen bei den Prüfungen besser abschneiden würden als die Jungen (Gesamtmittelwert: 1.89). Ihre Einschätzung wurde in der Schlusserhebung bestätigt (Gesamtmittelwert 1.82).

Item 6: Im Vergleich mit Leistungen von Mädchen aus früheren Klassen hatten die Mädchen eher weniger gut abgeschnitten als erwartet (Gesamtmittelwert Eingangserhebung 2.20, Schlusserhebung 1.63).

Item 7: Die Lehrkräfte hatten die Stärkung des Selbstvertrauens in die physikalisch-technische Kompetenz zunächst optimistisch eingeschätzt (Gesamtmittelwert 3.51). Die Zuversicht hat sich jedoch nur beschränkt bestätigt (Gesamtmittelwert 2.41). Die Lehrpersonen haben im Vergleich zum bisherigen Unterricht bei den Mädchen eher keinen Zuwachs an Selbstvertrauen in die physikalisch-technische Kompetenz beobachtet (Gesamtmittelwert 2.41).

Item 8: Die Lehrpersonen hatten sich ein verstärktes Interesse der Mädchen an der Physik gewünscht. Die Schlusserhebung zeigt eine leicht positive Veränderung im Vergleich zum bisherigen Unterricht (Gesamtmittelwert 2.61).

Item 9: Die Lehrpersonen hatten dem vermehrtem Interesse der Mädchen an der Physik eher positiv entgegengesehen (Gesamtmittelwert 3.34). In der Schlusserhebung konnten sie keinen Unterschied zum bisherigen Unterricht feststellen (Mittelwert 2.51).

Item 10: Die Lehrpersonen hatten zu Beginn der Intervention die Physik nicht als eines der Lieblingsfächer der Mädchen eingeschätzt (Gesamtmittelwert 1.77). Die Erwartungen wurden weitgehend bestätigt (Gesamtmittelwert 1.34).

8.2.2 Wirkungen der Unterrichtseinheiten auf die Jungen

Die Items in Tabelle 8.5 betreffen die Mittelwerte der prospektiven (t_1) und retrospektiven (t_2) Auswirkungen der Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik auf die Jungen aus der Sicht der Lehrkräfte. Die Mittelwerte wurden nach den Experimentalgruppen differenziert. Was im Kapitel 8.2.1 zur Itemformulierung gesagt worden ist, gilt auch hier.

Tabelle 8.5: Prospektive und retrospektive Auswirkungen der beiden Unterrichtseinheiten auf die Jungen

Auswirkungen der beiden Unterrichtseinheiten auf die Jungen.	Expgr. I		Expgr. II		Expgr. III		Gesamt- mittelwert	
	N ₁ = 5		N ₂ = 6		N ₃ = 6		N _{tot} = 17	
	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂	t ₁	t ₂
1. Die Jungen haben ihre Alltagserfahrungen besser einbringen können.	3.33	2.33	3.00	2.33	3.20	2.40	3.18	2.35
2. Die Jungen haben sich mehr am Unterricht beteiligt.	3.00	2.33	2.67	1.67	2.40	2.60	2.69	2.20
3. Die Jungen werden sich in Zukunft mehr am Physikunterricht beteiligen.	3.20	2.33	2.83	1.67	3.17	2.50	3.07	2.07
4. Die Jungen haben selbständiger gearbeitet.	3.33	2.33	3.00	2.33	3.20	2.60	3.18	2.42
5. Die Jungen haben bei den Prüfungen besser abgeschnitten als die Mädchen.	1.67	3.00	1.67	1.67	1.20	2.00	1.51	2.22
6. Die Jungen haben bei den Prüfungen besser abgeschnitten als die Jungen in den Klassen, die ich früher unterrichtet habe.	1.67	2.00	2.67	1.67	2.40	1.80	2.24	1.82
7. Die Jungen haben mehr Selbstvertrauen in ihre physikalisch-technische Kompetenz erworben.	3.33	2.00	3.67	1.67	3.20	2.60	3.40	2.09
8. Die Jungen haben mehr Interesse an der Physik gezeigt.	3.33	2.67	3.33	2.33	3.40	2.80	3.35	2.60
9. Die Jungen werden in Zukunft mehr Interesse an der Physik zeigen.	3.40	2.50	3.17	1.67	3.50	2.50	3.36	2.22
10. Die Jungen bezeichnen Physik als eines ihrer Lieblingsfächer.	2.00	1.33	1.67	1.33	1.00	1.20	1.55	1.29

Die Items sind u recodiert worden. Die Skalenwerte lauten: 1 = stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, 4 = stimmt.

Die Mittelwerte t₁ stimmen aus der Eingangserhebung, die Mittelwerte t₂ aus der Schlusserhebung. Über alle Items (t₁ und t₂) gilt: N_{tot}= 17, ausser für Items 4,5,7,8 gilt: N_{tot}= 15 und Items 6,10 gilt: N_{tot}= 14 bei t₂.

Item 1: Die Lehrpersonen hatten angenommen, dass die Jungen, ähnlich wie die Mädchen, ihre Alltagserfahrungen besser in den Unterricht einbringen würden (Gesamtmittelwert 3.18). Tatsächlich aber war dies eher nicht der Fall. Die Lehrpersonen waren der Meinung, dass kein grosser Unterschied zum vorangehenden Unterricht bestand (Gesamtmittelwert 2.35).

Item 2: In den Klassen der Experimentalgruppe III hatten sich die Jungen eher weniger am Unterricht beteiligt als zunächst vermutet (Gesamtmittelwert 2.20). Die Jungen der Experimentalgruppe II wurden als am wenigsten aktiv wahrgenommen (Mittelwert 1.67). Die Jungen hatten sich, nach Ansicht der Lehrpersonen der Experimentalgruppe I, nicht vermehrt am Unterricht beteiligt (Mittelwert 2.33), die Jungen der Experimentalgruppe III hingegen tendenziell eher mehr (Mittelwert 2.60).

Item 3: Auch der Beteiligung der Jungen im zukünftigen Unterricht hatten die Lehrkräfte eher positiv entgegen gesehen (Gesamtmittelwert 3.07). Nach dem Projekt traf dies nicht zu (Gesamtmittelwert 2.07). Die Lehrpersonen der Experimentalgruppen I und II hatten das Gefühl, dass sich die Jungen tendenziell eher weniger bzw. beinahe unverändert beteiligt hatten (Mittelwert Experimentalgruppe I 2.33, Experimentalgruppe II 2.50). Allgemein vertraten die Lehrkräfte die Ansicht, dass sich die Jungen im Vergleich zum bisherigen Unterricht tendenziell eher weniger beteiligt hatten (Mittelwert 1.67).

Item 4: Die Lehrpersonen hatten erwartet, dass die Jungen selbständiger arbeiten würden. Die Schlusserhebung zeigt eine moderate Meinung (Gesamtmittelwert 2.42). Die Lehrpersonen fanden, dass sich die Jungen nicht selbständiger im Vergleich zu bisher verhalten hatten.

Item 5: In allen Experimentalgruppen waren die Lehrkräfte überzeugt gewesen, dass die Jungen eher nicht besser bei den Prüfungen abschneiden würden als die Mädchen (Gesamtmittelwert 1.51). Die Einschätzung der Lehrpersonen der Experimentalgruppe I traf in der Schlusserhebung nicht zu (Mittelwert 3.00). In der Experimentalgruppe II und III beurteilten die Lehrkräfte die Prüfungsleistungen der Jungen nach den Wissenstests unverändert bzw. nicht besser als diejenigen der Mädchen.

Item 6: Beim Vergleich mit Prüfungsleistungen der Jungen aus früheren Klassen hatten die Jungen der Experimentalgruppe I eher besser (Mittelwert 2.00) und die Jungen der Experimentalgruppen II und III eher schlechter abgeschnitten als ursprünglich erwartet (Mittelwert Experimentalgruppe II 1.67, Experimentalgruppe III 1.80).

Item 7: Die Lehrkräfte hatten die Stärkung des Selbstvertrauens in die physikalisch-technische Kompetenz eingangs der Intervention vermehrt optimistisch eingeschätzt (Gesamtmittelwert 3.40). Nach Beendigung der Unterrichtseinheiten waren die Lehrpersonen weniger davon überzeugt (Gesamtmittelwert 2.09). Die Lehrpersonen der Experimentalgruppen I und II fanden, dass für die Jungen keine positiven Effekte im Vergleich zum bisherigen Unterricht erzielt worden waren (Mittelwert Experimentalgruppe I 2.00, Experimentalgruppe II 1.67). Die Lehrkräfte der Experimentalgruppe III erachteten das Selbstvertrauen in die physikalisch-technische Kompetenz der Jungen diesbezüglich tendenziell etwas positiver (Mittelwert 2.60).

Item 8: Verglichen zum bisherigen Unterricht zeigt uns die Schlusserhebung bezüglich des Interesses der Jungen an der Physik ein leicht positiveres Bild (Gesamtmittelwert 2.60). Die

Lehrpersonen hatten zu Beginn der Intervention ein sehr hohes Interesse seitens der Jungen erwartet (Gesamtmittelwert 3.35), was nur in abgeschwächter Form eintraf.

Item 9: Die Lehrpersonen hatten dem zukünftigen Interesse der Jungen an der Physik positiv entgegengesehen (Gesamtmittelwert 3.36). Rückblickend waren sie weniger stark dieser Auffassung (Mittelwert 2.22). Die Lehrpersonen hatten sich mehr erhofft als tatsächlich aus ihrer Sicht bewirkt wurde.

Item 10: Die Lehrkräfte hatten schon zu Beginn der Intervention angenommen, dass die Physik eher keines der Lieblingsfächer der Jungen sein würde (Gesamtmittelwert: 1.55). Die Erwartungen der Lehrpersonen wurden im wesentlichen erfüllt (Gesamtmittelwert 1.29).

8.2.3 Vergleich der Wirkungen der Unterrichtseinheiten auf die Mädchen und Jungen

In den Unterkapiteln 8.2.3.1 und 8.2.3.2 werden die Vermutungen bzw. Meinungen der Lehrkräfte bezüglich prospektiver (t_1) und retrospektiver (t_2) Auswirkungen der beiden Unterrichtseinheiten auf die Mädchen und Jungen miteinander verglichen (vgl. Tab. 8.4 und 8.5).

8.2.3.1 Prospektive und retrospektive positive Auswirkungen auf die Mädchen

Die Lehrkräfte hatten *vor* Beginn der Intervention beim folgenden Item einen positiveren Effekt auf die Mädchen als auf die Jungen *erwartet*:

Item 2: Vermehrte Beteiligung am Unterricht (Mädchen 3.14 vs. Jungen 2.69).

Nach der Intervention stellten die Lehrpersonen folgende *effektiv* positiveren Auswirkungen auf die Mädchen fest:

Item 6: Erwerb von mehr Selbstvertrauen in die physikalisch-technische Kompetenz (Mädchen 2.41 vs. Jungen 2.09).

Item 8: Vermehrtes Interesse am zukünftigen Physikunterricht (Mädchen 2.51 vs. Jungen 2.20)

8.2.3.2 Prospektive und retrospektive positive Auswirkungen auf die Jungen

Die Lehrkräfte hatten *vor* Beginn der Intervention bei den folgenden Items positivere Effekte auf die Jungen als auf die Mädchen *erwartet*:

Item 3: Selbständigeres Arbeiten (Jungen 3.18 vs. Mädchen 2.92).

Item 7: Vermehrtes Interesse am Physikunterricht (Jungen 3.35 vs. Mädchen 3.12)

Nach der Intervention beobachteten die Lehrpersonen bei dem folgenden Item eine *effektiv* positivere Auswirkung auf die Jungen im Vergleich zu den Mädchen:

Item 6: Besseres Abschneiden in Prüfungen (Jungen 2.22 vs. Mädchen 1.82).

8.3 Beurteilung der Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik

In diesem Kapitel wird aus Sicht der Lehrkräfte überprüft, ob die Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik den erwarteten Anforderungen gerecht geworden sind.

8.3.1 Beurteilung der Unterrichtseinheit Optik

Die Mittelwerte der einzelnen Items zur Beurteilung der Unterrichtseinheit Optik finden sich in der Tabelle 8.6. Die Werte wurden nach den einzelnen Experimentalgruppen differenziert.

Tabelle 8.6: Beurteilung der Unterrichtseinheit Optik aus Sicht der Lehrkräfte

Beurteilung der Unterrichtseinheit Optik.	Expgr. I	Expgr. II	Expgr. III	Gesamt- mittelw. $N_{\text{tot}}=17$
	$N_1=5$	$N_2=6$	$N_3=6$	
1. Die Unterrichtseinheit Optik bot einen guten Einstieg in das Stoffgebiet.	3.40	3.17	3.00	3.19
2. Die Unterrichtseinheit Optik lieferte einen guten Überblick über das Stoffgebiet.	3.00	3.17	2.67	2.94
3. Für die Vorbereitung der Optikktionen benötigte ich weit mehr Zeit als dies normalerweise der Fall ist.	3.20	2.33	2.50	2.68
4. Die Materialien zur Unterrichtseinheit Optik waren in inhaltlicher Hinsicht unzulänglich.	1.20	2.00	1.50	1.57
5. Für die Durchführung der einzelnen Optikktionen war die Zeit zu knapp bemessen.	2.80	3.33	3.17	3.10
6. Der Unterricht mit der Unterrichtseinheit Optik hat mir Spass gemacht.	3.40	3.33	3.50	3.41
7. Ich werde die Unterrichtseinheit Optik in der vorliegenden Form in den nächsten Klassen wieder einsetzen.	2.40	2.33	2.33	2.35

Die Items sind recodiert worden. Die Skalenwerte lauten: 1 = stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, 4 = stimmt.

Item 1: Den Einstieg in das Stoffgebiet Optik beurteilten die Lehrpersonen mehrheitlich als gut (Gesamtmittelwert 3.19).

Item 2: Der Überblick über das Stoffgebiet Optik wurde mit gut taxiert (Gesamtmittelwert 2.94).

Item 3: Interessant ist die Einschätzung des Aufwandes für die Vorbereitung der Optikktionen. Die Lehrpersonen der Experimentalgruppe I, welche mit den eigenen Materialien arbeiteten, hatten ihrer Ansicht nach eher mehr Zeit für die Unterrichtsvorbereitungen aufgewandt als für bisherige Lektionen (Mittelwert 3.20, vgl. Tab. 8.3, Item 7 und 9). Die Lehrpersonen

der Experimentalgruppen II und III empfanden dies nicht so. Sie hatten unwesentlich mehr Zeit aufgewandt, obwohl sie mit fremden Unterlagen unterrichteten (Mittelwert Experimentalgruppe II 2.33, Experimentalgruppe III 2.50).

Item 4: Die Lehrkräfte waren der Auffassung, dass die Unterrichtseinheiten inhaltlich nicht unzureichend gewesen waren (Gesamtmittelwert 1.57).

Item 5: Die vorgeschriebenen 20 Lektionen für die Einheit Optik waren aus Sicht der Lehrkräfte aller Experimentalgruppen eher knapp bemessen (Gesamtmittelwert 3.10).

Item 6: Der Unterricht mit der Einheit Optik hat den Lehrkräften Spass gemacht (Gesamtmittelwert 3.41).

Item 7: In der vorliegenden Form würden die Lehrpersonen die Unterrichtseinheit Optik tendenziell eher nicht wieder einsetzen (Gesamtmittelwert: 2.35).

Die Lehrpersonen sind auch zur Durchführbarkeit der Unterrichtseinheit Optik befragt worden. Von den 17 Lehrkräften hatten 13 (76%) die Unterrichtseinheit im wesentlichen so durchgeführt, wie dies vorgesehen war. Die Gründe für die Abweichung von den Vorgaben wurden mittels einer offenen Frage erhoben. Als Gründe wurden allgemein die mangelnde Zeit für Aufgabenbesprechungen genannt (3 Nennungen), im speziellen taxierte eine Person der Experimentalgruppe I den Kugelspiegel (Block 3: Reflexion „Unsere Welt in einer Kugel gespiegelt“) als zu kompliziert für die Schülerinnen und Schüler. In der Experimentalgruppe II fand eine Person den Block 5: Spektrale Zerlegung „Die Welt ist bunt“ als zu ausgesucht und hatte auf diesen Teil verzichtet. Eine Lehrkraft der Experimentalgruppe III hatte allgemein die theoretischen Erläuterungen als zu knapp empfunden und ihren Schülerinnen und Schülern Zusatzmaterialien abgegeben.

8.3.2 Beurteilung der Unterrichtseinheit Kinematik

Analog zum Kapitel 8.3.1 wird im folgenden die Einheit Kinematik aus Sicht der Lehrkräfte evaluiert. Dieselben Items wie zur Unterrichtseinheit Optik wurden von den Lehrpersonen beantwortet. Die Tabelle 8.7 gibt über die Ergebnisse Auskunft.

Tabelle 8.7: Beurteilung der Unterrichtseinheit Kinematik aus Sicht der Lehrkräfte

Beurteilung der Unterrichtseinheit Kinematik.	Expgr. I	Expgr. II	Expgr. III	Gesamt- mittelw. $N_{\text{tot}}=17$
	$N_1=5$	$N_2=6$	$N_3=6$	
1. Die Unterrichtseinheit Kinematik bot einen guten Einstieg in das Stoffgebiet.	3.60	3.33	3.50	3.48
2. Die Unterrichtseinheit Kinematik lieferte einen guten Überblick über das Stoffgebiet.	3.00	2.67	3.17	2.94
3. Für die Vorbereitung der Kinematiklektionen benötigte ich weit mehr Zeit als dies normalerweise der Fall ist.	2.60	2.00	2.33	2.31
4. Die Materialien zur Unterrichtseinheit Kinematik waren in inhaltlicher Hinsicht unzulänglich.	2.00	2.17	1.50	1.89
5. Für die Durchführung der einzelnen Kinematiklektionen war die Zeit zu knapp bemessen.	3.00	3.17	2.50	2.89
6. Der Unterricht mit der Unterrichtseinheit Kinematik hat mir Spass gemacht.	3.00	3.00	3.67	3.22
7. Ich werde die Unterrichtseinheit Kinematik in der vorliegenden Form in den nächsten Klassen wieder einsetzen.	2.00	2.17	2.83	2.33

Die Items sind recodiert worden. Die Skalenwerte lauten somit: 1 = stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, 4 = stimmt

Item 1: Die Lehrpersonen fanden mehrheitlich, dass die Unterrichtseinheit Kinematik einen guten Einstieg in das Stoffgebiet bot (Gesamtmittelwert 3.48).

Item 2: Auch der Überblick über die Kinematik wurde als gut taxiert (Gesamtmittelwert 2.94).

Item 3: Für die Vorbereitung der Kinematiklektionen wandten die Lehrkräfte offenbar nicht mehr Zeit als üblicherweise auf (Gesamtmittelwert 2.31). Wiederum waren es die Lehrpersonen der Experimentalgruppe I, die tendenziell mehr zeitlichen Aufwand für die Vorbereitung der Kinematiklektionen betrieben hatten (Mittelwert 2.60, vgl. auch Tab. 8.3, Item 7 und 9).

Item 4: In inhaltlicher Hinsicht beurteilten die Lehrkräfte die Unterrichtseinheit Kinematik als eher nicht unzulänglich (Gesamtmittelwert 1.89), wobei das Urteil der Experimentalgruppen I (Mittelwert 2.00) und II (Mittelwert 2.17) nicht so eindeutig wie dasjenige der Experimentalgruppe III (Mittelwert 1.50) ausfiel.

Item 5: Die zeitlichen Vorgaben für die Durchführung der einzelnen Lektionen schienen für die Lehrpersonen tendenziell eher problematisch gewesen zu sein (Gesamtmittelwert 2.98).

Item 6: Das Unterrichten während des Projekts bereitete allen Lehrkräften Spass (Gesamtmittelwert 3.22), wobei die Experimentalgruppe III offenbar am meisten Freude hatte (Mittelwert 3.67).

Item 7: In der vorliegenden Form würden die Lehrpersonen der Experimentalgruppen I und II die Unterrichtseinheit Kinematik tendenziell in den nächsten Klassen eher nicht wieder einsetzen (Mittelwert Experimentalgruppe I 2.00, Experimentalgruppe II 2.17), diejenigen der Experimentalgruppe III hingegen eher schon (Mittelwert 2.83).

Die Lehrpersonen sind auch zur Durchführbarkeit der Unterrichtseinheit Kinematik befragt worden. 10 (59%) der 17 Lehrkräfte hatten die Unterrichtseinheit Kinematik im wesentlichen so durchgeführt, wie dies geplant war. Nach den Gründen für Abweichungen von den Vorgaben wurde wiederum offen gefragt. Der in allen Experimentalgruppen am häufigsten erwähnte Grund für eine Abweichung waren die ungenügenden mathematischen Grundlagen der Jugendlichen (3 Nennungen), so dass mathematische Exkurse eingeschoben werden mussten. Eine Person der Experimentalgruppe I fand, dass die Schülerinnen und Schüler mit zu vielen neuen Begriffen zu kämpfen hatten, zusätzlich hatte sich dies durch das hohe Abstraktionsniveau verschärft. Die praktischen Übungen wurden von einer Lehrperson der Experimentalgruppe II als zu zeitaufwendig taxiert resp. von einer Person der Experimentalgruppe III als zu gruppenorientiert und einander ähnlich. Eine Lehrperson der Experimentalgruppe II meinte, dass ihre Schülerinnen und Schüler mit dem Text „Dialog mit der Natur“ von Prigogine & Stengers (Block 4: Frage an die Natur „Vom Phänomen zur Formel - Freier Fall“) überfordert gewesen seien.

8.3.3 Vergleich der Beurteilung der Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik

Für die vergleichende Beurteilung der Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik sind die Gesamtmittelwerte der jeweiligen Items überprüft worden.

Optik

Item 4: Die Lehrkräfte beurteilten die Einheit Optik stärker als nicht unzulänglich (Optik 1.57 vs. Kinematik 1.89)

Item 6: Der Unterricht mit der Optik bereitete tendenziell mehr Spass (Optik 3.41 vs. Kinematik 3.22).

Item 5: Tendenziell war die Zeit für die Optiklektionen von den Lehrkräften als weniger knapp bemessen empfunden worden (Kinematik 2.89 vs. Optik 3.10).

Kinematik

Item 1: Die Lehrkräfte taxierten den Einstieg in die Unterrichtseinheit Kinematik tendenziell besser (Kinematik 3.48 vs. Optik 3.19)

Item 3: Die Zeit, welche die Lehrpersonen für die Vorbereitung der Kinematiklektionen benötigt hatten, wurde als geringer eingeschätzt (Kinematik 3.31 vs. Optik 2.68).

Die *Items 2* („Der Unterricht lieferte einen guten Überblick über das Stoffgebiet Optik bzw. Kinematik“) und *7* („Ich werde die Unterrichtseinheit Optik bzw. Kinematik in der vorliegenden Form in den nächsten Klassen wieder einsetzen“) wurden von den Lehrpersonen

entweder gleich (*Item 2*, Optik und Kinematik 2.94) oder annähernd gleich (*Item 7*, Optik 2.35 vs. Kinematik 2.33) beurteilt.

8.4 Diskussion

Auf der inhaltlichen und methodischen Ebene haben die Lehrkräfte von den Unterrichtseinheiten profitieren können. Sie haben Anregungen für ihre inhaltliche Unterrichtsgestaltung erhalten. Es sind ihnen neue methodische Wege der Stoffvermittlung erschlossen worden. Auf der Ebene der Sensibilisierung für Geschlechterdifferenzen im Unterricht sind nur kleine oder gar keine Veränderungen eingetreten. Den unterschiedlichen Vorkenntnissen, Lernstilen und Verhaltensweisen der Geschlechter ist während der Intervention kaum vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt worden. Ebenfalls sind die Lehrpersonen gesamthaft betrachtet nicht vermehrt für geschlechtsspezifische Aspekte ihres Unterrichts sensibilisiert worden. Allerdings ist festzuhalten, dass die Erwartungen zum Teil sehr hoch waren. Immerhin haben die Mädchen im Urteil der Lehrkräfte im Vergleich zu den Jungen mehr Selbstvertrauen in ihre physikalisch-technische Kompetenz gewonnen und mehr Interesse am zukünftigen Physikunterricht gezeigt.

Wie wir bei früherer Gelegenheit bereits festgestellt haben, ist die verhaltenswirksame Umsetzung von Massnahmen eines geschlechterfairen Unterrichts ein anspruchsvolles Vorhaben, das offensichtlich mehr erfordert als die bloße Information und die punktuelle Begleitung der Lehrkräfte. Prinzipiell taucht aber die Frage auf: Wie lassen sich die Kriterien eines solchen Unterrichts wirkungsvoll umsetzen? Je früher eine Lehrperson Kenntnisse über die differenten Bedingungen der Mädchen und Jungen im naturwissenschaftlichen Unterricht gewinnt, umso leichter lassen sich Handlungsmuster zu Gunsten eines mädchengerechten Physikunterrichts verändern. Angesprochen werden hier Massnahmen, die in den Lehreraus- und Weiterbildungsstätten getroffen werden müssten.

Die Auswirkungen der Intervention auf das soziale Umfeld waren unwesentlich, jedenfalls geringer als von den Lehrkräften erwartet. Die Eltern bekundeten nicht mehr Interesse am Unterricht, und auch die Lehrerkolleginnen und -kollegen verhielten sich nicht wesentlich anders als sonst. Erwähnenswert ist, dass weder mit den Mädchen noch mit den Jungen vermehrt Disziplinschwierigkeiten auftraten. Auch das Arbeiten mit „fremden“ Materialien stellte grundsätzlich keine Probleme (die besondere Situation der Lehrkräfte der Experimentalgruppe I haben wir bereits diskutiert, vgl. Kap. 8.1.3). Das Unterrichten mit den beiden Einheiten war zwar leicht, aber nicht wesentlich anstrengender gewesen als sonst. Die Einhaltung des Lehrplans stellte zwar gewisse Probleme, die aber nur gering waren. Erfreulicherweise hat den Lehrkräften die Arbeit mit den beiden Unterrichtseinheiten Freude bereitet.

