



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)**

S3 „Themenorientierung im Unterricht“

MODELLIEREN IM MATHEMATIK- UND PHYSIKUNTERRICHT

ID 691

**Mag.^a Renate Ginzinger
Mag. Nikolaus Unterrainer**

**Univ. Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ Tina Hascher
Gabriele Hohenwarter
Andreas Urich
Paris Lodron Universität Salzburg
Fachbereich Erziehungswissenschaft**

Salzburg, Juli 2007

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG	4
1.1 Ausgangssituation.....	5
1.2 Ziele	6
1.3 Maßnahmen.....	7
1.4 Indikatoren	7
1.5 Gesamtplan.....	8
2 VORSTELLUNG DER PROJEKTIDEE	10
2.1 Aus der Sicht der Lehrer/innen	10
2.2 Aus der Sicht der Universitätsprofessorin	10
2.3 Aus der Sicht der Diplomand/innen.....	11
2.3.1 Frau Hohenwarter	11
2.3.2 Herr Urich	11
3 PROJEKTVERLAUF	13
3.1 Organisatorischer Rahmen	13
3.2 Paradigmenwechsel.....	13
3.3 Wissenstransfer	15
3.4 Eine Unterrichtseinheit unter Beachtung der Rahmenbedingungen für den Wissenstransfer	16
4 EVALUATION	18
4.1 Fokus Schüler/innen	18
4.2 Fokus Lehrer/innen	21
5 AUSBLICK UND RESÜMEE	26
5.1 Aus der Sicht der Lehrer/innen	26
5.2 Aus der Sicht der Universitätsprofessorin	28
5.3 Aus der Sicht der Diplomand/innen.....	28
5.3.1 Frau Hohenwarter	28
5.3.2 Herr Urich.....	29
6 LITERATUR	30

ABSTRACT

Dieses Projekt war eine Fortsetzung der Zusammenarbeit der Lehrpersonen in den Fächern Mathematik und Physik in der 7A Klasse, 11. Schulstufe. Es ging vor allem darum, das „Kasterldenken, zu überwinden“, bzw. den Wissenstransfer zwischen den beiden Fächern zu schaffen. Gründe für die Schwierigkeiten beim Erreichen dieses Zieles dürften in den vergangenen beiden Jahren darin gelegen sein, dass die Projektarbeit in die Leistungsbeurteilung mit einbezogen worden war und dass seitens der Lehrer/innen die Anforderungen an die Schüler/innen viel zu hoch angesetzt waren.

Die Begleitung und Betreuung durch Universitätsprofessorin Tina Hascher und zwei Diplomand/innen brachte eine neue Außensicht herein. Der entscheidende Schlüssel zur Veränderung der Situation bestand darin, dass durch die Beistellung der neuesten Literatur und der Beachtung der dort angeführten Rahmenbedingungen der Wissenstransfer bei einem Großteil der Schüler/innen gelang.

"Wenn Du ein Schiff bauen willst, so trommle nicht Männer zusammen, um Holz zu beschaffen, Werkzeuge vorzubereiten, Aufgaben zu vergeben und Arbeiten einzuteilen, sondern lehre die Männer die Sehnsucht nach dem weiten, endlosen Meer." (Saint Exupery)

Schulstufe: 11

Fächer: Mathematik, Physik

Kontaktperson: Renate Ginzinger, Nikolaus Unterrainer

Kontaktadresse: Zaunergasse 3, 5020 Salzburg

Externes Team Prof.ⁱⁿ Tina Hascher, Gabriele Hohenwarter, Andreas Urich

1 EINLEITUNG

Renate Ginzinger und Nikolaus Unterrainer arbeiten bereits zwei Jahre in den Fächern Mathematik und Physik im Rahmen von MNI zusammen (siehe Ginzinger & Unterrainer 2005, 2006). Ein durchgängiges Ziel dieser Zusammenarbeit war, bei den Schüler/innen ein besseres Verständnis hinsichtlich der Fächer verbindenden Aufgabenstellungen zu erreichen.

Das erste Projekt wurde in einer 8. Klasse (12. Schulstufe) durchgeführt. Das Erreichen der Ziele war hier behindert durch die Situation, dass die Schüler/innen immer wieder fürchteten, dass ihnen durch die Arbeit am Projekt wertvolle Übungszeit für die schriftliche Reifeprüfung verloren gehe. Außerdem meinten die damals interviewten Schüler/innen, dass diese Zusammenarbeit schon viel früher beginnen sollte.

Deshalb wurde ein weiterer Versuch im Schuljahr 2005/06 mit der 6. Klasse (10. Schulstufe) gestartet. Aber auch hier musste nach Abschluss der Projektarbeit festgestellt werden, dass die formulierten Ziele nur teilweise erreicht wurden. Die Überwindung des „Kasterldenkens“ gelang nur schwach, die ursprünglich positive Einstellung zum Projekt seitens der Schüler/innen wich im Laufe des Projektes eher der Meinung, dass dies nur zusätzliche Arbeit und Belastung brächte. Vermutlich war daran auch der Umstand schuld, dass die Projektarbeit ein fixer Bestandteil der Leistungsbeurteilung war.

Die Mitarbeit von Prof.ⁱⁿ Hascher und zwei Diplomand/innen ermöglichte die Fortsetzung des Projektes in der 11. Schulstufe. Allerdings wurde die Forschungsfrage neu gestellt in dem Sinn, dass dieses Mal den Gründen für das (Nicht-) Erreichen des Zieles ganz intensiv nachgespürt wurde.

Diese wissenschaftliche Begleitung und Unterstützung führte schließlich auch zu einem für die Lehrer/innen und auch für die Schüler/innen positiven Ergebnis.

Die nachfolgende Abbildung 1 soll den Fahrplan für das Projekt – funktionale Zusammenhänge – verdeutlichen.

Die Aufgaben wurden im jeweiligen Fach mit den fachspezifischen Bezeichnungen erarbeitet. Im Teamteaching entstand an Hand ausgewählter Beispiele aus den getrennten Sichtweisen eine übergeordnete Systematik der Zusammenhänge.

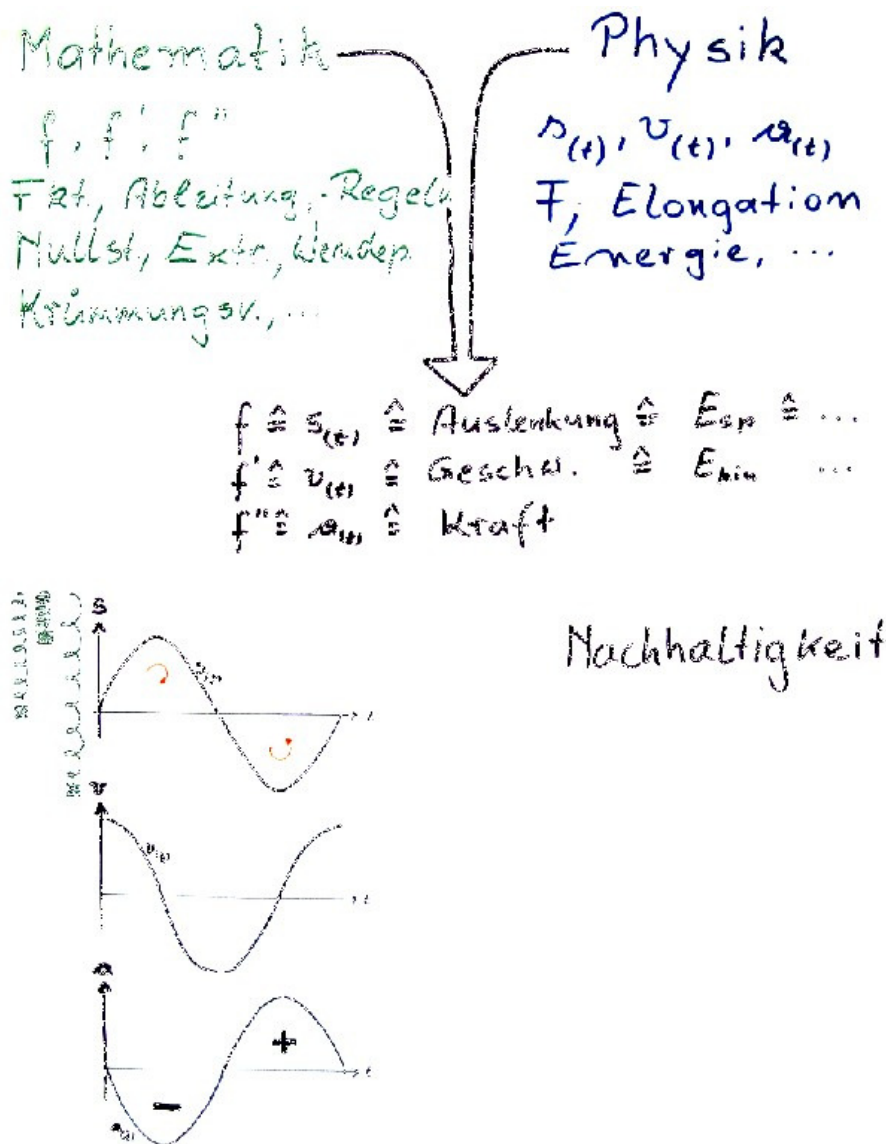


Abbildung 1: Funktionale Zusammenhänge im Projekt

1.1 Ausgangssituation

Es handelte sich um eine Fortsetzung der Zusammenarbeit in den Fächern Mathematik und Physik in einer 7. Klasse, 11. Schulstufe mit 27 Schüler/innen, 10 Burschen und 17 Mädchen.

Einerseits unterstützte diese Zusammenarbeit das Leitbild der Schule, dieses fordert in der Oberstufe verstärkt das Arbeiten an und in Projekten, andererseits wollten wir die Idee – Überwindung des Kasterldehns – erfolgreich umsetzen.

Die konkreten Erfahrungen aus einer Unterrichtsstunde in Mathematik zeigten, dass die Schüler/innen beim Erarbeiten von Kreisgleichungen, Tangentengleichungen in einem Punkt des Kreises das Wissen aus der Vektorrechnung, bzw. den Umgang mit Geradengleichungen nicht abrufen konnten. Vielmehr vermittelten sie der Lehrerin den Eindruck, es wäre für sie vollkommen neuer Lehrstoff. Die Schubladierung findet offensichtlich sogar innerhalb der Fächer statt und bedarf einer sorgfältigen Untersuchung.

