



MNI- Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung  
S4 „Interaktionen im Unterricht und Unterrichtsanalyse“



265

# JUNIOR FORSCHER II

## AM BG/BRG SEEBACHERGASSE GRAZ

### EIN SCHÜLER/INNENZENTRIERTES UNTER- RICHTSMODELL FÜR DEN PHYSIKUNTERRICHT IN DER UNTERSTUFE

Dr. Erich Reichel  
Mag. Robert Puntigam

Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium  
8010 Graz, Seebachergasse 11



N. Ausserer, 3d

Graz, Juli 2006

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>5</b>
<b>2 JUNIOR FORSCHERINNEN - PROJEKTDESIGN</b> .....	<b>7</b>
2.1 Rahmenbedingungen.....	7
2.2 Beschreibung der Projektphase im Unterricht.....	7
2.3 Projekt Wetter .....	8
2.4 Ziele des Projekts Wetter .....	10
2.5 Ablauf des Projekts .....	10
2.6 Beurteilung.....	11
2.7 Das Forschungstagebuch .....	11
2.8 Illustration des Projektes.....	12
<b>3 FORSCHUNGSFRAGEN – HYPOTHESEN</b> .....	<b>16</b>
<b>4 METHODIK</b> .....	<b>19</b>
4.1 Fragebögen.....	19
4.2 SchülerInneninterviews .....	19
4.3 Leistungsbeurteilung .....	19
4.4 Überprüfung der Qualität und Brauchbarkeit der Forschungstagebücher .....	20
<b>5 DISKUSSION DER ERGEBNISSE</b> .....	<b>21</b>
5.1 Hypothese 1 .....	21
5.2 Hypothese 2.....	23
5.3 Hypothese 3.....	25
5.4 Hypothese 4.....	26
5.5 Hypothese 5.....	27
5.6 Hypothese 6.....	28
<b>6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK</b> .....	<b>30</b>
<b>7 LITERATUR</b> .....	<b>32</b>

<b>8</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>33</b>
8.1	ANHANG Fragebogen 1 .....	34
8.2	ANHANG Fragebogen 2 .....	36
8.3	ANHANG Zwischenbericht.....	37
8.4	ANHANG Lernzielkontrolle (Test des Forschungstagebuchs) .....	38
8.5	ANHANG SchülerInnenkommentare.....	39
8.6	ANHANG SchülerInnenarbeiten.....	41
8.7	ANHANG Schülervorschlag .....	42

## ABSTRACT

*Das Projekt „Junior- ForscherInnen am BG/BRG Seebachergasse Graz“ untersuchte eine Form des offenen Lernens im Physikunterricht in der Unterstufe, bei der die SchülerInnen nach einer Impulsphase ihre weitere Arbeit durch das Formulieren entsprechender Forschungsfragen selbstständig gestalten und ihre Ergebnisse präsentieren müssen. Eine das Schuljahr begleitende Evaluation dieser Unterrichtsform konnte Merkmale für einen zeitgemäßen und die SchülerInnen begeisternden Physikunterricht aufzeigen. Besonders die weitgehend selbstständigen Arbeitsphasen und das damit verbundene Experimentieren wird von den SchülerInnen sehr geschätzt und ihr Interesse an Physik nach eigenen Angaben gesteigert.*

Schulstufe: 7. Schulstufe (12 – 13 Jahre)  
Fächer: Physik  
Kontaktperson: Dr. Erich Reichel, Mag. Robert Puntigam  
Kontaktadresse: BG/BRG 8010 Graz, Seebachergasse 11  
erich.reichel@chello.at

# 1 EINLEITUNG

Nach wie vor ist ungeklärt, wie viel Selbstständigkeit die SchülerInnen im Physikunterricht sinnvoll verkraften können. Ein wesentlicher Bestandteil des Physikunterrichts und auch eine Forderung des Lehrplanes sind, dass die SchülerInnen selbstständig mit dem physikalischen Wissen umgehen können und darauf aufbauend weiterführende Fragen stellen sollen. Dieser Art an selbstständigem Wissenserwerb ist der offene Unterricht der direkten Instruktion als methodische Großform vorzuziehen. Allerdings bietet die Fachliteratur wenig konkrete Hinweise, welche dieser beiden methodischen Großformen für den Unterrichtsertrag effizienter ist.<sup>1</sup>

Wenn man schülerInnenzentriert unterrichten möchte, so kommen ohnehin nur offene Unterrichtsformen in Frage, da hierbei die Möglichkeit zur freien Entfaltung der SchülerInnen in Hinblick auf die Förderung fachlicher und auch sozialer Kompetenzen besteht. Auch dem in Zusammenhang mit den PISA-Studien in den Blickpunkt gerückte Begriff der „scientific literacy“ – etwa dem Recht der Jugend auf eine ausreichende naturwissenschaftliche (Aus)Bildung oder naturwissenschaftliche Allgemeinbildung – kann durch offene Unterrichtsformen eher gerecht werden.<sup>2</sup> Durch die Beschäftigung der SchülerInnen mit einem konkreten Thema besteht für die Lehrkraft die Möglichkeit, sich individueller Fragestellungen einzelner SchülerInnen oder Gruppen besser anzunehmen und damit wird auch eine gezielte Förderung für interessierte und weniger interessierte SchülerInnen ermöglicht. Als Merkmale guten Unterrichts werden immer öfter die Gelegenheit zum Üben, die Möglichkeit aus Fehlern lernen zu dürfen und die sinnvolle Einbettung von Experimenten beschrieben.<sup>3</sup> Diese Merkmale lassen sich ebenfalls im offenen Unterricht leichter realisieren.

Unter diesen Voraussetzungen wollten wir versuchen, im Anfangsphysikunterricht der Unterstufe (6. – 8. Schulstufe, 11 – 14 jährig) einen offenen Unterricht mit hoher Akzeptanz und Freude der SchülerInnen zu entwickeln. Begonnen haben wir im Schuljahr 2004/2005 mit zwei 2. Klassen (6. Schulstufe). Die Ergebnisse dieses Vorgängerprojektes sind im Projektbericht nachzulesen.<sup>4</sup> Bei diesem Projekt wurde sehr stark auf Individualisierung Wert gelegt. Einzig die großen Themenbereiche waren vorgegeben. Die SchülerInnen mussten dazu selbstständig Fragestellungen entwickeln und diese auch selbst beantworten. Das Experiment spielte dabei eine zentrale Rolle. In diesem Zusammenhang konnten wir allerdings auch feststellen, dass von Zeit zu Zeit eine Knüpfung des roten Fadens durch die Lehrkraft nicht nur notwendig, sondern durchaus von den SchülerInnen gewünscht war. Wir versuchten auch festzustellen, wie viel Selbstständigkeit bei der Erarbeitung neuer Themen den SchülerInnen zuzumuten ist und fanden heraus, dass sich doch einzelne SchülerInnen durch allzu offenem Unterricht überfordert fühlten. Sichereres Ergebnis dieser Untersuchung war, dass die SchülerInnen diese Art von Unterricht im Vergleich zu anderen in der Schule erlebten als äußerst interessant und motivierend empfanden. Besonders das selbstständige Experimentieren wurde hervorgehoben. Dieses Ergebnis wurde durch das folgende SchülerInnenzitat aus dem ersten Projektjahr treffend be-

---

<sup>1</sup> MEYER, 2004 p 81 oder KIRCHER, 2001 p 179

<sup>2</sup> GRÄBER et al., 2002 p 10ff

<sup>3</sup> DUIT und WODZINSKI, 2006

<sup>4</sup> REICHEL, PUNTIGAM, 2005

schrieben: „Der Physikunterricht hat mir sehr gut gefallen und vor allem das selbstständige Arbeiten.“<sup>5</sup>

Neben dieser zentralen Frage des Projektes wurde auch noch die Rolle des naturwissenschaftlichen Unterrichts bei der Typenwahl (Gymnasium oder Realgymnasium) für die 7. Schulstufe nebenher eingehender untersucht. Diese Untersuchung wurde in Hinblick auf die Attraktivität des naturwissenschaftlichen Unterrichts und Aspekten der Schulentwicklung weiter betrieben. Im Vorgängerprojekt ergab sich kein konkreter Hinweis, dass der naturwissenschaftliche Unterricht die Typenwahl wesentlich beeinflusst. Für das vorliegende Schuljahr 2005/06 konnte die Untersuchung unter den SchülerInnen durchgeführt werden, die im Vorjahr den offenen Physikunterricht in den Projektklassen besuchten.

Die Erkenntnisse aus dem Vorgängerprojekt veranlassten uns bei der Weiterführung des Projektes im laufenden Schuljahr 2005/06 kleinere Veränderungen im Projektdesign vorzunehmen, besonders die Häufigkeit und Intensität der offenen Phasen wurden reduziert. Erschwerend kam im vorliegenden Projekt dazu, dass wir jeweils nur eine Wochenstunde Physik der Stundentafel entsprechend zur Verfügung hatten. Durch den beinahe regelmäßigen Ausfall dieser einen Physikstunde, war die Kontinuität im Physikunterricht sehr schwer aufrecht zu erhalten.

---

<sup>5</sup> REICHEL, PUNTIGAM, 2005 p 20

## 2 JUNIOR FORSCHERINNEN - PROJEKTDESIGN

### 2.1 Rahmenbedingungen

Die Klassenverbände der beiden Projektklassen aus dem Vorjahr (2004/05) mussten durch die Wahl ins Gymnasium bzw. Realgymnasium beim Wechsel in die 3. Klasse aufgebrochen werden. Aufgrund der positiven Erfahrungen und Ergebnisse des Vorgängerprojektes, konnte die Schulleitung überzeugt werden, die 3. Klassen so zusammen zu stellen, dass die SchülerInnen der vorjährigen Projektklassen jeweils eine Gymnasiums- und eine Realgymnasiums-klasse besuchen. Daher bietet sich die Möglichkeit an, je eine Gymnasiums- und eine Realgymnasiums-klasse zum überwiegenden Anteil mit den gleichen SchülerInnen des Vorjahres in der offenen Form weiter zu unterrichten und zu untersuchen.