9 Projektevaluation aus der Sicht der Lehrkräfte

Nebst der im vorangehenden Kapitel dargestellten Evaluation der beiden Unterrichtseinheiten beinhaltet der Schlussfragebogen für die Lehrerinnen und Lehrer der Experimentalgruppen auch Fragen, die sich auf die Projektbeteiligung und die während der Intervention getroffenen Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen (Sensibilisierungshalbtage, Intervision, Interview und das daran anschliessende Gespräch¹ sowie Unterrichtsbeobachtung und daran anschliessende Rückmeldungen der Ergebnisse (vgl. Kap. 1.3.3 und 1.3.4 sowie Kap. 4 und 5) bezogen. Die Darstellung und Analyse der Antworten auf diese Fragen sind Gegenstand der nachfolgenden Ausführungen.

In einem ersten Schritt wird die Gesamtbeurteilung der Projektmitwirkung durch die Lehrpersonen der drei Experimentalgruppen² vorgestellt (9.1); anschliessend folgt die Beurteilung der Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen durch die Lehrpersonen der Experimentalgruppen I und II³ (9.2). Zum Schluss erfolgt eine kurze Diskussion der Ergebnisse (9.3).

9.1 Beurteilung der Projektmitarbeit

Die nach Experimentalgruppen differenzierten Mittelwerte der Items, die sich auf die Beurteilung der Projektmitarbeit beziehen, sind der Tabelle 9.1 zu entnehmen.

Tabelle 9.1: Beurteilung der Projektmitarbeit differenziert nach Experimentalgruppen

Bewertung und Lerngewinn aus der Projektmitarbeit	Expgr. I	Expgr. II	Expgr. III	Gesamtmittelw.
1. ¹ Die Mitarbeit am Projekt hat mir Spass gemacht.	4.00 ²	3.67	3.71	3.77
2. Die Beteiligung am Projekt hat sich für mich insgesamt als Gewinn erwiesen.	3.83	3.67	3.71	3.73
3. Falls es nochmals ein Projekt geben sollte, in dem es um inhaltliche wie methodische Verbesserungen des Physikunterrichts ginge, würde ich wieder mitmachen.	3.83	2.89	3.86	3.45
4. Ich denke, dass ich in Zukunft meinen Physikunterricht anders als vor meiner Beteiligung am Projekt gestalten werde.	2.67	2.44	3.29	2.77

¹ Der Einfachheit halber wird für "Interview und das daran anschliessende Gespräch" im folgenden die abgekürzte Bezeichnung "Interview" verwendet.

² Den Lehrpersonen der Kontrollgruppe wurden keine Fragen zur Projektbeteiligung gestellt.

³ Bei den Lehrpersonen der Experimentalgruppe III haben keine Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen stattgefunden.

Bewertung und Lerngewinn aus der Projektmitarbeit	Expgr. I	Expgr. II	Expgr. III	Gesamtmittelw.
5. Gemessen am Aufwand, der mit der Beteiligung am Projekt verbunden war, ist der Ertrag zu gering.	1.50	2.11	1.43	1.73
6. Ich bin froh, dass das Projekt zu Ende ist, da ich die Zusatzbelastung, die die Beteiligung am Projekt mit sich gebracht hat, unterschätzt habe.	2.17	2.67	1.71	2.23
7. Auf die Gruppentreffen hätte man auch verzichten können.	1.00	1.67	1.57	1.45
8. Den Austausch mit den anderen am Projekt beteiligten Lehrpersonen empfand ich als sehr positiv.	3.67	3.11	3.43	3.36
9. Die Informationen über Zielsetzungen und Durchführung des Projektes waren ausreichend.	3.67	3.33	3.57	3.50
10. Die Durchführung des Projektes war schlecht organisiert.	1.33	1.67	1.71	1.59
11. Die Betreuung seitens des Projektteams war ungenügend.	1.50	1.33	1.14	1.32

¹ Die Items sind nach thematischen Kriterien umgruppiert worden. Ihre Numerierung stimmt also nicht mit derjenigen des Fragebogens überein.

² Die Skalenwerte lauten: 1 = stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, 4 = stimmt.

Wie sich aus der obigen Tabelle ersehen lässt, ist die Mitwirkung am Projekt insgesamt als positiv erfahren worden. Abgesehen von Item 4 (das kein Evaluationsitem ist) befinden sich die Gesamtmittelwerte der ersten Itemgruppe bei allen drei Experimentalgruppen im oberen Viertel der Skalenwerte. Aber auch Item 4 weist mit 2.77 einen relativ hohen Gesamtmittelwert auf, was vor allem auf die hohe Zustimmung durch die Experimentalgruppe III zurückzuführen ist. Es sind auch die Lehrpersonen dieser Gruppe, die am meisten von der Mitwirkung am Projekt profitiert zu haben scheinen, sind sie im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen doch am ehesten der Auffassung, dass sie ihren Physikunterricht in Zukunft anders gestalten werden als vor ihrer Beteiligung am Projekt, wohingegen sich diese bei der Gruppe I mit 2.67 und der Gruppe II mit 2.44 im Mittelfeld befindet. Die Bereitschaft, an einem ähnlichen Projekt mitzumachen, ist in der Gruppe III ebenfalls am ausgeprägtesten, wobei die Differenz zur Gruppe I mit .03 sehr gering ist, die zur Gruppe II mit 0.97 relativ hoch. Daraus lässt sich schliessen, dass die Motivation, sich an einem Projekt zu beteiligen, das mit einer Veränderung der eigenen Unterrichtsgestaltung verknüpft ist, vor allem dann vorhanden ist, wenn diese Beteiligung mit einem nicht allzu grossem Aufwand oder mit einer weitgehenden, bereits auf der Ebene der Projektentwicklung selbst angesiedelten Mitwirkung verbunden ist.

Der Mehraufwand und die Zusatzbelastung, die die Projektbeteiligung mit sich gebracht haben (Items 5 und 6), werden von der Experimentalgruppe III am geringsten eingeschätzt. Da diese Gruppe weder an der Entwicklung der Unterrichtseinheiten beteiligt gewesen noch in die Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen einbezogen war, ist dies nicht weiter verwunderlich. Umso erstaunlicher ist hingegen, dass Aufwand und Zusatzbelastung von den

Mitgliedern der Experimentalgruppe II als höher eingestuft werden als von denjenigen der Experimentalgruppe I und die Differenz der diesbezüglichen Mittelwerte mit .61 und .50 relativ hoch ist. Zu erwarten wäre gewesen, dass es vor allem die Lehrpersonen der Gruppe I sind, für die die Beteiligung am Projekt aufgrund ihrer doch sehr aufwendigen Mitwirkung an der Erarbeitung der Unterrichtseinheiten mit einem Mehraufwand und einer Zusatzbelastung verbunden gewesen ist. Dieses Resultat ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass die Lehrpersonen der Experimentalgruppe I für ihre Mitwirkung am Projekt eine Teilentlastung von ihrem Schulpensum von 90 Arbeitsstunden (= eine Jahreslektion) erhalten haben und für den Aufwand, der mit der Erarbeitung der Unterrichtseinheiten verbunden gewesen ist, aus Mitteln des Nationalfonds und der Abteilung für das Höhere Lehramt entlohnt worden sind. Des weiteren sind hierfür wohl auch motivationale Gründe zu nennen.

Eine negativere Beurteilung des Projektes seitens der Experimentalgruppe II gegenüber derjenigen der beiden anderen Gruppen ist ebenso in bezug auf die Gruppentreffen und den Austausch mit den anderen am Projekt beteiligten Lehrpersonen auszumachen (Items 7 und 8). Dabei ist die Differenz zwischen den Werten der Gruppe I und der Gruppe II mit .67 bei Item 7 und mit .56 bei Item 8 relativ hoch, während die Differenzen zwischen der Gruppe I und der Gruppe III mit .57 lediglich bei Item 7 in ausgeprägter Weise zum Vorschein kommen und mit .24 bei Item 8 im mittleren Bereich liegen. Was den Vergleich zwischen der Gruppe II und der Gruppe III betrifft, so ist eine nennenswerte Differenz lediglich bei Item 8 festzustellen (.32), während sie bei Item 7 mit .10 relativ gering ist.

Die Informationen, die über die Zielsetzungen und die Durchführung des Projektes vermittelt worden sind (Item 9), werden wiederum von den Lehrpersonen der Gruppe II als am wenigsten ausreichend beurteilt, während die diesbezüglichen Werte der Gruppe III, die aus methodischen Gründen am wenigsten über das Projekt informiert worden ist, mit 3.57 in etwa gleich hoch sind wie diejenigen der Mitglieder der Gruppe I (3.67), die am meisten darüber informiert worden sind.

Was die Zufriedenheit mit der organisatorischen Durchführung des Projektes anbelangt (Item 10), so ist diese bei den Lehrpersonen der Gruppe I am höchsten, während die Werte der Gruppen II und III in etwa gleich hoch sind und gegenüber denjenigen der Gruppe I um .34 beziehungsweise .38 tiefer liegen.

Über die Betreuung seitens des Projektteams sind die Lehrpersonen der Gruppe I am wenigsten zufrieden, gefolgt von denjenigen der Gruppe II und der Gruppe III, obwohl letztere am wenigsten mit dem Projektteam Kontakt hatten. Dass die Betreuung von den Lehrpersonen der beiden ersten Gruppen negativer beurteilt wird als von denjenigen der Gruppe III, kann womöglich darauf zurückgeführt werden, dass jene gegenüber diesen mehr in das Projekt eingebunden gewesen und deshalb auch einem erhöhten Erwartungsdruck in Hinsicht auf eine erfolgreiche Durchführung des Projektes ausgesetzt gewesen sind. Allerdings handelt es sich dabei um relative Unterschiede, denn gesamthaft gesehen wird die Betreuung als gut beurteilt.

Insgesamt scheinen die Lehrpersonen der Experimentalgruppe II also am wenigsten mit ihrer Projektbeteiligung zufrieden zu sein, während der aus dem Projekt resultierende Gewinn für die Lehrpersonen der Experimentalgruppe III offenbar am höchsten ist.

9.2 Beurteilung der Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen

Zur übersichtlicheren Darstellung der Antworten, die sich auf die Beurteilung der Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen beziehen, sind die folgenden Kategorien gebildet worden: „Persönlicher und fachlicher Gewinn“ (9.2.1), „Erkenntnisgewinn in bezug auf die Koedukationsproblematik“ (9.2.2); „Sensibilisierung für geschlechtsspezifische Interaktionen im Unterricht“ (9.2.3), „Sensibilisierung für die Problematik des koedukativen Physikunterrichts“ (9.2.4) und „Verunsicherung und Störungen durch die Gegenwart von Drittpersonen im Unterricht“ (9.2.5). Die nach diesen Kategorien aufgeschlüsselte Beurteilung der Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen erfolgt im Vergleich zwischen den beiden Experimentalgruppen I und II. Da gewisse Items in mehreren zur Evaluation der Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen verwendeten Skalen vorkommen, ist zudem ein Vergleich zwischen den verschiedenen Massnahmen möglich.

9.2.1 Persönlicher und fachlicher Gewinn

Der Kategorie „Persönlicher und fachlicher Gewinn“ sind all jene Items zugeordnet, welche die Einschätzung des aus der Projektbeteiligung resultierenden Nutzens persönlicher und fachlicher Art betreffen. In dieser Kategorie nicht berücksichtigt sind die Items, die sich im spezifischen auf die Problematik der Koedukation im allgemeinen und des koedukativen Physikunterrichts im besonderen beziehen. Diese werden in den Kapiteln 9.2.2 bis 9.2.4 dargestellt und interpretiert.

Die nach Experimentalgruppen differenzierten Mittelwerte der Antworten zum persönlichen und fachlichen Gewinn sind den Tabellen 9.2 und 9.3 zu entnehmen.

Tabelle 9.2.: Persönlicher Gewinn differenziert nach Experimentalgruppen I und II

Persönlicher Gewinn	Expgr. I	Expgr. II	Gesamt- mittelw.
Sensibilisierungshalbtage			
Die Sensibilisierungshalbtage fand ich überflüssig.	2.40 ¹	1.75	2.00
Die Sensibilisierungshalbtage fand ich gemessen am Ertrag zu aufwendig.	2.60	2.00	2.21
Intervision			
Die Intervision fand ich überflüssig.	1.20	1.00	1.13
Die Intervision fand ich gemessen am Ertrag zu aufwendig.	1.60	1.33	1.50
Interview			
Das Interview und das daran anschliessende Gespräch fand ich überflüssig.	1.00	1.11	1.07
Das Interview und das daran anschliessende Gespräch fand ich gemessen am Ertrag zu aufwendig.	1.83	1.33	1.53
Unterrichtsbeobachtung			
Die Unterrichtsbeobachtung fand ich überflüssig.	1.17	1.63	1.43
Die Unterrichtsbeobachtung fand ich gemessen am Ertrag zu aufwendig.	1.67	1.38	1.50

¹ Die Skalenwerte lauten: 1 = stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, 4 = stimmt.

Gemäss Tabelle 9.2 scheinen die Lehrpersonen beider Experimentalgruppen vor allem aus dem Interview und der Intervision persönlichen Gewinn gezogen zu haben, wohingegen der Besuch der Sensibilisierungshalbtage von beiden Gruppen als diejenige Interventionsmassnahme eingestuft wird, die im Vergleich zu den anderen am wenigsten gebracht hat.⁴ Die schlechtere Einstufung der Sensibilisierungshalbtage ist insbesondere bei den Mitgliedern der Gruppe I vorzufinden, was vielleicht darauf zurückzuführen ist, dass sie bereits bei der Entwicklung der Unterrichtseinheiten mit der Problematik des koedukativen Physikunterrichts vertraut gemacht worden sind und deshalb während der beiden Halbtage möglicherweise nicht viel Neues erfahren haben. Allerdings steht diese relativ hohe Einschätzung der Sensibilisierungshalbtage als überflüssig teils im Widerspruch zu weiteren, den Nutzen der Sensibilisierungshalbtage betreffenden Antworten, die die Mitglieder der Gruppe I in den nachfolgenden Skalen gegeben haben.

⁴ Was das zweite Item anbelangt, ist es allerdings nicht klar, ob sich die Beantwortung der Frage nach dem Ertrag auf den persönlichen Aufwand bezieht oder auf den Aufwand, der vom Projektteam geleistet worden ist. Ähnliche Unklarheiten ergeben sich auch bei einzelnen weiteren Items.

Tabelle 9.3: Fachlicher Gewinn differenziert nach Experimentalgruppen I und II

Fachlicher Gewinn	Expgr. I	Expgr. II	Gesamt- mittelw.
Sensibilisierungshalbtage			
1a. ¹ Die Sensibilisierungshalbtage haben dazu geführt, dass ich mich in meinen Ansichten über die Durchführung eines guten Physikunterrichts bestätigt fühlte.	3.60 ²	2.78	3.07
2a. Durch die Sensibilisierungshalbtage bin ich mir bewusster geworden, dass die Beachtung der Alltagssprache und die sorgfältige Einführung in die Fachsprache der Physik von grosser Bedeutung für das Verständnis physikalischer Sachverhalte sein können.	3.40	2.33	2.71
3a. Durch die Sensibilisierungshalbtage bin ich mir bewusster geworden, dass diskursive Unterrichtsmethoden (Diskussionen im Klassenverband, Gruppenarbeiten, Projektarbeiten usw.) dem Frontalunterricht vorzuziehen sind.	2.40	2.33	2.36
Intervision			
1b. Die Intervision hat dazu geführt, dass ich mich in meinen Ansichten über die Durchführung eines guten Physikunterrichts bestätigt fühlte.	3.00	3.00	3.00
2b. Durch die Intervision bin ich mir bewusster geworden, dass die Beachtung der Alltagssprache und die sorgfältige Einführung in die Fachsprache der Physik von grosser Bedeutung für das Verständnis physikalischer Sachverhalte sein können.	2.00	2.67	2.25
3b. Durch die Intervision bin ich mir bewusster geworden, dass diskursive Unterrichtsmethoden (Diskussionen im Klassenverband, Gruppenarbeiten, Projektarbeiten usw.) dem Frontalunterricht vorzuziehen sind.	1.80	2.67	2.13
Interview			
1c. Das Interview und das daran anschliessende Gespräch haben dazu geführt, dass ich mich in meinen Ansichten über die Durchführung eines guten Physikunterrichts bestätigt fühlte.	3.33	3.22	3.27
2c. Durch das Interview und das daran anschliessende Gespräch bin ich mir bewusster geworden, dass die Beachtung der Alltagssprache und die sorgfältige Einführung in die Fachsprache der Physik von grosser Bedeutung für das Verständnis physikalischer Sachverhalte sein können.	2.17	2.86	2.54
3c. Durch das Interview und das daran anschliessende Gespräch bin ich mir bewusster geworden, dass diskursive Unterrichtsmethoden (Diskussionen im Klassenverband, Gruppenarbeiten, Projektarbeiten usw.) dem Frontalunterricht vorzuziehen sind.	2.67	2.33	2.47

Fachlicher Gewinn	Expgr. I	Expgr. II	Gesamt- mittelw.
Unterrichtsbeobachtung			
1d. Die Unterrichtsbeobachtung hat dazu geführt, dass ich mich in meinen Ansichten über die Durchführung eines guten Physikunterrichts bestätigt fühlte.	2.60	3.00	2.85
2d. Durch die Unterrichtsbeobachtung bin ich mir bewusster geworden, dass die Beachtung der Alltagssprache und die sorgfältige Einführung in die Fachsprache der Physik von grosser Bedeutung für das Verständnis physikalischer Sachverhalte sein können.	1.67	2.00	1.83
3d. Durch die Unterrichtsbeobachtung bin ich mir bewusster geworden, dass diskursive Unterrichtsmethoden (Diskussionen im Klassenverband, Gruppenarbeiten, Projektarbeiten usw.) dem Frontalunterricht vorzuziehen sind.	2.33	2.33	2.33

- ¹ Die Items sind umgruppiert worden, so dass ihre Numerierung nicht mit derjenigen des Fragebogens übereinstimmt. Sofern zur Evaluation der Sensibilisierungs- bzw. Supervisionsmassnahmen die gleichen Items verwendet worden sind, sind diese mit der gleichen Ziffer und mit einem Buchstaben gekennzeichnet, der sich auf die jeweilige Sensibilisierungs- bzw. Supervisionsmassnahme bezieht: a = Sensibilisierungshalbtage, b = Intervision, c = Interview und daran anschliessendes Gespräch, d = Unterrichtsbeobachtung.
- ² Die Skalenwerte lauten: 1 = stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, 4 = stimmt.

In ihren Ansichten über die Durchführung eines guten Physikunterrichts (Items 1a bis 1d) sehen sich die Mitglieder beider Experimentalgruppen im allgemeinen bestätigt. Die Lehrpersonen der Gruppe I stimmen diesem Item vor allem in bezug auf die Sensibilisierungshalbtage zu, gefolgt vom Interview, der Intervision und der Unterrichtsbeobachtung. Bei der Gruppe II steht an erster Stelle das Interview, an zweiter mit gleich hoher Zustimmung die Intervision und die Unterrichtsbeobachtung sowie an letzter die Sensibilisierungshalbtage. Das Interview scheint also von beiden Gruppen mit den relativ hohen Werten von 3.33 und 3.22 als Bestätigung ihrer Ansichten erfahren worden zu sein. Bei den Sensibilisierungshalbtagen stehen sich die Antworten diametral gegenüber: Die Lehrpersonen der Gruppe I sehen sich im Vergleich zu den anderen Massnahmen am meisten durch die Sensibilisierungshalbtage in ihren Ansichten über einen guten Physikunterricht bestätigt, die Gruppe II hingegen am wenigsten.

Was die Bewusstwerdung der Alltagssprache für das Verständnis physikalischer Sachverhalte anbelangt, so nimmt auch hier das Interview einen vorrangigen Stellenwert ein: Bei der Gruppe II wird es an erster Stelle genannt, bei der Gruppe I an zweiter. Bezüglich der Sensibilisierungshalbtage ist wiederum eine Polarisierung festzustellen: Die Gruppe I weist ihnen mit dem Wert von 3.40 den höchsten Bewusstwerdungseffekt zu, die Gruppe II mit dem Wert von 2.33 den zweitniedrigsten. Die Unterrichtsbeobachtung steht bei beiden Gruppen an letzter Stelle.

Auch in bezug auf die Bewusstwerdung der Vorzüge der diskursiven Unterrichtsmethoden im Vergleich zum Frontalunterricht steht das Interview bei der Gruppe I an erster Stelle, gefolgt von den Sensibilisierungshalbtagen, der Beobachtung und der Intervention. Bei der Gruppe II ist es hingegen die Intervention, die den höchsten Bewusstwerdungseffekt verzeichnet, während Sensibilisierungshalbtage, Interview und Beobachtung jeweils gleich hohe Werte aufweisen.

9.2.2 Erkenntnisgewinn in bezug auf die Koedukationsforschung

Eine zentrale Zielsetzung der Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen war es, die Lehrpersonen der Experimentalgruppen I und II für die Koedukationsproblematik im allgemeinen und den koedukativen Physikunterricht im besonderen zu sensibilisieren.

Fragen, die ohne weitere Spezifizierung den Erkenntnisgewinn hinsichtlich der Koedukationsforschung betreffen, wurden in der Schlusserhebung lediglich zu den beiden Sensibilisierungshalbtagen gestellt. Die diesbezüglichen Antworten sind der Tabelle 9.4 zu entnehmen.

Tabelle 9.4: Erkenntnisgewinn in bezug auf die Koedukationsforschung

Erkenntnisgewinn in bezug auf die Koedukationsforschung	Expgr. I	Expgr. II	Gesamtmittelw.
<i>Durch die Sensibilisierungshalbtage...</i>			
ist mir klar geworden, weshalb die Koedukation gegenwärtig kritisiert wird.	3.40 ¹	2.67	2.93
habe ich wertvolle Einblicke in den Stand der Koedukationsforschung gewonnen.	3.40	3.00	3.14

¹ Die Skalenwerte lauten: 1 = stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, 4 = stimmt.

Was den Erkenntnisgewinn bezüglich der Koedukationsforschung anbelangt, scheinen in erster Linie die Lehrpersonen der Experimentalgruppe I von den Sensibilisierungshalbtagen profitiert zu haben. In Anbetracht dessen, dass sie bereits im Zusammenhang mit der Entwicklung der Unterrichtseinheiten mit den Ergebnissen der Koedukationsforschung vertraut gemacht worden sind, wäre eigentlich zu erwarten gewesen, dass es vor allem die Mitglieder der Experimentalgruppe II sind, die den diesbezüglichen Erkenntnisgewinn höher einschätzen würden. Dies umso mehr als die Gruppe I im Vergleich zur Gruppe II die Sensibilisierungshalbtage als überflüssiger eingestuft hat (vgl. Kap. 9.2.1).

9.2.3 Sensibilisierung für geschlechtstypische Interaktionen im Unterricht

Da in der Koedukationsforschung geschlechtstypisch ablaufende Interaktionen als eines der zentralen Probleme identifiziert worden sind, das die Gleichbehandlung von Schülerinnen und Schülern im Unterricht erschwert (vgl. Kap. 5.1), wurden diesen im Rahmen der Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen besondere Beachtung geschenkt. Die Antworten auf diese Fragen sind in der Tabelle 9.5 wiedergegeben.

Tabelle 9.5: Sensibilisierung für geschlechtstypische Interaktionen im Unterricht

Sensibilisierung für geschlechtstypische Interaktionen im Unterricht	Expgr. I	Expgr. II	Gesamtmittelw.
Sensibilisierungshalbtage			
1a. ¹ Die Sensibilisierungshalbtage gaben mir wertvolle Hinweise in bezug auf meine Interaktionen mit den Schülern und Schülerinnen.	2.80 ²	3.11	3.00
2a. Durch die Sensibilisierungshalbtage bin ich mir bewusster geworden, dass sich der Kommunikationsstil der Knaben von demjenigen der Mädchen unterscheidet.	2.80	2.33	2.50
3. Durch die Sensibilisierungshalbtage bin ich mir bewusster geworden, dass die Knaben tendenziell mehr Aufmerksamkeit für sich beanspruchen.	2.60	2.11	2.29
4. Durch die Sensibilisierungshalbtage bin ich mir bewusster geworden, dass es vor allem die Knaben sind, die das Unterrichtsgeschehen zu dominieren versuchen.	2.60	1.86	2.17
5. Durch die Sensibilisierungshalbtage bin ich mir bewusster geworden, dass der Lernstil von Knaben eher wettbewerbsorientiert, derjenige von Mädchen eher kooperativ ist.	3.00	2.00	2.36
Intervision			
1b. Die Intervision gab mir wertvolle Hinweise in bezug auf meine Interaktionen mit den Schülern und Schülerinnen.	2.80	2.67	2.75
2b. Durch die Intervision bin ich mir bewusster geworden, dass sich der Kommunikationsstil der Knaben von demjenigen der Mädchen unterscheidet.	2.20	2.67	2.38
Interview			
1c. Das Interview und das daran anschließende Gespräch gaben mir wertvolle Hinweise in bezug auf meine Interaktionen mit den Schülern und Schülerinnen.	2.33	3.44	3.00
2c. Durch das Interview und das daran anschließende Gespräch bin ich mir bewusster geworden, dass sich der Kommunikationsstil der Knaben von demjenigen der Mädchen unterscheidet.	2.33	2.43	2.38
Unterrichtsbeobachtung			
1d. Die Unterrichtsbeobachtung gab mir wertvolle Hinweise in bezug auf meine Interaktionen mit den Schülern und Schülerinnen.	3.17	3.63	3.43
2d. Durch die Unterrichtsbeobachtung bin ich mir bewusster geworden, dass sich der Kommunikationsstil der Knaben von demjenigen der Mädchen unterscheidet.	2.83	2.00	2.42
6. Die Unterrichtsbeobachtung hat dazu geführt, dass ich mir über geschlechtstypisch ablaufende Interaktionen im Unterricht bewusster geworden bin.	2.50	2.75	2.64

7.	Die Unterrichtsbeobachtung hat mir gezeigt, dass es trotz allen guten Absichten schwierig ist, den Mädchen gleich viel Aufmerksamkeit zu schenken wie den Buben.	2.50	1.50	1.93
----	--	------	------	------

- ¹ Die Items sind umgruppiert worden, so dass ihre Numerierung nicht mit derjenigen des Fragebogens übereinstimmt. Sofern zur Evaluation der Sensibilisierungs- bzw. Supervisionsmassnahmen die gleichen Items verwendet worden sind, sind diese mit der gleichen Ziffer versehen und mit einem Buchstaben gekennzeichnet, der sich auf die jeweilige Sensibilisierungs- bzw. Supervisionsmassnahme bezieht: a = Sensibilisierungshalbtage, b = Intervision, c = Interview und daran anschliessendes Gespräch, d = Unterrichtsbeobachtung.
- ² Die Skalenwerte lauten: 1 = stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, 4 = stimmt.