Für die Lehrer/innen musste schließlich auch noch geklärt werden, inwieweit der große zeitliche Aufwand und der hohe Einsatz bei der Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation des Projektes durch den Erfolg beim Erreichen der Ziele gerechtfertigt ist.

Das Zusammentreffen mit Univ. Prof.ⁱⁿ Tina Hascher auf einer Fortbildungsveranstaltung am Pädagogischen Institut Salzburg führte zu einem intensiveren Kontakt mit ihr und schließlich zur Zusicherung, dieses Projekt begleiten zu wollen. Dies erfolgte unter Mitarbeit der Studentin Gabriele Hohenwarter und dem Studenten Andreas Ulrich, welche im Rahmen des Projekts ihre Diplomarbeiten schreiben wollten und damit die Beobachtungsaufgaben, Testungen, Auswertungen und Interpretationen, somit einen Großteil der Evaluation, übernahmen.

Mit großer Erleichterung konnten sich die beiden Lehrer/innen auf die Fortsetzung des Projektes einlassen.

1.2 Ziele

Für die diesjährige Projektarbeit wurden die folgenden Ziele formuliert (siehe Abb. 2):

- Besseres Verstehen funktionaler Zusammenhänge aus der Sicht beider Fächer
- Einbringen physikalischer Kenntnisse zum Lösen von Aufgabenstellungen in der Mathematik
- Anwenden mathematischer Modelle auf Aufgaben im Fach Physik
- Überwinden des Kasterldenkens in Fächer verbindenden Problemstellungen
- Sichtbarmachen der situationsgerechten Anwendung von Wissen
- Untersuchung der motivationalen und emotionalen Veränderungen bei den Schüler/innen während des Prozesses
- Beantwortung der folgenden Forschungsfrage: Gibt es didaktische Unterstützungsmodelle, um Wissen aus dem long time memory der Schüler/innen zu einem bestimmten Zeitpunkt im Unterricht zu aktivieren (just in time)?

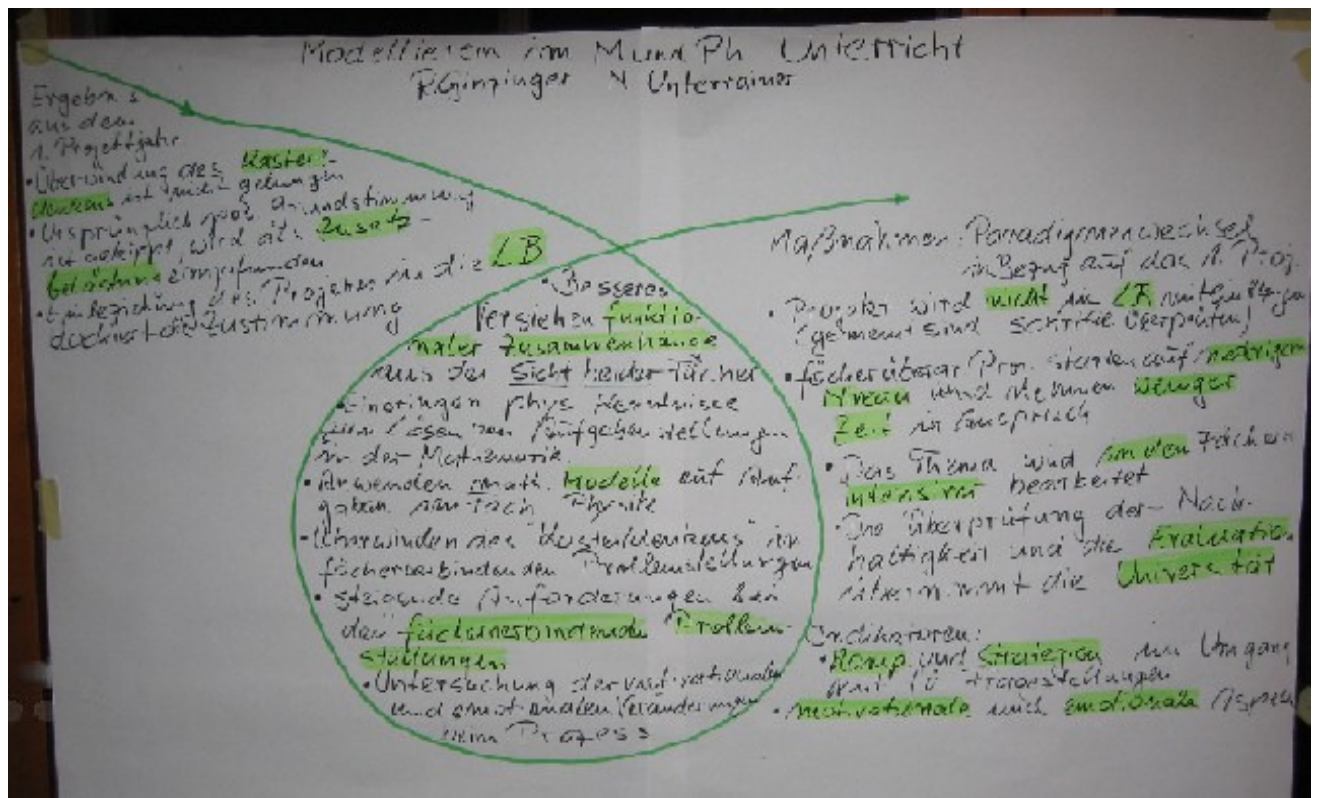


Abbildung 2: Ziele, Maßnahmen und Indikatoren

1.3 Maßnahmen

Die Suche nach relevanten Antworten auf die Übereinstimmung des hohen Arbeitseinsatzes mit den Ergebnissen des Projektes führte zu einem Paradigmenwechsel – bezogen auf das letztjährige Projekt – in der Zusammenarbeit und im Ablauf der Projektarbeit:

- Das Thema wird in den Fächern intensiver bearbeitet.
- Die fächerübergreifende Arbeit startet auf niedrigerem Niveau als im Vorjahr und nimmt weniger Unterrichtszeit in Anspruch.
- Die Überprüfung der Nachhaltigkeit und die Evaluation übernehmen die Projektpartner/innen des Fachbereichs Erziehungswissenschaft (Universität Salzburg).
- Die Schülerleistungen während der Projektarbeit werden nicht in die Leistungsbeurteilung miteinbezogen.

1.4 Indikatoren

Mit Bezug auf die Projektziele wurden drei Hauptindikatoren festgelegt. Anhand dieser Indikatoren sollten nicht nur der Erfolg des Projekts bemessen, sondern auch der Verlauf der Intervention nachgezeichnet werden:

- Kompetenzen und Strategien im Umgang mit fächerübergreifenden Fragestellungen

- Motivationale und emotionale Aspekte vor, während und nach dem Projektverlauf
- Testergebnisse (Anfangs – und Endtestung) im Vergleich zu den Daten der Kontrollgruppe (eine parallele 7. Klasse)

1.5 Gesamtplan

Dieser Interventionsplan bildete die Grundlage der ersten Besprechung mit Prof.ⁱⁿ Hascher, Frau Hohenwarter, Herrn Urich und den Projektnehmer/innen. Der gesamte zeitliche Rahmen ergab sich aus zwei Notwendigkeiten:

Organisatorischer Ablauf an der Schule (Ginzinger ist Schulleiterin, Unterrainer Mitglied der Projektgruppe Begabungsförderung, Reifeprüfung, etc.)

Notwendige zeitliche Ressourcen zur Fertigstellung der Diplomarbeiten.

Zwischen den einzelnen Testphasen fand die fächerübergreifende Arbeit im Team-teaching statt und zwar jeweils 4 Unterrichtseinheiten. Der folgende Plan (Abb. 3) zeigt übersichtlich, wie die Maßnahmen gesetzt und die Indikatoren zur Evaluation herangezogen wurden.

MNI - Projekt, Schuljahr 2006/2007

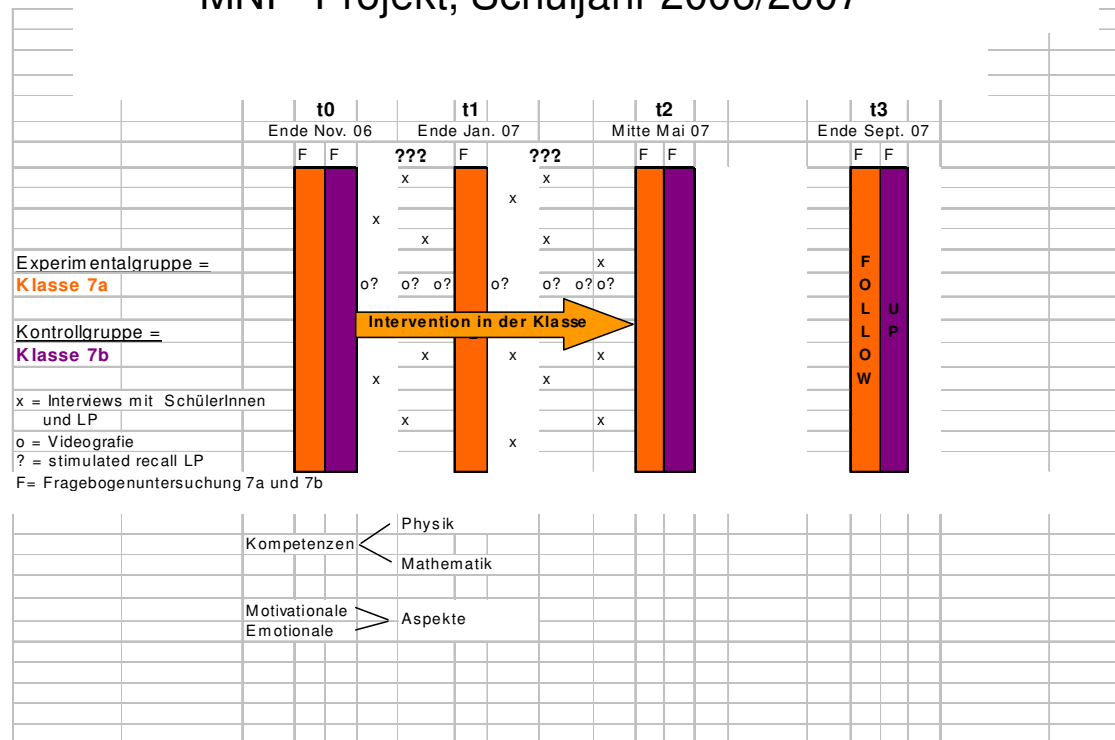


Abbildung 3: Interventionsplan

2 VORSTELLUNG DER PROJEKTIDEE

2.1 Aus der Sicht der Lehrer/innen

Das Wissen um die externe, universitäre Begleitung motivierte uns aufs Neue. Dieser Schritt musste für die Schüler/innen allerdings erst ermöglicht werden, denn sie befanden sich emotional noch im Erfahrungsbereich des abgelaufenen Projektjahres.