Zurzeit besuchen 30 SchülerInnen die 3. Klasse Gymnasium und 28 SchülerInnen das Realgymnasium. Davon sind 45 SchülerInnen aus den vorjährigen Projektklassen und 13 SchülerInnen sind aus anderen Klassen dazu gekommen.

Betreut werden die Klassen wieder von den Lehrkräften des Vorjahres Mag. Robert Puntigam und Dr. Erich Reichel. Der Unterricht verläuft in beiden Projektklassen weitgehend identisch. Durch schulautonome Maßnahmen unterscheiden sich jedoch die Stundentafeln der beiden Projektklassen. Die Gymnasialklasse hat eine einzige Wochenstunde Physik, die RG- Klasse hat 1,5 Wochenstunden, die sich durch die Einführung von physikalischen und biologischen Übungen mit einer Klassenteilung im 14- tägigen Wechsel ergeben (siehe Tab. 1 auf Seite 7). Daher wurden einige Inhalte im RG auf die Übungen – die selbstständiges Arbeiten und Experimentieren der SchülerInnen verlangt – als Schwerpunktsetzung ausgelagert. Der Unterricht im gesamten Klassenverband wird auf den des Gymnasiums abgestimmt.

	Klasse	Anzahl	Wochenstunden	Anmerkung
Gymnasium	3a	30	1	Projektdurchführung während dieser einen Unterrichtsstunde
Realgymnasium	3d	28	1+1/2 Übungen (mit Klassenteilung)	Projektdurchführung teilweise auch in den Übungen

**Tab. 1**

Zusammenstellung der Projektrahmendaten

### 2.2 Beschreibung der Projektphase im Unterricht

Wie sich im Vorjahr herausstellte, war die kontinuierliche Durchführung der im Vorjahr erprobten Art des offenen Lernens für die Kinder teilweise sehr anstrengend. Die SchülerInnen mussten (alleine oder in Gruppen) zu den vorgegeben großen Themen, wie z. B. Bewegung, aufgrund von kurzen LehrerInnenimpulsen (Bilder, Videos,

Experimente) selbstständig Forschungsfragen stellen und diese auch selbstständig und selbsttätig bearbeiten.<sup>6</sup>

### **Kurze Zusammenfassung des Unterrichtsablaufes im Vorgängerprojekt:**

Der Unterricht wurde dem Lehrplan entsprechend in Themenbereiche eingeteilt. Diese großen Themenbereiche wurden wiederum in 3 Phasen eingeteilt: die Impulsphase, die gemeinsame Arbeitsphase und die individuelle (Experimentier) Phase.

In der Impulsphase, wurden den SchülerInnen Versuche, Videos und/oder Bilder gezeigt, die u. a. den Alltagsbezug zum Thema herstellen sollten. Diese Impulse blieben von der Lehrkraft weitgehend unkommentiert.

Schon in dieser Phase hatten die SchülerInnen die Möglichkeit ein zum Thema passendes Projekt zusammenzustellen. Es wurden offene Fragen aufgeschrieben und zusammengefasst. Sie stellten dann die Grundlage für die individuelle Experimentierphase dar. In dieser Phase konnten die SchülerInnen auf Basis ihrer Fragen eine selbständige Projektarbeit in Gruppen oder auch alleine durchführen. Ziel dieser konstruktivistischen Phase war die Beantwortung der offenen Fragen mithilfe selbst gebauter Experimente und eigener Recherchen.

Eine abschließende Präsentation und Evaluation diente zur Festigung.

Die Intensität und der Einsatz mancher SchülerInnen führten zu leichten „Erschöpfungserscheinungen“. Einige SchülerInnen stellten bei Gesprächen auch fest, dass gerade die selbstständige Themenfindung sehr anstrengend war.

Wir haben deshalb diese Form nur für einen Teil der Unterrichtszeit gewählt. Dies kam auch dem Zeitmanagement entgegen, das aus dem Zeitmangel eines „Einstundenfaches“ resultiert. Daraus entstand das Projekt Wetter, das die Grundlage für diesen Bericht bildet. Dieses Projekt beanspruchte den Zeitraum Februar bis Mai 2006.

## **2.3 Projekt Wetter**

Der Lehrplan für die 2. und 3.Klasse in Physik sieht unter anderem folgende Themenbereiche vor:

Wärmelehre

- Energetik
- Aggregatzustände
- Druck
- Teilchenmodell

Aufgrund dieser Stoffvorgabe überlegten wir uns, wie wir diese Themenbereiche in ein Projekt einbringen könnten. Wir entschieden uns, das im Rahmen eines Wetterprojektes zu realisieren.

Hier schien uns vor allem der Alltagsbezug sehr entgegenkommend. Das Wetter betrifft uns alle direkt oder indirekt, jeden Tag. Durch die Beobachtung des Wetters betreibt jeder Mensch bewusst oder unbewusst naturwissenschaftliche Beobachtungen. Als zentraler Anknüpfungspunkt empfiehlt sich neben dieser Wetterbeobachtung die Wetterberichterstattung in den Medien. Damit können alle SchülerInnen etwas anfangen. Der teilweise im normalen Unterricht oft theoretische Zugang diverser physi-

---

<sup>6</sup> REICHEL, PUNTIGAM (2005) p 8

kalischer Größen wie, Temperatur, (Luft)druck, Kondensation, Verdunstung, usw. ermöglicht für die SchülerInnen durch Alltagsbeobachtung des Wetters eine stärkere emotionale Bindung zu diesen Begriffen. Dadurch wird der theoretische Zugang zu diesen Größen leichter verständlich. In vielen Physiklehrbüchern für die 7. Schulstufe wird das Thema Wetter besonders beachtet.

Aus der Situation heraus, dass unsere Klassen wie beschrieben zwei unterschiedlichen Zweigen mit unterschiedlichem Stundenkontingent zugeordnet sind, entschieden wir uns für eine nicht ganz identische Projektplanung beider Klassen. Die Unterschiede bezogen sich im Wesentlichen jedoch nur auf den organisatorischen Ablauf und kleinere inhaltliche Unterschiede, die für den Ablauf des Projektes nicht entscheidend waren.

Kernpunkt war die Aufarbeitung des Themas Wetter durch von den SchülerInnen möglichst gezielt gewählter Frage- und Aufgabenstellungen und dem wichtigen Freiarbeitsbereich im Zusammenhang mit einem praktischen Teil. Die individuelle Förderung durch die Lehrkraft wurde innerhalb dieser Freiarbeitsphase ermöglicht. Ein wichtiger Teil des Projektes war die Vorführung und Erklärung einer selbstgebauten Messstation bzw. eines Messgerätes.

Aufgrund des geringen Stundenkontingentes und der zusätzlich hohen Anzahl von ausgefallenen Stunden im zweiten Semester (andere Projekte der beiden Klassen, Lehrerseminare, Feiertage und schulautonom freie Tage) mussten wir unseren Anspruch an einen konstruktivistischen Zugang, bei dem die Kinder selbst die Forschungsfragen erarbeiten, reduzieren. Das betraf besonders die Auswahl des Messgerätes. Um eine Anhäufung eines speziellen Messgerätes bei den SchülerInnen zu vermeiden, konnten sie sich drei Messgeräte in einer Rangordnung auswählen. Gemeinsam mit der Lehrkraft wurde dann das Messgerät jedes einzelnen Schülers festgelegt. Die Rahmenbedingungen für die Arbeitsaufträge wurden im vertretbaren Maße von der Lehrkraft mitstrukturiert und schränkten die geistige „Freiheit“ der SchülerInnen etwas ein, aber machten das Projekt in einer akzeptablen Zeit durchführbar.

Abgeschlossen wurde das Projekt durch eine Präsentation der Ergebnisse und durch Abgabe ihres Forschungstagebuches, das einen Projektbericht enthält. Zu Schulschluss fand in der 3a-Klasse noch ein Lehrausgang zu diversen Wetterstationen der Stadt Graz statt.

## 2.4 Ziele des Projekts Wetter

- Die SchülerInnen sollen die Begriffe Temperatur, Druck, Luftfeuchtigkeit, Kondensation, verstehen.
- Die SchülerInnen sollen die Begriffe Wetter und Klima mit den relevanten physikalischen Größen in Verbindung bringen können.
- Die SchülerInnen sollen Temperatur und Druckunterschiede als Ursache von Wind und Wetterfronten verstehen.
- Die Ursache der Entstehung von Wolken sollte in Zusammenhang mit dem Begriff Luftfeuchtigkeit verstanden werden.
- Die SchülerInnen sollen selbständig an einem konkreten Thema arbeiten, dem Bau eines Messgerätes. Sie sollen die Funktionsweise des Gerätes erklären können.

## 2.5 Ablauf des Projekts

In der ersten Stunde des Projektes wurde durch ein Impulsreferat in das Thema Wetter durch die Lehrkraft eingeführt. Dabei wurde u. a. die Wetterstation der Schule vorgestellt und Bilder einer Wetterstation gezeigt.

In den darauf folgenden Einheiten konnten sich die SchülerInnen in das Thema vertiefen. Als erste Quelle diente dabei das eingeführte Schulbuch.<sup>7</sup> Durch einen großzügigen Umbau verfügt unser Physiksaal über eine einschlägige Bibliothek und zwei ans Internet angeschlossene Computer. Dieses Angebot stand den SchülerInnen für ihre Arbeit im Unterricht zur Verfügung. Auf die Wahl der Mittel wurde von der Lehrkraft kein Einfluss genommen. Regelmäßig wurden die SchülerInnen jedoch nach ihren Arbeitsfortschritten auch als Teil der Beurteilung befragt. Die endgültige Wahl des Themas durch die SchülerInnen wurde gemeinsam mit Lehrkraft und Klasse so abgestimmt, dass einzelne Themen nicht zu oft vorkamen. Dadurch konnte eine gewisse Themenvielfalt erzielt werden.