Die Einschätzung der Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen in bezug auf Hinweise auf die eigenen Interaktionen mit den Schülerinnen und Schülern (Item 1) ergibt bei beiden Experimentalgruppen die gleiche Reihenfolge: Am meisten scheinen die Lehrpersonen von der Unterrichtsbeobachtung profitiert zu haben, gefolgt vom Interview und den Sensibilisierungshalbtagen mit etwa gleich hohen Werten und der Intervision an letzter Stelle. Eine zustimmende Antwort ist im gruppenspezifischen Vergleich vor allem bei den Lehrpersonen der Gruppe II festzustellen, was mit einer Differenz von 1.11 insbesondere für das Interview, aber auch für die Unterrichtsbeobachtung (Differenz .46) und die Sensibilisierungshalbtage (Differenz .31) gilt.

Was die Bewusstwerdung der geschlechtstypischen Kommunikationsstile (Item 2) anbelangt, werden die Massnahmen von den beiden Experimentalgruppen unterschiedlich beurteilt: Bei der Gruppe I sind es die Unterrichtsbeobachtung und die Sensibilisierungshalbtage, die den höchsten Grad an Zustimmung erhalten haben, gefolgt vom Interview und der Intervision. Bei der Gruppe II ist die Reihenfolge gerade umgekehrt: An erster Stelle wird die Intervision genannt, gefolgt vom Interview, den Sensibilisierungshalbtagen und der Unterrichtsbeobachtung.

Hinsichtlich der zusätzlichen, auf die Interaktionen im Schulzimmer bezogenen Items zur Evaluation der Sensibilisierungshalbtage (Items 3 - 5) und der Unterrichtsbeobachtung (Items 6 und 7) lässt sich folgendes festhalten: Abgesehen von Item 6 finden alle Items bei den Mitgliedern der Gruppe I eine höhere Zustimmung als bei denjenigen der Gruppe II, wobei die Differenz jeweils sehr deutlich ist, wohingegen sie bei Item 6 in einem mittleren Bereich liegt.

Die Unterrichtsbeobachtung, die darauf angelegt worden ist, die Lehrpersonen für die zumeist unbewusst ablaufenden Interaktionen im Klassenzimmer zu sensibilisieren, scheint gemäss den obigen Antworten vor allem von den Mitgliedern der Experimentalgruppe I als eine Supervisionsmassnahme erfahren worden zu sein, die zu einer Bewusstwerdung geschlechtstypischer Interaktionsmuster geführt hat. Dies lässt sich insbesondere an den Antworten zu Item 7 feststellen, bei denen die Differenz der Mittelwerte zwischen der Gruppe I und der Gruppe II mit 1.00 sehr ausgeprägt ist, und auch bei Item 2d, bei dem sie .83 beträgt.

9.2.4 Sensibilisierung für die Problematik des koedukativen Physikunterrichtes

Nebst der Sensibilisierung für die Koedukationsproblematik im allgemeinen fand auch eine Sensibilisierung statt, die sich im spezifischen auf die Problematik des koedukativen Physikunterrichts bezog. In diesem Zusammenhang wurde den geschlechtstypischen Attributionsstilen (Begabungszuschreibungen), den unterschiedlichen Vorerfahrungen und Interessen der beiden Geschlechtern in Physik und Technik sowie der Vermittlung physikalisch-technischer Wissensinhalte besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Die Antworten auf die diesbezüglichen Fragen sind den nachfolgenden Tabellen 9.6 bis 9.8 zu entnehmen.

Tabelle 9.6: Sensibilisierung für geschlechtstypische Attributionsstile

Sensibilisierung für geschlechtstypische Attributionsstile	Expgr. I	Expgr. II	Gesamtmittelw.
Sensibilisierungshalbtage			
1a. ¹ Durch die Sensibilisierungshalbtage bin ich mir bewusster geworden, dass Knaben und Mädchen ihre Schulleistungen in der Physik auf unterschiedliche Ursachen zurückführen (Begabung vs. Fleiss/Glück).	3.20 ²	2.22	2.57
2a. Durch die Sensibilisierungshalbtage bin ich mir bewusster geworden, dass die Physik von vielen als eine männliche Domäne wahrgenommen wird.	3.40	2.11	2.57
3a. Durch die Sensibilisierungshalbtage habe ich vermehrt darauf geachtet, den Mädchen positive Rückmeldungen in bezug auf ihre physikalisch-technischen Kompetenzen zu geben.	3.40	2.22	2.64
Intervision			
1b. Durch die Intervision und das daran anschließende Gespräch bin ich mir bewusster geworden, dass Knaben und Mädchen ihre Schulleistungen in der Physik auf unterschiedliche Ursachen zurückführen (Begabung vs. Fleiss/Glück).	2.00	2.33	2.13
Interview			
1c. Durch das Interview bin ich mir bewusster geworden, dass Knaben und Mädchen ihre Schulleistungen in der Physik auf unterschiedliche Ursachen zurückführen (Begabung vs. Fleiss/Glück).	2.17	2.00	2.08
Unterrichtsbeobachtung			
1d. Durch die Unterrichtsbeobachtung bin ich mir bewusster geworden, dass Knaben und Mädchen ihre Schulleistungen in der Physik auf unterschiedliche Ursachen zurückführen (Begabung vs. Fleiss/Glück).	1.50	1.67	1.58

¹ Die Items sind umgruppiert worden, so dass ihre Numerierung nicht mit derjenigen des Fragebogens übereinstimmt. Sofern zur Evaluation der Sensibilisierungs- bzw. Supervisionsmassnahmen die gleichen Items verwendet worden sind, sind diese mit der gleichen Ziffer versehen und mit einem Buchstaben gekennzeichnet, der sich auf die

jeweilige Sensibilisierungs- bzw. Supervisionsmassnahme bezieht: a = Sensibilisierungshalbtage, b = Intervention, c = Interview und daran anschliessendes Gespräch, d = Unterrichtsbeobachtung.

- 2 Die Skalenwerte lauten: 1 = stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, 4 = stimmt.

Wie sich der obigen Tabelle ersehen lässt, scheinen bei der Experimentalgruppe I vor allem die Sensibilisierungshalbtage zur Einsicht geführt zu haben, dass Mädchen und Knaben unterschiedliche Attributionsstile bezüglich ihrer physikalisch-technischen Kompetenzen aufweisen, wobei die Differenz zu den Mittelwerten der Gruppe II jeweils sehr ausgeprägt ist. Bei der Experimentalgruppe II ist es vor allem die Intervention, die zur Bewusstwerdung der geschlechtstypischen Attributionsstile geführt hat, was ihrer Beurteilung der Intervention als diejenige Massnahme entspricht, die im Vergleich zu den anderen als am wenigsten überflüssig erachtet worden ist (vgl. Kap. 9.2.1). Anschliessend folgen bei beiden Gruppen in der gleichen Reihenfolge das Interview und die Unterrichtsbeobachtung.

Ein höherer Sensibilisierungseffekt ist bei den Mitgliedern der Gruppe I auch in bezug auf die Bewusstwerdung der Tatsache festzustellen, dass die Physik von vielen als eine männliche Domäne wahrgenommen wird (Differenz bei Item 2a: .71). Zudem scheinen die Mitglieder der Gruppe I durch die Sensibilisierungshalbtage weit mehr dazu veranlasst worden zu sein, den Mädchen positive Rückmeldungen in bezug auf ihre physikalisch-technischen Kompetenzen zu geben als diejenigen der Gruppe II (Differenz bei Item 3a: .82). Gemessen an den Unterrichtsbeobachtungen, hat sich diese stärkere Sensibilisierung aber nicht auf ein entsprechendes Verhalten ausgewirkt (vgl. Kap. 5.4.3).

Auch in diesem Fall stehen die Aussagen der Gruppe I im Widerspruch zu ihrer Einschätzung der Sensibilisierungshalbtage als die im Vergleich zu den anderen Interventionsmassnahmen überflüssigste Massnahme (vgl. Kap. 9.2.1).

Tabelle 9.7: Sensibilisierung für geschlechtstypische Vorerfahrungen und Interessen

Sensibilisierung für geschlechtstypische Vorerfahrungen und Interessen	Expgr. I	Expgr. II	Gesamtmittelw.
Sensibilisierungshalbtage			
1a. ¹ Durch die Sensibilisierungshalbtage bin ich mir bewusster geworden, dass Mädchen und Knaben unterschiedliche Vorerfahrungen im physikalisch-technischen Bereich machen.	3.20 ²	2.22	2.57
2a. Durch die Sensibilisierungshalbtage bin ich mir bewusster geworden, dass Mädchen und Knaben unterschiedliche Interessen an den Stoffgebieten der Physik haben.	3.40	2.00	2.50
Intervision			
1b. Durch die Intervision bin ich mir bewusster geworden, dass Mädchen und Knaben unterschiedliche Vorerfahrungen im physikalisch-technischen Bereich machen.	1.40	2.33	1.75
2b. Durch die Intervision bin ich mir bewusster geworden, dass Mädchen und Knaben unterschiedliche Interessen an den Stoffgebieten der Physik haben.	1.40	2.33	1.75
Interview			
1c. Durch das Interview und das daran anschließende Gespräch bin ich mir bewusster geworden, dass Mädchen und Knaben unterschiedliche Vorerfahrungen im physikalisch-technischen Bereich machen.	2.33	2.22	2.27
2c. Durch das Interview und das daran anschließende Gespräch bin ich mir bewusster geworden, dass Mädchen und Knaben unterschiedliche Interessen an den Stoffgebieten der Physik haben.	2.17	2.14	2.15
Unterrichtsbeobachtung			
1d. Durch die Unterrichtsbeobachtung bin ich mir bewusster geworden, dass Mädchen und Knaben unterschiedliche Vorerfahrungen im physikalisch-technischen Bereich machen.	1.67	1.83	1.75
2d. Durch die Unterrichtsbeobachtung bin ich mir bewusster geworden, dass Mädchen und Knaben unterschiedliche Interessen an den Stoffgebieten der Physik haben.	1.67	2.17	1.92

¹ Die Items sind umgruppiert worden, so dass ihre Numerierung nicht mit derjenigen des Fragebogens übereinstimmt. Sofern zur Evaluation der Sensibilisierungs- bzw. Supervisionsmassnahmen die gleichen Items verwendet worden sind, sind diese mit der gleichen Ziffer versehen und mit einem Buchstaben gekennzeichnet, der sich auf die jeweilige Sensibilisierungs- bzw. Supervisionsmassnahme bezieht: a = Sensibilisierungshalbtage, b = Intervision, c = Interview und daran anschliessendes Gespräch, d = Unterrichtsbeobachtung.

² Die Skalenwerte lauten: 1 = stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, 4 = stimmt.

In bezug auf die oben aufgeführten Items sind die Mitglieder der Experimentalgruppe I der Auffassung, dass die Sensibilisierungshalbtage am meisten gebracht haben, wobei ihre Zustimmung sowohl im Vergleich mit den anderen Massnahmen wie im Vergleich zur Gruppe II sehr ausgeprägt ist und wiederum im Widerspruch zu ihrer Einschätzung der Sensibilisierungshalbtage als überflüssigste Interventionsmassnahme steht (vgl. Kap. 9.2.1). An zweiter Stelle steht das Interview, gefolgt von der Unterrichtsbeobachtung und der Intervention.

Bei den Mitgliedern der Experimentalgruppe II sieht das Bild folgendermassen aus: Bei den Items 1a bis 1d steht an erster Stelle die Intervention, gefolgt von den Sensibilisierungshalbtagen und dem Interview gemeinsam an zweiter und der Unterrichtsbeobachtung an letzter Stelle. Bei den Items 2a bis 2d steht wiederum die Intervention an erster Stelle, gefolgt von der Unterrichtsbeobachtung, dem Interview und den Sensibilisierungshalbtagen. Angesichts der Antworten, die von den Lehrpersonen der Gruppe II in der obigen und auch der vorhergehenden Tabelle gegeben worden sind, scheint für sie die gegenseitige Hospitation für die Bewusstwerdung geschlechtstypisch ausgeprägter Attributionstile, Vorerfahrungen und Interessen am meisten gebracht zu haben. Dies entspricht wiederum ihrer Einschätzung der Intervention in bezug auf die Items von Tabelle 9.2 (vgl. Kap. 9.2.1).

Tabelle 9.8: Sensibilisierung für einen geschlechtergerechten Physikunterricht

Sensibilisierung für einen geschlechtergerechten Physikunterricht	Expgr. I	Expgr. II	Gesamt- mittelw.
Sensibilisierungshalbtage			
1a. ¹ Durch die Sensibilisierungshalbtage bin ich mir bewusster geworden, dass der Kontext, in dem physikalisches Wissen eingebettet wird, für den Verstehensprozess von Mädchen und Knaben unterschiedliche Bedeutung haben kann.	3.20 ²	2.56	2.79
2a. Durch die Sensibilisierungshalbtage habe ich wertvolle Denkanstösse erhalten, die sich auf die <i>Inhalte</i> eines Physikunterrichts beziehen, der die unterschiedlichen Vorerfahrungen, Interessen und Bedürfnisse von Mädchen und Buben berücksichtigt.	3.00	3.11	3.07
3a. Durch die Sensibilisierungshalbtage habe ich wertvolle Denkanstösse erhalten, die sich auf die <i>Methoden</i> eines Physikunterrichts beziehen, der die unterschiedlichen Vorerfahrungen, Interessen und Bedürfnisse von Mädchen und Buben berücksichtigt.	2.60	2.89	2.79

Intervision				
1b.	Durch die Intervision bin ich mir bewusster geworden, dass der Kontext, in dem physikalisches Wissen eingebettet wird, für den Verstehensprozess von Mädchen und Knaben unterschiedliche Bedeutung haben kann.	2.20	2.33	2.25
2b.	Durch die Intervision habe ich wertvolle Denkanstöße erhalten, die sich auf die <i>Inhalte</i> eines Physikunterrichts beziehen, der die unterschiedlichen Vorerfahrungen, Interessen und Bedürfnisse von Mädchen und Buben berücksichtigt.	2.60	2.67	2.63
3b.	Durch die Intervision habe ich wertvolle Denkanstöße erhalten, die sich auf die <i>Methoden</i> eines Physikunterrichts beziehen, der die unterschiedlichen Vorerfahrungen, Interessen und Bedürfnisse von Mädchen und Buben berücksichtigt.	3.00	2.67	2.88
Sensibilisierung für geschlechtstypische Vorerfahrungen und Interessen		Expgr. I	Expgr. II	Gesamtmittelw.
Interview				
1c.	Durch das Interview und das daran anschließende Gespräch bin ich mir bewusster geworden, dass der Kontext, in dem physikalisches Wissen eingebettet wird, für den Verstehensprozess von Mädchen und Knaben unterschiedliche Bedeutung haben kann.	2.33	2.57	2.46
2c.	Durch das Interview und das daran anschließende Gespräch habe ich wertvolle Denkanstöße erhalten, die sich auf die <i>Inhalte</i> eines Physikunterrichts beziehen, der die unterschiedlichen Vorerfahrungen, Interessen und Bedürfnisse von Mädchen und Buben berücksichtigt.	2.50	3.11	2.87
3.c	Durch das Interview und das daran anschließende Gespräch habe ich wertvolle Denkanstöße erhalten, die sich auf die <i>Methoden</i> eines Physikunterrichts beziehen, der die unterschiedlichen Vorerfahrungen, Interessen und Bedürfnisse von Mädchen und Buben berücksichtigt.	2.83	3.22	3.07
Unterrichtsbeobachtung				
1d ³ .	Durch die Unterrichtsbeobachtung bin ich mir bewusster geworden, dass der Kontext, in dem physikalisches Wissen eingebettet wird, für den Verstehensprozess von Mädchen und Knaben unterschiedliche Bedeutung haben kann.	1.50	2.00	1.75

¹ Die Items sind umgruppiert worden, so dass ihre Numerierung nicht mit derjenigen des Fragebogens übereinstimmt. Sofern zur Evaluation der Sensibilisierungs- bzw. Supervisionsmassnahmen die gleichen Items verwendet worden sind, sind diese mit der gleichen Ziffer versehen und mit einem Buchstaben gekennzeichnet, der sich auf die jeweilige Sensibilisierungs- bzw. Supervisionsmassnahme bezieht: a = Sensibilisierungshalbtage, b = Intervision, c = Interview und daran anschliessendes Gespräch, d = Unterrichtsbeobachtung.

- 2 Die Skalenwerte lauten: 1 = stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, 4 = stimmt.
- 3 Die beiden anderen, in der Tabelle aufgeführten Items zur Sensibilisierung für einen geschlechtergerechten Physikunterricht sind in den Skalen zur Evaluation der Unterrichtsbeobachtungen nicht verwendet worden.

Bei beiden Experimentalgruppen schneiden die Sensibilisierungshalbtage in bezug auf die Bewusstwerdung der Bedeutung des Kontextes, in dem physikalisches Wissen eingebettet wird (Itemgruppe 1a bis 1d), am besten ab, wobei bei der Gruppe I im Vergleich zur Gruppe II eine ausgeprägtere Zustimmung festzustellen ist. Anschliessend folgen das Interview, die Intervision und die Unterrichtsbeobachtung.

Denkanstösse bezüglich der Inhalte eines geschlechtergerechten Physikunterrichtes (Itemgruppe 2a bis 2c) haben die Mitglieder der Gruppe I vor allem durch die Sensibilisierungshalbtage erhalten, gefolgt von der Intervision und dem Interview. Bei den Mitgliedern der Gruppe II sind es die Sensibilisierungshalbtage und das Interview mit gleich hohen Werten und die Intervision an zweiter Stelle.

Methodische Denkanstösse (Itemgruppe 3a bis 3c) haben die Lehrpersonen der Gruppe I in erster Linie von der Intervision erhalten, gefolgt vom Interview und den Sensibilisierungshalbtagen, während bei der Gruppe II zuerst das Interview und anschliessend die Sensibilisierungshalbtage und die Intervision genannt werden.

Dass bei den Itemgruppen 1a bis 1d und 1a bis 2c von den Mitgliedern der Experimentalgruppen I die Sensibilisierungshalbtage an erster Stelle genannt werden widerspricht wiederum ihrer zu den Items in Tabelle 9.2 geäusserten Einschätzung (vgl. Kap. 9.2.1).

9.2.5 Verunsicherung und Störungen durch die Gegenwart von Drittpersonen im Unterricht

Sowohl bei der Intervision wie bei der Unterrichtsbeobachtung waren während des Unterrichts Drittpersonen im Schulzimmer anwesend. Im ersten Fall war es eine ebenfalls am Projekt beteiligte Lehrperson, im zweiten das Zweierteam, das die Unterrichtsbeobachtung durchgeführt hat. Es könnte sein, dass die Gegenwart dieser Drittpersonen von den Lehrpersonen als verunsichernd, unter Umständen gar als unangenehm erlebt wurde und sie die Klasse dazu veranlasst hat, sich anders zu verhalten, als sie dies normalerweise tut. Die Tabelle 9.9 gibt darüber Auskunft.

Tabelle 9.9: Verunsicherung und Störungen durch die Gegenwart von Drittpersonen im Unterricht

Verunsicherung und Störungen durch die Gegenwart von Drittpersonen im Unterricht	Expgr. I	Expgr. II	Gesamt- mittelw.
Die Intervision ...			
1. ¹ hat dazu geführt, dass ich mich während der Lektion verunsichert fühlte.	1.33 ²	2.00	1.67
2. brachte mich in Verlegenheit, weil ich ungern ein Urteil über den Unterricht von Kollegen oder Kolleginnen abgebe.	1.50	1.67	1.57
3. hat mich ermutigt, mit meinen Kolleginnen und Kollegen auch in Zukunft Intervisionen durchzuführen.	1.60	2.67	2.00
Die Unterrichtsbeobachtung ...			
1. habe ich als unangenehm erlebt.	1.17	1.25	1.21
2. hat dazu geführt, dass ich mich bei der Durchführung der Lektion verunsichert gefühlt habe.	1.00	1.38	1.21
3. habe ich als störend empfunden.	1.33	1.13	1.21
4. hat dazu geführt, dass ich mich während der Beobachtung anders verhalten habe, als ich dies normalerweise tue.	1.83	1.75	1.79
5. ist von der Klasse als störend empfunden worden.	1.67	1.63	1.64
6. hat dazu geführt, dass sich die Klasse während der Beobachtung anders verhalten hat, als sie dies normalerweise tut.	2.00	1.75	1.86

¹ Die Items sind umgruppiert worden, so dass ihre Numerierung nicht mit derjenigen des Fragebogens übereinstimmt.

² Die Skalenwerte lauten: 1 = stimmt nicht, 2 = stimmt eher nicht, 3 = stimmt eher, 4 = stimmt.

Wie sich den relativ tiefen Werten in der obigen Tabelle entnehmen lässt, hat die Gegenwart anderer die Lehrpersonen nicht sonderlich verunsichert und ist von ihnen auch nicht unbedingt als Störung empfunden worden. Das gleiche gilt auch in bezug auf die Wahrnehmung des Verhaltens der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrperson während der supervidierten Lektionen.

Dazu ermutigt, die gegenseitige Hospitation auch in Zukunft als Supervisionsmassnahme anzuwenden, scheinen hingegen nur die Lehrpersonen der Gruppe II worden zu sein. Ihre im Vergleich zur Gruppe I deutlicher ausfallende Zustimmung zu diesem Item entspricht der Tatsache, dass sie die Intervision oft als diejenige Massnahme nennen, von der sie im Vergleich zu den anderen Massnahmen am meisten profitiert haben und sie deshalb auch am wenigsten als überflüssig erachten.

9.3 Diskussion

Wie sich den obigen Darlegungen entnehmen lässt, ergibt sich hinsichtlich der Projektevaluation durch die Lehrerinnen und Lehrer ein relativ heterogenes Bild. Je nach Lehrperson und Gruppenzugehörigkeit haben sich die Mitwirkung am Projekt und die Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen in unterschiedlicher Weise als gewinnbringend herausgestellt. Dennoch lassen sich hinsichtlich der Beurteilung der Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen durch die Mitglieder der Experimentalgruppen I und II einzelne Punkte festhalten, die als Anhaltspunkte zur Einschätzung ihrer Wirksamkeit dienen können. Diese werden im folgenden überblicksmässig dargestellt, wobei man allerdings in Rechnung stellen muss, dass nicht alle getroffenen Massnahmen zur Sensibilisierung bzw. Supervision der Lehrpersonen den vorgegebenen Kriterien eines „mädchengerechten“ Unterrichts gleichermassen verpflichtet waren. Während die Sensibilisierungshalbtage gezielt darauf ausgerichtet waren, den Lehrpersonen die Problematik des koedukativen Physikunterrichts aufzuzeigen, bezogen sich die Unterrichtsbeobachtungen ausschliesslich auf das Interaktionsverhalten, konnten also auch nur in diesem Bereich einen allfälligen Beitrag zur Sensibilisierung leisten. Im Falle der Intervisionen gilt es zu beachten, dass diese vom Projektteam nicht kontrolliert wurden, auch wenn die Lehrpersonen beauftragt waren, sich an der ausgearbeiteten Checkliste II (vgl. Anhang zu diesem Band) zu orientieren. Was bei den Intervisionen genau zur Sprache kam, können wir daher nicht mit Gewissheit sagen.

Vergleicht man die Aussagen der Experimentalgruppe I mit denjenigen der Experimentalgruppe II, so lässt sich insgesamt feststellen, dass die Gruppe I vor allem die Sensibilisierungshalbtage positiv beurteilt, wohingegen bei der Gruppe II vor allem die Intervision und zum Teil auch das Interview positiv beurteilt werden. Die Unterrichtsbeobachtung fungiert in einem Fall an erster Stelle.

Bei der Gruppe I stehen die Sensibilisierungshalbtage bei den Kategorien „fachlicher Gewinn“ und den drei Skalen der Kategorie „Sensibilisierung für die Problematik des koedukativen Physikunterrichts“ („Sensibilisierung für geschlechtstypische Interaktionsstile“, „Sensibilisierung für geschlechtstypische Vorerfahrungen und Interessen“ und „Sensibilisierung für einen geschlechtergerechten Physikunterricht“) an erster Stelle. Bei der Kategorie „Sensibilisierung für geschlechtsspezifische Interaktionen im Unterricht“ sind es die Sensibilisierungshalbtage und die Unterrichtsbeobachtung, die mit einer etwa gleich hohen Ausprägung den ersten Rang einnehmen. Als persönlichen Gewinn haben die Lehrpersonen der Gruppe I vor allem das Interview und die Intervision erfahren.