Klar war, dass dieses Mal die Schüler/innen verstärkt in die Entscheidung zur Fortsetzung des Projektes eingebunden werden mussten. Aus diesem Grund stellten die beiden Studierenden den Schüler/innen der beiden siebten Klassen das Projekt ausführlich vor und warben um eine bestmögliche Zusammenarbeit, weil davon der Erfolg ihrer Diplomarbeit abhing.

Um der Studie einen wissenschaftlichen Hintergrund zu verleihen, wurde die 7B - Klasse als Kontrollklasse eingebunden. Herr Mag. Kessel, der Mathematiklehrer dieser Klasse, erklärte sich bereit, die Schülereinschätzungsbögen auszufüllen.

Die Zusicherung absoluter Anonymität und die Wichtigkeit des Anliegens seitens der Studierenden führten zu einer überaus positiven Reaktion der Schüler/innen und deren Bereitschaft, das Projekt mit zu tragen. Die Schüler/innen der Kontrollklasse hinterfragten die Ziele und Maßnahmen im Rahmen des Projektes sehr genau, für sie war diese Art der Zusammenarbeit neu.

Die Beobachtungen während und am Ende der Projektvorstellung sowie das Gespräch mit den Studierenden im Anschluss daran brachte für die beiden Lehrer/innen nicht nur große Erleichterung, sondern auch die Gewissheit, dass das Projekt in einer positiven Aufbruchsstimmung starten konnte.

2.2 Aus der Sicht der Universitätsprofessorin

Die Erwartungen an das Projekt wurden auf zwei Ebenen angesiedelt:

- (1) Schul- und Unterrichtsentwicklung ist neben der Lehrer/innenfort- und -weiterbildung ein wesentlicher Impulsgeber für die Professionalisierung und Qualitätssteigerung von Schule und Unterricht. Im Alltag macht man dabei häufig die folgende Beobachtung: In den Schulen werden Projekte mit hohem Engagement von Lehrpersonen (und Schüler/innen) durchgeführt, deren Wirksamkeit jedoch selten überprüft wird. Falls Analysen erfolgen, bestehen sie überwiegend aus eher groben, unsystematisch eingeholten Rückmeldungen. Damit bleibt offen, welche Faktoren effizient sind, welche weniger, und an welchen Komponenten weiter zu arbeiten ist (vgl. Hager, Patry & Brenzing, 2000). Dies führt dazu, dass solche Projekte dem guten Glauben der Wirksamkeit verhaftet bleiben und beispielsweise bei Widerstand von Seiten des Kollegiums oder der Schülerschaft argumentativ zu wenig abgesichert werden können. Damit laufen sogar erfolgreiche Projekte Gefahr eingestellt zu werden, wenn ihre Wirksamkeit nicht nachgewiesen wird. Im Gegensatz dazu sollte es im Rahmen des Projektes ermöglicht werden, gezieltere Informationen über die Effektivität des fächerübergreifenden Unterrichts in den Fächern Mathematik und Physik auf der gymnasialen Oberstufe einzuholen.
- (2) Ein Großteil der pädagogischen Interventionsforschung lässt sich dadurch charakterisieren, dass ein Team aus externen Expert/inn/en eine Intervention mit Lehrpersonen und/oder Schüler/innen durchführt und dann überprüft, zu welchen Effekten diese geführt hat. Ein Problem ist dabei, dass die entwickel-

ten Maßnahmen nicht in den Schul- und Unterrichtsablauf integriert sind, sondern ein zusätzliches Element darstellen. Dies führt nicht selten dazu, dass nur kurzfristige Kompetenzen ohne Transfer in den schulischen Alltag aufgebaut werden. Dies erhöht die (unerwünschte) Wahrscheinlichkeit, dass Interventionseffekte – trotz zum Teil erheblichen Aufwands – in Kürze wieder versiegen oder im „Ernstfall“ nicht zum Tragen kommen (siehe beispielsweise die Erfahrungen der Lernstrategieforschung, in der dies bereits 1977 von Flavell und Wellman als „Produktionsdefizit“ bezeichnet wurde). Im vorliegenden Projekt dagegen sollten sich längerfristige Effekte aufbauen und nachweisen lassen, da die Intervention in den schulischen Ablauf integriert und zudem von den Lehrpersonen selbst durchgeführt wurde. Aus der engen Prozessbegleitung und -dokumentation sollten sich überdies Informationen über Gelingensbedingungen schulischer Interventionen ableiten lassen.

2.3 Aus der Sicht der Diplomand/innen

2.3.1 Frau Hohenwarter

Im Rahmen des MNI Projektes im BG Zaunergasse wurde eine Studienassistentenstelle in Kombination mit der Verfassung einer Diplomarbeit angeboten. Per Zufall entdeckte ich den Aushang von Frau Dr.ⁱⁿ Tina Hascher in dem dieses Projekt näher beschrieben wurde. Zu Beginn war ich etwas skeptisch an diesem Projekt mitzuarbeiten, da ich in der Schule nicht besonders gute Noten in Mathematik und Physik erzielt hatte. Nach meinen anfänglichen Bedenken beschloss ich, mich für diese Stelle zu bewerben, denn meine Fachkenntnisse in Mathematik und Physik waren für dieses Projekt weniger von Bedeutung. Und ich finde die Idee eines fächerübergreifenden Unterrichts sehr gut.

Ich nahm mit Frau Dr.ⁱⁿ Tina Hascher Kontakt auf und erhielt sozusagen zusammen mit Andreas Urich den Zuschlag für die Studienassistentenstelle. Ende Oktober traf ich mich zum ersten Mal mit Frau Dr.ⁱⁿ Hascher, um die Einzelheiten, was das Projekt angeht, zu besprechen.

Ein paar Tage später fand ein Treffen zu dritt statt. Bei diesem Treffen lernte ich meinen Kollegen Andreas Urich kennen. Wir einigten uns darauf, dass Andreas Urich in dem Projekt und in seiner Diplomarbeit den Fokus auf die Lehrpersonen legen würde. Mein Fokus ist somit auf die Schüler/innen gerichtet.

Anfang November fand noch einmal eine Besprechung mit Frau Dr.ⁱⁿ Tina Hascher statt. Wir besprachen den Interventionsplan und noch einige Punkte, die für das erste Treffen mit Frau Ginzinger und Herrn Unterrainer von Bedeutung waren.

2.3.2 Herr Urich

Mit dieser Diplomarbeit wagte ich mich in einen für mich völlig fremden Bereich – den der Schulpädagogik – hinein. Die Zustimmung zur Mitarbeit erfolgte aber nicht sofort. Schließlich stand ich in meiner aktiven Schullaufbahn ständig mit den Fächern Physik und Mathematik im Clinch.

Ausschlaggebend für die Mitarbeit war einerseits die Betreuung durch Frau Dr.ⁱⁿ Hascher und die angenehme und interessante Vorbesprechung mit dem engagierten Lehrerteam Mag.^a Ginzinger und Mag. Unterrainer.

Mein Interesse war bald klar und ich legte den Fokus meiner Arbeit auf die Arbeit der Lehrpersonen. Ich wollte Antworten auf folgende Fragen finden: Wie funktioniert

Teamteaching? Wie kann es gelingen, Mathematik und Physik fächerübergreifend zu unterrichten und darüber hinaus Nachhaltigkeit zu erzielen? Ist diese Unterrichtsform Ziel führend zum Überwinden des „Kasterlidenkens“? Wie schätzen Lehrpersonen ihre Schüler/innen ein und wie differiert diese Sichtweise von der der jungen Akteure in der Klasse?

Diese und viele andere Fragen versuchte ich beantworten zu können. Der Titel der Diplomarbeit lautet: „Eine Interventionsstudie zur Thematik fächerübergreifenden Lernens in naturwissenschaftlichen Fächern auf der Basis des Teamteachings.“

Da alle Zweifel ausgeräumt waren, die Zusammenarbeit zwischen der „internen“ und „externen“ Begleitung der Schüler/innen hervorragend klappte, die Voraussetzungen, d.h. die Instrumente dieser Studie fertig gestellt waren und zudem eine angenehme Arbeitsatmosphäre herrschte, ging es „nur“ mehr darum, am 24. November 2006 bei den Schüler/innen der 7A Klasse das Feuer zu entfachen, um sie für dieses Projekt als Hauptakteure zu motivieren und dafür gewinnen zu können.

3 PROJEKTVERLAUF

3.1 Organisatorischer Rahmen

Die Struktur für den Projektablauf ergab sich aus dem Interventionsplan.

Mit Hilfe von ausführlichen Fragebögen – jeweils ein Fragebogen pro Fach in jeder Klasse – sollten am Beginn und nach der ersten Arbeitsphase verschiedene Informationen gewonnen werden: Einerseits ging es um die retrospektive Beurteilung des Unterrichtes im letzten Schuljahr durch die Schüler/innen; andererseits wurden Schüler/innenmerkmale anhand von Einstellungen, fachbezogenem Selbstwert, Interesse am Fach, Freude, Angst, Abneigung und Unsicherheit (emotionale Aspekte), Motivation, Erfolg bzw. Misserfolg, Anstrengungsbereitschaft erhoben sowie der Unterricht hinsichtlich des bisherigen Lernerfolgs im Fach, anhand von Verstehensprozessen, der formal-kognitiven und inhaltlichen Strukturiertheit des Unterrichtes, der erforderlichen Hilfe und Unterstützung zum Verstehen, des Aufwands für das Fach und des Schwierigkeitsgrades der Aufgabenstellung beurteilt.