Neben der allgemeinen Vertiefung in die Thematik, gab es auch einen persönlichen Teil. Hier erarbeiteten die SchülerInnen ein von ihnen gewähltes ergänzendes Thema. (gewählte Themen: Hurrikans, Wettersatelliten, Tsunami, der Wetterfrosch, Tornados, Wetterkarten,...). Der persönliche Teil der Arbeitsaufträge musste ebenfalls in den ersten beiden Einheiten der Lehrkraft bekannt gegeben werden.

Die Experimentierphase – Bau und Erprobung der Messinstrumente und die Durchführung von Messungen - durfte und musste aus zeitlichen Gründen auch außerhalb des Unterrichts stattfinden. Eine mehrtägige Wetterbeobachtung mit dem Gerät war damit erst möglich. Bei den zu verwendeten Materialien wurden kaum Einschränkungen gemacht. Auf besonderen Wunsch der SchülerInnen, konnte diese Phase auch als Partnerarbeit durchgeführt werden. Wir sahen darin auch eine Förderung der Sozialkompetenz. Alle sonstigen Aufträge mussten als Einzelarbeit abgegeben werden. Dies war sicherlich ein entscheidender Unterschied zum Vorjahr. Wir sehen diese Entscheidung als Entwicklung und weiteren Schritt in einer selbstständigeren Ar-

---

<sup>7</sup> DUENBOSTL, BREZINA (1998)

beitsweise. Diese Organisationsweise wurde auch von den SchülerInnen als sehr objektiv für die Beurteilung der Einzelleistung angesehen.

Abgeschlossen wurde das Projekt mit einer Präsentation und der Abgabe des Forschungstagebuches (siehe Kapitel 2.7/ Seite 11), das die Projektdokumentation enthielt. Beides war Bestandteil der Leistungsbeurteilung (siehe Kapitel 2.6/ Seite 11). Abschließend mussten die SchülerInnen die Beherrschung des Basiswissens durch eine Lernzielkontrolle nachweisen. Diese Lernzielkontrolle diente als wichtiger Bestandteil dieses Forschungsprojekt gleichzeitig zur Überprüfung der Qualität der Forschungstagebücher.

## 2.6 Beurteilung

Zur Beurteilung des Projektes wurden folgende Kriterien herangezogen:

- Laufende Beobachtung des Arbeitsfortschrittes
- Zeitgerechte Konkretisierung der Pläne für den praktischen Teil
- Forschungstagebuch
- Präsentation der Arbeit
- Beurteilung der Ausführung der Messinstrumente und deren Erklärung
- Termingerechte Abgabe
- Feststellung der Kenntnisse mit einer Lernzielkontrolle. Diese diente gleichzeitig der Überprüfung der Brauchbarkeit des Forschungstagebuchs.

Diese Kriterien ergeben sich aus den Anforderungen an einen modernen Physikunterricht, bei dem nicht nur Fachwissen, sondern auch Arbeitstechniken (z.B. Experimente, Dokumentation) vermittelt werden soll. Sie werden auch vom Lehrplan gefordert.<sup>8</sup>

Nach zwei Stunden wurde von jedem/r SchülerIn ein grundlegendes Konzept verlangt, welches Messinstrument er/sie bauen möchte. Weiters mussten die SchülerInnen auch schon Gedanken über ihr persönliches Thema anstellen. Hier wurden schon Aufzeichnungen für die Leistungsfeststellung getätigt.

Als vielleicht wichtigster Punkt, galt das abgegebene Forschungstagebuch zum Wetterprojekt. Hier legten wir vor allem auf eine vollständige und inhaltlich richtige Ausarbeitung der Themen wert. Weiters wurde die termingerechte Abgabe beurteilt. Wer das Forschungstagebuch später abgab, bekam automatisch Abzüge. Ein zusätzliches Kriterium war die Gestaltung des Forschungstagebuchs. Wichtige Kriterien waren die Form, Qualität der Skizzen und Zeichnungen, Richtigkeit von Tabellen und Diagrammen.

## 2.7 Das Forschungstagebuch

Nach wie vor ist es nicht einfach den SchülerInnen den Wert einer sinnvoll und vollständig geführten Mitschrift – Forschungstagebuch genannt – schmackhaft zu machen. Sie sehen die Verfassung eines solchen eher als zusätzlichen – unnötigen – Aufwand. Wir wollten schon durch die Umbenennung auf Forschungstagebuch hinweisen, dass es sich hier nicht um eine übliche lehrerInnenzentrierte Mitschrift handelt. Bis zum Ende des Schuljahres konnten trotzdem einzelne SchülerInnen nicht

---

<sup>8</sup> NN Ein dynamisches Konzept für die mathematisch- naturwissenschaftliche Grundbildung (2003)

von dieser Notwendigkeit überzeugt werden. Das fehlende Forschungstagebuch beeinflusste die Endnote. Diese Tatsache wurde von den betreffenden SchülerInnen eingesehen und als Fehlleistung ihrerseits akzeptiert.

Die Verfassung solcher Tagebücher, Mitschriften o. ä. zeigt erst Sinn, wenn sie weiter verwendet werden können. Eine reine Sammlung von Leistungen wie beim Portfolio ist zwar sinnvoll, aber erst die konkrete Verwendung zeigt die Brauchbarkeit. Durch einen speziell konstruierten Testablauf, soll diese Sinnhaftigkeit für die SchülerInnen illustriert werden (siehe Kapitel 4.4 auf Seite 20).

Folgenden Inhalt sollte das Forschungstagebuch konkret für das Wetterprojekt aufweisen:

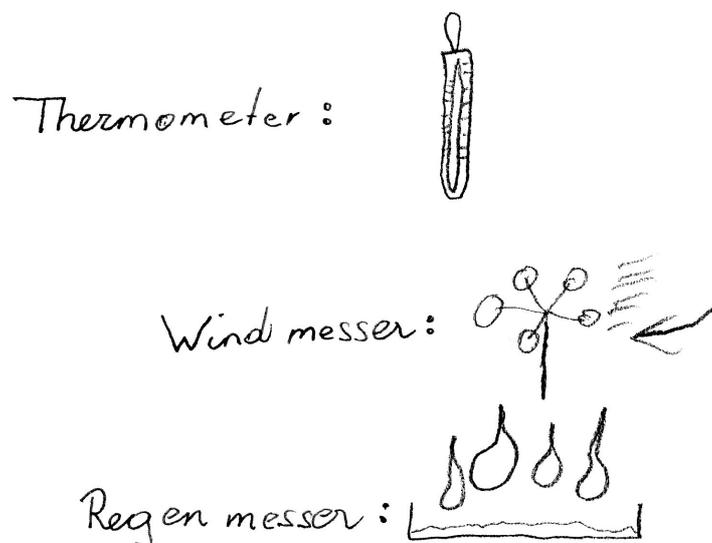
- Was versteht man unter Wetter?
- Beschreibung des Messgeräts und der Messgröße
- Messdaten
- Was bedeutet die Messgröße für das Wettergeschehen?
- Wie hat mir das Projekt gefallen?

Der beschriebene Test, wurde so zusammengestellt, dass die Beantwortung der Fragen unter Zuhilfenahme des Forschungstagebuchs wesentlich erleichtert wurde.

## 2.8 Illustration des Projektes

Die Projektphasen sollen in diesem Kapitel an der Arbeit eines Schülers illustriert werden.

Startphase. Die SchülerInnen müssen die Gedanken über das von ihnen zu bauende Messgerät grafisch oder als Text zu Papier bringen. Abb. 1 auf Seite 12 zeigt die drei geforderten Vorschläge des Schülers. Man kann hier leicht die unklaren Vorstellungen erkennen, vor allem beim Regenmesser. Zu diesem Zeitpunkt haben sich noch nicht alle SchülerInnen mit konkreten Vorstellungen auseinandergesetzt. Ein anderes Beispiel ist in Abb. 13 auf Seite 42 zu finden. Bei diesem Beispiel handelt es sich um die Arbeit eines Schülers mit ausgeprägterem Hintergrundwissen.



**Abb. 1**  
Vorschläge für Messgeräte

Nach der in Kapitel 2.5 (Seite 10) beschriebenen Auswahl, wurde am Projekt frei gearbeitet. Die Auswahl betraute den hier beobachteten Schüler mit dem Bau eines Thermometers. Nach einigen Arbeitsstunden wurden die SchülerInnen über den Projektfortschritt schriftlich befragt (siehe 8.3/ Seite 1). Unser Schüler schrieb dort folgendes (Abb. 2 auf Seite 13). Man kann in diesem Text schon deutlich klarere Vorstellungen erkennen.

**Was habe ich bisher gemacht?**

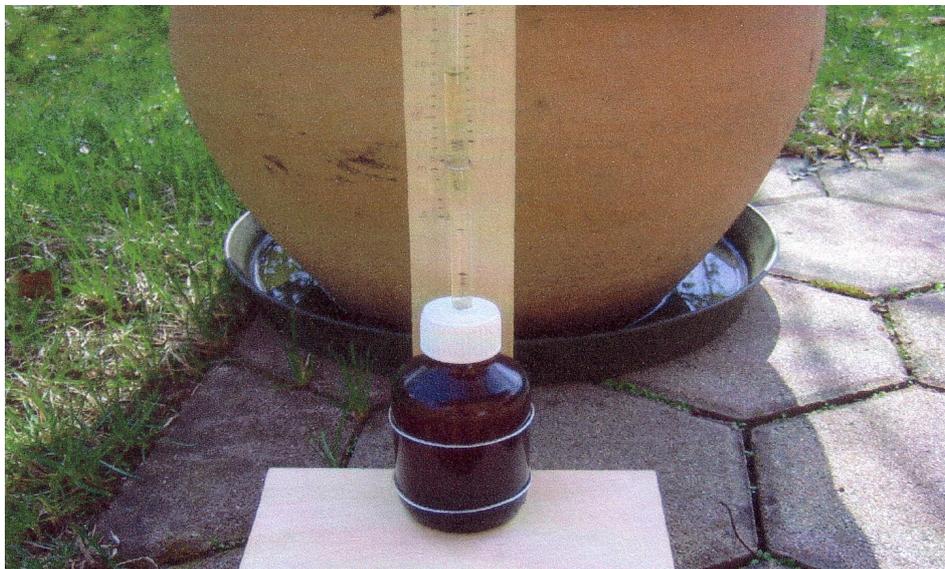
**Zähle hier alles auf, was Du bisher gemacht hast. Gibt es schon Messergebnisse?**

ein birnenförmiges Glas genommen, mit Öl gefüllt  
dann an einem Brett festgemacht und die Skala  
eingeschildert. Bevor ich es gebaut habe, haben  
wir es in der Schull besprochen. Dann gebaut!