Bei der Gruppe II werden Interview und Intervision mit einer ungefähr gleich hohen Ausprägung sowohl in bezug auf den persönlichen als auch den fachlichen Gewinn an erster Stelle genannt. Die Intervision fungiert im ersten Rang bei der „Sensibilisierung für geschlechtsspezifische Interaktionen im Unterricht“ und bei zwei Skalen der „Sensibilisierung für die Problematik des koedukativen Physikunterrichts“, nämlich der Skala „Sensibilisierung für geschlechtstypische Interaktionsstile“ und der Skala „Sensibilisierung für geschlechtstypische Vorerfahrungen und Interessen“. Bei der dritten Skala zur „Sensibilisierung für einen geschlechtergerechten Physikunterricht“ ist es das Interview.

Aus diesem gruppenbezogenen Vergleich lässt sich schliessen, dass die Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen je nach Einbindung in das Projekt unterschiedlich erfahren und eingeschätzt worden sind. Während die Mitglieder der Experimentalgruppe I vor allem den gruppenbezogenen Massnahmen einen primären Stellenwert einräumen, bevorzugen die Mitglieder der Experimentalgruppe II Massnahmen im bilateralen Bereich. Dieser Befund entspricht den in Tabelle 9.1 aufgeführten Antworten: Die Mitglieder der Gruppe I sind im Vergleich zu den Mitgliedern der Gruppe II und III am wenigsten der Auffassung, dass man auf die Gruppentreffen hätte verzichten können und empfanden den Austausch mit anderen am Projekt beteiligten Lehrpersonen am positivsten, wohingegen für die Mitglieder der Gruppe II gerade das umgekehrte gilt. Dass der Intervention und dem mit einem anschliessenden Gespräch verbundenen Interview von den Lehrpersonen der Gruppe II gegenüber den im Gruppenverband durchgeführten Sensibilisierungshalbtagen der Vorzug eingeräumt wird, ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass erstere zwei Massnahmen darstellen, die einen persönlicheren Kontakt und ein besseres Eingehen auf die spezifische Situation der einzelnen Lehrperson ermöglichen.

Geht es darum, ein Urteil darüber abzugeben, welche der Massnahmen in bezug auf die einzelnen Aspekte der Intervention als besonders geeignet einzustufen ist, so lässt sich diesbezüglich keine eindeutige Antwort geben. Lediglich in bezug auf den persönlichen Gewinn sind sich die Mitglieder der beiden Experimentalgruppen einig, dass das Interview und die Intervention am meisten gebracht haben. Bei allen anderen Aspekten werden je nach Gruppenzugehörigkeit entweder die Sensibilisierungshalbtage oder das Interview und die Intervention genannt. Die Unterrichtsbeobachtung wird bezüglich der Sensibilisierung für geschlechtstypische Interaktionsstile und dort von der Gruppe I, nicht aber von der Gruppe II als die geeignetste Massnahme eingestuft. Die Sensibilisierung für geschlechtstypische Interaktionsstile war allerdings auch das einzige Kriterium, das als Ziel für die Beobachtung vorgesehen war. Die bessere Beurteilung der Unterrichtsbeobachtung durch die Experimentalgruppe I könnte eventuell damit zu tun haben, dass deren Interaktionsverhalten insgesamt gesehen eher weniger „mädchengerecht“ war als dasjenige der Lehrkräfte der Gruppe II. Jedenfalls trifft dieses Urteil zu, wenn wir uns an den Ergebnissen der Unterrichtsbeobachtungen orientieren (vgl. Kap. 5). Insofern könnte es sein, dass die Unterrichtsbeobachtung für die Lehrpersonen der Gruppe I mehr Erkenntnis- und Sensibilisierungswert besaßen als für die Lehrpersonen der Gruppe II.

Als Fazit kann festhalten werden, dass die Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen je nach Lehrperson und Gruppenzugehörigkeit unterschiedlich beurteilt werden, weshalb sich von keiner sagen lässt, dass sie gegenüber den anderen vorzuziehen wäre. Vielmehr scheinen sie alle zu einer Sensibilisierung für die Problematik des koedukativen Physikunterrichts beigetragen zu haben, so dass die Anwendung verschiedener, miteinander kombinierter Massnahmen für ähnlich konzipierte Forschungsprojekte als auch für die Thematisierung der Koedukationsproblematik in der Lehreraus- und Fortbildung empfehlenswert erscheint.

10 Diskussion

Wie kann ein zentraler Bereich der Bildung für beide Geschlechter gleichermaßen zugänglich gemacht werden? Wie kann der naturwissenschaftliche Unterricht verbessert werden, damit er die Schülerinnen besser anspricht als bisher? Wie kann der koedukative Physikunterricht auf der Sekundarstufe II gestaltet werden, damit er auf ein grösseres Interesse der Mädchen stösst und zur Verbesserung ihrer Leistungen führt? Diese Fragen standen am Anfang unseres Projektes, in dem wir davon ausgingen, dass das geringe Interesse der Mädchen an der Physik und ihre im Vergleich zu den Knaben schlechteren Leistungen nicht auf Begabungsunterschiede, sondern auf *motivationale* Probleme zurückzuführen sind.

Im folgenden fassen wir die wichtigsten Ergebnisse unserer Untersuchung zusammen und diskutieren sie im Hinblick auf Massnahmen zur Verbesserung des Physikunterrichts. Dabei nehmen wir zunächst Bezug auf die Auswertung der Eingangserhebung (10.1). Anschliessend skizzieren wir Fragestellung und Design der Interventionsstudie (10.2) und resümieren die Wirkungen der Interventionen, wobei wir uns an den beiden Analyseschritten orientieren, die wir vollzogen haben (10.3 und 10.4). Es folgt eine Diskussion des Gesamtmodells, das wir zur Erklärung der Motivation im Physikunterricht entwickelt haben (10.5). Abschliessend diskutieren wir einige Konsequenzen für die Praxis (10.6) und die Forschung (10.7).

10.1 Mädchen und Knaben vor dem Eintritt in den Physikunterricht der Sekundarstufe II

In Übereinstimmung mit Ergebnissen aus anderen Untersuchungen (vgl. Kap. 1.2.1.1 und 3.2) lässt sich anhand der Daten, die in unserem Projekt vor der Intervention erhoben worden sind, feststellen, dass Mädchen und Knaben den Physikunterricht auf der Sekundarstufe II mit unterschiedlichen Voraussetzungen beginnen (vgl. Kap. 3.4).

- Mädchen machen andere Erfahrungen im physikalisch-technischen Bereich, entwickeln andere Interessen für Physik und Technik als Knaben und haben andere Erwartungen an den Physikunterricht. Den Knaben ist der Umgang mit technischen Geräten und Baukästen vertrauter, sie üben mehr technische Freizeitaktivitäten aus und weisen eine höhere Begeisterung für Technik auf als die Mädchen. Mädchen sind in ihrer Freizeit häufiger mit Haushalts- und Betreuungsaktivitäten beschäftigt, und sie können sich eher für Naturphänomene als für Technik begeistern. Bei den Knaben ist die Begeisterung für Technik grösser als diejenige für Naturphänomene. Auch mediale Erfahrungen mit Physik und Technik (Bücher, Zeitschriften, Fernsehsendungen, fachliche Gespräche) sind bei Knaben verbreiteter als bei Mädchen.
- Der Begriff „Physik“ weckt bei Mädchen *und* bei Knaben Konnotationen der Maskulinität. Der Physik werden Eigenschaften wie „stark“, „aktiv“, „kühl“, „geordnet“, „nüchtern“, „streng“ und „robust“ zugeordnet. Anders ist das Bild, das die Schülerinnen und Schüler vom Begriff „französische Sprache“ haben, der mit Merkmalen der Femininität assoziiert ist. Zum Teil verlaufen die Konnotationen gegenläufig. Die französische Sprache wird „weich“, „aktiv“, „offen“, „gefühlvoll“, „redselig“, „gesellig“, „vergnügt“, „beweglich“ und „frisch“ wahrge-

nommen. Die beiden Geschlechter stimmen bei den Konnotationen zur französischen Sprache noch deutlicher überein als bei den Konnotationen zur Physik

- Stellt man die differenten Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler und das maskuline Konnotationsnetz des Begriffs Physik in Rechnung, kann es nicht erstaunen, dass auch das Interesse an den Schulfächern unterschiedlich ausgeprägt ist. Knaben bezeugen für Physik, Chemie, Mathematik, Geographie und Sport ein grösseres Interesse als Mädchen; Mädchen interessieren sich mehr für sprachliche Fächer, Biologie, musische Fächer sowie Handarbeit und Werken.

- Entsprechend den unterschiedlichen Erfahrungen, Wahrnehmungen und Interessen sind auch die Erwartungen an den Physikunterricht zwischen den Geschlechtern verschieden. Die Erwartung bildet neben dem Wert bzw. Nutzen einen zentralen Bereich der motivationalen Struktur (vgl. Kap. 3.1 und 7.1). Mädchen erwarten weniger als Knaben, dass ihnen das Fach Physik leicht fallen wird, dass sie dafür begabt sind, dass sie gute Leistungen erbringen werden und dass sie am Fach Spass haben werden (vgl. Kap. 3.4.4). Während diese *personbezogenen* Erwartungen zwischen den Geschlechtern differieren, unterscheiden sich die *sachbezogenen* Erwartungen an den Physikunterricht nicht zwischen Mädchen und Knaben, d.h. zu Beginn des Physikunterrichts erwarten beide Geschlechter, dass sie etwas lernen werden, das sie unmittelbar oder später werden brauchen können und das ihnen wichtig ist. Dabei ist klar zu sehen, dass die sachbezogenen Erwartungen der Mädchen aufgrund ihres anderen Erfahrungs- und Interessenshintergrunds stärker im Bereich von Naturphänomenen als im Bereich der Technik liegen. Dementsprechend polarisieren die längerfristigen Erwartungen bezüglich eines Berufes, der mit Physik oder Technik zu tun hat, wiederum klar zwischen den Geschlechtern (vgl. Kap. 3.4.4).

- Motivationale Unterschiede zwischen den Geschlechtern lassen sich zu Beginn des Physikunterrichts auch in bezug auf die schulischen Selbstwirksamkeitsüberzeugungen feststellen. Im Vergleich zu den Knaben ist die Anstrengungsbereitschaft im Sinne eines Erfolgsoptimismus und eines Vertrauens in die eigene Problemlösefähigkeit bei den Schülerinnen geringer ausgeprägt als bei den Schülern.

- Keine Unterschiede zwischen Mädchen und Knaben haben sich in bezug auf die Intelligenzsubtests „Figurenauswahl“, „Würfelaufgaben“ und „Wortauswahl“ des Intelligenz-Struktur-Tests (IST) ergeben (vgl. Tab. 3.8), d.h. weder im Bereich des visuell-räumlichen Vorstellungsvermögens noch in demjenigen des Verständnisses sprachlicher Bedeutungen unterscheiden sich die Geschlechter voneinander. Auch bezüglich der Anzahl Personen aus dem Verwandten- und Bekanntenkreis, die ein technisch-naturwissenschaftliches Studium absolviert haben und/oder einen technisch-naturwissenschaftlichen Beruf ausüben und dadurch als Vorbilder wirken könnten, unterscheiden sich die Schülerinnen und Schüler nicht.

Deutlich wird bei den Analysen, wie sehr 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 (vgl. Kap. 3.4.7). 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 (vgl. Kap. 3.4.9). 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 nur schwach determinieren zu können.

Gesamthaft gesehen ist die Begeisterung für den bevorstehenden Physikunterricht unabhängig vom Geschlecht eher gering. Die Werte liegen bei den meisten Skalen im Durchschnitt unterhalb der mittleren Position der jeweiligen Skala. Vorerfahrungen mit Physik und Technik, technische Freizeitaktivitäten, berufliche Erwartungen, aber auch person- und sachbezogene Erwartungen an den Physikunterricht sind insgesamt sowohl bei den Schülerinnen als auch bei den Schülern eher mässig ausgeprägt. Das Interesse am bevorstehenden Physikunterricht liegt leicht oberhalb des neutralen Mittelpunktes der Skala. Das Motivationsproblem, das sich insbesondere für die Mädchen stellt, ist auch bei den Knaben vorhanden.

10.2 Ein mädchengerechter Physikunterricht, der auch den Knaben zugute kommt

Angesichts der unterschiedlichen Voraussetzungen, mit denen Mädchen und Knaben in den koedukativen Physikunterricht der Sekundarstufe II eintreten, stellt sich die Frage nach Innovationen, die einen Unterricht ermöglichen, der den beiden Geschlechtern gleichermaßen gerecht wird. Es gilt, das Fach Physik so zu unterrichten, dass den Vorerfahrungen, Interessen und Erwartungen von Knaben *und* Mädchen Rechnung getragen wird und unvoreilhaftem geschlechtstypisch ausgeprägten Fähigkeitsselbstbeurteilungen und Attributionsstilen entgegenwirkt wird. Ein solcher Unterricht unterscheidet sich vom bisherigen Physikunterricht dadurch, dass er die Schülerinnen besser motiviert (Herzog, 1996).

Die Ergebnisse der Eingangserhebung zeigen, dass die aus der bisherigen, vorwiegend ausländischen Forschung bekannten Resultate zum koedukativen Naturwissenschaftsunterricht weitgehend auch für die Schweiz zutreffen. Der theoretische Rahmen, den wir für unsere Interventionsstudie entwickelt haben und bei dessen Erarbeitung wir uns im wesentlichen auf die bisherige Forschung gestützt haben (vgl. Kap. 1.2), kann damit als gut begründet bezeichnet werden.

Damit ist noch nicht gesagt, dass auch die Umsetzung der Massnahmen, die wir im Rahmen unserer theoretischen Überlegungen getroffen haben, erfolgreich war. Insofern das Projekt „Koedukation im Physikunterricht“ nicht nur deskriptiven Charakter hatte, sondern zur Verbesserung des koedukativen Physikunterrichts beitragen wollte, lag ein wesentliches Ziel der Untersuchung in der Überprüfung zweier Massnahmenpakete: der Sensibilisierung der Physiklehrkräfte für die Probleme des koedukativen Unterrichts einerseits und der Entwicklung und

Anwendung zweier an den Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts orientierten Unterrichtseinheiten andererseits.

Zum Zwecke der Überprüfung der beiden Massnahmenpakete gingen wir von einer Untersuchungsanlage aus, die Interventionen auf zwei Ebenen vorsah (vgl. Kap. 1.3). Zum einen wurden die beiden Unterrichtseinheiten zur Optik und Kinematik in drei Experimentalgruppen umgesetzt, während derselbe Stoff in einer Kontrollgruppe nach herkömmlicher Didaktik und Methodik unterrichtet wurde. Zum anderen führten wir bei den Lehrkräften der Experimentalgruppen I und II verschiedene Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen durch, die vor und während der Intervention stattfanden. Ziel dieser Massnahmen war es, den Lehrpersonen die Problematik des koedukativen Physikunterrichts bewusst zu machen und sie anzuhalten, ihren Unterricht im Sinne unserer Kriterien eines „mädchengerechten“ Unterrichts zu gestalten.

10.3 Wirkungen der Intervention: Ergebnisse des ersten Analyseschrittes

Gesamthaft gesehen haben sich die erwarteten Wirkungen unserer Massnahmen weitgehend eingestellt. Allerdings ist es uns nicht gelungen, die Effekte der beiden Massnahmenpakete getrennt voneinander zu prüfen. Wir sind daher nicht in der Lage, exakt anzugeben, welches der Anteil der Sensibilisierungsmassnahmen und welches derjenige der Unterrichtseinheiten an den Wirkungen der Intervention ist. Das liegt im wesentlichen daran, dass wir bei der Umsetzung der quasi-experimentellen Untersuchungsanlage, in deren Rahmen wir die Intervention durchgeführt haben, methodische Risiken eingehen mussten, die sich schliesslich als zu gross erwiesen haben.

Eine erste Datenanalyse, die sich am ursprünglichen, quasi-experimentellen Design der Intervention orientierte, hat zu den folgenden Ergebnissen geführt (vgl. Kap. 6.1):

- Aufgrund der Aussagen der Schülerinnen und Schülern bei der Schlusserhebung lässt sich schliessen, dass die Unterrichtseinheiten in *methodischer* Hinsicht weitgehend so umgesetzt worden sind wie vorgesehen. Allerdings erfolgte die Umsetzung nicht in allen drei Experimentalgruppen mit der gleichen Konsequenz. Vor allem die Lehrkräfte der Experimentalgruppe II, die an der Entwicklung der Unterrichtseinheiten *nicht* beteiligt, aber in die Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen einbezogen waren, haben weit traditioneller unterrichtet als es unsere Massnahmen vorgesehen hatten. Offensichtlich sind hier einige der methodischen Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts nicht verwirklicht worden.
- Ebenfalls in unterschiedlichem Ausmass umgesetzt wurden im Urteil der Schülerinnen und Schüler die didaktischen Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts. Dabei lässt sich feststellen, dass einige dieser Kriterien – Anknüpfen an Vorwissen, Bezugnahme auf Alltagsphänomene und Schülerorientierung – in der *Kontrollgruppe* sogar besser eingelöst worden sind als in den Experimentalgruppen (vgl. Tab. 6.1). Innerhalb der drei Experimentalgruppen zeigt sich wiederum, dass die Lehrkräfte der Gruppe II am traditionellsten und damit am wenigsten „mädchengerecht“ unterrichtet haben. So haben sie die höchsten Werte – auch bei Ein-

bezug der Kontrollgruppe – bei den Skalen „Deduktive Einstiegsmethode“ und „Fachsystematik und Mathematisierung“, die tiefsten bei der Skala „Gruppen- und Zusammenarbeit“.

- Erstaunlicherweise fällt die Beurteilung der Lehrpersonen und ihrer Art zu unterrichten in den Klassen der Kontrollgruppe positiver aus als in den Klassen der Experimentalgruppen (vgl. Tab. 6.1). Dasselbe gilt für die Zufriedenheit mit der Lehrkraft und die Zufriedenheit mit dem Unterricht.
- Was den Vergleich zwischen den personbezogenen Erwartungen an den Physikunterricht (Spaß am Physikunterricht, Einschätzung der eigenen Begabung und Leistungsfähigkeit in der Physik u.a.) *vor* der Intervention und den (personbezogenen) Erwartungen an den zukünftigen Physikunterricht *nach* der Intervention anbelangt, so ist eine positiv ausgeprägte Differenz zwischen den beiden Messzeitpunkten vor allem bei den Schülerinnen der Kontrollgruppe vorzufinden. Die Erwartungen der Schülerinnen sind in allen Gruppen tendenziell gestiegen, während diejenigen der Schüler entweder stabil geblieben oder sogar gesunken sind (vgl. Tab. 6.2). Der Effekt liegt zwar in der erwünschten Richtung, insofern in allen Gruppen eine Angleichung der Motivation der Mädchen an diejenige der Knaben stattgefunden hat. Doch ist er offensichtlich nicht auf die Experimentalgruppen beschränkt und kann demnach nicht den Interventionsmassnahmen (allein) zugeschrieben werden.
- Leistungsmässig schnitten die Schülerinnen und Schüler im Optiktest in den Klassen der Experimentalgruppen besser ab als in den Klassen der Kontrollgruppe, aber nicht im Kinematiktest. Der Vergleich zwischen Mädchen und Knaben ergibt zudem, dass letztere in beiden Wissenstests eine höhere Punktezahl erreicht haben.

Zusammengefasst weisen die Befunde der ersten Analyse der Interventionseffekte darauf hin, dass die getroffenen Massnahmen nur teilweise zu den erwarteten Resultaten geführt haben. Daraus lässt sich jedoch nicht schliessen, dass die dem Projekt zugrunde gelegten Annahmen falsch waren. Vielmehr ist davon auszugehen, dass *erstens* die Massnahmen von den Lehrkräften der Experimentalgruppen nur zum Teil umgesetzt worden sind und *zweitens* die Lehrkräfte der Kontrollgruppe gewisse Massnahmen ohne Kenntnis des Untersuchungsdesigns spontan umgesetzt haben. Für diese Interpretation sprechen sowohl die persönlichen Interviews als auch die Unterrichtsbeobachtungen, die bei den Lehrkräften der Experimentalgruppen I und II durchgeführt worden sind (vgl. Kap. 4 und 5). Ohne auf die entsprechenden Ergebnisse an dieser Stelle nochmals einzugehen, kann festgehalten werden, dass die Sensibilisierungsmassnahmen nicht dazu geführt haben, dass die Lehrkräfte ihr *Verhalten* ändern konnten. Das Ziel, durch Bewusstmachung im Rahmen von Sensibilisierungen und Supervisionen unterrichtliches Handeln zu beeinflussen, war offensichtlich zu hoch gesteckt. Den Anspruch, durch experimentelle Variation die beiden Massnahmenpakete Sensibilisierung und Unterrichtseinheiten in ihrer Bedeutung für die Verbesserung des koedukativen Physikunterrichts gegeneinander abwägen zu können, haben wir daher aufgeben müssen. Das macht es zugleich schwierig, die Bedeutung der Unterrichtseinheiten für „mädchengerechte“ Innovationen im Physikunterricht zu bestimmen. Da die spontane Sensibilität gewisser Lehrkräfte für die Probleme der Koedukation mit den von uns veranstalteten Sensibilisierungen konfundiert ist, kann ein Vergleich der Wirkungen von Sensibilisierung und Unterrichtseinheiten im Rahmen des ursprünglichen Designs nicht vorgenommen werden. Wenn wir uns daher zu einer Neugruppierung der Lehrkräfte ent-

schlossen haben, dann konnte es nur mehr darum gehen, die Kriterien eines „mädchengerechten“ Unterrichts zu überprüfen, ohne die Form, in der sie umgesetzt wurden, zu differenzieren.

Offen bleibt, weshalb die Unterrichtseinheiten Optik und Kinematik in der Experimentalgruppe II schlechter umgesetzt worden sind als in der Experimentalgruppe III. Abgesehen von *methodischen* Gründen, auf die wir im folgenden Kapitel 10.4 nochmals kurz eingehen (vgl. auch Kap. 6.2.1), scheinen sozialpsychologische Gründe eine nicht unwesentliche Rolle gespielt zu haben. Es scheint, dass die Lehrkräfte der Experimentalgruppe II aufgrund des Kontaktes, den sie im Rahmen der Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen mit den Lehrern der Gruppe I hatten, ein Gefühl der Zurückversetzung entwickelt haben. Tatsächlich waren die Lehrer der Experimentalgruppe I bedeutend stärker in das Projekt einbezogen, da wir mit ihnen zusammen die beiden Unterrichtseinheiten entwickelt hatten, die von den Lehrkräften der Gruppe II „nur“ umzusetzen waren.

Wie aus der sozialpsychologischen Forschung gut bekannt ist, neigen Gruppen, die in irgendeiner Hinsicht voneinander verschieden sind, dazu, Differenzen zu akzentuieren und sich voneinander abzugrenzen (Tajfel, 1975, 1982; Tajfel & Turner, 1986; Turner, 1982). Minimale Unterschiede zwischen Gruppen werden vergrössert und Unterschiede innerhalb der Gruppen verkleinert. Wir haben das Paradigma der „minimalen Gruppendifferenz“ durch unsere Untersuchungsanlage insofern inszeniert, als wir die Experimentalgruppen I und II im Rahmen von Sensibilisierung und Supervision miteinander in Kontakt gebracht haben.¹ Demgegenüber wussten die Lehrkräfte der übrigen Gruppen von den anderen Gruppen wenig. Sie hatten nur voneinander Kenntnis (Experimentalgruppe III) bzw. standen überhaupt nur mit der Projektleitung in Kontakt (Kontrollgruppe). Die unfreiwillige Inszenierung des Paradigmas der „minimalen Gruppendifferenz“ wurde durch einen äusseren Faktor unterstützt, den wir nicht kontrollieren konnten: Von den sechs Lehrkräften der Experimentalgruppe II unterrichteten drei an derselben Schule, eine weitere in derselben Stadt. Wir nehmen an, dass der Gruppeneffekt durch die räumliche Nähe verstärkt worden ist. Das Bedürfnis, sich von den Mitgliedern der Experimentalgruppe I zu unterscheiden, dürfte von einer gewissen Reaktanz geprägt worden sein, die vermutlich zu einer weniger strengen Orientierung an den Unterrichtseinheiten geführt hat.

Auch wenn uns diese Erklärung hohe Plausibilität zu haben scheint, bleibt sie selbstverständlich hypothetisch.

¹ Tajfel und Turner schreiben, „... that the mere perception of belonging to two distinct groups – that is social categorization per se – is sufficient to trigger intergroup discrimination favouring the ingroup“ (Tajfel & Turner, 1986, p. 13). Die Theorie der sozialen Identität (wie der Ansatz auch genannt wird) basiert auf folgenden Prinzipien: „1. Individuals strive to achieve or to maintain positive social identity. 2. Positive social identity is based to large extent on favorable comparisons that can be made between the in-group and some relevant out-groups: The in-group must be perceived as positively differentiated or distinct from out-groups. 3. When social identity is unsatisfactory, individuals will strive to leave their existing group and join some more positively distinct group and/or make their existing group more positively distinct“ (ebd., p. 16). Die Mitglieder der Experimentalgruppe II dürften sich in der zuletzt genannten Situation befunden haben.