Um den Fortgang im inhaltlichen Bereich – es ging um funktionale Zusammenhänge – feststellen zu können, wurden zudem in jedem Fach spezifische Aufgabenstellungen entwickelt und von den Schüler/innen anonym ausgearbeitet (siehe Anhang 1). Zu Beginn der Befragungen erhielt jede Schülerin/ jeder Schüler von den Student/innen eine vierstellige Zahl zugeordnet, die während des gesamten Projektes nicht mehr geändert wurde. Die Verbindung mit den Namen blieb nur im Wissensstand der externen Begleitung.

Zu diesem Zeitpunkt führte Andreas Urich auch die Interviews mit den Lehrer/innen durch. Dabei ging es zunächst um eine kurze retrospektive Bewertung der Erfahrungen mit dem abgelaufenen Projekt, besonders mit den positiven und negativen Aspekten, dem Teamteaching, den Anforderungen des Projekts und den Qualitätsmerkmalen des fächerübergreifenden Unterrichts. Danach wurden die Interessen, Schwerpunkte des Unterrichtsversuches „neu“, die Erwartungen, Ziele und Voraussetzungen an und für diesen thematisiert.

Die Lehrpersonen füllten zudem für jede Schülerin/für jeden Schüler einen Einschätzungsbogen aus. Darin mussten sie ausgewählte Schülermerkmale einschätzen und zum Projektunterricht, zum Unterrichtsfach, zur Arbeitshaltung und zum Zustandekommen der Note Stellung beziehen (siehe Anhang 2).

Die Behandlung fächerübergreifender Themen im Unterricht erfolgte im Teamteaching und wurde von den Student/innen mit Video aufgezeichnet. Andreas Urich beobachtete den Unterricht aus der Sicht der beiden Lehrer/innen, Gabriele Hohenwarter aus der Sicht der Schüler/innen. Andreas Urich führte mit den Lehrer/innen über die Videografien Gespräche in Form so genannter „stimulated recalls“, einer Methode zur situationsnahen Bewertung von Unterricht mit der Möglichkeit, auch die emotionale Befindlichkeit anzusprechen.

Die Fragebögen, Einschätzungsbögen, Ergebnisse der Interviews sind Teile der Diplomarbeiten von Gabriele Hohenwarter und Andreas Urich.

3.2 Paradigmenwechsel

Die Fortsetzung des Projektes drohte nach dem zweiten Jahr zu scheitern, weil die Lehrer/innen das Ziel, nämlich die Überwindung des „Kasterltdenkens“, trotz des hohen Energieeinsatzes nicht erreichen konnten. Den Umschwung brachte die Zu-

sammenarbeit mit Prof.ⁱⁿ Hascher und führte zu einer Veränderung der Maßnahmen zum Erreichen der Ziele. So wurde vereinbart, dass

- der Inhalt in kleineren Schritten aufbereitet wird und
- die Projektarbeit nicht in die Leistungsbeurteilung einfließt.

Aus der Diskussion wurde deutlich, dass die wiederholte Aufbereitung eines bestimmten Lehrstoffes Lehrer/innen auf diesem Gebiet zu Expert/inn/en macht, so dass das Anforderungsniveau und eventuelle Schwierigkeitsgrade mitunter nicht mehr richtig eingeschätzt werden. Dabei besteht die Gefahr, dass die Erwartungen an die Schüler/innen zu hoch gesetzt und zugleich ihre Fähigkeiten und Kompetenzen als gering eingeschätzt werden (Bovet, 2004). In einem Unterrichtsprojekt steigt die Kompetenz der Lehrenden, von einem höheren Niveau ausgehend, stärker als die Kompetenz der Schüler/innen. Dies bewirkt, dass die Differenz stetig zunimmt und zu obiger, subjektiver Einschätzung führt.

Die nachfolgende Grafik (Abb. 4) veranschaulicht diesen Sachverhalt.

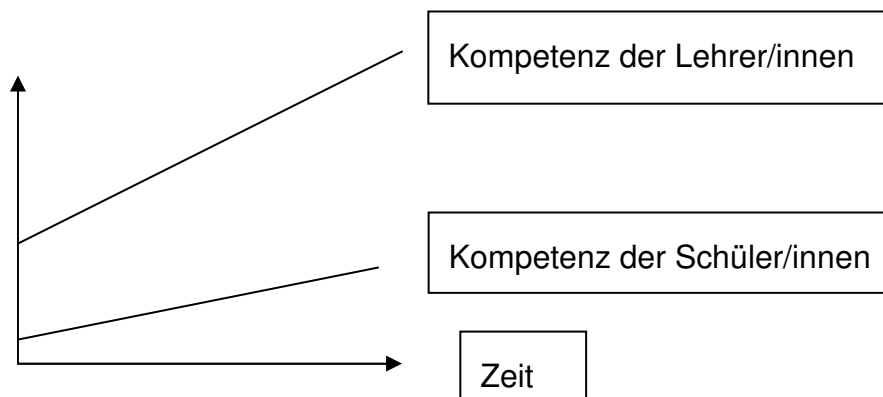


Abbildung 4: Kompetenzveränderung

Als Beispiel für diese Fehleinschätzung kann die erste Einheit zum Thema „Differenzenquotient“ angeführt werden. Für die Schüler/innen wurde dieses Thema im „alten, bisher praktizierten Stil“ erarbeitet und durchgeführt (siehe Anhang 3). Das Ziel dieser Einheit war, an verschiedenen Fallbeispielen die Begriffe Differenzenquotient, mittlere Änderungsrate, Durchschnittsgeschwindigkeit anwenden und damit rechnen zu können. Vor dieser Einheit war im Mathematikunterricht verstärkt mit dem Differenzenquotienten, bzw. mit der mittleren Änderungsrate gearbeitet und gerechnet worden. Die erste Aufgabe beschäftigte sich mit einem Zugfahrplan, aus welchem sinnvolle Fragestellungen gefunden und Lösungsansätze dafür entwickelt werden mussten. Die zweite Aufgabe beschäftigte sich mit der Ausbreitung einer Schockwelle. Hier sollte eine Durchschnittsgeschwindigkeit in einem Zeitintervall und die Geschwindigkeit der Ausbreitung zu einem bestimmten Zeitpunkt berechnet werden.

Es fiel manchen Schüler/innen sehr schwer zu erkennen, dass die durchschnittliche Geschwindigkeit nichts anderes ist als der Differenzenquotient der Weg- und der Zeitunterschiede. Der Transfer wollte nicht gelingen.

Der Erfolg stellte sich also für die Lehrer/innen nicht im erwarteten Ausmaß ein. Nach ausführlichen Gesprächen mit Prof.ⁱⁿ Hascher ergab sich eine klarere Sicht zu verschiedenen Aspekten:

- Teamteaching ist zwar für die Lehrer/innen eine sehr große Erleichterung unter der Voraussetzung einer ausgedehnten Vorbereitung, kann aber für die Schüler/innen sehr anstrengend sein, werden sie doch von zwei Lehrer/innen in „die Zange“ genommen. Diese Analyse wurde durch die Videoaufzeichnungen ebenso bestätigt wie durch den Eindruck der Beobachter/innen.

Die Lehrer/innen kämpften gegen die Zeit, es sollte ja Vorbereitetes durchgeführt werden und griffen aus diesem Grund oft viel zu früh in das Unterrichtsgeschehen ein. Dadurch wurde den Schüler/innen die Möglichkeit genommen, selbstständig die Aufgabe zu lösen und echte Lernzeit wurde unterbrochen.

- Immer wieder stießen die Lehrer/innen auf Unzufriedenheit bezüglich des Umleitens von mathematischem Wissen auf physikalische Aufgabenstellungen. Es war unumgänglich, die Forschungsfrage neu zu definieren. „Warum gelingt es so wenig, transferwirksames Lernen im Unterricht zu stimulieren?“

3.3 Wissenstransfer

Die Lehrer/innen erwarteten, dass es den Schüler/innen ohne größere Schwierigkeiten gelingen müsste, in Mathematik erworbenes Wissen auf neue Situationen in physikalischen Aufgaben anzuwenden. Die wissenschaftlichen Untersuchungen zu diesem Thema aber ergaben, dass dieser erwartete Transfer nicht ohne weiteres stattfindet. In verschiedenen Forschungsarbeiten (z.B. Cormier & Hagman, 1987; Grose & Birney, 1963; Steiner, 2006) wird fest gehalten, dass das Beherrschen der grundlegenden Techniken und Routinen eine wichtige Voraussetzung für jeden Transfer bildet. Für das Gelingen des Wissenstransfers spielen „auch personale Aspekte wie die emotionale Nähe zu einem Lerngegenstand oder die Lernmotivation in der gegebenen Situation eine nicht zu unterschätzende Rolle“ (Steiner, 2006). Zu Transferaufgaben gibt es gewissermaßen immer eine früher gelernte Basisaufgabe. Dazu kommt eine Zielaufgabe, welche mit der Basisaufgabe Ähnlichkeiten oder Analogien aufweist. Diese sollten die Schüler/innen erkennen (lernen) und zur Lösung der Zielaufgabe befähigen.

Gentner (1989) und Holyoak (1985) gehen nach Steiner davon aus, dass bei der Bewältigung des Wissenstransfers von der Basis- zur Zielaufgabe vier verschiedene Stufen durchschritten werden müssen:

- Das Kodieren der Merkmale der Aufgabe,
- das Hervorholen von „altem“ Wissen aus der Basisaufgabe,
- das Auswählen und Abbilden von brauchbarem Wissen auf die Zielaufgabe und
- das Abstrahieren von Strukturen, die den beiden Aufgaben gemeinsam sind.

Im Zuge der wissenschaftlichen Diskussion wird aber auch kritisch angemerkt, dass Schüler/innen ohne Hinweis auf bestimmte Merkmale der Basisaufgabe nicht wissen, nach welchen Analogien sie suchen sollen.

Die Erkenntnis, dass transferwirksames Lernen zwingend an Rahmenbedingungen geknüpft ist, wurde für die weitere Zusammenarbeit zum Anlass genommen, mit un-

terstützenden Informationen die Analogien und Strukturen leichter erfassbar zu machen, d.h. auf Grund einer Analyse der Zielaufgabe bekanntes Wissen herüber zu holen (transferre – lat. herübertragen). Man kann bei diesem Prozess auch vom „De-kontextualisieren“ sprechen.

Dieses Herauslösen aus dem früheren Kontext, das Abstrahieren und Anpassen an die neue Aufgabe können Schüler/innen im Allgemeinen nicht ohne Hilfe bewältigen. Es gelingt umso besser, je mehr man von abstraktem zu abstrahiertem Wissen kommt, sofern es vom Lernenden selbst auf Grund vielseitiger Anwendungen abstrahiert worden ist (Adams, 1989; Messner, 1978).