**Abb. 2**

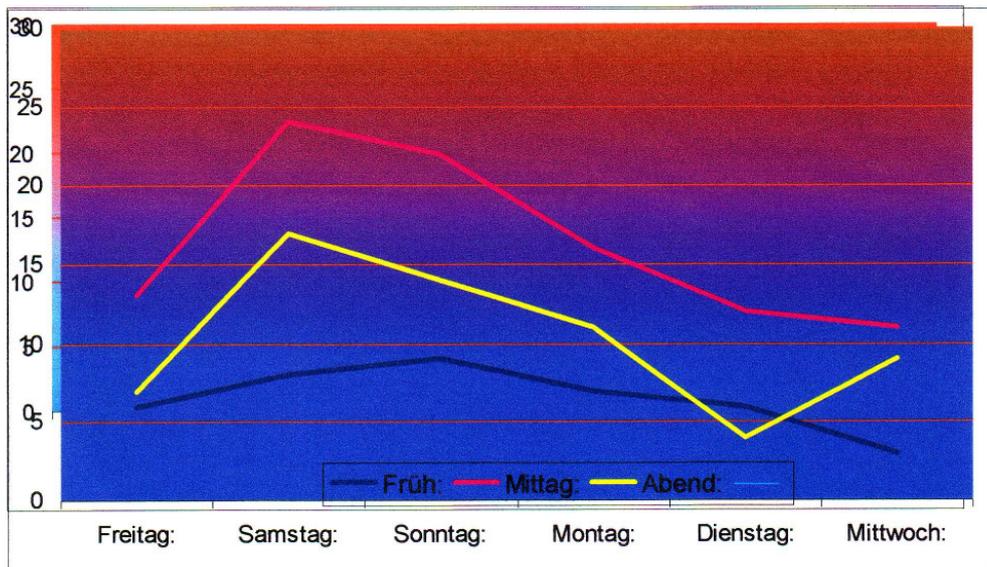
Aus dem Zwischenbericht des Schülers

Im Forschungstagebuch des Schülers findet man die Abbildung des fertigen Messgeräts (Abb. 3 auf Seite 13). Man erkennt deutlich die solide und sorgfältig ausgeführte Konstruktion. Die Messdaten, die er damit ermittelt hat, sind in Abb. 4 auf Seite 14 zu finden. Leider ist die Formatierung nicht sehr druckfreudig. In diesem Diagramm sieht man auch die Bemühungen die Messdaten richtig darzustellen.



**Abb. 3**

Der selbstgebaute Thermometer



**Abb. 4**

Messdaten einer Temperaturmessung

Weitere SchülerInnenarbeiten findet man in Kapitel 8.6 auf Seite 41 kurz zusammengefasst.

Bei der abschließenden Lernzielkontrolle (siehe Kapitel 8.4/Seite 38) verfasste der Schüler folgende Beschreibung für seinen Thermometer (Abb. 5 auf Seite 14). Man liest sehr deutlich aus den Zeilen, dass sich der Schüler sehr genau mit seinem Messgerät auseinandergesetzt hat.

**E) Beschreibe hier dein Wettermessgerät. (Skizze!)**  
**Wie funktioniert es und was kann man damit messen?**

Thermometer, damit kann man die Temp in ° messen.

Funktion: durch die Steigung der Flüssigkeit kann man ausrechnen wieviel cm die Flüssigkeit pro ° steigt

**Abb. 5**

Beschreibung des Thermometers bei der Lernzielkontrolle

Abschließend soll der Schüler mit seiner Bemerkung zum Projekt aus seinem Forschungstagebuch selbst zu Wort kommen:

*Am Anfang hab ich mir gedacht dass das nicht sehr lustig wird aber dann, als ich angefangen habe das Thermometer zu bauen, hat es dann doch Spaß gemacht. Ich hätte mir nie gedacht das Wetter so viele verschiedene Seiten hat.*

Diese Aussage deckt sich mit Bemerkungen in den Forschungstagebüchern anderer SchülerInnen, die in Kapitel 8.5 auf Seite 39 zu finden sind. Sie decken sich alle weitgehend. Bemerkenswert ist auf jedem Fall, dass sich Freude und Interesse erst mit der selbstständigen Arbeit einstellten. Es gibt aber durchaus SchülerInnen darunter, die sich sehr kritisch mit dem Projekt auseinandersetzten.

### 3 FORSCHUNGSFRAGEN – HYPOTHESEN

Bei der Bearbeitung des Projektes treten naturgemäß eine Unzahl an neuen Fragen, aber auch Antworten auf ungestellte Fragen auf. Damit dieser Bericht nicht ausufert wird der Fokus der präsentierten Ergebnisse auf einige interessante Hypothesen gerichtet, die teilweise schon im Vorgängerprojekt 2004/05 thematisiert wurden und aus unterschiedlichen Gründen damals nicht zufrieden stellend bearbeitet und im vorliegenden Projekt mit anderen Mitteln erneut untersucht werden konnten.

Die Untersuchung teilt sich grob in zwei Themenbereiche auf:

1. Kann ein attraktiver naturwissenschaftlicher Unterricht, insbesondere der Physikunterricht, die Typenwahl zum Realgymnasium beeinflussen?

Langjährige Beobachtungen und viele Gespräche führten uns zur folgenden Hypothese:

**Hypothese 1:**

**Die vorliegende offene Form des Unterrichts trägt zum Interesse an der Auseinandersetzung mit physikalischen (naturwissenschaftlichen) Fragestellungen bei, stellt jedoch kein Entscheidungskriterium für die Typenwahl dar.**

2. Welchen Lernerfolg weist die praktizierte offene Lernform auf? Welche Effizienz kann man ihr zusprechen?

Dieser Themenbereich gliedert sich in mehrere Fragestellungen, die durch Hypothesen festgemacht werden sollen.

- Wie viel Selbstständigkeit kann man von den SchülerInnen überhaupt verlangen und trägt diese Selbstständigkeit zur Interesse an Physik bzw. am Physikunterricht bei? Damit verknüpft ist auch die Frage, wie viel Unterstützung durch die Lehrkraft für die Erfüllung der Lernziele notwendig ist? Können dadurch Attraktivität und Effizienz des Physikunterrichts gesteigert werden?

Lernen heißt, Wissen eigenständig konstruieren zu können. Wer keine Fehler machen darf, kann auch nicht aus seinen Fehlern lernen. Diese Erkenntnis hat sich im Unterricht noch immer nicht im notwendigen Maß durchgesetzt. In vielen Unterrichtssituationen wird vielfach „fertiges“ Wissen vermittelt und abgefragt. Fehler machen dürfen hat noch keinen großen Anteil an der vorherrschenden Lernkultur.<sup>9</sup>

Zu dieser Fragestellung passt auch eine während des Unterrichts von einem Schüler spontan gemachte Aussage: „Jetzt, wo ich zu arbeiten begonnen habe, hat es mir Spaß gemacht.“

**Hypothese 2:**

**Selbstständiges Arbeiten erhöht das Interesse am Physikunterricht (und ermöglicht tiefere Einblicke).**

---

<sup>9</sup> MEYER (2004) p 64

- Können physikalische Begriffe, speziell die der Wärmelehre bzw. Energetik, durch die beschriebene offene Lernform mit dem Projekt „Wetter“ vermittelt werden?

Durch den konstruktivistischen Ansatz der offenen Lernform sollte sich daraus automatisch ein tieferes Verständnis für physikalische Zusammenhänge ergeben.

Die daraus resultierende Hypothese 3 ist mit Hypothese 2 stark verknüpft, betrifft hier aber hauptsächlich die inhaltliche Komponente

**Hypothese 3:**  
**Fachrelevante Ziele werden durch diese Art des offenen Lernens ebenfalls erfüllt.**

- Hilft die Führung des Forschungstagebuchs (FTB) beim Vertiefen der Inhalte und Sammeln der individuellen Ergebnisse?

Unsere Erfahrungen mit Open- Book- Tests wiesen darauf hin, dass SchülerInnen, die eine „ordentliche“ Mitschrift führten, bei solchen Überprüfungen bessere Ergebnisse erzielten. Das sorgfältige Führen einer Mitschrift ermöglicht auch eine effiziente Vorbereitung für aufwendigere Prüfungsvorbereitungen, wie z. B. für die Matura. Die Beobachtungen der von uns unterrichteten Klassen und Gespräche mit KollegInnen zeigen, dass das selbstständige Führen einer Mitschrift heute nicht mehr als selbstverständlich von den SchülerInnen gesehen wird. Das Lernen passiert dann vielfach nur mit unzureichenden Mitteln und unter erheblichem, zusätzlichem Zeitaufwand.

**Hypothese 4:**  
**Die selbstständige Führung eines Forschungstagebuches hilft den SchülerInnen bei der Erfüllung der Lernziele.**

- Wie kann man vernünftig mit Einstundenfächern umgehen? Helfen oder verschärfen offene Lernformen diese Situation?

Diese Fragestellung tauchte erst während der Durchführung des Projektes auf. Feiertage und andere schulische und schulbezogene Aktivitäten führten dazu, dass ein nicht unerheblicher Teil der Stunden entfallen musste. Durch diese Diskontinuität waren die SchülerInnen oft nicht auf und für den Unterricht vorbereitet. Es war sehr schwierig die Spannung über lange Pausen zu erhalten.

**Hypothese 5:**  
**Eine Jahreswochenstunde Physik stört die Kontinuität des Unterrichts deutlich und hemmt die Einführung offener Lernformen.**

- Mädchen zeigen sehr oft einen deutlichen Entwicklungsschritt von der 2. auf die 3. Klasse (12 – 13 Jahre). Ist damit auch die mögliche Abnahme des Interesses an Physik verbunden oder spielt das Fach dabei eine sekundäre Rolle?