10.4 Wirkungen der Intervention: Ergebnisse des zweiten Analyseschrittes

Für die teilweise gegenläufigen Ergebnisse der ersten Analyse der Intervention machen wir über den eben diskutierten gruppenspezifischen Effekt hinaus methodische Gründe verantwortlich (vgl. Kap. 6.2.1). Weder war es uns möglich, die Klassen nach dem Zufallsprinzip *auszuwählen*, noch konnten wir sie nach dem Zufallsprinzip den experimentellen Bedingungen *zuteilen*. Damit war von vornherein die Gefahr gegeben, dass die experimentell kontrollierten Bedingungen der Untersuchungsanlage durch unkontrollierte Faktoren konfundiert wurden. Solche Konfundierungen scheinen in erster Linie auf Seiten der Lehrkräfte der Kontrollgruppe aufgetreten zu sein, die offensichtlich eine Reihe unserer Kriterien eines „mädchengerechten“ Physikunterrichts „natürlicherweise“ befolgt haben, so dass wir es nicht wirklich mit einer „Kontrollgruppe“ zu tun hatten.

Sieht man von der ursprünglichen, durch das Forschungsdesign festgelegten Gruppierung der Klassen ab und analysiert man die Daten im Rahmen einer nach den Kriterien eines „mädchengerechten“ Unterrichts vorgenommenen Neugruppierung der Klassen, so kann man feststellen, dass die Intervention die erwarteten Effekte in einem erstaunlich hohen Mass zeigt. Grundlage für die Neugruppierung der Klassen war das Ausmass, in dem in den Klassen ein „mädchengerechter“ Unterricht praktiziert worden ist. Dabei stützten wir uns auf das Urteil der Schülerinnen und Schüler und verwendeten zur Operationalisierung der „Mädchengerechtigkeit“ des Unterrichts dreizehn Skalen der Schlusserhebung (vgl. Kap. 6.2.2). Die Skalenwerte haben wir substitutiv behandelt und bei jeder Klasse die Anzahl erfüllter Kriterien additiv bestimmt. Entsprechend der Anzahl erfüllter Kriterien wurden die Klassen vier neuen Gruppen zugeteilt (Mittelwerte der erfüllten Kriterien in den vier Gruppen: 3.3, 5.4, 7.4 und 9.2; vgl. Tab. 6.3). Je höher die Anzahl der erfüllten Kriterien desto „mädchengerechter“ ist der Unterricht der betreffenden Lehrkraft.

Zum Zwecke der Analyse der vier unterschiedlich „mädchengerechten“ Gruppen von Klassen haben wir verschiedene Aussenkriterien beigezogen, insbesondere weitere Urteile der Schülerinnen und Schüler über den erfahrenen Unterricht. Des weiteren haben wir die Wirkungen auf Motivation und Leistung geprüft, indem wir die Ergebnisse der Wissenstests und der Motivationsindikatoren beigezogen. Im einzelnen zeigt die Datenanalyse, wie sie aufgrund der Neugruppierung der Klassen erfolgt ist, die folgenden Ergebnisse:

- Bei der Beurteilung der Lehrpersonen 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 (vgl. Tab. 6.9). In den Klassen der Gruppe 4 werden die Lehrpersonen zudem als am wenigsten autoritär eingeschätzt. Ausserdem wird wiederum den Lehrkräften der Gruppe 4 attestiert, dass sie am wenigsten einzelne Schülerinnen und Schüler benachteiligen.
- Was die personbezogenen Erwartungen an den Physikunterricht betrifft, so sind diese in der Gruppe 4 sowohl bei den Schülerinnen als auch bei den Schülern im Verlauf der Intervention angestiegen. Zugleich hat sich in den Klassen der Gruppe 4 das Motivationsgefälle zwi-

schen den Geschlechtern tendenziell ausgeglichen. Der gleiche Effekt zeigt sich, wenn auch etwas weniger ausgeprägt (vor allem was den Zuwachs an Motivation bei den Mädchen anbelangt), bei den Klassen der Gruppe 3. Ungünstig ist die motivationale Lage in den Klassen der Gruppen 1 und 2. Während die Erwartungen der Mädchen in etwa stagnieren, gehen sie bei den Knaben zurück (vgl. Tab. 6.7). In Klassen, in denen nach dem Urteil der Schülerinnen und Schüler möglichst viele Kriterien eines „mädchengerechten“ Unterrichts umgesetzt werden, steigen demnach die personbezogenen Erwartungen (Interesse und Spass am Unterricht sowie Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit) von Knaben *und* Mädchen.

- Die Leistungen im Optiktest sind in den Klassen der Gruppe 4 deutlich höher als in den Klassen der anderen drei Gruppen. Die Schüler haben insgesamt die besseren Leistungen erzielt als die Schülerinnen, wobei das Leistungsniveau der Mädchen in den Gruppen 3 und 4 in etwa demjenigen der Knaben in den Gruppen 1 und 2 entspricht. Was die Leistungen im Kinematiktest anbelangt, so ist das Bild etwas weniger eindeutig. Zwar haben die Schülerinnen und Schüler der Gruppe 4 auch in diesem Fall eine relativ hohe Punktzahl erlangt; sie nehmen jedoch nach der Gruppe 3 den zweiten Platz ein und sind nur geringfügig besser als die Schülerinnen und Schüler der Gruppe 2 (vgl. Tab. 6.8). Festzuhalten ist ausserdem, dass die Kinematikleistungen der Knaben gegenüber denjenigen der Mädchen in den Gruppen 3 und 4 signifikant besser sind, während sich bei den Gruppen 1 und 2 kein Geschlechtseffekt feststellen lässt. Erneut gilt, dass das Leistungsniveau der Mädchen in den Gruppen 3 und 4 in etwa demjenigen der Knaben in den Gruppen 1 und 2 entspricht bzw. sogar darüber liegt.

Die Ergebnisse der Datenanalyse im Rahmen der Neugruppierung der Klassen zeigen, dass ein koedukativer Physikunterricht, der die Mädchen besser anspricht und sich positiv auf ihre Motivation und auf ihre Leistungen auswirkt, möglich ist. Dabei sind die erwarteten Effekte im Falle der Unterrichtseinheit Optik deutlicher ausgefallen als im Falle der Kinematik. Wie auch andere Untersuchungen zeigen, scheint die Optik allein schon *als Stoffgebiet* bei Mädchen auf mehr Interesse zu stossen als die Kinematik.² Auch bei grosser Anstrengung scheint sich die Kinematik nicht so leicht „mädchengerecht“ vermitteln zu lassen wie die Optik.

Wie wir bereits angemerkt haben, können wir im Rahmen der Analysen, wie wir sie auf der Basis der neugruppierten Klassen vorgenommen haben, nicht sagen, wie gross der relative Anteil der Sensibilisierungsmassnahmen und der Unterrichtseinheiten an den festgestellten Effekten ist. Die Folgerungen, die wir ziehen, beschränken sich daher auf die Feststellung, dass ein Physikunterricht, der im Sinne unserer Kriterien eines „mädchengerechten“ Unterrichts durchgeführt wird (vgl. Kap. 1.2.2 und 6.2.2), die postulierten Wirkungen erzielt. Dabei vermuten wir – vor allem aufgrund der Analysen in den Kapiteln 4 und 5, aber auch aufgrund der ersten Analyse der Wirkungen der Intervention (vgl. Kap. 6.1) –, dass weder ein entsprechendes Bewusstsein für die Probleme koedukativen Unterrichts noch die rein formale Umsetzung

² Genauer gesagt sind es gewisse Teilgebiete der Optik, bei denen sich die Interessen von Mädchen und Jungen kaum unterscheiden (Hoffmann, 1989; Hoffmann & Lehrke, 1986). Der Grund für die grössere Beliebtheit der Optik bei den Mädchen dürfte in deren stärkerem Beobachtungsbezug liegen. Interessanterweise schneiden Mädchen in Aufgaben, die Beobachtung und Klassifikation verlangen, besser ab als Knaben (Johnson, 1987, p. 476f.). Darin liegt auch ein Grund für das grössere Interesse der Mädchen an und ihre besseren Leistungen in Biologie, die von ihrem Wissenschaftscharakter her stärker vergleichend, beobachtend und klassifizierend vorgeht (vgl. Kap. 3.4.3).

der Kriterien eines „mädchengerechten“ Unterrichts allein ausreichen, um die Situation der Schülerinnen zu verbessern. Der Grad der Sensibilität einer Lehrkraft mag eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für einen „mädchengerechten“ Unterricht sein. Kann das Problembewusstsein nicht in ein entsprechendes Unterrichtshandeln umgesetzt werden, ist nicht zu erwarten, dass sich die Situation der Mädchen verbessert.

Umgekehrt scheinen die von uns entwickelten „mädchengerechten“ Unterrichtseinheiten *per se* keine notwendige Bedingung eines Physikunterrichts zu sein, der die Motivation und Leistungsfähigkeit der Mädchen fördert. Denn „mädchengerecht“ unterrichtet wurde offensichtlich auch in mehreren Klassen unserer ursprünglichen Kontrollgruppe, deren Lehrkräfte sich nicht auf unsere Unterrichtseinheiten stützen konnten. Allerdings haben wir nur wenig Informationen über die Gestaltung des Unterrichts in den betreffenden Klassen, so dass wir nicht sagen können, wie weit der Unterricht der betreffenden Lehrkräfte didaktisch von unseren Unterrichtseinheiten abwich.

Bei der Interpretation der Ergebnisse der Interventionsstudie ist zu beachten, dass das lineare Ursache-Wirkungs-Denken, wie es in der Unterrichtsforschung noch weit verbreitet ist, den Ergebnissen bestenfalls partiell gerecht wird. Wir erinnern an das Beispiel einer jener Lehrkräfte, die mit zwei Klassen am Projekt beteiligt waren. Nach der Neugruppierung sind die Klassen dieser Lehrkraft in zwei verschiedene Kriteriengruppen gefallen (vgl. Kap. 6.3). Das kann nur heißen, dass der Unterricht nicht nur eine Funktion des Verhaltens der Lehrkraft ist, sondern auch durch das Verhalten der Schülerinnen und Schüler bedingt wird. In dieser systemischen Perspektive haben wir bereits die allgemeine Diskussion im Anschluss an die Darstellung der Ergebnisse der Beobachtungsstudie geführt (vgl. Kap. 5.5.2). Die Bedeutung der Lehrperson und ihrer didaktischen und methodischen Kompetenz für die Verbesserung des koedukativen Unterrichts relativiert sich durch die Tatsache, dass Lehren und Lernen *wechselseitig* bedingte Prozesse sind, die in unterschiedlichen personalen Systemen ablaufen und sich damit *nicht* kausal konditionieren lassen (von Aufschnaiter, Fischer & Schwedes, 1992; von Glasersfeld, 1995). Unterrichtliches Handeln findet unter kontextuellen Bedingungen statt, die der Ambition auf Planung, Determinierung und Machbarkeit pädagogischer Effekte unüberwindliche Grenzen setzen.

Das gilt in einem zusätzlichen Sinn, wenn wir über den Kontext von Schule und Unterricht hinaus fragen. Wie die Analyse der Daten der Eingangserhebung zeigt (vgl. Kap. 3.4 und 10.1), finden sich Unterschiede in den Interessensausprägungen und Begabungszuschreibungen zwischen den Geschlechtern sowie Unterschiede in der wahrgenommenen Relevanz des in der Schule vermittelten Wissens für den eigenen Lebenszusammenhang und die Zukunftsorientierung schon zu Beginn des Physikunterrichts. Geschlechtstypische Unterschiede bezüglich Wahrnehmungs- und Attributionsstile, Leistungserwartungen sowie Berufsambitionen sind schon feststellbar, wenn die Schülerinnen und Schüler mit dem Physikunterricht auf der Sekundarstufe II beginnen. Dabei kommt den *Eltern* als primären Bezugspersonen eine zentrale Rolle zu. Anzunehmen ist, dass die auf die Physik bezogenen Geschlechtstypisierungen umso stärker ausgeprägt sind, je mehr die Eltern der Auffassung sind, dass Mädchen und Knaben eine unterschiedliche Begabung für Physik aufweisen und dementsprechend das Interesse der Mädchen an der Physik wenig unterstützen. Anzunehmen ist auch, dass der Einfluss der Eltern

nicht auf den vorschulischen Bereich beschränkt ist, sondern auch während der Schulzeit von Bedeutung bleibt. Dieser Überlegung folgen die Auswertungen unserer Daten, die wir im folgenden resümieren und diskutieren wollen.

10.5 Ein Gesamtmodell der motivationalen Bedingungen im Physikunterricht

Um das Bedingungsgefüge von Motivation und Leistung im Physikunterricht einer komplexeren Analyse zuzuführen, sind verschiedene Skalen der Eingangs- und Schlusserhebung mit den Erwartungen an den (zukünftigen) Physikunterricht und den Leistungen (Wissenstests und Zeugnisnoten) in Beziehung gesetzt worden (vgl. Kap. 7.2). Die wichtigsten Ergebnisse sind die folgenden:

- Die personbezogenen Erwartungen an den Physikunterricht zu Beginn und nach Abschluss der Intervention korrelieren auf univariater Basis relativ hoch mit den erbrachten Leistungen in den Wissenstests und mit den Zeugnisnoten. Die relativ hohe negative Korrelation zwischen dem mangelnden Interesse an einem technischen Studium und den Leistungen in den Wissenstests sowie den Zeugnisnoten verweist erneut auf die grosse Bedeutung des technischen Interesses für den Erfolg im Physikunterricht (vgl. Tab. 7.1). Die Begeisterung für Technik korreliert nicht nur relativ hoch mit den person- und sachbezogenen Erwartungen zu Beginn des Physikunterrichts, sondern auch mit den Erwartungen an den zukünftigen Unterricht.
- Ein Unterricht, der an das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler anknüpft, schülerorientiert, alltags- und phänomenbezogen ist und den Nutzen des Faches für andere Fächer aufzeigt, steht in positiver Beziehung zur Motivation der Schülerinnen und Schüler. Ein solcher Unterricht ist ebenfalls – wenn auch etwas weniger ausgeprägt – förderlich für gute Leistungen. Demgegenüber haben ein deduktiver Einstieg, die Orientierung des Unterrichts an der Fachsystematik und ein hoher Mathematisierungsgrad im wesentlichen negative Auswirkungen auf Interesse und Leistungen der Schülerinnen und Schüler (vgl. Tab. 7.2).
- Schülerzentrierte Aktivitäten wie Diskussionen, Gruppen- und andere Formen der Zusammenarbeit sowie kleine Schülerversuche stehen sowohl in positiver Beziehung zu den Erwartungen an den zukünftigen Physikunterricht als auch zu den Zeugnisnoten. Ein negativer Zusammenhang besteht hingegen zwischen häufigem Lehrervortrag auf der einen Seite und der Erwartung an den zukünftigen Unterricht und den Leistungen in Kinematik auf der anderen Seite.
- Zufriedenheit mit der Lehrperson, Erklärungskompetenz der Lehrkraft, Fähigkeit der Lehrkraft, Lerninhalte zu vermitteln, und Zufriedenheit mit dem Unterricht stehen in einem hohen positiven Zusammenhang sowohl mit den (personbezogenen) Erwartungen an den zukünftigen Physikunterricht als auch mit den Leistungen (vor allem den Zeugnisnoten). Demgegenüber bestehen negative Beziehungen zwischen autoritärem Führungsstil und individueller Benachteiligung von Schülerinnen und Schülern einerseits und Motivation und Leistung andererseits (vgl. Tab. 7.3).

- Als bedeutsam für die Erwartungen an den zukünftigen Physikunterricht, aber kaum für die Leistungen erweisen sich technische Freizeitaktivitäten, mediale Erfahrungen mit Physik und Technik, Erfahrungen mit technischen Geräten und Begeisterung für Technik. Analog stehen ein hohes Selbstwertgefühl und eine geringe Depressivität in positiver Beziehung zur Erwartung an den zukünftigen Physikunterricht, aber nicht zu den Leistungen (vgl. 7.4). Diese Beziehungen gelten für Knaben in einem ausgeprägteren Ausmass als für Mädchen (vgl. Tab. 6.10).
- Zwischen den Physikkenntnissen der Eltern, der elterlichen Unterstützung im Physikunterricht sowie den Leistungserwartungen der Eltern im Physikunterricht einerseits und den motivationalen Faktoren andererseits bestehen zum Teil hohe positive Korrelationen. Die Beziehungen zu den Leistungen sind etwas weniger ausgeprägt, im Falle der elterlichen Leistungserwartungen jedoch ebenfalls ausgesprochen deutlich (vgl. Tab. 7.5).

Die auf univariater Basis analysierten Beziehungen sind in einem weiteren Schritt zu einem Modell integriert worden, das die Wechselwirkungen verschiedener Determinanten der Motivation im Physikunterricht erklären kann. In das Modell wurden die Konzepte Femininität, personbezogene Erwartungen an den Physikunterricht, Anknüpfen an das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler, Häufigkeit von Gruppen- und Zusammenarbeit, autoritärer Führungsstil, Zufriedenheit mit der Lehrperson, Bedeutung des Schulfaches Physik im Urteil der Eltern und Erwartungen an den zukünftigen Physikunterricht einbezogen (vgl. Kap. 7.2.3). Das Modell zeigt eine recht hohe Stabilität des motivationalen Faktors personbezogene Erwartungen. Es bestätigt die negative Bedeutung des Merkmals Femininität für die Eingangsmotivation im Physikunterricht. Bestätigt wird des weiteren, wie wichtig das Anknüpfen an das Vorwissen für die Aufrechterhaltung bzw. Steigerung der Motivation ist, wobei der Gruppen- und Zusammenarbeit eine moderierende Wirkung zukommt. Von recht grossem Einfluss auf die Motivation im Physikunterricht ist die Zufriedenheit mit der Lehrkraft, die in hoch negativer Beziehung zu einem autoritären Führungsstil steht. Bestätigt wird schliesslich die vergleichsweise grosse Bedeutung der Einstellung der Eltern zum Physikunterricht für die Erwartungen an den zukünftigen Physikunterricht.

10.6 Folgerungen für die Praxis

„When people who are talking don't share the same culture, knowledge, values, and assumptions, mutual understanding can be especially difficult. Such understanding *is* possible through the negotiation of meaning. To negotiate meaning with someone, you have to become aware of and respect both the differences in your backgrounds and when these differences are important“ (Lakoff & Johnson, 1980, p. 231). Diese Äusserung zweier Sprachforscher ist für die Situation des koedukativen Physikunterrichts in mehrfacher Hinsicht aufschlussreich. Im Physikunterricht treffen Menschen aufeinander und sprechen miteinander, die verschieden sind, da sie nicht dieselbe Kultur, nicht dieselben Werte, nicht dieselben Voraussetzungen und nicht dasselbe Wissen teilen. Die Verschiedenheiten sind nicht zuletzt Ausdruck von Differenzen des Geschlechts.

Zwar darf nicht übersehen werden, dass die Physik für *beide* Geschlechter ein anspruchsvolles und nicht leicht zugängliches Fach ist. Trotzdem kristallisieren sich in den Geschlechterdifferenzen wesentliche Schwierigkeiten, die der koedukative Physikunterricht insbesondere den Mädchen bereitet. Sowohl die bescheidenen ausserschulischen Erfahrungen von Mädchen mit technischen Geräten als auch ihr geringes Interesse an physikalisch-technischen Berufen ergeben in Verbindung mit der von beiden Geschlechtern einhellig wahrgenommenen Maskulinität des Faches eine eher defensive Einstellung der Schülerinnen gegenüber dem Physikunterricht. Der Unterricht muss sich auf die unterschiedlichen Bedingungen, mit denen die Schülerinnen und die Schüler in den Unterricht eintreten, einstellen. Im Sinne von Lakoff und Johnson kann dies nur durch einen Austausch und ein *Aushandeln von Bedeutungen* geschehen.

Die deutlichen Beziehungen, die sich in unserer Untersuchung zwischen den Faktoren Anknüpfen an das Vorwissen, Schülerorientierung und Alltags- und Phänomenbezug nicht nur zur Motivation, sondern auch zur Leistung ergeben haben, bestätigen die grosse Bedeutung, die der Schaffung einer gemeinsamen Basis zwischen Lehrkraft und Schülerinnen und Schülern zukommt. In ein Fach kann nicht eingeführt werden, wenn nicht zuvor geklärt wird, wo die Einführung ansetzen und wie sie vorgehen kann. Mit der Fiktion eines uniformen Standardschülers kann in der Physik noch weniger gerechnet werden als in anderen Fächern, die auf homogenere Voraussetzungen der Schülerschaft zählen können. Der oft geforderte Technikbezug im Physikunterricht (EDK, 1994; Häuselmann, 1984) kann gemäss unseren Daten wohl bei einigen Jugendlichen, insbesondere bei Jungen, zur Motivation beitragen, kaum aber bei den Mädchen. Nur wo Differenzen erkannt werden, kann darüber befunden werden, wie mit ihnen umzugehen ist. Sich der Differenzen der Geschlechter bewusst zu werden, sie zu respektieren und zu erkennen, wann sie von Bedeutung sind und wann nicht, bedarf der sorgfältigen Analyse und ist auf kommunikativen Austausch angewiesen. Im Medium der Kommunikation wird Differenz allererst sichtbar, was es erlaubt zu verstehen, worin man sich unterscheidet.

Offensichtlich ist die Physikdidaktik auf die Artikulation von Differenz noch wenig vorbereitet. Dass ein Fach wie die Physik, dessen Konnotationen ausgeprägt männlich sind, Differenzen des Geschlechts geradezu herausfordert, wird noch wenig gesehen. Eine Fachdidaktik, die sich im wesentlichen in bezug auf die wissenschaftliche Disziplin Physik definiert, ist dazu allerdings auch kaum in der Lage. Aber auch eine lernpsychologisch fundierte Didaktik, die sich auf formale Gesetze des Wissenserwerbs begrenzt, bekommt die geschlechtsgeprägte Seite des Lernens von Physik nicht zu Gesicht. Die von Lakoff und Johnson angesprochene Notwendigkeit des Austauschs von Bedeutungen wird als Problem nicht erkannt. So dringen die Geschlechterdifferenzen in Form von unartikulierten Motivationsproblemen subversiv in den Unterricht ein und erzeugen sowohl auf Lehrer- wie auf Schülerseite stereotype Zuschreibungen, die aus Defiziten der Didaktik Defizite von Personen machen.

Der koedukative Physikunterricht, will er beiden Geschlechtern gerecht werden, muss mehr Zeit in die *Vorbereitung* des Lernens von Physik investieren als er dies bisher getan hat. In einem am Vorwissen von Jungen *und* Mädchen orientierten Physikunterricht ist zu berücksichtigen, dass die Mehrzahl der Schülerinnen wenig physikalisch-technische Erfahrungen in den Unterricht mitbringt. Vorwissen und Vorverständnis der Schülerinnen unterscheiden sich von demjenigen der Schüler. Im Physikunterricht müsste deshalb die Möglichkeit gegeben werden,

eigene Erfahrungen im physikalisch-technischen Bereich zu machen. Dies kann zum Beispiel in Form von Schülerexperimenten, experimentellen Hausaufgaben oder einer vermehrten Produktorientierung geschehen (Checkliste I, Pt. 5, vgl. Anhang zu diesem Band). Die Forderung, physikalisch-technische Erfahrungen im Physikunterricht zu ermöglichen, wird in der Physikdidaktik oft nur für die Sekundarstufe I erhoben. Sie gilt aber gleichermassen auch für die Sekundarstufe II.

Ist der Unterricht durch ein „Aushandeln von Bedeutungen“ vorbereitet worden, dann gilt es, durch „didaktische Differenzierung“ (Kaiser, 1988) Bedingungen zu schaffen, die ein Lernen von Physik erlauben, das die Interessen und Bedürfnisse beider Geschlechter respektiert. Die stärkere Begeisterung der Mädchen für Naturphänomene ist ebenso anzuerkennen wie das eher technisch orientierte Interesse der Knaben, der eher kooperative Lernstil der Schülerinnen ist genauso zu respektieren wie der eher kompetitive der Schüler, das Interesse der Mädchen an Anwendungs- und Kontextbezügen ist ebenso zu beachten, wie bei den Knaben eher darüber hinweggesehen werden kann. Etc. In unserem Projekt bildete eine auf didaktisch-methodischer Ebene vollzogene Differenzierung der Unterrichtsdurchführung das Kernstück der Intervention (vgl. Kap. 1.2.2 und 1.3.2). Es hat sich weitgehend als erfolgreich erwiesen. Werden didaktische Kriterien, wie sie unserem Projekt zugrunde gelegt worden sind, in konsequenter Weise angewandt, führt dies zu einer Verbesserung des Unterrichts, der den Schülerinnen *und* den Schülern zugute kommen kann.³

Nicht unwesentlich für die Verbesserung des koedukativen Physikunterrichts ist die Stärkung der reflexiven Kompetenz der *Lehrkräfte*. Eine erhöhte Aufmerksamkeit für geschlechtstypische Verhaltensweisen und Kommunikationsstile gibt der Lehrperson Möglichkeiten zur Hand, um korrektiv zu handeln. Die Stärkung des Bewusstseins für geschlechtstypische Verhaltens- und Kommunikationsmuster ist in unserem Projekt durch die beiden Sensibilisierungshalbtage bezweckt worden, an der die Lehrpersonen der Experimentalgruppen I und II teilgenommen haben. Die gleiche Zielsetzung verfolgten die Interviews (vgl. Kap. 4), die Unterrichtsbeobachtungen (vgl. Kap. 5) und die gegenseitigen Hospitationen (Intervision) der Lehrpersonen, die in den Experimentalgruppen I und II durchgeführt wurden. Wie sich der Evaluation durch die Lehrkräfte entnehmen lässt (vgl. Kap. 8.1.2 und 9.2.3), scheinen diese Sensibilisierungsmassnahmen zu einer erhöhten Bewusstwerdung bezüglich der geschlechtsspezifischen Interaktionen von Mädchen und Knaben sowie des eigenen Verhaltens beigetragen zu haben. Angesichts der Befunde aus der Analyse der Interviews und der Unterrichtsbeobachtungen sowie der ersten Datenanalyse (vgl. Kap. 6.1) ist jedoch festzuhalten, dass das erhöhte Bewusstsein das Verhalten der Lehrpersonen nur bedingt zu beeinflussen vermochte. Gilt es, die Handlungskompetenzen der Lehrpersonen im Hinblick auf eine faire Behandlung beider Geschlechter im koedukati-

³ Für die Förderung der Mädchen im naturwissenschaftlich-technischen Bereich ist zudem eine *Berufs- und Studienwahlberatung* notwendig, die sich gezielt an die Schülerinnen wendet. In diesem Zusammenhang ist der von der ETH Zürich durchgeführte „Mittelschülerinnen-Tag“ erwähnenswert, der spezifisch für Schülerinnen konzipiert war und ihnen einen Einblick in die naturwissenschaftlich-technischen Studienbereiche vermitteln wollte. Nach Angaben eines Lehrers der Experimentalgruppe II hat sich von der Klasse, die am Projekt beteiligt war, die Hälfte der Schülerinnen für den Besuch dieser Veranstaltung interessiert und zwei haben daran teilgenommen, während sich in einer Parallelklasse, die er ebenfalls unterrichtete, die aber nicht am Projekt beteiligt war, keine einzige Schülerin dafür interessiert hatte.

ven Unterricht zu verbessern, sind sowohl ein spezifisches Training als auch wiederholte Supervisionen in Form von Unterrichtsbeobachtungen und Interventionen notwendig.