3.4

3.4 Eine Unterrichtseinheit unter Beachtung der Rahmenbedingungen für den Wissenstransfer

Um die vorhin erwähnten Rahmenbedingungen einzuhalten, mussten die folgenden Unterrichtseinheiten vollkommen neu strukturiert werden. Die vier Stufen von Gentner und Holyoak bildeten die Grundlage. Das folgende Arbeitsblatt gibt eine Vorstellung davon.

2. Interventionsphase im Rahmen des MNI Projektes 1. Einheit 5.3.2007

Eine Polynomfunktion 2. Grades hat bei $(2/80)$ einen Hochpunkt, außerdem verläuft sie durch den Punkt $(0/60)$.

A) Phase der Erarbeitung

- 1) Stelle die allgemeine Funktionsgleichung auf.
- 2) Finde die Konstanten.
- 3) Wie lautet die Funktion?
- 4) Stelle den Graphen am GTR dar und zwar jenen Teil, der im ersten Quadranten liegt.
- 5) Bilde f' und f'' .

B) Phase der Interpretation

- 1) Schreibe deine Vermutung über eine mögliche physikalische Bedeutung auf.
- 2) Ersetze die Variable in der Funktionsgleichung durch t .
- 3) Modifiziere deine Vermutung aus 1) wenn nötig.
- 4) Kannst du den drei Konstanten eine physikalische Bedeutung zuschreiben?
- 5) Differenziere auch 2).

C) Phase des Transfers

- 1) Wie schaut deiner Meinung nach die Gleichung für die Bedingungen am Mond aus?
- 2) Wie auf der Sonne?

- 3) Wie würdest du $f'(t)$ in der Physik nennen?
- 4) Wie $f''(t)$?
- 5) Vergleiche das Krümmungsverhalten von f mit dem Vorzeichen von f'' .

Das Modell, bzw. die dahinter stehende Routine in Phase A wurde von den Schüler/innen sofort richtig erfasst und ohne größere Schwierigkeiten bearbeitet. Die Merkmale der Aufgabe wurden erkannt und das Hervorholen von „altem“ Wissen aus der Basisaufgabe funktionierte.

Die Leitfragen der Phase B hatten die Aufgabe, das Abbilden des brauchbaren Wissens aus der Mathematik auf physikalische Zusammenhänge in die Wege zu leiten. Dieser Anforderung waren allerdings nicht mehr alle Schüler/innen in gleicher Weise gewachsen.

Phase C beschrieb eindeutig die Zielaufgabe. Die Schüler/innen waren gefordert, durch Abstraktion das mathematische Modell zu verlassen und eine neue, physikalische Struktur aufzubauen.

Der Wissenstransfer gelang allen jenen Schüler/innen, welche die drei Phasen bewältigen konnten.

4 EVALUATION

Bei der Evaluation des Projektes wurden zwei Schwerpunkte gesetzt: Zum einen sollte dokumentiert werden, inwiefern die Interventionsstunden eine Wirkung auf kognitive (z.B. Lernzuwachs), motivationale (z.B. Interesse) und emotionale (z.B. Freude) Faktoren der Schüler/innen ausüben. Zum anderen sollten Gelingensbedingungen des Teamteachings verdeutlicht werden. Nachfolgend werden nun einige Ergebnisse der Evaluation dargestellt. Zuvor jedoch einige Bemerkungen zum Gesamttablauf:

Die Fragebogenuntersuchungen verliefen sehr gut. Die Schüler/innen waren nicht nur alle bereit, die Fragebögen auszufüllen, sie füllten sie auch sehr gewissenhaft aus. Dies ermöglichte eine hohe Qualität bei der Datenauswertung und -interpretation. Auch bei den Interviews waren die Schüler/innen bei der Sache. In den einzelnen Videoanalysen wurde ersichtlich, dass die Schüler/innen der Interventionsklasse dem Unterricht in der Regel aufmerksam folgten und aktiv mitarbeiteten. Natürlich gab es Momente, in denen die Schüler/innen die Konzentration verloren und nicht mehr ganz bei der Sache waren. Dies kam aber selten vor. Die Klasse war sehr diszipliniert und arbeitete mit.

Die Offenheit und Kooperationsbereitschaft der Lehrpersonen war eine weitere Voraussetzung für das Gelingen der Intervention. Diese war in einem besonderen Maße vorhanden, nicht nur im Rahmen des Teamteachings, sondern auch in Zusammenarbeit mit dem Evaluationsteam. Diesem standen jederzeit die Türen offen und die Lehrpersonen nahmen viele Zusatzstunden auf sich, um ihr Vorgehen vorzubereiten, zu dokumentieren und zu reflektieren.

4.1 Fokus Schüler/innen

Zu drei Messzeitpunkten wurden die Schüler/innen um die Einschätzung ihrer Einstellungen und Haltungen gegenüber Mathematik und Physik befragt. Hierbei ging es um eher zeitlich übergreifende Urteile, nicht um situative Einschätzungen des Unterrichts. Wir waren davon ausgegangen, dass die Durchführung des Fächerübergreifenden Unterrichts im Rahmen des Projektes dazu beitragen könne, insbesondere negative Haltungen gegenüber Mathematik und Physik abzubauen. Dies lässt sich zwar für bestimmte Bereiche bestätigen, der Vergleich der Schüler/innenantworten, insbesondere zwischen dem 1. und dem 3. Messzeitpunkt, verdeutlicht jedoch auch, dass unsere Erwartungen nur zum Teil erfüllt werden konnten: Einerseits scheint sich durch die Intervention nur wenig bewegen zu lassen, andererseits sind auch in der Kontrollgruppe Veränderungen zu verzeichnen. Die nachfolgenden Ergebnisse sollen dies illustrieren (ausführlicher vgl. dazu Hohenwarter, 2007).

Es gibt einige positive Ergebnisse zu verzeichnen. So hat beispielsweise die Angst (vgl. Abb. 5), Abneigung und Unsicherheit im Fach Mathematik in der Experimentalklasse 7a signifikant abgenommen ($t_1: 2,91$; $t_3: 2,59$), während sie in der Kontrollgruppe (Klasse 7b) gleich hoch geblieben ist ($t_1: 2,79$; $t_3: 2,56$).

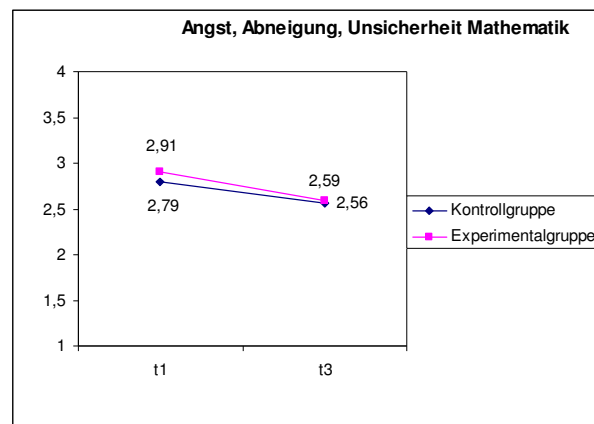


Abbildung 5: Veränderungen von Angst, Abneigung und Unsicherheit in Mathematik

Ein weiteres positives Ergebnis kann hinsichtlich der Entwicklung der intrinsischen Motivation in Mathematik nachgewiesen werden (Abb. 6). In der Interventionsklasse steigt diese signifikant an (t1: 2,19; t3: 2,36), in der Kontrollklasse bleibt sie gleich (t1: 2,06; t3: 2,11).

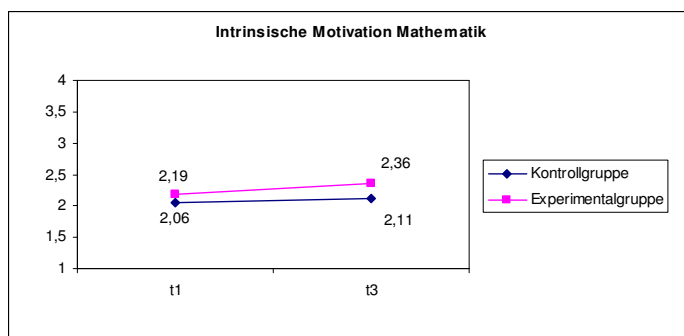


Abbildung 6: Veränderungen der intrinsischen Motivation in Mathematik

Wider Erwarten erweisen sich die Einstellungen im Fach Mathematik als stabil (Abb. 7). Trotz Intervention haben sich sie sich in der Experimentalklasse nicht verändert (7a t1: 2,04; t3:2,07; 7b: t1: 2,07; t3: 1,87).

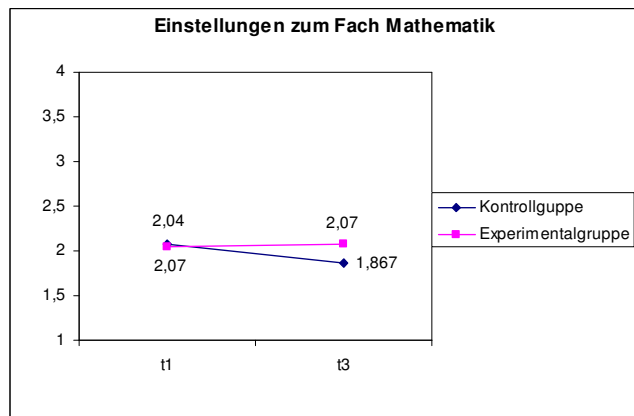


Abbildung 7: Veränderungen der Einstellungen zum Fach Mathematik

Als negatives Ergebnis ist die Entwicklung der Freude am Fach Physik zu bezeichnen (Abb. 8). In der Interventionsklasse verringert sich die Freude signifikant und nähert sich dem gleich bleibend tiefen Niveau der Kontrollklasse an (t1: 2.12; t3: 1.77; t1: 1,67; t3: 1,69).