Beobachtungen während des Unterrichtes zeigten scheinbar oft mehr Interesse untereinander, auch an Buben, als am Unterricht. Wobei es scheint, dass das Desinteresse am Unterricht auch eine Folge des Interesses an anderen Dingen war.

**Hypothese 6:**

**Der Rückgang des Interesses an Physik von in der 2. Klasse engagierten Mädchen ist nicht auf den Physikunterricht allein zurückzuführen.**

## 4 METHODIK

Die Methodik wurde an die Verifizierung der einzelnen Hypothesen so gut wie möglich angepasst. In erster Linie wurden qualitative Aussagen den quantitativen vorgezogen und nur dort durch statistische Aussagen erhärtet, wo es möglich war.

### 4.1 Fragebögen

Es wurde ein Fragebogen verwendet (siehe Kapitel 8.1 auf Seite 34), der zu Weihnachten und zu Schuljahresende von den SchülerInnen beantwortet wurde. Durch die Verwendung eines individuellen Codewortes wurde ein vertikaler Schnitt bei Wahrung der Anonymität ermöglicht. Eine Ergänzung des 2. Fragebogens durch auf die Hypothesen gezielt abgestimmte Fragen wurde bei der Befragung zu Schuljahresende durchgeführt. Beim ersten Durchgang zu Weihnachten wurden im Realgymnasium auch Fragen zur Typenwahl in den Fragebogen aufgenommen (siehe Kapitel 8.1 auf Seite 34). Diese Fragebögen wurden mit statistischen Mitteln dankenswerterweise von Dr. Erich Svecnik vom Zentrum für Schulentwicklung in Graz ausgewertet.

### 4.2 SchülerInneninterviews

Die SchülerInneninterviews wurden von einer neutralen Person (Mag. Hansjörg Kunze) in Zweiergruppen durchgeführt. Dafür wurden jeweils zwei Mädchen und zwei Knaben aus jeder Projektklasse (insgesamt 8) zufällig ausgewählt.

Die Fragen bzw. der Leitfaden des Interviews wurden auf die Hypothesen abgestimmt und im Vorhinein festgelegt:

- Wie gefällt Dir der Physikunterricht?
- Was bedeutet selbstständiges Arbeiten für Dich?
- Wie groß ist Dein Interesse an den Themen?
- Wie gefällt Dir der Physikunterricht im Vergleich zum anderen Unterricht?
- Wie empfindest Du die Beurteilung des Physikunterrichtes?
- Hat sich Deine Einstellung zum Physikunterricht im Vergleich zum Vorjahr geändert? (Diese Frage wurde auch zur Klärung der Gender- Hypothese 6 hinzugefügt.)

### 4.3 Leistungsbeurteilung

Als Hinweis, ob eine Zunahme an physikalischem Wissen zu beobachten ist und ob die Lernziele erreicht werden konnten, dient die Lernzielkontrolle, die im nächsten Kapitel 4.4 auf Seite 20 vorgestellt wird. Eine Übersicht über die Jahresnoten in beiden Klassen gibt hier auch Auskunft über den Leistungsstand. Bei den Jahresnoten wurden fachliche Ziele und Kompetenzen, wie z.B. eigenständige Durchführung des Experiments in gleicher Weise einbezogen.

## 4.4 Überprüfung der Qualität und Brauchbarkeit der Forschungstagebücher

Die Brauchbarkeit des Forschungstagebuchs wurde durch eine kurze Lernzielüberprüfung ermittelt, die kurze Fragen mit physikalischem Inhalt enthielt (siehe Kapitel 8.4 auf Seite 38). Diese Lernzielüberprüfung wurde in der gleichen Stunde zweimal hintereinander ausgeteilt; das erste Mal mussten die SchülerInnen die Aufgaben ohne Hilfestellung lösen, beim zweiten Mal konnte das Forschungstagebuch verwendet werden. Die SchülerInnen mussten beim zweiten Durchgang auch angeben, ob sie das Tagebuch verwendeten oder nicht oder ob sie überhaupt eines hatten. Wichtig war, dass dieser Ablauf den SchülerInnen keinesfalls vor dem Test bekannt gegeben wurde.

Problematisch war, dass die Zeit zwischen beiden Durchgängen gefühlsmäßig ausreichte, dass einzelne Informationen weiter gegeben wurden. Außerdem sank die Motivation beim zweiten Durchgang etwas. Die Frage nach dem Warum konnte nur durch die Wichtigkeit der Mitwirkung der SchülerInnen am Projekt abgefangen werden.

Grundsätzlich scheint dieses Mittel für den Zweck der Erprobung der Brauchbarkeit des Forschungstagebuchs brauchbar zu sein. Allerdings müssten die Rahmenbedingungen noch genauer definiert werden. Diese sind Arbeitszeit und Verteilung der Aufgabenstellung. Auch die Kommunikation mit den MitschülerInnen müsste unterbunden werden können. Das gelingt vielleicht durch die Bereitstellung von mehr als 2 Gruppen. Das wurde diesmal nicht gemacht, damit die Fragestellungen für alle SchülerInnen gleich ausfallen und nicht von Gruppen abhängig werden.

Fehler können auch durch die Untertreibung mancher SchülerInnen, zu behaupten, dass sie das Tagebuch ohnehin nicht brauchten, entstehen. Es aber doch während des Tests benutzten und dadurch eine Fehlinformation abgaben. Auch gegen diese Einstellung muss Überzeugungsarbeit geleistet werden.

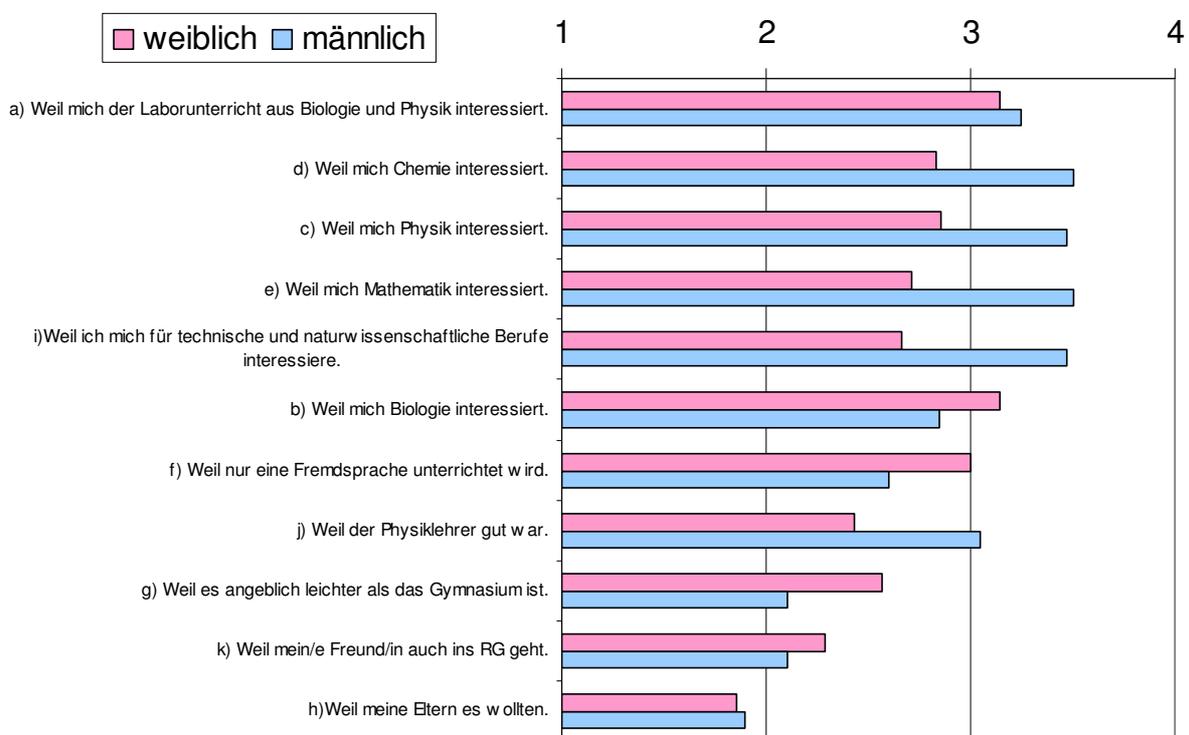
# 5 DISKUSSION DER ERGEBNISSE

## 5.1 Hypothese 1

*Die vorliegende offene Form des Unterrichts trägt zum Interesse an der Auseinandersetzung mit physikalischen (naturwissenschaftlichen) Fragestellungen bei, stellt jedoch kein Entscheidungskriterium für die Typenwahl dar.*

Diese Hypothese wurde mit den Ergebnissen der Fragebögen näher beleuchtet. Die SchülerInnenenergebnisse sind in Abb. 6 zusammengefasst.