Damit wird auf Aufgaben der Grundausbildung und der Fortbildung der Lehrerinnen und Lehrer verwiesen. Um einen koedukativen Unterricht verwirklichen zu können, der den Anforderungen beider Geschlechter gerecht wird, ist eine umfassende und praxisbezogene Auseinandersetzung mit der Problematik der Koedukation notwendig. Diese Auseinandersetzung sollte bei der Selbstreflexion der Lehrpersonen anfangen. Es gilt, die eigenen Einstellungen und Verhaltensweisen im Hinblick auf Geschlechtervorurteile zu reflektieren. Den angehenden Lehrkräften ist verständlich zu machen, weshalb gerade die koedukative Schule keinen geschlechtsneutralen Raum darstellt. Was in der Schule gelehrt und gelernt wird, besitzt für die Lebenszusammenhänge und Lebensentwürfe von Mädchen und Knaben nicht die gleiche Bedeutung, weshalb eine formale Umsetzung der Koedukation nicht hinreicht, um einen geschlechterfairen Unterricht zu gewährleisten. Den Lehrpersonen die persönlichen und fachlichen Kompetenzen zu vermitteln, die sie befähigen, einen solchen Unterricht durchzuführen, ist Aufgabe sowohl der Grundausbildung wie auch der Fortbildung von Lehrkräften.

Wie unsere Erfahrungen mit den Interviews zeigen, liegen in Gesprächen gute Möglichkeiten der praxisnahen Fortbildung von Lehrkräften. Gemäss den Ergebnissen der Projektevaluation aus Sicht der Lehrpersonen haben sich auch die Interventionen in verschiedener Hinsicht als gewinnbringend erwiesen (vgl. Kap. 9). Der Vorteil gegenseitiger Hospitationen liegt unseres Erachtens insbesondere darin, dass durch den persönlichen Kontakt besser auf die spezifische Situation der einzelnen Lehrkraft und ihre Probleme eingegangen werden kann. Auch die Unterrichtsbeobachtungen haben sich in dieser Hinsicht als ein wertvolles Instrument der Fortbildung erwiesen.

Nicht übersehen werden sollte, dass unser Projekt *als Ganzes* ein Instrument der Fortbildung war. Zumindest die Lehrkräfte der Experimentalgruppen I und II hatten durch den engen Einbezug in die Projektaktivitäten, durch die Sensibilisierungs- und Supervisionsmassnahmen und durch die Information über die Resultate der verschiedenen Datenerhebungen eine Form von Fortbildung erfahren, die leider noch selten praktiziert wird. Wie die Analyse der Evaluationen zeigt, haben die Lehrkräfte in allen drei Experimentalgruppen von der Beteiligung am Projekt profitiert (vgl. Kap. 8 und 9).

Wenn von Massnahmen zur Verbesserung der Situation der Mädchen im koedukativen Physikunterricht die Rede ist, dann darf der Beitrag der *Eltern* nicht vergessen gehen. Wie unsere Ergebnisse zeigen (vgl. Kap. 7.2.2.4 und 7.2.3), kommt der elterlichen Unterstützung sowohl für die Motivation als auch für die Leistungen im Physikunterricht eine wichtige Funktion zu, und dies unabhängig vom Geschlecht der Jugendlichen. Im Hinblick auf die Förderung der Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht ist es deshalb wichtig, dass Lehrkräfte und Eltern zusammenarbeiten. Den Physiklehrkräften obliegt es, im Austausch mit den Eltern diesen verständlich zu machen, dass ihre Haltung gegenüber den fachspezifischen Interessen und Abneigungen ihrer Kinder von grosser Bedeutung ist.

10.7 Folgerungen für die Forschung

Fehlt dem Mainstream der fachdidaktischen Literatur ein Bewusstsein für das Moment der Geschlechterdifferenz, so zeigt die Kritik am koedukativen Unterricht einen gefährlichen Hang zur Pauschalisierung. In einem gelegentlich abenteuerlich anmutenden Argumentationstempo wird die Koedukationskritik auf eine Abstraktionshöhe getrieben, auf der nur noch Defizite wahrgenommen werden. Nicht nur wird den gemischten Klassen unterstellt, dass sie die Mädchen auf traditionelle weibliche Interessen und Fähigkeiten festnageln (Michel-Alder, 1989, p. 3), der koedukativen Schule wird generell unterschoben, die Mädchen zu verdummen (Stalberg, 1991). Selbst in erziehungswissenschaftlichen Kreisen treibt die Koedukationsdebatte eigenartige Blüten (Herzog, 1996b). Von äusseren Merkmalen des koedukativen Unterrichts wird im Kurzschlussverfahren auf das Schicksal der Geschlechter geschlossen: zwischen Interaktion und Selbstwert, Vorbildern und Nachahmung, Gleichbehandlung und Gleichheit werden ungebrochene Kausalbeziehungen vermutet, als wären die Schülerinnen und Schüler der Spielball von Erziehung und Unterricht.

Dem Projekt, über das wir in diesem Bericht Rechenschaft abgelegt haben, liegt die Überzeugung zugrunde, dass die Situation von Mädchen in Fächern, in denen sie nachweislich wenig Interesse und Erfolg zeigen, nur durch differenzierte Analyse, d.h. durch theoretische Anstrengung und empirische Forschung verbessert werden kann. Der Physikunterricht ist als Forschungsfeld ausgewählt worden, weil er als Kernbereich der naturwissenschaftlichen Bildung gelten darf und zugleich die Problematik des koedukativen Unterrichts am deutlichsten zur Darstellung bringt. Was sich am Beispiel des Physikunterrichts zeigen lässt, dürfte daher von zentraler Bedeutung für die Neugestaltung des koedukativen Naturwissenschaftsunterrichts generell sein. Insofern verstehen wir die Ergebnisse unserer Untersuchung als Beitrag zur Konkretisierung einer Diskussion, die auch in der Schweiz bisher allzu plakativ und undifferenziert geführt worden ist.

Obwohl der koedukative Unterricht ein Forschungsfeld darstellt, das in den letzten Jahren vermehrt bearbeitet wird, beschränken sich die Forschungsbemühungen bisher vor allem auf die Problembeschreibung. *Interventionsstudien*, die Massnahmen zur Verbesserung der Koedukation überprüfen, sind bis heute spärlich geblieben. Wir sind der Meinung, dass diesbezüglich dringend mehr geforscht werden müsste.

Forschungsdesiderate bestehen aber nicht nur im Interventionsbereich. Die bisherige Forschung zur Koedukation hat sich relativ einseitig den naturwissenschaftlichen Fächern zugewandt. So gibt es nur wenige Studien zum koedukativen Unterricht in *sprachlichen Fächern*. Dabei ist völlig offen, ob die Situation in den Sprachfächern zu derjenigen in den naturwissenschaftlichen Fächern komplementär ist. Wie aus unseren Daten resultiert, zeigen die Knaben an den Sprachfächern, insbesondere an Latein/Griechisch, aber auch an Französisch, ein geringes Interesse (vgl. Kap. 3.4.3). Trotzdem scheint die Situation der Knaben im Sprachunterricht nicht einfach spiegelbildlich zur Situation der Mädchen im Physikunterricht zu sein (Eccles, 1989; Ryckman & Peckham, 1987; Worrall & Tsarna, 1987). Die Durchführung eines Forschungsprojektes, das in Analogie zu unserem Projekt der Frage nach einem „knabengerechten“ Sprachunterricht nachginge, schiene uns deshalb angebracht.

Auch wenn sich in unserem Projekt die These Martin Wagenscheins, wonach ein „mädchengerechter“ Unterricht die Knaben *nicht* benachteiligt (vgl. Anm. 1 zu Kap. 1), bewahrheitet hat, ist damit noch nicht entschieden, dass der koedukative Physikunterricht nicht auch für die *Schüler* verbessert werden könnte (ohne die Schülerinnen zu beeinträchtigen). Da man sich in der Koedukationsforschung bislang vor allem auf die Untersuchung der Bedingungen der Diskriminierung des weiblichen Geschlechts konzentriert hat, ist die Frage, inwiefern der koedukative Unterricht auch den Knaben Nachteile bringt, bis anhin weitgehend ausgeklammert geblieben. Wenn unsere Interpretation der einschlägigen Interaktionsstudien jedoch richtig ist (vgl. Kap. 5.5.2), dann bildet das Verhalten der Schüler eine situative Bedingung des Unterrichts, mit der die Lehrkräfte im wesentlichen reaktiv umgehen. Die erhöhte Aufmerksamkeit für die Knaben ist eine Reaktion auf unhinterfragte Defizite in deren Sozialverhalten. Die Untersuchung der Frage, wie in der Schule offensiv und konstruktiv mit Defiziten männlichen Verhaltens umgegangen werden könnte, wäre ein lohnender Gegenstand der Koedukationsforschung.⁴

Wichtig wären auch *Längsschnittstudien*. Unsere eigene Untersuchung ist zwar in einem beschränkten Rahmen als Längsschnitt angelegt worden, insofern wir mit einmaligen Messwiederholungen im Rhythmus eines halben Jahres gearbeitet haben. Notwendig wären aber längerfristige Projekte, da nur so die Langzeitwirkung von pädagogischen Interventionen überprüft werden kann. Leider verführt der hohe Praxisdruck, der auf dem Koedukationsthema liegt, zu punktuellen Studien, aus denen übergeneralisierende Schlüsse gezogen werden. Angesichts der zumeist knapp bemessenen Forschungsgelder sind Längsschnittstudien, die im Schulbereich ganz allgemein dringend notwendig wären, selten zu realisieren.

Bei aller Kritik an einer hastigen Praxisorientierung ist eine *anwendungsorientierte Forschung* im Bereich der Koedukation zweifellos notwendig. Es gilt, die Bedingungen und Möglichkeiten für die Durchsetzung eines verbesserten koedukativen Unterrichts zu untersuchen, um den Lehrkräften Handlungsorientierungen geben zu können. Angesichts der positiven Erfahrungen, die wir in unserem Projekt gemacht haben, empfehlen sich Formen der direkten Zusammenarbeit mit den betroffenen Lehrkräften. Damit empfehlen wir in keiner Weise die fragwürdigen Konzepte der Aktions- bzw. Praxisforschung, im Gegenteil. Die Verbindung von Forschung und Praxis, wie wir sie in unserem Projekt realisieren konnten, geht keineswegs auf Kosten der Qualität der Forschung. Trotzdem erlaubt der Einbezug von Lehrerinnen und Lehrern nicht nur eine bessere Verankerung der Forschung in der Unterrichtspraxis, sondern kann auch für die Dissemination der Erkenntnisse der Forschung in die Praxis genutzt werden. Allerdings kann eine solche Zusammenarbeit im Dienste einer anwendungsorientierten Forschung nur dann auf fruchtbaren Boden stossen, wenn die Lehrpersonen aus freien Stücken an der Projektarbeit teilnehmen. Die Rekrutierungsprobleme und die damit verbundenen methodischen Probleme der Untersuchungsanlage, die sich uns stellten, zeigen die Grenzen der Zusammenarbeit von Forschung und Praxis. Doch wäre es möglich, dass Lehrkräfte vermehrt Anreize erhielten, indem ihnen für Forschungsbeteiligungen seitens der Arbeitgeber Freistellungen angeboten würden.

⁴ Erste, auf die pädagogische Praxis bezogene Konzepte liegen vor allem im Bereich der offenen Jugendarbeit vor (Book, o.J.; Glücks & Ottemeier-Glücks, 1994; Sielert, 1993). Ungenügend sind die Ausführungen von Schroeder (1995).

Literaturverzeichnis

- Ahrend, A. (1991). *Der Chancengleichheit eine Chance. Handreichungen für alle, die die Gleichberechtigung von Frauen und Männern anstreben*. Berlin: Pädagogisches Zentrum.
- Allerbeck, K., & Hoag, W. (1985). *Jugend ohne Zukunft? Einstellungen, Umwelt, Lebensperspektiven*. München: Piper.
- Arolt, A. (1992). Koedukation in der Diskussion: Das "Wesen der Geschlechter" als Kristallisationspunkt des Pro oder Contra. In H. Faulstich-Wieland (Ed.), *Abschied von der Koedukation?* Schriftenreihe der Fachhochschule Frankfurt a.M., Bd. 18 (pp. 33-79). Frankfurt a.M.: Fachhochschule, Fachbereich Sozialarbeit - Fachbereich Sozialpädagogik.
- Asendorpf, J. B., & Aken, M. A. G. v. (1993). Deutsche Version der Selbstkonzeptskalen von Harter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 25, 64-86.
- Atkinson, J. W. (1957). Motivational Determinants of Risk-Taking Behavior. *Psychological Review*, 64, 359-372.
- Atkinson, J. W., & Birch, D. (1970). *The Dynamics of Action*. New York: Wiley.
- Aufschnaiter, S. v., Fischer, H., & Schwedes, H. (1992). Kinder konstruieren Welten. Perspektiven einer konstruktivistischen Physikdidaktik. In S. J. Schmidt (Ed.), *Kognition und Gesellschaft. Der Diskurs des Radikalen Konstruktivismus 2* (pp. 380-424). Frankfurt: Suhrkamp.
- Bailey, S. M. (1993). The Current Status of Gender Equity Research in American Schools. *Educational Psychologist*, 28, 321-339.
- Bandura, A. (1977). Self-Efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, 84, 191-215.
- Bandura, A. (1978). The Self System in Reciprocal Determinism. *American Psychologist*, 33, 344-358.
- Bandura, A. (1991). Self-Regulation of Motivation through Anticipatory and Self-Reactive Mechanisms. In R. A. Dienstbier (Ed.), *Perspectives on Motivation. Nebraska Symposium on Motivation, vol. 38* (pp. 69-164). Lincoln: University of Nebraska Press.
- Bandura, A. (1993). Perceived Self-Efficacy in Cognitive Development and Functioning. *Educational Psychologist*, 28, 117-148.
- Bandura, A., Barbaranelli, C., Caprara, G. V., & Pastorelli, C. (1996). Multifaceted Impact of Self-Efficacy Beliefs on Academic Functioning. *Child Development*, 67, 1206-1222.
- Basow, S. A. (1995). Student Evaluations of College Professors: When Gender Matters. *Journal of Educational Psychology*, 87, 656-665.

- Baumert, J. (1992). Koedukation oder Geschlechtertrennung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 38, 83-110.
- Beerman, L., Heller, K. A., & Menacher, P. (1992). *Mathe: nichts für Mädchen? Begabung und Geschlecht am Beispiel von Mathematik, Naturwissenschaft und Technik*. Bern: Huber.
- Benz, C. R., Pfeiffer, I., & Newman, I. (1981). Sex Role Expectations of Classroom Teachers, Grades 1-12. *American Educational Research Journal*, 18, 289-302.
- Berg-Peer, J. (1984). Wer hat Angst vor Mathematik? Die gesellschaftlich produzierte Distanz der Frauen zu Naturwissenschaft und Technik. In Arbeitsgruppe Elternarbeit (Ed.), *Die Schule lebt. Frauen bewegen die Schule. Dokumentation der 1. Fachtagung in Giessen 1982 und der 2. Fachtagung in Bielefeld 1983* (pp. 175-195). München: Deutsches Jugendinstitut.
- Bergqvist, K., & Säljö, R. (1994). Conceptually Blindfolded in the Optics Laboratory. Dilemmas of Inductive Learning. *European Journal of Psychology of Education*, 9, 149-158.
- Beyer, S. (1990). Gender Differences in the Accuracy of Self-Evaluation of Performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59, 960-970.
- Böhm, W. (1989). "Gattin, Hausfrau und Mutter". Zur Geschichte der Mädchen- und Frauenbildung. In ders. (Ed.), *Männliche Pädagogik - weibliche Erziehung?* (pp. 9-159). Innsbruck: Tyrolia.
- Bollen, K. A. (1989). *Structural Equitation with Latent Variables*. New York: Wiley.
- Book, M., Ottemeier-Glücks, F. G., Sonder, B., & Swoboda, R. (o.J.). *Parteiliche Mädchenarbeit & antisexistische Jungenarbeit*. Abschlussbericht des Modellprojekts "Was Hänschen nicht lernt ... verändert Clara nimmer mehr!" Petershagen-Frille: Heimvolksschule Alte Molkerei Frille.
- Bortz, J. (1989). *Statistik für Sozialwissenschaftler* (3. Aufl. ed.). Berlin: Springer.
- Boswell, S. L. (1985). The Influence of Sex-Role Stereotyping in Women's Attitudes and Achievement in Mathematics. In S. F. Chipman, L. R. Brush, & D. M. Wilson (Eds.), *Women and Mathematics* (pp. 175-197). Hillsdale: Earlbaum.
- Breitenbach, E. (1994). Geschlechtsspezifische Interaktion in der Schule. Eine Bestandsaufnahme der feministischen Schulforschung. *Die Deutsche Schule*, 86, 179-191.
- Brophy, J. (1985). Interactions of Male and Female Students with Male and Female Teachers. In L. C. Wilkinson & C. B. Marrett (Eds.), *Gender Influences in Classroom Interaction* (pp. 115-142). Orlando: Academic Press.
- Brophy, J. E., & Good, T. L. (1976). *Die Lehrer-Schüler-Interaktion*. München: Urban & Schwarzenberg.

- Bundesamt für Statistik (Ed.). (1990). *Sektion Bevölkerungs- und Haushaltsstruktur, Volkszählung 1990*. Bern: Bundesamt für Statistik.
- Bundesamt für Statistik (Ed.). (1993). *Berufsausbildung 1992/93*. Bern: Bundesamt für Statistik.
- Bundesamt für Statistik (Ed.). (1996). *Schülerinnen, Schüler und Studierende 1995/96*. Bern: Bundesamt für Statistik.
- Bundesamt für Statistik (Ed.). (1996). *Statistisches Jahrbuch der Schweiz*. Zürich: Neue Zürcher Zeitung.
- Burgner, D., & Hewstone, M. (1993). Young Children's Causal Attributions for Success and Failure: 'Self-enhancing' Boys and 'Self-derogating' Girls. *British Journal of Developmental Psychology*, *11*, 125-129.
- Clarricoates, K. (1978). 'Dinosaurs in the Classroom'. A Re-Examination of Some Aspects of the 'Hidden' Curriculum in Primary Schools. *Women's Studies International Quarterly*, *1*, 353-364.
- Clarricoates, K. (1983). Classroom interaction. In J. Whyld (Ed.), *Sexism in Secondary Curriculum* (pp. 47-61). London.
- Comenius, J. A. (1993). *Grosse Didaktik - Die vollständige Kunst, alle Menschen alles zu lehren*. Uebers. und hrsgg. von Andreas Flitner. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Cronbach, L. J., & Webb, N. (1975). Between-Class and Within-Class Effects in a Reported Aptitude Treatment Interaction: Reanalysis of a Study by G.L. Anderson. *Journal of Educational Psychology*, *67*, 717-724.
- Czerwenka, K., Nölle, K., Pause, G., Schlotthaus, W., Schmidt, H. J., & Tessloff, J. (1990). *Schülerurteile über die Schule. Bericht über eine internationale Untersuchung*. Frankfurt: Lang.
- Degenhardt, A. (1979). Geschlechtstypisches Verhalten über die Lebensspanne. In A. Degenhardt & H. M. Trautner (Eds.), *Geschlechtstypisches Verhalten - Mann und Frau in psychologischer Sicht* (pp. 26-49). München: Beck.
- Duit, R. (1989). Trends der Forschung zum naturwissenschaftlichen Denken - Von Alltagsvorstellungen zur konstruktivistischen Sichtweise. In K. H. Wiebel (Ed.), *Zur Didaktik der Physik und Chemie - Vorträge auf der Tagung für Didaktik der Physik/Chemie in Kassel 1989* (pp. 121-131). Alsbach: Leuchtturm Verlag.
- Duit, R. (1995). Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, *41*, 905-923.
- Duru-Bellat, M. (1994). Filles et garçons à l'école, approches sociologiques et psycho-sociales. *Revue Française de Pédagogie*(109), 111-141.

- Dweck, C., & Goetz, T. E. (1978). Attributions and Learned Helplessness. In J. H. Harvey, W. Ickes, & R. F. Kidd (Eds.), *New Directions in Attribution Research*, vol. 2 (pp. 156-179). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Eagly, A. H. (1995). The Science and Politics of Comparing Women and Men. *American Psychologist*, 50, 145-158.
- Ebbutt, D. (1981). Science Options in a Girls' Grammar School. In A. Kelly (Ed.), *The Missing Half. Girls and Science Education* (pp. 113-122). Manchester: University Press.
- Eccles (Parsons), J. (1983). Expectancies, Values, and Academic Behaviors. In J. T. Spence (Ed.), *Achievement and Achievement Motives. Psychological and Sociological Approaches* San Francisco: Freeman.
- Eccles, J. S. (1989). Bringing Young Women to Math and Science. In M. Crawford & M. Gentry (Eds.), *Gender and Thought: Psychological Perspectives* (pp. 36-58). New York: Springer.
- Eccles, J. S., & Blumenfeld, P. (1985). Classroom Experiences and Student Gender: Are There Differences and Do They Matter? In L. C. Wilkinson & C. B. Marrett (Eds.), *Gender Influences in Classroom Interaction* (pp. 79-114). Orlando: Academic Press.
- Eccles, J. S., & Jacobs, J. E. (1986). Social Forces Shape Math Attitudes and Performance. *Signs: Journal of Women in Culture and Society*, 11, 367-380.
- Eccles Parsons, J., Adler, T. F., & Kaczala, C. (1982). Socialization of Achievement Attitudes and Beliefs: Parental Influences. *Child Development*, 53, 310-321.
- Edelmann, W. (1994). *Lernpsychologie*. Weinheim: Beltz.
- Enders-Drägässer, U., & Fuchs, C. (1989). *Interaktionen der Geschlechter. Sexismusstrukturen in der Schule. Eine Untersuchung an hessischen Schulen im Auftrag des Hessischen Instituts für Bildungsplanung und Schulentwicklung*. Weinheim: Juventa.
- Entwisle, D. R., & Alexander, K. L. (1990). Beginning School Math Competence: Minority and Majority Comparisons. *Child Development*, 61, 454-471.
- Entwisle, D. R., & Baker, D. (1983). Gender and Young Children's Expectations for Performance in Arithmetic. *Developmental Psychology*, 19, 200-209.
- Evans, M. A., Wigham, M., & Wang, M. C. (1995). The Effect of a Role Model Project upon the Attitudes of Ninth-Grade Science Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 195-204.
- Faber, G. (1992). Bereichsspezifische Beziehungen zwischen leistungsthematischen Schüler-selbstkonzepten und Schulleistungen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 24, 66-82.
- Fassnacht, G. (1995). *Systematische Verhaltensbeobachtung*. München: Reinhardt.

- Faulstich-Wieland, H. (1987). *Abschied von der Koedukation*. Schriftenreihe der Fachhochschule Frankfurt a.M., Bd. 18. Frankfurt a.M.: Fachhochschule, Fachbereich Sozialarbeit - Fachbereich Sozialpädagogik.
- Faulstich-Wieland, H. (1991). *Koedukation - Enttäuschte Hoffnungen?* Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Faulstich-Wieland, H., & Horstkemper, M. (1985). Lebenspläne und Zukunftsentwürfe von Jungen und Mädchen am Ende der Sekundarstufe I. *Die Deutsche Schule*, 77, 478-491.
- Feldhusen, J. F. (1993). Gender Differences in Classroom Interactions and Career Aspirations of Gifted Students. *Contemporary Educational Psychology*, 18, 355-362.
- Felten von, R., & Reber, A. (1993). *Berufliche Praxisbegleitung für Junglehrerinnen und Junglehrer*. Einführungsprojekt, Universität Bern, Abteilung Allgemeine Pädagogik.
- Fennema, E., & Peterson, P. (1985). Autonomous Learning Behavior: A Possible Explanation of Gender-Related Differences in Mathematics. In L. C. Wilkinson & C. B. Marrott (Eds.), *Gender Influences in Classroom Interaction* (pp. 17-35). Orlando: Academic Press.
- Flammer, A., Neuenschwander, M. P., & Grob, A. (1995). *Sekundäre Kontrolle. Ein Vergleich mit verwandten Konzepten* (Forschungsbericht No. 1995-1). Universität Bern, Institut für Psychologie.
- Flitner, E. (1992). Wirkungen von Geschlecht und sozialer Herkunft auf Schullaufbahn und Berufswahl - Neue französische Untersuchungen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 38, 47-63.
- Foot, H. C., Morgan, M. J., & Shute, R. H. (1990). *Children Helping Children*. Chichester: Wiley.
- Försterling, F., & Sauer, J. (1981). Geschlechtsunterschiede bei der Kausalattribution von Erfolg und Misserfolg. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 1, 39-44.
- Fraisse, G. (1995). *Geschlecht und Moderne. Archäologien der Gleichberechtigung*. Frankfurt: Fischer.
- Frasch, H., & Wagner, A. C. (1982). "Auf Jungen achtet man einfach mehr ..." - Eine empirische Untersuchung zu geschlechtsspezifischen Unterschieden im Lehrer/innenverhalten gegenüber Jungen und Mädchen in der Grundschule. In I. Brehmer (Ed.), *Sexismus in der Schule. Der heimliche Lehrplan der Frauendiskriminierung* (pp. 260-278). Weinheim: Beltz.
- Fraser, B. J., Walberg, H. J., Welch, W. W., & Hattie, J. A. (1987). Syntheses of Educational Productivity Research. *International Journal of Educational Research*, 11, 145-252.
- Frevert, U. (1995). *"Mann und Weib, und Weib und Mann": Geschlechter-Differenzen in der Moderne*. München: Beck.