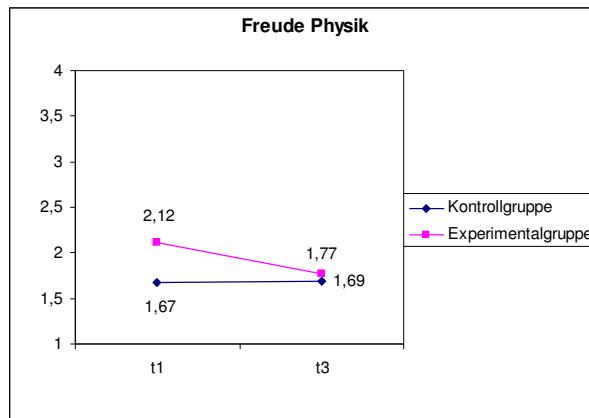


Abbildung 8: Veränderungen der Freude in Physik

Dass sich neben Interventionseffekten auch anderen Effekte einstellen können, zeigt sich in Bezug auf die Einschätzung des Schwierigkeitsgrads in Mathematik (Abb. 9). In beiden Klassen hat der Schwierigkeitsgrad signifikant abgenommen (7a t1: 3,41; t3:2,58; 7b: t1: 3,44; t3: 2,91).

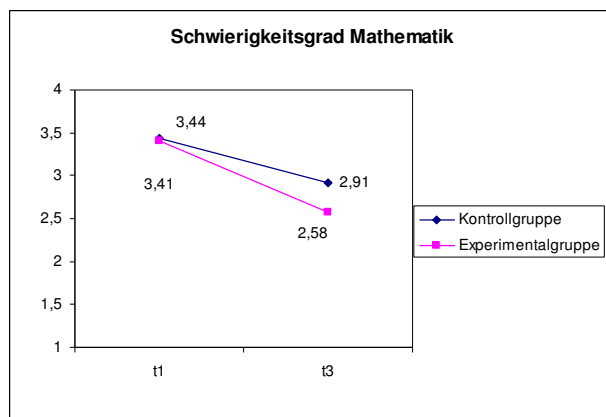


Abbildung 9: Veränderungen in der Beurteilung des Schwierigkeitsgrads in Mathematik

In der ersten und der dritten Fragebogenerhebung wurde die Frage gestellt, welche Unterrichtsform von den Schüler/innen vorgezogen wird: Regulärer Unterricht oder Projektunterricht (siehe Abb. 10). Dabei bevorzugten 8 Schüler/innen (=29,6%) der Interventionsklasse zum Zeitpunkt der Messung den Projektunterricht in Mathematik, 16 Schüler/innen (=59,3%) den regulären Unterricht. Zum dritten Messzeitpunkt, d.h. nach der Intervention, zogen 14 Schüler/innen (=51,9%) den Projektunterricht dem regulären Unterricht vor, 8 Schüler/innen (=29,6%) gaben nach wie vor dem regulären Unterricht den Vorzug. Dies bedeutet: der Projektunterricht wird nach der Intervention wesentlich besser beurteilt als vor dem fächerübergreifenden Unterricht.

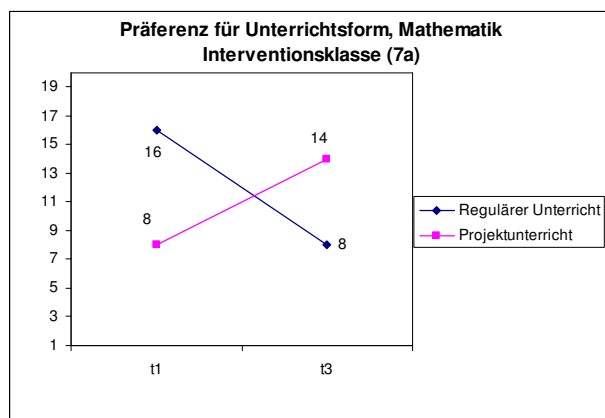


Abbildung 10: Veränderungen in den Präferenzen für die Unterrichtsform in Mathematik

4.2 Fokus Lehrer/innen

Zwischen je zwei Messungen (siehe Interventionsplan in Abb. 3) wurden acht Teamteachingeinheiten durchgeführt, welche von den Diplomand/innen auf Video aufgezeichnet wurden. Nach jeder Einheit erfolgte der „stimulated recall“, und zwar für jeden Lehrer/ jede Lehrerin separat. Die markantesten Erkenntnisse *aus der Sicht der Lehrpersonen* waren die folgenden:

- Bewusstmachen von typischen „Eigenheiten“ der Lehrer/innen.
- Nahtloses Ineinandergreifen von Forderungen an die Schüler/innen durch die beiden Lehrer/innen.
(Nach Aussage der Beobachter/innen handelt es sich um eine „sehr dichte“ Unterrichtsatmosphäre)
- Eine zu umfangreiche Vorbereitung seitens der Lehrer/innen führte zu immenssem Zeitdruck und daraus resultierenden voreiligen Interventionen, die das selbstständige Auffinden der Lösungen behinderte.
- Es gab relativ viele spontane Absprachen. Hier stellte sich die Frage, waren sie notwendig und wofür?
- Die Wahrnehmung der Rolle des Teampartners/ der Teampartnerin besonders bei unerwartet auftretenden Situationen.
- Eine größere Unsicherheit im eigenen Verhalten, sich überflüssig fühlen und nicht selber zu agieren vor allem bei jenen Teilen im Unterricht, die der Teampartner/ die Teampartnerin größtenteils vorbereitet hat.

Nicht nur die beiden Lehrpersonen, sondern auch die Schüler/innen beurteilten die Teamteachingeinheiten. Sie wurden im Anschluss an jede Teamteachingeinheit um eine Beurteilung der Stunde gebeten. Im Folgenden werden die Bewertungen der Schüler/innen kurz zusammengefasst. Eine genaue Übersicht über die Bewertungen der Schüler/innen finden sich in Tabellen 1 - 4.

Aus den Bewertungen der Schüler/innen wird deutlich, dass sich die Teamteachingstunden durch relativ gute Verständlichkeit auszeichnen: Die Schüler/innen äußerten wenige Bedenken, die Inhalte zu verstehen und konnten prinzipiell an Bekanntes anknüpfen. Zudem berichteten sie mit Ausnahme von zwei Teamteachingeinheiten (TT4 und TT8) über ein gutes Maß an Selbstständigkeit. Die gute Verständlichkeit des Unterrichts bestätigt sich auch darin, dass die der Unterricht den Schüler/innen fast nie schwer gefallen ist (Alle Mittelwerte liegen deutlich unter 3). Dementsprechend fühlten sich die Schüler/innen im Unterricht auch nicht gestresst (Hier erreichten die Werte maximal 2,21). Zudem erachteten die Schüler/innen den Unterricht überwiegend als sinnvoll. Es ist jedoch auch festzustellen, dass das Lernpotential in den Stunden eher zurückhaltend beurteilt wird. Dies ist möglicherweise ein Grund dafür, dass nur drei Teamteachingstunden (TT1, TT2 und TT6) deutlich als gut, zwei Stunden als mittelmäßig und drei als eher schlecht (TT4, TT7 und TT8) beurteilt werden.

Die Beurteilungen der Schüler/innen machen deutlich, dass es im Teamteachingunterricht zwar gelungen ist, negative Emotionen wie Ärger und Langeweile gering zu halten, das Potential positiver Emotionen konnte jedoch nicht ausgeschöpft werden, denn sie erlebten relativ wenig Spaß im Unterricht, waren skeptisch hinsichtlich der Wichtigkeit des Unterrichts und äußerten dementsprechend wenig Vorfreude auf die jeweils nächsten Stunden. Diese Einschätzung spiegelte sich auch in mittelmäßigen Werten des Wohlbefindens im Unterricht wieder (ausführlicher vgl. dazu Urich, 2007).

Tab 1: Beurteilung Teamteaching

Item	Mittelwerte	Summe
	Standardabweichungen	
Das Teamteaching hat gut geklappt	TT1: 4,23 ; TT2: 3,88; TT3: 3,42; TT4: 3,04; TT5: 3,71; TT6: 3,96; TT7: 2,81 ; TT8: 2,86 ,710; ,816; ,830; 1,018; ,999; ,790; 1,357; 1,125	3,49

Tab 2: Formal-kognitive und inhaltliche Struktur + Kumulatives Lernen:

Item	Mittelwerte	Summe
	Standardabweichungen	
Ich hatte Bedenken, dass ich die Inhalte verstehe	TT1: 2,54 ; TT2: 2,65; TT3: 2,75; TT4: 2,70; TT5: 2,79; TT6: 3,16 ; TT7: 2,73; TT8: 2,59 1,240; 1,056; 1,073; 1,171; 1,351; 1,143; ,697; 1,333	2,74
Die Inhalte habe ich verstanden	TT1: 4,12 ; TT2: 3,85; TT3: 3,75; TT4: 3,74; TT5: 4,04; TT6: 3,32 ; TT7: 3,62; TT8: 3,68 ,766; ,881; ,989; ,903; ,806; 1,030; ,697; ,839	3,77
Ich habe mich gefragt, wozu ich das lernen soll	TT1: 2,31 ; TT2: 2,31 ; TT3: 2,54; TT4: 2,78; TT5: 2,63; TT6: 2,72; TT7: 3,00 ; TT8: 2,73 1,225; ,970; 1,179; 1,281; 1,209; 1,429; 1,233; 1,279	2,63
Ich habe etwas dazugelernt	TT1: 3,31; TT2: 3,27; TT3: 3,25 ; TT4: 3,26; TT5: 3,46; TT6: 3,48 ; TT7: 3,35; TT8: 3,36 ,928; ,874; ,794; 1,059; ,658; 1,194; ,846; ,848	3,34
Im Unterricht konnte ich heute selbstständig arbeiten	TT1: 4,38 ; TT2: 4,38 ; TT3: 4,21; TT4: 2,78 ; TT5: 4,29; TT6: 4,24; TT7: 3,92; TT8: 3,14 ,697; ,804; ,884; 1,188; ,690; ,879; ,845; 1,082	3,92
Ich konnte an Bekanntes anschließen	TT1: 4,23; TT2: 3,81; TT3: 3,96; TT4: 3,78; TT5: 4,29 ; TT6: 3,72 ; TT7: 4,04; TT8: 3,73 ,710; ,849; ,955; ,801; ,690; ,891; ,774; ,985	3,95