### Warum besuchst du das Realgymnasium?



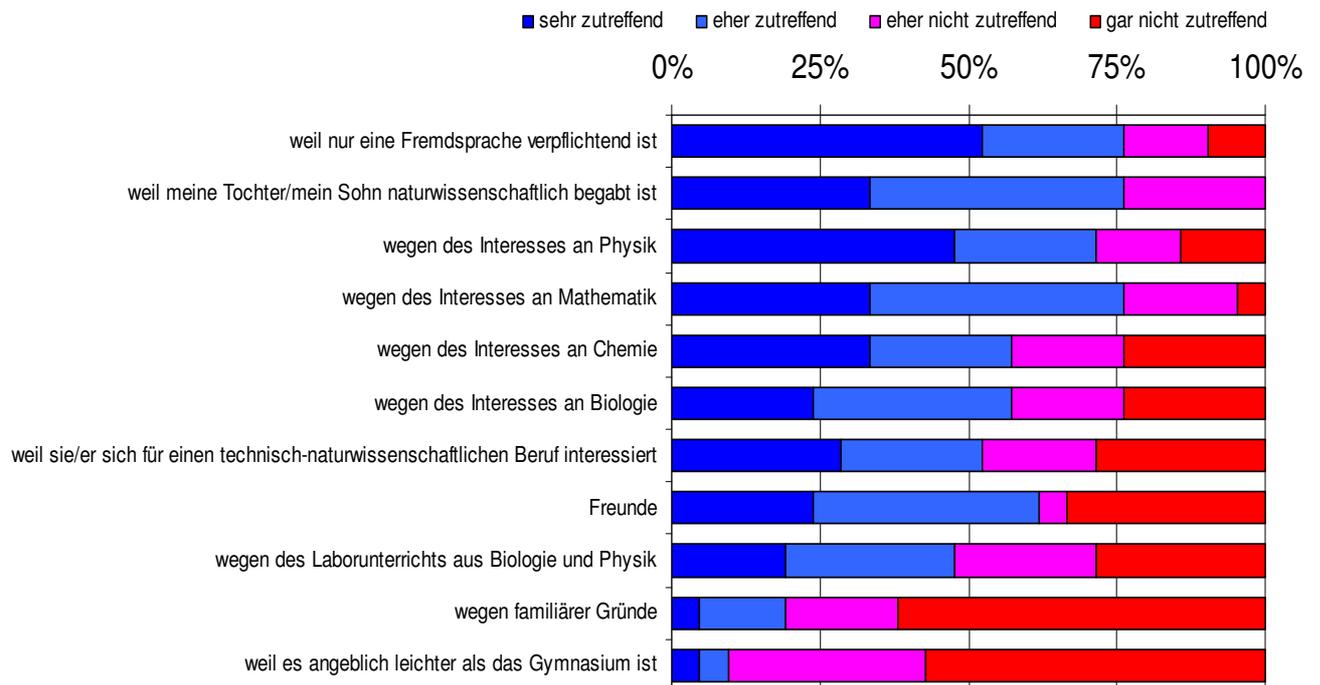
**Abb. 6**

Auswahlkriterien für das Realgymnasium  
Polung von geringer (1) bis hoher Zustimmung (4)

Hauptargument für die Wahl des Realgymnasiums ist offensichtlich der Laborunterricht aus Biologie und Physik, wobei sich Mädchen und Burschen nicht voneinander unterscheiden. Die weiteren Gründe beziehen sich auf das Interesse an Chemie, Physik, Mathematik oder naturwissenschaftliche Berufe allgemein, wobei jeweils die Burschen mehr Interesse angeben. Bemerkenswert ist, dass das soziale Umfeld (Freund/in, Eltern) eine untergeordnete Rolle spielt. Ebenso wird der erwarteten geringeren Schwierigkeit des Realgymnasiums eher untergeordnete Bedeutung für diese Wahl gegeben.

Ein ähnliches Bild zeigt eine unabhängige Befragung der Eltern, die hier nicht näher dokumentiert werden soll. Dabei wurde ein Fragebogen benutzt, der dem SchülerIn-

nenfragebogen ähnlich war. Die Antworten auf entsprechende Fragen werden in Abb. 7 wieder gegeben.



**Abb. 7**

#### Ergebnisse der Elternbefragung über die Wahl zum Realgymnasium

Die Ergebnisse korrespondieren weitgehend mit den Ergebnissen der SchülerInnenbefragung. Auch hier steht das naturwissenschaftliche Interesse im Vordergrund. Einzig, der Unterricht von nur einer Fremdsprache bewegt sich als Wahlkriterium für das Realgymnasium größenordnungsmäßig im Bereich des Interesses an naturwissenschaftlichen Gegenständen. Das Argument geringerer Fremdsprachenanforderungen wird bisweilen instrumentalisiert, um das Realgymnasium als einfachere Variante abzuqualifizieren. Wie die Ergebnisse zeigen, geht dies aber einher mit hohem Interesse an Naturwissenschaften, weswegen eher der Schluss nahe liegt, dass die individuelle Stärke der SchülerInnen im Realgymnasium weniger in den Sprachen als in den Naturwissenschaften liegt und diese daher nach Meinung der Eltern stärker gefördert werden sollte. Darüber hinaus fordern Eltern bei Befragung sehr wohl einen niveauvollen Sprachunterricht in dieser Sprache.

Vergleicht man die Ergebnisse mit denen des Vorjahrs, so besteht ein deutlicher Unterschied in der gestiegenen Relevanz der Naturwissenschaften. Eine Übereinstimmung besteht nur bezüglich der Fremdsprache.<sup>10</sup>

#### **Fazit:**

Die Hypothese kann in dieser Form nicht gehalten werden. Die naturwissenschaftlichen Fächer spielen eine große Rolle bei der Typenwahl. Ob diese Änderung gegenüber den Ergebnissen aus dem Vorjahr auf das Projekt und die damit verbundene offene Lernumgebung zurückzuführen ist, kann aber nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Man sollte das Argument, dass nur eine Fremdsprache in der Unterstufe unterrichtet wird, nicht als Beleg für das niedrigere Anspruchsniveau des Real-

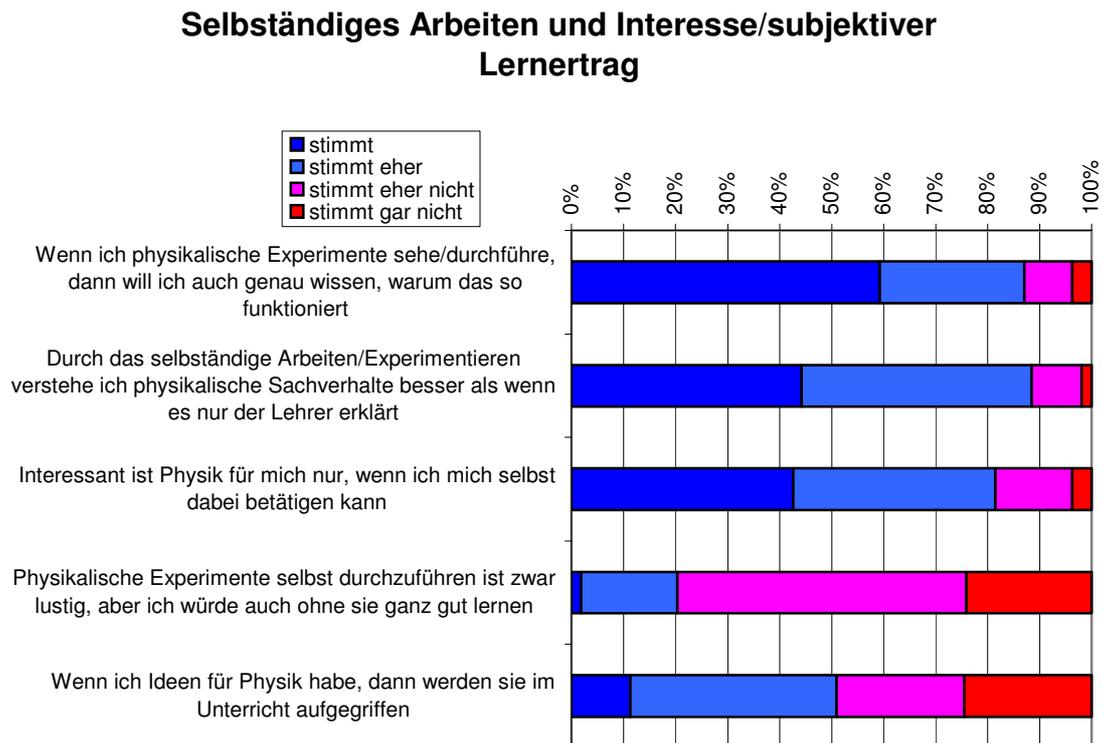
<sup>10</sup> REICHEL, PUNTIGAM (2005) p 21

gymnasiums gegenüber dem Gymnasium sehen, sondern die Forderung gerade in dieser einzigen Fremdsprache sehr effizient zu arbeiten, stellen.

## 5.2 Hypothese 2

*Selbstständiges Arbeiten erhöht das Interesse am Physikunterricht (und ermöglicht tiefere Einblicke).*

Die Ergebnisse der Befragung sind in Abb. 8 dargestellt.



**Abb. 8**

Ergebnisse der SchülerInnenbefragung zum selbstständigen Arbeiten

In der eigenen Wahrnehmung und Einschätzung regen physikalische Experimente die Neugier der SchülerInnen an, die Hintergründe zu erfahren – 87% der befragten SchülerInnen stimmen dem entsprechenden Item (eher) zu. Obwohl SchülerInnen beider Gymnasialformen diesem Item zustimmen, ist die Zustimmung unter RealgymnasiastInnen noch deutlich höher ( $p=0,032$ ). Eine große Mehrheit (88%) ist auch der Meinung, dadurch die physikalischen Sachverhalte besser als bei einem Frontalunterricht zu verstehen. Mehr als vier Fünftel (81%) der SchülerInnen sehen auch ihr Interesse an Physik als von eigener Betätigung abhängig. Dass die angeführten Befunde nicht auf suggestive Fragestellung oder allgemeine Antworttendenzen zurückzuführen sind, zeigt die Ablehnung des Items, dass Experimente zwar lustig, aber nicht den Lernertrag steigernd seien.

Ein weiterer Aspekt der SchülerInnenbeteiligung an der Unterrichtsgestaltung stellt das Einbringen von eigenen Ideen dar, die auch im Unterricht aufgegriffen werden. Die diesbezüglichen Antworten sind indifferent. Etwa die Hälfte der SchülerInnen

empfindet dies im Unterricht als vorhanden, die andere Hälfte nicht, wobei die Ablehnungen eindeutiger ausfallen.

Im Längsschnitt zwischen den beiden Befragungen sehen die Antworten bezüglich Schwierigkeiten beim selbstständigen Arbeiten wie in Tab. 2 dargestellt aus.