- Fried, L. (1989). Werden Mädchen im Kindergarten anders behandelt als Jungen? Analysen von Stuhlkreisgesprächen zwischen Erzieherinnen und Kindern. *Zeitschrift für Pädagogik*, 35, 471-492.
- Fries-Gysin, C., Kassis, W., & Vital, D. (1996). Die Geschlechtergleichstellung in der Schule: Theorie und Praxis. Wahrnehmen, Bewerten und Umsetzen der Geschlechtergleichstellung in der Schule durch Lehrpersonen. *Schweizer Schule*, 83, 21-27.
- Glaserfeld, E. v. (1995). A Constructivist Approach to Teaching. In L. P. Steffe & J. Gale (Eds.), *Constructivism in Education* (pp. 3-15). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Glötzner, J. (1982). Heidi häkelt Quadrate, Thomas erklärt die Multiplikation. Rollenklischees in neuen Mathematikbüchern. In I. Brehmer (Ed.), *Sexismus in der Schule. Der heimliche Lehrplan der Frauendiskriminierung* (pp. 154-158). Weinheim: Beltz.
- Glötzner, J. (1982). Ist ein mathematisches Weib wider die Natur? In I. Brehmer (Ed.), *Sexismus in der Schule. Der heimliche Lehrplan der Frauendiskriminierung* (pp. 150-153). Weinheim: Beltz.
- Glücks, E., & Ottemeier-Glücks, F. G. (Eds.). (1994). *Geschlechtsbezogene Pädagogik. Ein Bildungskonzept zur Qualifizierung koedukativer Praxis durch parteiliche Mädchenarbeit und antisexistische Jungenarbeit*. Münster: Votum.
- Glumpler, E. (1992). *Mädchenbildung - Frauenbildung. Beiträge der Frauenforschung für die LehrerInnenbildung*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Glumpler, E. (1994). *Koedukation - Entwicklungen und Perspektiven*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Graf-Moreau, L. (1986). Weibliche und männliche Stereotypen in waadtländischen Lehrmitteln der 4. Primarschulklassen. *Schweizer Schule*, 73(7), 12-18.
- Griffith, J. (1996). Relation of Parental Involvement, Empowerment, and School Traits to Student Academic Performance. *Journal of Educational Research*, 90, 33-41.
- Grolnick, W. S., & Slowiaczek, M. L. (1994). Parents' Involvement in Children's Schooling: A Multidimensional Conceptualization and Motivational Model. *Child Development*, 65, 237-252.
- Guzzetti, B. J., & Williams, W. O. (1996). Gender, Text, and Discussion: Examining Intellectual Safety in the Science Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 5-20.
- Hagemann-White, C. (1984). *Sozialisation: Weiblich - männlich?* Opladen: Leske + Budrich.
- Hannover, B. (1991). Zur Unterrepräsentanz von Mädchen in Naturwissenschaften und Technik: Psychologische Prädiktoren der Fach- und Berufswahl. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 5, 169-186.

- Hannover, B. (1992). Mädchen in geschlechtsuntypischen Berufen. Eine quasiexperimentelle Studie zur Förderung des Interesses Jugendlicher an Natur und Technik. *Zeitschrift für Sozialpsychologie*, 23, 36-45.
- Hannover, B., & Bettge, S. (1993). *Mädchen und Technik*. Unter Mitarbeit von P. Scholz und A. Schindler. Göttingen: Hogrefe.
- Häuselmann, E. (1984). *Maturanden und Technik. Ergebnisse einer Befragung von 1700 deutschschweizerischen Maturanden zur Studienwahl*. Zürich: Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften.
- Häussler, P. (1987). Measuring Students' Interest in Physics - Design and Results of a Cross-Sectional Study in the Federal Republic of Germany. *International Journal of Science Education*, 9, 79-92.
- Häussler, P., & Hoffmann, L. (1990). Wie Physikunterricht auch für Mädchen interessant werden kann. *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik*, 1(1), 12-18.
- Häussler, P., & Hoffmann, L. (1995). Physikunterricht - an den Interessen von Mädchen und Jungen orientiert. *Unterrichtswissenschaft*, 23, 107-126.
- Heckhausen, H. (1989). *Motivation und Handeln* (2. ed.). Berlin: Springer.
- Heider, F. (1977). *Psychologie der interpersonalen Beziehungen*. Stuttgart: Klett.
- Hell, K. (1982). *Interessen und Leistungen im Fach Physik bei Hauptschülern und Hauptschülerinnen. Eine unterrichtspsychologische und geschlechterpsychologische Untersuchung*. Dissertation, Essen.
- Helmke, A. (1992). *Selbstvertrauen und schulische Leistungen*. Göttingen: Hogrefe.
- Helmke, A., Schrader, F.-W., & Lehneis-Klepper, G. (1991). Zur Rolle des Elternverhaltens für die Schulleistungsentwicklung ihrer Kinder. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 23, 1-22.
- Helmke, A., & Weinert, F. (1997). Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In F.-E. Weinert (Ed.), *Enzyklopädie der Psychologie. Bd. 3: Psychologie des Unterrichts und der Schule* (pp. 71-176). Göttingen: Hogrefe.
- Herzog, W. (1989). *Die Situation der Turn- und Sportlehrer*. Thalwil/Zürich: Edition Paeda media.
- Herzog, W. (1994). Von der Koedukation zur Koinstruktion. Ein Weg zur Förderung der Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht. *Die Deutsche Schule*, 86, 78-95.
- Herzog, W. (1995). *Gaston Bachelard als Naturwissenschaftsdidaktiker*. Forschungsbericht Nr. 12. Bern: Abteilung Pädagogische Psychologie, Universität Bern.
- Herzog, W. (1996a). Motivation und naturwissenschaftliche Bildung. Kriterien eines "mädchengerechten" koedukativen Unterrichts. *Neue Sammlung*, 36, 61-91.

- Herzog, W. (1996b). Reflexive Theorie, nicht reflexive Praxis. *Ethik und Sozialwissenschaften*, 7, 539-541.
- Hoffmann, L. (1989). Die Interessen der Schülerinnen an Physik und Technik - Mögliche Ansatzpunkte für Unterricht auf der Sekundarstufe I. *Die Realschule*, 97, 201-206.
- Hoffmann, L., Häussler, P., Bündler, W., Nentwig, P., & Peters-Haft, S. (1995). *BKL-Modellversuch: "Chancengleichheit - Veränderung des Anfangsunterrichts Physik/Chemie unter besonderer Berücksichtigung der Kompetenzen und Interessen von Mädchen. Dokumentation zum Abschlussbericht*. Kiel: IPN.
- Hoffmann, L., & Lehrke, M. (1986). Eine Untersuchung über Schülerinteressen an Physik und Technik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 32, 189-204.
- Hoffmann, L., Lehrke, M., & Todt, E. (1985). Development and Change in Pupils' Interests in Physics (Grade 5 to 10): Design of a Longitudinal Study. In M. Lehrke, L. Hoffmann, & P. Gardner (Eds.), *Interests in Science and Technology Education. 12th IPN-Symposium* (pp. 71-80). Kiel: IPN.
- Hofstätter, P. R. (1973). *Einführung in die Sozialpsychologie*. Stuttgart: Kröner.
- Honegger, C. (1991). *Die Ordnung der Geschlechter. Die Wissenschaften vom Menschen und das Weib, 1750-1850*. Frankfurt: Campus.
- Horstkemper, M. (1985). Jungen und Mädchen in der Schule. Formale Gleichheit und unterschiedliche Benachteiligung. *Hamburg macht Schule*, 5, 4-8.
- Horstkemper, M. (1990). "Jungenfächer" und weibliche Sozialisation - Lernprozesse im koedukativen Unterricht. *Die Deutsche Schule*, 77, 97-109.
- Horstkemper, M. (1991). *Schule, Geschlecht und Selbstvertrauen - Eine Längsschnittstudie über Mädchensozialisation in der Schule* (2. ed.). Weinheim: Juventa.
- Huston, A. C. (1983). Sex-Typing. In P. H. Mussen (Ed.), *Handbook of Child Psychology, vol. IV: Socialization, Personality, and Social Development* (pp. 387-467). New York: Wiley & Sons.
- Hyde, J. S., Fennema, E., & Lamon, S. J. (1990). Gender Differences in Mathematics Performance: A Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*, 107, 139-155.
- Illich, I. (1983). *Genus. Zu einer historischen Kritik der Gleichheit*. Reinbek: Rowohlt.
- Jacobi, J. (1991). Wie allgemein ist die Allgemeine Pädagogik? Zum Geschlechterverhältnis in der wissenschaftlichen Pädagogik. In W. Herzog & E. Violi (Eds.), *Beschreiblich weiblich - Aspekte feministischer Wissenschaft und Wissenschaftskritik* (pp. 193-206). Grösch: Rüegger.

- Jay, N. (1989). Geschlechterdifferenzierung und dichotomes Denken. In B. Schaeffer-Hegel & B. Watson-Franke (Eds.), *Männer - Mythos - Wissenschaft. Grundlagentexte zur feministischen Wissenschaftskritik* (pp. 245-262). Pfaffenweiler: Centaurus.
- Johnson, S. (1987). Gender Differences in Science: Parallels in Interest, Experience and Performance. *International Journal of Science Education*, 9, 467-481.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1989). *Lisrel 7 User's Reference Guide*. Uppsala: Scientific Software Inc.
- Jöreskog, K. G., & Sörbom, D. (1989). *Lisrel 8: Structural Equation Modeling with the Simplis Command Language*. Hillsdale: Erlbaum.
- Jost, H. (1996). "Physikunterricht und Physik" - Qualitative Inhaltsanalyse von Lehrerinterviews. Hausarbeit EDA, Abteilung für das Höhere Lehramt. Universität Bern.
- Josten, G., & Schnell, S. (1994). *Entwicklung und Testen eines Instruments zur Erfassung der Unterrichtsmethoden in der Physik*. Hausarbeit, Abteilung für das Höhere Lehramt, Universität Bern.
- Kahle, J. B. (1988). Gender and Science Education II. In P. Fensham (Ed.), *Development and Dilemmas in Science Education* (pp. 249-265). London: The Falmer Press.
- Kaiser, A. (1988). Didaktische Differenzierung statt Koinstruktion. In G. Pfister (Ed.), *Zurück zur Mädchenschule? Beiträge zur Koedukation* (pp. 153-172). Pfaffenweiler: Centaurus.
- Kelly, A. (1985). The Construction of Masculine Science. *British Journal of Sociology of Education*, 6, 132-154.
- Kelly, A. (1988). Gender Differences in Teacher-Pupil Interactions: A Meta-Analytic Review. *Research in Education*, 23, 1-23.
- Kelly, A. (1988). Sex Stereotypes and School Science. A Three Year Follow-Up. *Educational Studies*, 14, 151-163.
- Kenny, D. A. (1979). *Correlation and Causality*. New York: Wiley.
- Kimball, M. M. (1989). A New Perspective on Women's Math Achievement. *Psychological Bulletin*, 105, 198-214.
- Klauer, K. J. (1992). In Mathematik mehr leistungsschwache Mädchen, im Lesen und Rechtschreiben mehr leistungsschwache Jungen? Zur Diagnostik von Teilleistungsschwächen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 24(1), 48-65.
- Knab, D. (1992). Frauenbildung und Frauenberuf - Wider die Männlichkeit der Schule. In A. Flitner (Ed.), *Reform der Erziehung. Impulse des 20. Jahrhunderts. Jenaer Vorlesungen* (pp. 141-155). München: Piper.
- Krumm, V. (1990). "Gestörte Schüler" oder "Hilflose Lehrer"? *Schweizerische Zeitschrift für kaufmännisches Bildungswesen*, 84(1), 4-18.

- Kubli, F., Bossi, J., & Risch, M. (1987). *Interesse und Verstehen in Physik und Chemie*. Köln: Aulis.
- Kuhl, J. (1994). A Theory of Action and State Orientations. In J. Kuhl & J. Beckmann (Eds.), *Volition and Personality* (pp. 9-46). Bern: Huber.
- Labudde, P. (1993). *Erlebniswelt Physik*. Bonn: Dümmler.
- Labudde, P. (1996). *Alltagsphysik in Schülerversuchen*. Bonn: Dümmler.
- Labudde, P. (1997a). Selbständig lernen - Eine Chance für den Physikunterricht. In P. Labudde (Ed.), *Naturwissenschaften im Unterricht - Physik Heft 37: "Selbständig lernen"* (pp. 4-9).
- Labudde, P. (1997b). Zettelwand, Plakat und Lerntagebuch - Nachdenken über das Lernen im Physikunterricht. In ders. *Lernmethoden - Lehrmethoden: Wege zur Selbständigkeit* (pp. 92-94). Seelze: Erhard Friedrich.
- Labudde, P. (1997c). Physiklernen als Sprachlernen. Wie in der Wissenschaft so im Unterricht. In H. E. Fischer (Ed.), *Handlungsorientierter Physik-Unterricht Sekundarstufe II* (pp. 56-80). Bonn: Dümmler.
- Labudde, P. (i. Vorbereitung). *Konstruktivismus im Physikunterricht SII*. Bern: Abteilung für das Höhere Lehramt, Universität Bern.
- Lamprecht, M., & Stamm, H. (1996). Soziale Ungleichheit im Bildungswesen. In Bundesamt für Statistik (Ed.), *Statistik der Schweiz. Eidgenössischen Volkszählung 1990* Bern: Bundesamt für Statistik.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lazarsfeld, P. (1931). *Jugend und Beruf*. Jena: Fischer.
- Lewin, K. (1982). Verhalten und Entwicklung als Funktion der Gesamtsituation. In ders. (Ed.), *Werkausgabe, Bd. 6. Hrsgg. von C.F. Graumann* (pp. 375-448). Bern: Huber.
- Liedtke, M. (1986). Männersache Bildung - Der weite Schulweg der Mädchen. Historische Wurzeln einer Benachteiligung. In H. Kanz (Ed.), *Bildungsgeschichte als Sozialgeschichte* (pp. 139-159). Frankfurt: Lang.
- Lightbody, P., & Durndell, A. (1996). The Masculine Image of Careers in Science and Technology: Fact or Fantasy? *British Journal of Educational Psychology*, 66, 213-246.
- Lloyd, G. (1985). *Das Patriarchat der Vernunft*. Bielefeld: Daedalus.
- Maccoby, E., & Jacklin, C. N. (1974). *The Psychology of Sex Differences*. Stanford: Stanford University Press.

- Maccoby, E. E. (1990). Gender and Relationships - A Developmental Account. *American Psychologist*, 45, 513-520.
- Maccoby, E. E., & Jacklin, C. N. (1980). Sex Differences in Aggression: A Rejoinder and Reprise. *Child Development*, 51, 964-980.
- Mantovani, L. (1994). *Fremdbestimmung zur Eigenständigkeit - Mädchenbildung gestern und heute*. Chur/Zürich: Rüegger.
- Marsh, H. W. (1989). Sex Differences in Development of Verbal and Mathematical Constructs: The High School and Beyond Study. *American Educational Research Journal*, 26, 191-255.
- Matthews, B. (1996). Drawing Scientists. *Gender and Education*, 8, 231-243.
- Mayntz, R., Holm, K., & Hübner, P. (1971). *Einführung in die Methoden der Empirischen Soziologie*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Mayring, P. (1995). *Qualitative Inhaltsanalyse - Grundlagen und Techniken*. Weinheim: Deutscher Studienverlag.
- McClelland, D. (1979). (Gespräch). In R. I. Evans (Ed.), *Psychologie im Gespräch* (pp. 153-165). Berlin: Springer.
- Mead, M., & Métraux, R. (1957). The Image of the Scientist among High-School Students: A Pilot Study. *Science*, 126, 384-390.
- Mehan, H. (1979). *Learning Lessons. Social Organization in the Classroom*. Cambridge: Harvard University Press.
- Mehan, H. (1985). The Structure of Classroom Discourse. In T. Dijk van (Ed.), *Handbook of Discourse Analysis, Bd. 3* (pp. 119-131). London: Academic Press.
- Mehan, H. (1985). The Structure of Classroom Discourse. In T. A. van Dijk (Ed.), *Handbook of Discourse Analysis. Vol. 3: Discourse and Dialogue* (pp. 111-131). London: Academic Press.
- Menacher, P. (1994). Erklärungsansätze für geschlechtsspezifische Interessen- und Leistungsunterschiede in Mathematik, Naturwissenschaften und Technik. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 26, 1-11.
- Meyer-Bahlburg, H. F. L. (1980). Geschlechtsunterschiede und Aggression: Chromosomale und hormonale Faktoren. In N. Bischof & H. Preuschoft (Eds.), *Geschlechtsunterschiede, Entstehung und Entwicklung: Mann und Frau in biologischer Sicht* (pp. 123-145). München: Beck.
- Miller, S. A. (1995). Parents' Attributions for Their Children's Behavior. *Child Development*, 66, 1557-1584.
- Moser, U. (1992). *Was wissen 13-jährige?* Bern: Amt für Bildungsforschung.

- 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.
- Müller, K. E. (1984). *Die bessere und die schlechtere Hälfte. Ethnologie des Geschlechterkonflikts*. Frankfurt: Campus.
- Nerdinger, F. W. (1995). Führung und Motivation. *Psychoscope*, 10, 8-10.
- Niethammer, J., & Bärtschi, S. (1994/95). *Beobachtungsbogen: L-S-Interaktionen in Abhängigkeit der räumlichen Sitzordnungen. Forschungspraktikum zum Projekt "Koedukation im Physikunterricht"* Universität Bern: Abteilung Pädagogische Psychologie.
- Ormerod, M. B. (1981). Factors Differentially Affecting the Science Subject Preferences, Choices and Attitudes of Girls and Boys. In A. Kelly (Ed.), *The Missing Half. Girls and Science Education* (pp. 100-112). Manchester: University Press.
- Petermann, F. (1982). Daten, Dimensionen, Verfahrensweisen. In R. Oerter & L. Montada (Eds.), *Entwicklungspsychologie* (pp. 791-830). München: Urban & Schwarzenberg.
- Platon (1974). *Der Staat. Sämtliche Werke, Bd. IV*. Zürich: Artemis.
- Pollmer, K. (1991). Was hindert hochbegabte Mädchen, Erfolge im Mathematikunterricht zu erreichen? *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 38, 28-36.
- Prell, S. (1981). Evaluation. In H. Schiefele & A. Krapp (Eds.), *Handlexikon zur Pädagogischen Psychologie* (pp. 116-120). München: Ehrenwirth.
- Prenzel, A. (1987). Gleichberechtigung - Ein utopisches Ziel von Schulpädagogik und Lehrer/innenbildung. In A. Prenzel, P. Schmid, G. Sitals, & C. Willführ (Eds.), *Schulbildung und Gleichberechtigung - Dokumentation zum internationalen Symposium des Arbeitskreises Frauenstudien am 20. und 21. Juni 1986 am Fachbereich Erziehungswissenschaften der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt a.M.* (pp. 25-36). Frankfurt: Frauenliteraturvertrieb.
- Prenzel, A. (1987). Gleichheit und Differenz der Geschlechter - Zur Kritik des falschen Universalismus der Allgemeinbildung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 21. Beiheft, 221-230.
- Rang, B. (1994). Frauen und Weiblichkeit in pädagogischer Perspektive. Ein Beitrag zur Theoriegeschichte. In *Jahrbuch für Pädagogik 1994. Geschlechterverhältnisse und die Pädagogik*. Redaktion: U. Bracht und D. Keiner (pp. 201-223). Frankfurt: Lang.
- Räsänen, L. (1992). Girls and the Learning of Physical Concepts. *European Education*, 83-94.
- Richter, I. (1986). Separate - but unequal? Die Wiederentdeckung der Ungleichheit im Bildungswesen. *Neue Sammlung*, 26, 181-193.
- Rosenberg, M. (1979). *Conceiving the Self*. New York: Basic Books.

- Rost, D. H., & Hanses, P. (1992). Spielzeugbesitz und Spielzeugnutzung bei hochbegabten Jungen und Mädchen. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 24, 91-114.
- Rousseau, J.-J. (1975). *Emil oder Über die Erziehung*. In neuer deutscher Fassung besorgt von Ludwig Schmidts (3. ed.). Paderborn: Schöningh.
- Rustemeyer, R. (1982). *Wahrnehmungen eigener Fähigkeit bei Jungen und Mädchen*. Frankfurt: Lang.
- Rustemeyer, R., & Jubel, A. (1996). Geschlechtsspezifische Unterschiede im Unterrichtsfach Mathematik hinsichtlich der Fähigkeitseinschätzung, Leistungserwartung, Attribution sowie im Lernaufwand und im Interesse. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 10, 13-25.
- Ryckman, D. B., & Peckham, P. (1987). Gender Differences in Attributions for Success and Failure Situations across Subject Areas. *Journal of Educational Research*, 81, 120-125.
- Schibeci, R. A. (1986). Images of Science and Scientists and Science Education. *Science Education*, 70, 139-149.
- Schneider, K. (1976). Leistungsmotiviertes Verhalten als Funktion von Motiv, Anreiz und Erwartung. In H.-D. Schmalt & W.-U. Meyer (Eds.), *Leistungsmotivation und Verhalten* (pp. 33-59). Stuttgart: Klett.
- Schroeder, J. (1995). Aufgabenfelder einer Jungenpädagogik in der Schule. *Die Deutsche Schule*, 87, 485-497.
- Schwaller, C. (1991). *Entwicklungsaufgaben in der Wahrnehmung Jugendlicher*. Dissertation, Universität Bern.
- Schweizerische Konferenz der Kantonalen Erziehungsdirektoren (EKD) (Ed.). (1992). *Mädchen - Frauen - Bildung. Unterwegs zur Gleichstellung*. Bern: EDK.
- Schweizerische Konferenz der Kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK) (Ed.). (1994). *Rahmenlehrpläne für die Maturitätsschulen. Dossier 30A*. Bern: EDK.
- Seifert, K. H. (1977). Die Erforschung der Berufswahl und der Laufbahnentwicklung. In K. H. Seifert, H.-H. Eckhardt, & W. Jaide (Eds.), *Handbuch der Berufspsychologie* (pp. 171-279). Göttingen: Hogrefe.
- Sielert, U. (1993). *Jungenarbeit. Praxishandbuch für die Jungenarbeit* (2. ed.). Weinheim: Juventa.
- Simmel, G. (1983). Das Relative und das Absolute im Geschlechter-Problem. In ders. (Ed.), *Philosophische Kultur - Über das Abenteuer, die Geschlechter und die Krise der Moderne. Gesammelte Essays*. Mit einem Nachwort von Jürgen Habermas (pp. 52-81). Berlin: Klaus Wagenbach.

- Sjoeberg, S., & Imsen, G. (1988). Gender and Science Education I. In P. Fensham (Ed.), *Development and Dilemmas in Science Education* London: The Falmer Press.
- Spear, M. G. (1985). Teachers' Attitudes toward Girls and Technology. In J. Whyte (Ed.), *Girl Friendly Schooling* (pp. 36-44). London: Methuen.
- Speizer, J. J. (1981). Role Models, Mentors, and Sponsors: The Elusive Concepts. *Signs*, 6, 692-712.
- Spender, D. (1985). *Frauen kommen nicht vor - Sexismus im Bildungswesen*. Frankfurt: Fischer.
- Spring, R. (1995). *Was Gymnasiallehrer über ihren Physikunterricht denken*. Hausarbeit, Abteilung für das Höhere Lehramt, Universität Bern.
- Staberg, E.-M. (1994). Gender and Science in the Swedish Compulsory School. *Gender and Education*, 6, 35-45.
- Stake, R. E. (1972). Verschiedene Aspekte pädagogischer Evaluation. In C. Wulf (Ed.), *Evaluation* Hamburg: Hoffmann & Campe.
- Stalman, F. (1991). *Die Schule macht die Mädchen dumm - Die Probleme mit der Koedukation*. München: Piper.
- Stanworth, M. (1983). *Gender and Schooling: A Study of Sexual Divisions in the Classroom*. London.
- Stipek, D. J., & Gralinski, J. H. (1991). Gender Differences in Children's Achievement Related Beliefs and Emotional Responses to Success and Failure in Mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 83, 361-371.
- Stöckli, G. (1989). *Vom Kind zum Schüler. Zur Veränderung der Eltern-Kind-Beziehung am Beispiel "Schuleintritt"*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Stodolsky, S. S., Ferguson, T. L., & Wimpelberg, K. (1981). The Recitation Persists, but What Does it Look Like? *Journal of Curriculum Studies*, 13, 121-130.
- Tajfel, H. (1975). Soziales Kategorisieren. In S. Moscovici (Ed.), *Forschungsgebiete der Sozialpsychologie 1. Eine Einführung für das Hochschulstudium* (pp. 345-380). Frankfurt: Athenäum Fischer.
- Tajfel, H. (1982). Social Psychology of Intergroup Relations. *Annual Review of Psychology*, 33, 1-39.
- Tajfel, H., & Turner, J. C. (1986). The Social Identity Theory of Intergroup Conflict. In W. Austin & S. Wochel (Eds.), *Psychology of Intergroup Relations* (pp. 33-47). Monterey Ca.: Brooks/Cole.
- Taylor, C. (1993). *Multikulturalismus und die Politik der Anerkennung*. Frankfurt: Fischer.
- Thibaut, J. W., & Kelly, H. H. (1959). *The Social Psychology of Groups*. New York: Wiley.