Tab 3: Emotionale Komponenten

Item	Mittelwerte	Summe
	Standardabweichungen	
Der Unterricht hat Spaß gemacht	TT1: 3,62 ; TT2: 3,15; TT3: 2,54 ; TT4: 2,63; TT5: 3,17; TT6: 3,08; TT7: 2,88; TT8: 3,00 ,941; 1,047; ,932; 1,043; ,702; 1,256; ,864; 1,069	3,00
Über den Unterricht habe ich mich geärgert	TT1: 1,62 ; TT2: 1,88; TT3: 2,46; TT4: 2,44; TT5: 2,33; TT6: 2,12; TT7: 2,62; TT8: 2,59 ,898; ,993; ,977 1,281 1,049; 1,269 1,329; 1,221	2,26
Der Unterricht war langweilig	TT1: 2,46; TT2: 2,77; TT3: 3,04 ; TT4: 2,89; TT5: 2,67; TT6: 2,36 ; TT7: 2,73; TT8: 2,64 1,029; ,908; ,999 ,974 1,129; 1,254; ,919; 1,136	2,70
Ich freue mich auf das nächste Mal	TT1: 2,88; TT2: 2,88 ; TT3: 2,38; TT4: 2,37; TT5: 2,88 ; TT6: 2,72; TT7: 2,54; TT8: 2,24 1,033; 1,143; 1,056; 1,006; ,850; 1,061; ,905; 1,136	2,61
Den Unterricht fand ich gut	TT1: 3,77 ; TT2: 3,42; TT3: 2,96; TT4: 2,81 ; TT5: 3,21; TT6: 2,96; TT7: 3,00; TT8: 3,18 ,765; ,902; ,908; 1,001; ,779 1,060 ,980; 1,053	3,16
Die durchgenommenen Unterrichtsinhalte finde ich wichtig	TT1: 3,38 ; TT2: 3,15; TT3: 3,25; TT4: 2,70 ; TT5: 2,83; TT6: 2,92; TT7: 2,92; TT8: 3,14 ,898; ,967; ,989; 1,171; 1,090; 1,187; 1,129 1,320	3,04

Tab 4: Belastung und Wohlbefinden im Unterricht

Item	Mittelwerte	Summe
	Standardabweichungen	
Der Unterricht ist mir schwer gefallen	TT1: 2,08 ; TT2: 2,27; TT3: 2,63; TT4: 2,52; TT5: 2,38; TT6: 2,76 ; TT7: 2,62; TT8: 2,36; ,744; ,874; ,924; ,975; 1,096; 1,091; ,898; ,953	2,45

Im Unterricht habe ich mich wohl gefühlt	TT1: 3,77 ; TT2: 3,42; TT3: 2,88; TT4: 2,78 ; TT5: 3,17; TT6: 3,08; TT7: 3,19; TT8: 3,09; ,815; ,987; ,850; ,975; ,702; 1,077; ,939; ,953;	3,17
Der Unterricht war für mich stressig	TT1: 1,73 ; TT2: 1,73 ; TT3: 2,04; TT4: 2,11; TT5: 2,21 ; TT6: 2,04; TT7: 1,85; TT8: 2,14; ,778; ,724; ,908; ,801; 1,250; ,978; 1,008; ,990	1,98

5 AUSBLICK UND RESÜMEE

5.1 Aus der Sicht der Lehrer/innen

Aus der anfänglichen Unsicherheit über die Sinnhaftigkeit der Fortsetzung des Projektes, bedingt durch den enormen Arbeitseinsatz und unter der Annahme falscher Voraussetzungen, die zu wenig zufrieden stellenden Ergebnissen führten, entwickelte sich durch die externe Begleitung seitens der Universität und den Paradigmenwechsel eine durch und durch positive Einstellung. Eine Grundlage für die positive Veränderung bildete das theoretische Grundwissen über die Funktionsweise von Wissensübertragung und die dafür notwendigen Rahmenbedingungen. Die Anpassung des methodisch-didaktischen Konzeptes war die logische Folge. Erfreulicherweise ging das Konzept auf: Viele Schüler/innen konnten die verschiedenen Schritte bis hin zum Transfers erfolgreich bewältigen.

Urich (2007) beschreibt die Effekte wie folgt (vgl. Abb. 11): „Die Schüler/innen konnten in der Teamteachingeinheit höchst signifikant mehr an Bekanntes anknüpfen als in der normalen Stunde. Der Anteil fiel für beide Einheiten hoch aus. Während es in der Interventionseinheit keine Negativmeldung gab, konnten zwei Schüler/innen in der normalen Physikstunde an nichts Bekanntes anknüpfen.“

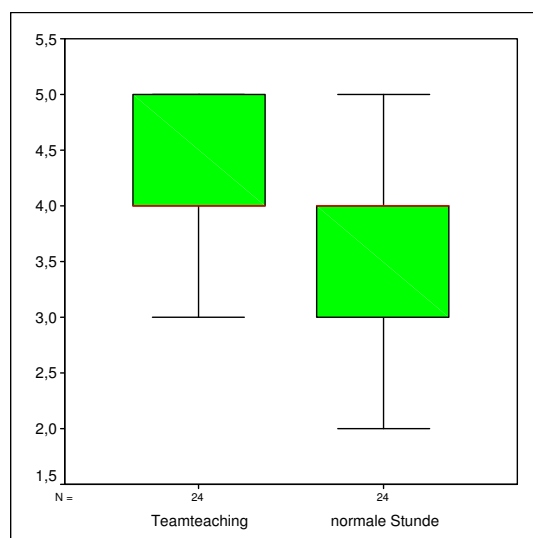


Abbildung 11: Ich konnte an Bekanntes anknüpfen, Urich (2007).

„In der Teamteachingeinheit konnte höchst signifikant selbstständiger gearbeitet werden als in der Regelstunde. Alle Schüler/innen gaben von mittelmäßig bis sehr an, dass sie selbst tätig werden konnten. Für 12 Schüler/innen galt dies in der normalen Stunde nicht.“ (vgl. Abb. 12).

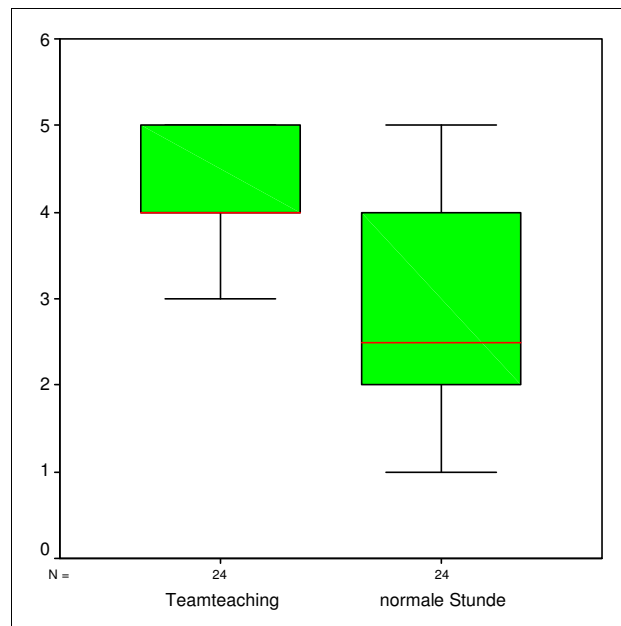


Abbildung 12: Im Unterricht konnte ich heute selbstständig arbeiten, Ulrich (2007).

Rückblickend muss ganz klar festgehalten werden, dass die Zusammenarbeit zwischen Forschung und Lehre die entscheidende Grundlage für den Erfolg darstellte. In unserem Fall handelte es sich um Forschungsergebnisse neuesten Datums.

Die Lehrer/innen stellten bis zu diesem Zeitpunkt an sich selber und an die Schüler/innen viel zu hohe Ansprüche: Es fiel sehr schwer zu akzeptieren, dass nur ein kleiner Teil der Schüler/innen die hoch gesteckten Erwartungen und Ziele auch tatsächlich erfüllen konnte. Es musste zur Kenntnis genommen werden, dass auf Grund der Heterogenität dieser Klasse nicht alle Schüler/innen auf ein gleich hohes Niveau gebracht werden konnten, wie es der Intention der Lehrer/innen anfänglich entsprochen hätte. Die Unzufriedenheit mit den erreichten Ergebnissen der beiden vergangenen Jahre konnte nun auf eine eindeutige Ursache zurückgeführt werden.

Die Erkenntnisse darüber und die Möglichkeit zu einer Veränderung führten schließlich zu einer positiven Wende. Insgesamt konnte festgestellt werden, dass erst eine Außensicht die nötige Veranlassung und neues Know-how brachte, über ein nicht zufrieden stellendes pädagogisch-methodisches Ergebnis intensiv nachzudenken und aus neuen Blickwinkeln zu betrachten.

Die Wichtigkeit dieser Erkenntnisse veranlasste uns Lehrer/innen, in einer schulinternen Lehrer/innenfortbildung unter Einbindung von Universitätsprofessorin Hascher auf die Mechanismen von transferwirksamem Lernen einzugehen. Ein weiterer Schritt muss die Verbreitung der gewonnenen Erkenntnisse bei Fortbildungen auf regionaler Ebene sein.

Eine interessante Erfahrung war auch, dass die Schüler/innen aus der Kontrollklasse nicht nur bereit waren, die Fragebögen auszufüllen, sondern ganz vehement Informationen über die Projektergebnisse einforderten. Alle Projektpartner/innen wurden über die Forschungsergebnisse ausgiebig informiert. Schließlich waren die Schüler/innen die maßgeblichen Partner/innen der Diplomand/innen und für das Gelingen von deren Arbeiten mitverantwortlich.

Die Erfahrungen aus dem Projekt führten dazu, dass sich die Unterrichtsgestaltung im „Regelunterricht“ änderte. Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass dadurch auch innerhalb eines Faches der Transfer gelingt. Auf diese Weise kann neben der ständigen Wiederholung früherer Inhalte auch ein wichtiger Beitrag zur Nachhaltigkeit des Gelernten geleistet werden.

5.2 Aus der Sicht der Universitätsprofessorin

Die Ziele der empirischen Begleitung des Projekts lagen in drei Bereichen. Erstens ging es uns darum, das Projekt inhaltlich und mit unserer Expertise zu begleiten, sowohl der Praxis Anregungen zu geben als auch solche von ihr zu erhalten. Zweitens strebten wir an, Prozessdaten zu gewinnen, um den Verlauf des Projekts gut nachzeichnen zu können. Das dritte Ziel bestand darin, Veränderungen die durch den fächerübergreifenden Unterricht ermöglicht wurden, empirisch auszuweisen.