Mir fällt das selbstständige Arbeiten schwer.	1. Befragung	2. Befragung
ja	7 13,0%	7 13,5%
nein	47 87,0%	45 86,5%

Ich experimentiere gerne	1. Befragung	2. Befragung
ja	54 100,0%	50 96,2%
nein	0 0,0%	2 3,8%

**Tab. 2**

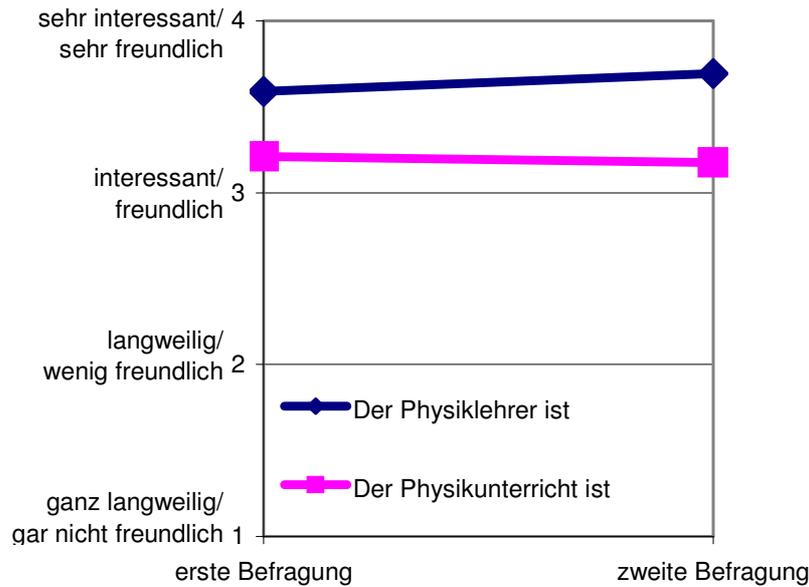
Längsschnitt zur Befragung über das selbstständige Arbeiten  
1. Befragung: Weihnachten, 2. Befragung: Schulschluss

Diese Ergebnisse bestätigen, dass die SchülerInnen gerne experimentieren und beim selbstständigen Arbeiten gut zurechtkommen, wobei sich keine Änderungen über den Jahresverlauf zeigen.

Die Rückmeldungen der Forschungstagebücher (siehe Kapitel 8.5 auf Seite 39), wie auch die Ergebnisse der Interviews zeigen den gleichen Trend und bestätigen damit die Akzeptanz dieser Form des offenen Unterrichts. Die folgenden Zitate aus den Interviews illustrieren den Sachverhalt: „selber machen ist sehr witzig und recht gut“; „sehr gut und besser als Vortrag“.

Die Mehrheit der interviewten SchülerInnen ist mit dem Physikunterricht sehr zufrieden. Sie wünschten sich auch eine konzentriertere Durchführung des Physikunterrichts (siehe auch Hypothese 5 in Kapitel 5.5). Aber es sollten auch die physikalischen Hintergründe öfter genauer beleuchtet werden. Durch einen Schüler wurde der Unterricht auch als extrem fad und wenig spannend charakterisiert.

Im Längsschnitt stellt sich die Akzeptanz des Physikunterrichts wie in Abb. 9 gezeichnet dar. In diesem ist auch die hohe Akzeptanz der Physiklehrer durch die SchülerInnen abzulesen. Die längsschnittliche Beobachtung der Schülereinschätzungen des Physikunterrichts und –lehrers zeigt keine zeitliche Entwicklung ( $p=0,726$  bzw.  $p=0,254$ ), was einerseits darauf zurückzuführen ist, dass der Beobachtungszeitraum mit etwa einem halben Jahr relativ kurz war, andererseits bewegen sich die Einstufungen durch die SchülerInnen im oberen Skalenbereich, was zu einem Plafond- Effekt geführt haben dürfte.



**Abb. 9**  
Längsschnitt zur Akzeptanz des Physikunterrichts

In den Interviews zeigte sich der Physikunterricht auch im Vergleich zum Unterricht in anderen Fächern als attraktiv: „Physikunterricht ist lustig.“ „Ich genieße den Physikunterricht, da viel lockerer als in anderen Fächern...“

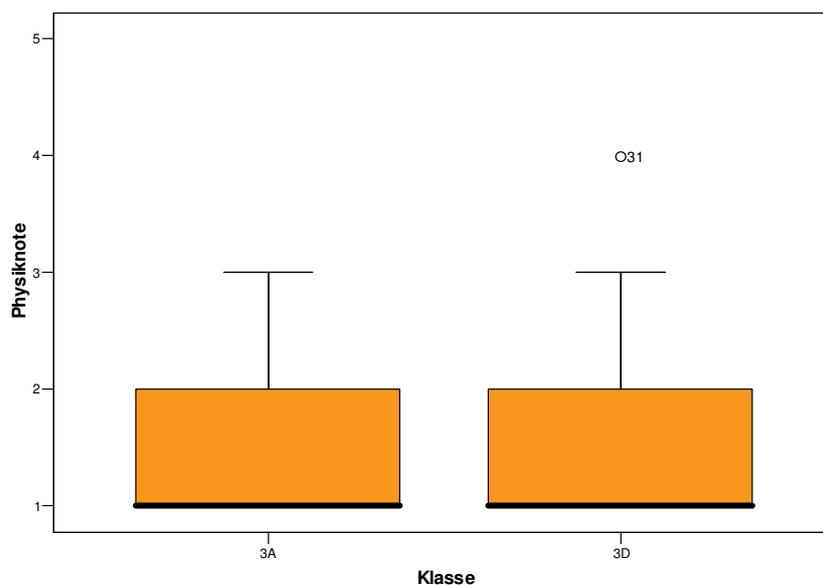
**Fazit:**

Hypothese 2 kann bestätigt werden, obwohl sich einzelne SchülerInnen eine weitere Vertiefung des Stoffes wünschten. Allerdings sollte man an dieser Stelle nicht vergessen, dass zu einem lernfördernden Arbeitsklima nicht nur die Themenwahl, sondern auch die Unterrichtsorganisation, die Bereitstellung von Materialien und auch die Lehrperson selbst gehört.

**5.3 Hypothese 3**

*Fachrelevante Ziele werden durch diese Art des offenen Lernens ebenfalls erfüllt.*

Für die Untermauerung dieser Hypothese sind die statistischen Mittel basierend auf Fragebögen nicht geeignet. Dies kann nur durch die Leistungsbeurteilung und damit in der Erreichung der gestellten Lernziele (siehe Kapitel 2.6 /Seite 11) erfolgen. Die Jahresnotenverteilung, die im Wesentlichen durch das Projekt begründet ist, ist für beide Projektklassen in Abb. 10 dargestellt.



**Abb. 10**

Jahresnotenverteilung in den Projektklassen.

(Das einzige Genügend wurde aus statistischen Gründen als Ausreißer behandelt.)

Die Verteilung zeigt einen deutlichen Trend zu sehr guten Beurteilungen. Die wenigen schlechteren Noten sind eher auf die Nichterfüllung von Aufgaben, als auf Unwissen zurückzuführen. Im Falle des Genügenden (das statistisch als Ausreißer gesehen werden kann) hat der betreffende Schüler die Abgabe sämtlicher Unterlagen und die Präsentation nicht erfüllt. Die Beurteilung wurde von den SchülerInnen bei den Interviews mit „sehr zufrieden“ oder „fair und gerecht“ bezeichnet.

Bei der Akzeptanz des Themas schöpften die Rückmeldungen die ganze Bandbreite von ganz ablehnend bis sehr interessant aus. Das kann auch durch die Rückmeldungen in den Forschungstagebüchern bestätigt werden (Kapitel 8.5/ Seite 39). Die laufende Rückkopplung zu den SchülerInnen in Bezug auf die Weiterführung des Unterrichts wurde von zwei interviewten SchülerInnen ebenfalls positiv vermerkt.

#### **Fazit:**

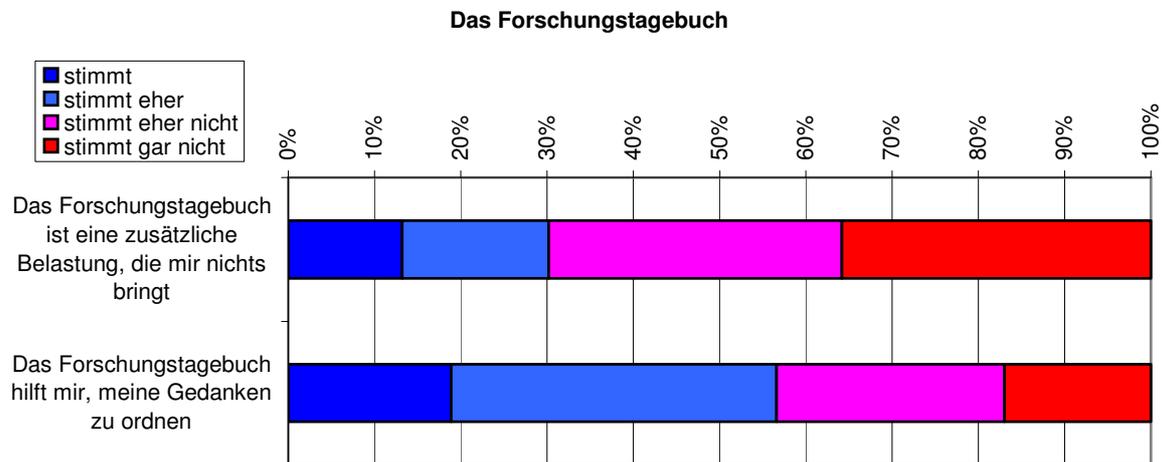
Physikunterricht in der vorgestellten Form bestätigt diese Hypothese. Allerdings muss sehr viel Wert auf die Themenwahl gelegt werden. Die SchülerInnen sind dabei sehr stark einzubinden. Das muss auch mit entsprechendem Feingefühl passieren, da man die SchülerInnen dabei allzu leicht überfordern kann.