- Tiedemann, J. (1995). Geschlechtstypische Erwartungen von Lehrkräften im Mathematikunterricht der Grundschule. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 9, 153-161.
- Tiedemann, J., & Faber, G. (1994). Mädchen und Grundschulmathematik: Ergebnisse einer vierjährigen Längsschnittuntersuchung zu ausgewählten geschlechtsbezogenen Unterschieden in der Leistungsentwicklung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 26, 101-111.
- Tiedemann, J., & Faber, G. (1995). Mädchen im Mathematikunterricht: Selbstkonzept und Kausalattributionen im Grundschulalter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 27, 61-71.
- Tillmann, K.-J. (1990). Das Leben nach der Schule - Ausbildung, Beruf und Familie in den Lebensentwürfen junger Männer und Frauen. In H.-G. Rolff, K.-O. Bauer, K. Klemm, & Pfeiffer (Eds.), *Jahrbuch der Schulentwicklung*, Bd. 6. München: Juventa.
- Turner, J. C. (1982). Towards a Cognitive Redefinition of the Social Group. In H. Tajfel (Ed.), *Social Identity and Intergroup Relations* Cambridge: Cambridge University Press.
- Visser, D. (1987). The Relationship of Parental Attitudes and Expectations to Children's Mathematics Achievement Behaviour. *Journal of Early Adolescence*, 7, 1-12.
- Vogt, H. (1986). *Lernziel Gleichberechtigung. Hinweise und Anregungen für Schule und Unterricht*. Hamburg: Leitstelle Gleichstellung der Frau.
- Wagenschein, M. (1970). *Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken*, Bd. I (2. ed.). Stuttgart: Klett.
- Wang, M. C., Haertel, G. D., & Walberg, H. J. (1993). Toward a Knowledge Base for School Learning. *Review of Educational Research*, 63, 249-294.
- Weiner, B. (1976). *Theorien der Motivation*. Stuttgart: Klett.
- Weiner, B. (1988). *Motivationspsychologie* (2. ed.). München: Psychologie Verlags Union.
- Weiner, B. (1990). History of Motivational Research in Education. *Journal of Educational Psychology*, 82, 616-622.
- Weinert, F. E. (1996). Für und Wider die "neuen Lerntheorien" als Grundlagen pädagogisch-psychologischer Forschung. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 10, 1-12.
- Weinert, F. E., & Helmke, A. (1987). Schulleistungen - Leistungen der Schule oder der Kinder. In U. Steffens & T. Bargel (Eds.), *Untersuchungen zur Qualität des Unterrichts* (pp. 17-31). Wiesbaden: Hessisches Institut für Bildungsplanung und Schulentwicklung.
- Weinert, F. E., & Helmke, A. (1995). Learning From Wise Mother Nature or Big Brother Instructor: The Wrong Choice as Seen from an Educational Perspective. *Educational Psychologist*, 30, 135-142.

- Weinreich-Haste, H. E. (1981). The Image of Science. In A. Kelly (Ed.), *The Missing Half. Girls and Science Education* (pp. 216-229). Manchester: Manchester University Press.
- Wender, I., & Bade, A. (1994). *Technik zum Be-Greifen speziell für junge Frauen*. Braunschweig: Technische Universität.
- Weschke-Meissner, M. (1990). Der stille Beitrag der Mädchen zur Schulkultur. In M. Horstkemper & L. Wagner-Winterhagen (Eds.), *Mädchen und Jungen - Männer und Frauen in der Schule* (pp. 89-96). Weinheim: Juventa.
- White, M. N. (1975). Natural Rates of Teacher Approval and Disapproval in the Classroom. *Journal for Applied Behavioral Analysis*, 8, 367-372.
- Whyte, J. (1986). *Girls into Science and Technology: The Story of a Project*. London: Routledge & Kegan.
- Wineburgh, 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.
- Woolfolk, A. E., Rosoff, B., & Hoy, W. K. (1990). Teachers' Sense of Efficacy and their Beliefs about Managing Students. *Teaching and Teacher Education*, 6(2), 137-148.
- Worrall, N., & Tsarna, H. (1987). Teachers' Reported Practices towards Girls and Boys in Science and Languages. *British Journal of Educational Psychology*, 57, 300-312.
- Wulf, C. (Ed.). (1972). *Evaluation. Beschreibung und Bewertung von Unterricht, Curricula und Schulversuchen*. München: Piper.
- Wulf, C. (1975). Funktionen und Paradigmen der Evaluation. In K. Frey (Ed.), *Curriculum-Handbuch* (pp. 580-600). München: Piper.
- Young, I. M. (1989). Humanismus, Gynozentrismus und feministische Politik. In E. List & H. Studer (Eds.), *Denkverhältnisse - Feminismus und Kritik* (pp. 37-65). Frankfurt: Suhrkamp.
- Zimmerman, B. J. (1995). Self-Efficacy and Educational Development. In A. Bandura (Ed.), *Self-Efficacy in Changing Societies* (pp. 202-231). Cambridge: Cambridge University Press.
- Zinnecker, J. (1972). *Emanzipation der Frau und Schulausbildung*. Weinheim: Beltz.

Anhang

- Namen der am Projekt beteiligten Lehrpersonen
- Entwicklung der Unterrichtseinheiten: Checkliste I mit Fragen betreffend die Unterrichtseinheit generell
- Entwicklung der Unterrichtseinheiten: Checkliste I mit Fragen betreffend die einzelnen Unterrichtsblöcke
- Checkliste II
- Publikationen und Berichte, die im Zusammenhang des Projekts "Koedukation im Physikunterricht" stehen

Namen der am Projekt beteiligten Lehrpersonen

Peter Abegglen

Pirmin Appius

David Ernest

Richard Heimgartner

Stephan Föllmi

Dr. Hansjörg Friedli

Bernhard Fuchs

Claude Jeanneret

Dr. Martin Jordi

Rolf-Dietrich Juppe

Dr. Hans Kammer

Dr. Peter Kaufmann

Niklaus Koch

Daniel Lammer

Anton Maier

Alfredo Mastrocola

Lukas Mosimann

Marco Olgiati

Theo Rindlisbacher

Dr. Dana Rudinger

Ulrich Schweizer

Guntram Stamm

Dr. Ekkehard Stürmer

Elisabeth Tissot-Jost

Barbara Weigel

Entwicklung der Unterrichtseinheiten: Checkliste I mit Fragen betreffend die Unterrichtseinheit generell

- G.0. Gibt es ein Leitmotiv, das für die ganze Unterrichtsreihe trägt?
- G.1. Wird explizit der Unterschied zwischen alltäglichem und wissenschaftlichem Denken erarbeitet? (mindestens einmal je Unterrichtseinheit)
- G.2. Wo müssen die Jugendlichen eigene Texte verfassen, die sie gegenseitig lesen und diskutieren?
- G.3. Werden in jeder der zwei Unterrichtseinheiten die folgenden Bedingungen erfüllt?
- Mindestens je 25% der Unterrichtszeit und der Hausaufgaben sind Schülerexperimente. Diese Schülerexperimente lassen den Jugendlichen teilweise Freiräume in der Planung, Durchführung und Auswertung.
 - Es werden spezifische Unterrichtstechniken eingesetzt, die alle Jugendlichen zwingen etwas beizutragen (z.B. Zettelwand, Plakat, Wandzeitung, Gestaltung einer Ausstellungsvitrine, Blitzlicht):
- G.4. Können die Unterrichtseinheiten von andern Lehrkräften durchgeführt werden? Welche Informationen, Materialien und Erläuterungen müssen zusammengestellt werden, damit die Unterrichtseinheiten von anderen Lehrkräften ohne grossen zusätzlichen Aufwand übernommen werden können?

Entwicklung der Unterrichtseinheiten: Checkliste I mit Fragen betreffend die einzelnen Unterrichtsblöcke

1. Leitmotiv

Taucht das Leitmotiv durchgängig in den Unterrichtsblöcken auf?

2. Alltagserfahrungen von Knaben und Mädchen

2.1. Knüpfen wir an die physikalischen Vorerfahrungen und Interessen der Mädchen *und* Knaben an?

2.2. Erhalten die Lernenden die Möglichkeit, ihre Vorerfahrungen explizit zu formulieren und sie in den Unterricht einzubringen?

2.3. Könnten, falls dieser Anspruch im „normalen“ Unterricht nicht eingelöst wird, Zusatzangebote (im AG-Bereich, Workshops) gemacht werden?

Der Ausgleich betrifft nicht allein die Alltagserfahrungen, sondern evtl. auch den technisch-manuellen Bereich.

3. Alltags- und Fachsprache

3.1. Wird im Lehrtext von der Alltagssprache ausgegangen, um aus dieser die Fachsprache und die mathematischen Formulierungen zu entwickeln?

3.2. Erhalten die Jugendlichen die Möglichkeit, Einsicht in die Notwendigkeit der Fachsprache und der mathematischen Formulierungen zu gewinnen?

3.3. Werden Alltagswort und Fachbegriff explizit miteinander verglichen?

4. Kontextbezug der Inhalte

4.1. Wie wird Schülerinnen und Schülern Gelegenheit gegeben, zu staunen und neugierig zu werden, und wie wird erreicht, dass daraus ein "Aha-Erlebnis" wird?

4.2. Geben wir den Jugendlichen die Möglichkeit, sich mit einigen der folgenden kontextbezogenen Inhalte und Methoden auseinanderzusetzen?

- aktuelle Lebensbereiche der Jugendlichen
- Erfahrungen am eigenen Körper;
- praktische Anwendungen in Medizin
- praktische Anwendungen
- soziale und ökologische Auswirkungen

Orientieren wir uns an zukünftigen Nicht-Physikstudierenden?

4.3. Gibt es Vernetzungsmöglichkeiten mit anderen Fächern (Chemie, Biologie, Geographie etc.)? Falls diese Frage mit nein beantwortet wird, dann:

- sind Verbindungen zu anderen Fächern möglich?
- gibt es historische Bezüge?

4.4. Wird behutsam vom Konkreten zum Allgemeinen vorgeschritten und eine zu frühe Abstraktion vermieden?

5. **Erweiterte Lehr- und Lernformen**

5.1. Haben die Jugendlichen die Möglichkeit, das neue Wissen selbständig zu erarbeiten (z.B. Schülerexperimente, experimentelle Hausaufgaben, Referate halten, Texte schreiben, Übungsaufgaben lösen)?

5.2. Sollen alle Jugendlichen das Gleiche tun oder können wir differenzieren?

5.3. Wird zwischen verschiedenen Sozialformen gewechselt (Einzelarbeit, Partner- und Gruppenarbeit, Projektarbeit, Plenumsunterricht)?

5.4. Sind erweiterte Lehr- und Lernformen, die stärker kommunikative Prozesse unter den Jugendlichen initiieren, möglich?

5.5. Wo ist es sinnvoll, dass die Jugendlichen eigene Texte verfassen, die sie in Kleingruppen gegenseitig lesen und diskutieren?

5.6. Wie und wo erlernen die Jugendlichen Arbeitstechniken (Experimente planen, durchführen, auswerten, Referate vorbereiten und halten, Texte bearbeiten, Informationen beschaffen und bündeln, etc.)?

5.7. Produkteorientierung: Wird nach Pestalozzis "Kopf, Herz und Hand" auch die Hand berücksichtigt: z.B. Bau einer Lochkamera, eines Periskops, einer Sonnenuhr, Bau eines Elektromotors, Barometers etc.?

5.8. Werden ausserschulische Partner miteinbezogen (Energieunternehmen etc.)?

6. **Attributionsstil / Leistungsselbstbild**

6.1. Geben wir den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit, einen Lernprozess unabhängig vom individuellen Zeitaufwand erfolgreich abzuschliessen?

6.2. Wird der Lernprozess expliziert reflektiert während einzelner Unterrichtsblöcke (Denkwege, -analogien und -fehler), z.B. bezüglich Rückblick auf Lernprozess am Ende eines Unterrichtsblocks, gelegentliches Führen eines Lerntagebuchs während eines Unterrichtsblocks?

6.3. Hausaufgaben und Proben:

- Erhalten die Jugendlichen individuelle Rückmeldungen?
- Werden die individuellen Fehler explizit individuell, in Partner- bzw. Gruppenarbeit und im Plenum diagnostiziert?

6.4. Erhalten die Lernenden die Möglichkeit, sich selbst zu beurteilen? (Dieses Beurteilen wird unterschieden vom Bewerten, dem Erteilen einer Note.)

7. Physikunterricht und Geschlechtsidentität

7.1. Ist der Lehrtext geschlechtsneutral formuliert ("Schülerinnen und Schüler, Jugendliche, Lernende") und sind beide Geschlechter zu je 50% im Text und auf Bildern vertreten?

7.2. Erhalten Mädchen die Möglichkeit, sich mit dem Inhalt zu identifizieren (z.B. Phänomene, weibl. Leitfiguren, Bezug zum eigenen Körper)?

7.3. Wird von der Physik das Bild "männlicher" Wissenschaft* vermittelt oder kann ein "ganzheitlicheres" Bild* entstehen?

* **"männliche" Wissenschaft:**

"harte" Technik, Dominanz komplizierter Geräte, Black-Box, Nimbus des Gefährlichen;

* **"ganzheitlichere" Wissenschaft:**

"weiche" Technik, Experimente mit einfachen, der Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler entnommenen Geräten, keine Black-Box, das Werden der Physik erleben, Physik als etwas Kreatives / als etwas von Menschen Erfundenes.

Checkliste II

Richtlinien für den eigenen Physikunterricht und Beobachtungskriterien für die Intervention

Im Anschluss an die Diskussion des zweiten Sensibilisierungstreffens ist im folgenden eine Auswahl von Massnahmen aufgeführt, die dem Anspruch einer besseren Gleichbehandlung von Schülerinnen und Schülern im Physikunterricht gerecht werden sollen. Die Massnahmen – formuliert auf einer verhaltensnahen Ebene – sind für die eigene Unterrichtsgestaltung sowie als Anleitung zur Unterrichtsbeobachtung im Rahmen der Intervention gedacht. *Lesen Sie den Massnahmenkatalog durch und streichen Sie sich jene Massnahmen an, die Sie persönlich wichtig finden und die Sie in Ihrem Unterricht realisieren möchten.* Es wird nicht erwartet, dass Sie alle Massnahmen in die Tat umsetzen.

1. Interaktionen; Rückmeldungen

- Ich bemühe mich darum, den Schülerinnen gleich viel Aufmerksamkeit zukommen zu lassen wie den Schülern.
- Ich mute den Mädchen ebensoviel physikalisch-technische Kompetenz zu wie den Knaben.
- Ich achte darauf, die Schülerinnen nicht nur für Anstrengung und gutes Benehmen zu loben, sondern auch für ihre physikalische Begabung.
- Ich lasse durch die Schülerinnen und Schüler Unterrichtsbeobachtungen durchführen. Dabei sind mögliche Beobachtungskriterien: Aufmerksamkeit, Lob/Ermunterung, Tadel/Kritik, die ich den Schülerinnen und Schülern zukommen lasse.
- Ich gebe den Schülerinnen und Schülern auch ausserhalb der Unterrichtsstunden positive fachliche Rückmeldungen. Beim persönlichen Gespräch achte ich darauf, mich auf fachliche Rückmeldungen zu beschränken und suche das private Gespräche nur, wenn es vom Schüler bzw. der Schülerin gewünscht wird.
- Ich gebe den Eltern guter Schülerinnen gezielt positive Rückmeldungen über die Leistungen ihrer Tochter und ermuntere sie, diese bei einer technisch-naturwissenschaftlichen Berufswahl zu unterstützen.

2. Fragen-Antworten; Zeit

- Ich bemühe mich darum, offene, nicht bereits von vornherein eindeutig zu beantwortende Fragen zu formulieren.
- Ich achte darauf, auf eine Frage mehrere Antworten zu sammeln.
- Ich bemühe mich darum, mich dem Lerntempo der Schülerinnen und Schüler anzupassen und den Schülerinnen etwas mehr Zeit (bei der Beantwortung einer Frage, beim Lösen von Aufgaben etc.) einzuräumen.
- Bei einer falschen Antwort eines Mädchens gebe ich nicht sofort die richtige Lösung, sondern unterstütze nachfragend, d.h. ich achte darauf, (auch) die Schülerinnen nochmals aufzufordern, die Lösung zu finden, wenn sie zunächst gescheitert sind.

3. Selbstkonzept

- Ich bemühe mich darum, physikalisches Wissen so zu vermitteln, dass nicht der Eindruck entsteht, Physik sei nur etwas für Hochbegabte.
- Ich versuche, den Knaben auf nicht-blossstellende Weise zu verstehen zu geben, dass ihre Annahme, in physikalisch-technischen Belangen kompetenter zu sein als die Mädchen, oft auf einem oberflächlichen Wissen beruht.
- Ich signalisiere den Mädchen, dass sie als Frauen nicht unattraktiver („unweiblicher“) sind, wenn sie sich für Physik interessieren und gute Leistungen in diesem Fach erbringen.
- Ich achte darauf, wie ich die Leistungen der Schülerinnen und Schüler erkläre: durch Begabung, durch Anstrengung, durch Glück/Pech, durch die Schwierigkeit der Aufgabe. Dabei ist mir bewusst, dass die Motivation der Schülerinnen (und der Schüler) dann am besten gefördert wird, wenn ihre schlechten Leistungen auf mangelnde Anstrengung oder Pech und ihre guten Leistungen auf Begabung zurückgeführt werden.
- Ich bemühe mich, (auch) den Schülerinnen Identifikationsmöglichkeiten mit Vorbildern in physikalisch-technischen Berufsfeldern zu geben (ev. auf einer Exkursion).
- Ich setze mich mit meinen eigenen Geschlechtsstereotypen auseinander.
- Ich bemühe mich darum, mich meiner (unterschiedlichen) Erwartungen an die Schülerinnen und Schüler bewusst zu werden und sie allenfalls (durch Abbau von Stereotypen) zu ändern.

4. Unterrichtsinhalte

- Ich achte auf die (unterschiedlichen) Vorerfahrungen, die die Schülerinnen und Schüler in den Unterricht mitbringen.
- Ich achte darauf, in meinem Unterricht Bezüge zu Menschen herzustellen.
- Ich bemühe mich darum, bei der Verwendung von Aufgaben, Darstellungen, Skizzen, Testfragen usw. sowohl in quantitativer wie in qualitativer Hinsicht ein ausgewogenes Geschlechterverhältnis zu wahren (Rollenklischees vermeiden).
- Ich bemühe mich darum, in meinem Unterricht Bezüge zu Tagesaktualitäten herzustellen.

5. Lernformen; Lernklima

- Ich achte darauf, in meinem Unterricht viele Gespräche zu führen, d.h. meinen Unterricht kommunikativ zu gestalten.
- Ich führe möglichst viel Gruppenarbeit durch und arbeite weniger im Klassenverband.
- Bei Gruppenarbeiten achte ich darauf, geschlechtshomogene Gruppen zu bilden.
- Ich räume dem assoziativen Denken genügend Platz ein.
- Ich bemühe mich darum, eine kooperative Lernatmosphäre zu schaffen und so wenig wie möglich offene Konkurrenzsituationen aufkommen zu lassen.
- Ich achte auf eine „angenehme“ (auch die Mädchen ansprechende) Gestaltung des Unterrichtszimmers und bemühe mich darum, dass sich nicht nur die Knaben mit der Lernumgebung identifizieren können.

6. Allgemeines; Geschlecht; Berufsberatung

- Ich gebe mich nicht nur als Physiklehrer bzw. Physiklehrerin zu erkennen, sondern auch als Mensch.
- Ich rede mit den Jugendlichen und ihren Eltern über die Vielfalt der Berufe und gebe den Mädchen Einblick in Berufe, bei denen physikalische Kenntnisse vorausgesetzt werden und die sie ansprechen könnten.
- Ich bemühe mich darum, das Thema Geschlecht/Geschlechterdifferenzen nicht zu forcieren. Ich greife das Thema dann auf, wenn ein manifester Anlass dazu besteht oder wenn die Schülerinnen und Schüler selbst dazu Anregungen geben.

Publikationen und Berichte, die im Zusammenhang des Projekts „Koedukation im Physikunterricht“ stehen

Blank, Bernhard & Manser, Stefan: Koedukation im Physik- und Geographieunterricht. Unterschiede, Gemeinsamkeiten, Diskussion. Hausarbeit. Bern: Abteilung für das Höhere Lehramt 1996.

Frauchiger, Ursula: Physikunterricht als Sprachunterricht. Kriterien an einen vermehrt sprachlich ausgerichteten Physikunterricht. Hausarbeit. Bern: Abteilung für das Höhere Lehramt 1996.

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.

Herzog, Walter: Mädchen und Knaben im naturwissenschaftlichen Unterricht, in: Schulpraxis 1992 (82), Heft 4, p. 18-21.

Herzog, Walter: Koedukation und Didaktik. Zur Förderung der Mädchen im naturwissenschaftlichen Unterricht, in : Gonon, Philipp & Oelkers, Jürgen (eds.): Die Zukunft der öffentlichen Bildung. Bern: Lang, 1993, p. 259-288.

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: Mädchenförderung im Naturwissenschaftsunterricht, in: Info. Mitteilungen der Schuldirektion der Stadt Bern 1995, Nr. 2, p. 12-13.

Herzog, Walter: Lehrer kennen Erfahrungswelt der Mädchen kaum, in: unipress intern. Mitteilungen, Nachrichten und Informationen der Universität Bern, Mai 1995, p. 6-8. *Wieder abgedruckt*: Koedukation im Naturwissenschaftsunterricht, in: Aus dem Mittelbau [Mitteilungsblatt der Vereinigung der Assistierenden der ETH Zürich] Nr. 64, 1995, Heft 2, p. 24-30.

Herzog, Walter: Koedukation im Naturwissenschaftsunterricht, in: Gymnasium Helveticum 1995, Heft 4, p. 219-223.

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, Than-Huyen (eds.): Grenzverschiebungen. Zum Wandel des Geschlechterverhältnisses in der Schweiz. Zürich: Rüegger 1998 (im Druck).

Herzog, Walter; Labudde, Peter; Gerber, Charlotte & Violi, Enrico: Koedukation im Physikunterricht. In: Herzog, Walter (ed.): Forschungs- und Entwicklungsprojekte der Konferenz der Lehrerbildungsinstitutionen. Abstracts zum Forschungstag 1995. Bern: Konferenz der Lehrerbildungsinstitutionen 1995, p. 11-12.

Herzog, Walter; Labudde, Peter; Gerber, Charlotte & Violi, Enrico: Koedukation im Physikunterricht. Erster wissenschaftlicher Zwischenbericht zuhanden des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Bern: Abteilung Pädagogische Psychologie 1995.

Herzog, Walter; Labudde, Peter; Gerber, Charlotte; Violi, Enrico & Neuenschwander, Markus P.: Koedukation im Physikunterricht. Zweiter wissenschaftlicher Zwischenbericht zuhanden des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. Bern: Abteilung Pädagogische Psychologie 1996.

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: Dokumentation der Erhebungsinstrumente. Bern: Abteilung Pädagogische Psychologie 1997.

Herzog, Walter; Labudde, Peter; Neuenschwander, Markus P.; Violi, Enrico; Gerber, Charlotte & Bärtschi, Simon: Koedukation im Physikunterricht: Entwicklung und Analyse der Erhebungsinstrumente. Bern: Abteilung Pädagogische Psychologie 1997.

Jost, Hansjürg: „Physikunterricht und Physik“. Qualitative Inhaltsanalyse von Lehrerinterviews. Hausarbeit. Bern: Abteilung für das Höhere Lehramt 1996.

Labudde, Peter: Erlebniswelt Physik. Bonn: Dümmler 1993.

Labudde, Peter; Herzog, Walter; Gerber, Charlotte & Violi, Enrico: Physics for girls and boys: teaching and learning strategies examined in 25 classes of the upper secondary level. Paper presented at the Annual Meeting of the "National Association for Research in Science Teaching (NARST)". St. Louis, Missouri, March 31 - April 3, 1996.

Labudde, Peter: Konstruktivismus im Physikunterricht der Sekundarstufe II. Bern: Abteilung für das Höhere Lehramt 1998.

Leibundgut, Felicitas: Motivation als Schlüssel zum Erfolg. Koedukation im Physikunterricht, in: Frauen in Recht und Gesellschaft. Nationales Forschungsprogramm 35. Bulletin 2, 1996, p. 22-23.

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

Spring, Roger: Was Gymnasiallehrer über ihren Physikunterricht denken. Hausarbeit. Bern: Abteilung für das Höhere Lehramt 1995.

Violi, Enrico: Koedukation - schulische Sozialisation als Spiegelbild tradierter Geschlechterverhältnisse, in: Gonon, Philipp & Oelkers, Jürgen (eds.): Die Zukunft der öffentlichen Bildung. Bern: Lang 1993, p. 313-331.

Zum Projekt sind auch verschiedene Artikel in Zeitungen und Zeitschriften erschienen, die hier nicht dokumentiert werden.