Aus der Retrospektive kann nun festgehalten werden, dass diese Ziele in unterschiedlichem Maß erreicht wurden. So ist es uns – nicht zuletzt Dank der sehr guten Zusammenarbeit im Team, das sich aus Praktiker/innen und Theoretiker/innen zusammensetzte – gelungen, dem Projekt und den durchführenden Lehrpersonen Impulse zu geben, die der professionellen Entwicklung der Lehrpersonen, ihrem (kooperativen) Unterricht und dem Kompetenzerwerb der Schüler/innen unmittelbar zugute kamen. Zugleich erhielt das Team von der Uni sehr wertvolle Anregungen über den Unterrichtsalltag und die Umsetzungsmöglichkeiten guten Unterrichts (Ziel 1). Anhand der kontinuierlichen Schüler/innen- und Lehrer/innenbefragung und anhand der Videografie konnte die Prozessdokumentation mit hoher Qualität erreicht werden (Ziel 2). Das erstellte Material ist sehr informativ und kann auch für künftige Arbeiten in Forschung, Aus- und Weiterbildung eingesetzt werden.

Etwas ernüchtert blicken wir auf den empirischen Nachweis bzw. die statistische Überprüfung der Interventionseffekte, da sich nur wenige der intendierten Ergebnisse nachweisen lassen und überdies auch unerwünschte Effekte aufgetreten sind. Dies mag zum einem damit zu tun haben, dass die erforderliche Intensität der Intervention unterschätzt wurde. Es ist durchaus möglich, dass positive Effekte dann zu verzeichnen gewesen wären, wenn die Interventionsstunden mit größerer Häufigkeit und über einen längeren Zeitraum durchgeführt worden wären. Auch ist zu überlegen, wie die Teamteachingstunden so optimiert werden könnten, dass sie zu einem noch größeren Lernzuwachs der Schüler/innen führen. Es muss zudem kritisch hinterfragt werden, inwiefern die eingesetzten Instrumente genügend Veränderungssensitiv waren. Da es sich bei den Befragungen um eher generelle, übergreifende Einstellungen und Haltungen gegenüber den Fächern Mathematik und Physik handelte, konnten feine Unterschiede möglicherweise nicht erfasst werden. Erschwerend kam hinzu, dass die Kontrollklasse von einer anderen Mathematiklehrperson unterrichtet wurde. So lassen sich die gefundenen Wirkungen nicht zweifelsfrei auf den Einfluss der Intervention zurückführen und Störvariablen sind zu bedenken. Dies jedoch sind typische Probleme einer Feldstudie im klassischen Sinne. Sie sollen nicht darüber hinwegtäuschen, dass der Projektverlauf für alle Seiten sehr bereichernd war.

5.3 Aus der Sicht der Diplomand/innen

5.3.1 Frau Hohenwarter

Für mich war die Zusammenarbeit mit dem gesamten Team wirklich eine tolle Erfahrung. Jede/r hatte seine Aufgaben zu erledigen und man konnte sich verlassen, dass diese auch gemacht werden. Aufgrund dieser guten Zusammenarbeit wurde die Arbeit um einiges einfacher. Die unkomplizierte Art der Lehrpersonen erleichterte es ungemein, die anstehenden Aufgaben durchzuführen.

Die Auswertung der einzelnen Messinstrumente war sehr aufwändig. Es kamen immer mehr Daten zusammen und man hatte von Zeit zu Zeit das Gefühl, dass man damit nie fertig werden würde. Doch da von Seiten der Lehrpersonen nie Druck gemacht wurde, war auch diese Gegebenheit zu bewältigen.

Wichtig wäre es nun, die Arbeit auch fortzusetzen und eine Zusammenarbeit in Zukunft wäre auf jeden Fall von meiner Seite denkbar. Ende September/Anfang Oktober wird noch ein „follow up“ gemacht, d.h. es wird untersucht, ob sich langfristige Veränderung durch das Projekt ergeben haben. Auch wenn der Erfolg nur gering ausfallen sollte, ist es aus meiner Sicht wichtig, die Arbeit an diesem Projekt fortzusetzen. Die Schüler/innen sehen so, dass die Lehrpersonen bemüht sind, den Unterricht abwechslungsreich zu gestalten und auf nachhaltige Lernprozesse auszurichten. Dabei gilt es genau zu überlegen, wie das Projekt in der „Maturaklasse“ angelegt werden könnte, da im letzten Schuljahr der Fokus doch klar auf die Matura gerichtet ist.

Abschließend noch zwei Anregungen, was man hätte besser machen können: (1) Die Fragebogenerstellung musste sehr rasch passieren. Hier hätte ich mir gewünscht, mehr Zeit zur Verfügung zu haben. So hätte die Qualität des Messinstruments vielleicht noch verbessert werden können. (2) Die Videografien wurden zwar von mal zu mal besser, waren am Anfang aber noch nicht perfekt. Ein Training vor Beginn der ersten Aufnahme wäre nicht von Nachteil gewesen.

5.3.2 Herr Urich

Einer der wichtigsten Punkte für die Durchführung und somit das Gelingen der Evaluation war sicherlich das Teamwork. Eine angenehme Arbeitsatmosphäre begleitete das gesamte Projekt, anfängliche Negativstimmungen seitens der Schüler/innen wurden meiner Ansicht nach in positive umgewandelt. Das Lehrerteam, Universitätsprofessorin und Diplomanden/innen standen stets in engen Kontakt, um auch etwaige Abänderungen des Interventionsplans meistern zu können.

Folgende Auszüge aus den Ergebnissen erscheinen mir wichtig zu erwähnen:

- Lehrer/inneneinschätzungen und Schüler/innenbeurteilungen differieren in manchen Punkten. Auffallend ist auch, dass in beiden Klassen und in beiden Fächern sich annähernd dieselben Items unterscheiden (vgl. ausführlicher dazu Urich 2007). Dies liegt meiner Meinung nach vor allem an den unterschiedlichen Erwartungen und Voraussetzungen, die beide Seiten mit sich bringen.
- Im Hinblick auf die Intervention bzw. Teamteachingeinheiten kann gesagt werden, dass das Lehrerteam sehr selbstkritisch mit sich umging. Kritikpunkte bzw. Verbesserungsvorschläge, welche seitens der Mitarbeiter/innen der Universität geäußert wurden, versuchten die Lehrerin und der Lehrer in den nächsten Einheiten sofort in die Tat umzusetzen. Die Beurteilung durch die Schüler/innen brachte sowohl positive wie auch negative Aspekte mit sich (siehe auch Punkt 4.2.). Ziele für zukünftige Projekte können einerseits sein, diese negativen Bewertungen zu verbessern bzw. diese in positive umzuwandeln, andererseits kann auf den positiven Aspekten aufgebaut werden.

Ob ein definitiver Erfolg hinsichtlich fächerübergreifenden, kumulativen Lernens mittels Teamteaching zu verzeichnen ist, kann sicherlich erst durch weitere Messungen (wie beispielsweise ein follow up im September) festgestellt werden. Ich würde mich freuen, auch weiterhin an diesem Projekt oder ähnlichen mitarbeiten zu können.

6 LITERATUR

BOVET, G. (2004). Wissenserwerb und Problemlösen. In: G. Bovet, & V. Huwendiek (Hrsg.). Leitfaden Schulpraxis. Pädagogik und Psychologie für den Lehrberuf (S. 195-230). Berlin: Cornelsen.

CARROLL, J. (1963). A model of school learning. *Teacher College Record*, 64, 723-733

CORMIER, S.M. & HAGMAN, J.D. (Eds.) (1987). *Transfer of Learning. Contemporary research and application*. New York: Academic Press.

FLAVELL, J.H. & WELLMAN, H.M. (1977). Metamemory. In: R.V. Kail & J.W. Hagen (Eds.). *Perspectives of the development of memory and cognition* (pp. 3-33). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

GROSE, R.F. & BIRNEY, R.C. (Eds.) (1963). *Transfer of learning*. Princeton, NJ: Van Nostrand.

HAGER, W., PATRY, J.-L. & BREZING, H. (Hrsg.) (2000). *Handbuch Evaluation psychologischer Interventionsmaßnahmen*. Bern u.a.: Huber.

HOHENWARTER, G. (2007). Stellt das fächerübergreifende Lernen in der gymnasialen Oberstufe eine sinnvolle Alternative zum herkömmlichen Unterricht dar? Universität Salzburg: Unveröffentlichte Diplomarbeit.

STEINER, G. (2006). Lernen und Wissenserwerb. In: A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.). *Pädagogische Psychologie* (S. 137-202). Fünfte, vollständig überarbeitete Auflage. Weinheim, Basel: Beltz.

URICH, A. (2007). Eine Interventionsstudie zur Thematik „Fächerübergreifendes Lernen“ in naturwissenschaftlichen Fächern auf der Basis des Teamteachings. Universität Salzburg: Unveröffentlichte Diplomarbeit.

¹ Gentner, 1989

¹ Holyoak, 1985

¹ Messner, 1978, Adams, 1989

Hager, Patry & Brenzing, 2000

ALTRICHTER, H. & POSCH, P. (1998). *Lehrer erforschen ihren Unterricht. Eine Einführung in die Methoden der Aktionsforschung*. Dritte erw. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

ATKIN, M. & BLACK, P. (1997). Policy Perils of International Comparisons - The TIMSS Case. *Phi Delta Kappan*, Vol. 79 (1), September 1997, 22-28.

FULLAN, M. (1993). *Change Forces. Probing the Depths of Educational Reform*. London, New York & Philadelphia: Falmer Press.

KÜHNELT, H. (2002). Physikalische Grundbildung – eine Annäherung in Beispielen. In: Krainer, K., Dörfler, W., Jungwirt, H., Kühnelt, H., Rauch, F., Stern, Th. (Hrsg.). *Lernen im Aufbruch: Mathematik und Naturwissenschaften. Pilotprojekt IMST²*. Innsbruck, Wien, München, Bozen: StudienVerlag.

Sonstige Quellen:

IFF (Hrsg.) (2001). *Endbericht zum Projekt IMST² – Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching. Pilotjahr 2000/01*. Klagenfurt : Im Auftrag des BMBWK. IFF.

Internetadressen:

<http://www.physik.ph-ludwigsburg.de/physikonline/info/multicode/multicode1.html> (31.3.2005).