## **5.4 Hypothese 4**

*Die selbstständige Führung eines Forschungstagebuches hilft den SchülerInnen bei der Erfüllung der Lernziele.*

Anhand der Daten der SchülerInnenbefragung kann nicht beantwortet werden, wie weit die Lernziele durch das Führen von Forschungstagebüchern unterstützt wird. Allerdings kann die Einstellung der SchülerInnen zum Forschungstagebuch beleuchtet werden, worunter auch eine Abwägung von Aufwand und Nutzen des Forschungstagebuchs fällt. Für etwa 70% der Schülerinnen fällt diese Abwägung zugunsten der Forschungstagebücher aus, d.h. sie finden nicht, dass sie eine Belastung darstellen,

die nichts bringt. Darüber, wieweit das Forschungstagebuch hilft, die eigenen Gedanken zu ordnen, sind die SchülerInnen uneinheitlicher Meinung. Etwa gleich viele die es ablehnen, stimmen diesem Item zu, wobei ein großer Anteil in den beiden Mittelkategorien liegt. Dies ist als Indiz dafür zu werten, dass den SchülerInnen dieser Aspekt des Forschungstagebuchs nicht völlig bewusst ist. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt Abb. 11.



**Abb. 11**

Einschätzung des Nutzens der Forschungstagebücher durch die SchülerInnen

Die Durchführung der Lernzielkontrolle erbrachte das folgende Ergebnis. Von den 58 SchülerInnen fertigten 47 ein Forschungstagebuch an. 6 verwendeten bei der Lernzielkontrolle das FTB nicht, 16 konnten sich bei seiner Verwendung verbessern, 6 verschlechtern. Allerdings konnten sich auch 5 SchülerInnen ohne FTB verbessern. Aus SchülerInnensicht war für manche das Forschungstagebuch „wenig hilfreich“. Subjektiv betrachtet ergab sich auch als Befund, dass gerade gute SchülerInnen besser wurden.

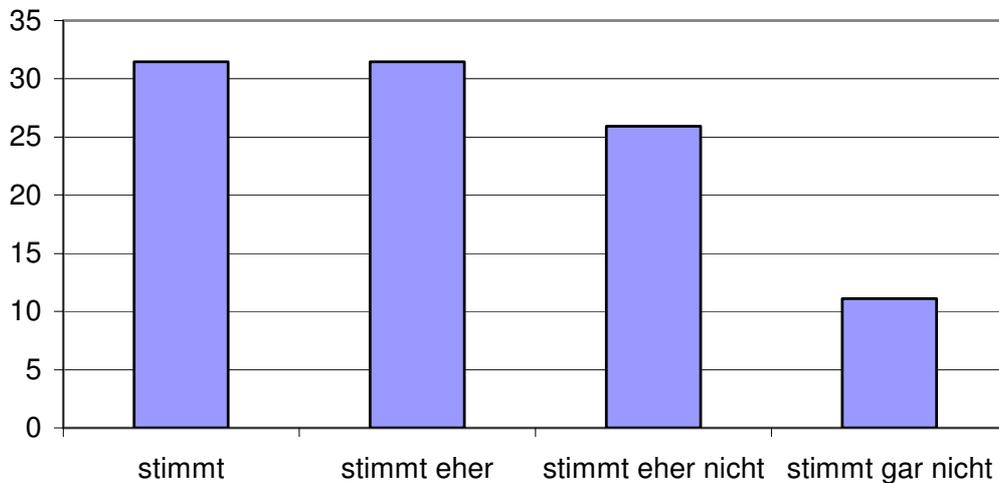
**Fazit:**

Diese Hypothese konnte ansatzweise bestätigt werden. Das latent vorhandene Verweigern des Forschungstagebuchs durch die SchülerInnen liegt sicher in der im normalen Unterricht nicht sehr üblichen Weiterverwendung der Mitschrift, außer zum „Lernen“. Warum soll man etwas aufschreiben, wenn es ohnehin in den Büchern steht? Dieses Denken muss den SchülerInnen genommen werden, indem man sie vom Gegenteil überzeugt. Gerade in den Naturwissenschaften ist es notwendig, vollständige Aufzeichnungen zu führen, um später Experimente und Sachverhalte nachvollziehen zu können. Durch die Durchführung von Lernzielkontrollen (Kapitel 4.4/Seite 20), können zumindest einzelne SchülerInnen erkennen, wie wertvoll ihre Aufzeichnungen sein können.

## 5.5 Hypothese 5

*Eine Jahreswochenstunde Physik stört die Kontinuität des Unterrichts deutlich und hemmt die Einführung offener Lernformen.*

Die Abstände zwischen Physikstunden sind so lange, dass ich mich kaum an die Inhalte der letzten Stunden erinnern kann



**Abb. 12**  
Konsequenzen für ein „Einstundenfach“

Aus SchülerInnen-sicht zeigt Abb. 12, dass die Abstände zwischen den einzelnen Physikstunden eine Kontinuität des Unterrichtsablaufs insofern erschweren, als die SchülerInnen sich eigenen Angaben zufolge kaum an die Inhalte der jeweils letzten Physikstunden erinnern können. Insgesamt etwa zwei Drittel (63%) stimmen diesem Item (eher) zu, nur ein gutes Drittel lehnt es ab.

Dies zeigte sich auch bei den Interviews, bei denen von den SchülerInnen eine Kontinuität des Unterrichts gefordert wird (siehe auch Kapitel 5.2 auf Seite 23).

#### **Fazit:**

Diese Hypothese konnte bestätigt werden und spielt nicht nur bei der Durchführung offener Lernformen eine wesentliche Rolle. Ein ertragreicherer Unterricht kann hierbei sicher durch eine Blockung des Unterrichts erreicht werden.

## **5.6 Hypothese 6**

*Der Rückgang des Interesses an Physik von in der 2. Klasse engagierten Mädchen ist nicht auf den Physikunterricht allein zurückzuführen.*

Die vorliegenden Daten zeigen zwar, dass das durchschnittliche Interesse der Mädchen zwischen erster und zweiter Befragung tendenziell abnimmt (von 2,05 auf 1,89 auf einer vierstufigen Skala), während es bei Burschen annähernd gleich bleibt (2,33 und 2,40), statistisch bedeutsam ist dieser Befund allerdings nicht ( $p=0,274$ ), was wohl auf den relativ kurzen zeitlichen Abstand zwischen den beiden Datenerhebungen zurückzuführen ist.

Bei den Interviews wurde die Frage nach einem Nachlassen des Interesses am Physikunterricht von allen übereinstimmend so beantwortet, dass es für sie keine Veränderungen im Vergleich zur 2. Klasse gibt.

**Fazit:**

Die Hypothese muss in dieser Form verworfen werden. Das Interesse am Physikunterricht scheint sich überhaupt nicht geändert zu haben. Möglicherweise ergibt sich diese Empfindung durch die subjektive Beobachtung und Einstellung der Lehrpersonen. Solche Genderfragestellungen stehen zurzeit sehr stark im Fokus von Untersuchungen. Unser Ergebnis scheint doch in einem gewissen Widerspruch zu anderen Untersuchungen zu stehen. Eine interessante weiter führende Fragestellung in diesem Zusammenhang würde lauten, ob das Geschlecht der forschenden Person einen Einfluss auf die Daten haben kann? Eine monoedukative Form des Physikunterrichts scheint durch unsere Untersuchungen nicht angezeigt zu sein.

## 6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Das vorliegende Projekt umfasst eine offene Unterrichtsform, die eine sinnvolle Unabhängigkeit der SchülerInnen beim Lernen von der Lehrperson aufweist. Diese zieht im Hintergrund nur die Fäden und hilft mit Informationen und Demonstrationen dort aus, wo es notwendig und unverzichtbar ist. Dieses Projekt stellt auch die erfolgreiche Fortsetzung des Vorgängerprojektes aus dem Schuljahr 2004/05 dar. Viele dort gewonnene Erfahrungen flossen in die Weiterentwicklung des Projekts ein und Ergebnisse die damals gemacht wurden konnten bestätigt, mussten aber auch teilweise widerlegt werden.

Im Rahmen des Projektes Wetter, das zeitlich mehr als das zweite Semester beanspruchte, konnten unsere Ideen zum und Vorstellungen über offenes Lernen umgesetzt und evaluiert werden. In Kürze zusammengefasst besteht die verwendete Form des offenen Lernens aus drei Phasen: einer Input- oder Impulsphase, die möglichst kurz durch die Lehrperson abgewickelt wird und in der die SchülerInnen ihre eigenen Forschungsfragen und Aufgabenstellungen entwickeln müssen. Der eigentlichen offenen Arbeitsphase, die die SchülerInnen völlig selbstständig absolvieren. Die Lehrperson spielt hier nur die Rolle einer „weiteren Informationsquelle“. Der Fortschritt der Arbeiten wird in dieser Phase aber auch ständig kontrolliert und die SchülerInnen werden zur Arbeit angehalten. Abschließend folgt die Präsentationsphase, bei der die SchülerInnen ihr Wissen zum selbst gewählten Thema zeigen müssen.

Neben der Evaluation dieser Unterrichtsform wurde auch noch das Wahlverhalten in das Realgymnasium als Folge des naturwissenschaftlichen Unterrichts untersucht und dokumentiert.

Die Ergebnisse dieses Projektes können durch 6 Hypothesen zusammengefasst werden:

1. *Die vorliegende offene Form des Unterrichts trägt zum Interesse an der Auseinandersetzung mit physikalischen (naturwissenschaftlichen) Fragestellungen bei, stellt jedoch kein Entscheidungskriterium für die Typenwahl dar.*

Die Hypothese kann in dieser Form nicht gehalten werden. Die naturwissenschaftlichen Fächer spielen eine nicht vernachlässigbare Rolle bei der Typenwahl. Man sollte das Argument, dass nur eine Fremdsprache in der Unterstufe unterrichtet wird nicht als Vereinfachung des Realgymnasiums gegenüber dem Gymnasium sehen, sondern die Forderung, gerade in dieser einzigen Fremdsprache sehr effizient zu arbeiten.

2. *Selbstständiges Arbeiten erhöht das Interesse am Physikunterricht (und ermöglicht tiefere Einblicke).*

Hypothese 2 kann vollinhaltlich verifiziert werden, obwohl sich einzelne SchülerInnen eine Vertiefung des Stoffes wünschten. Allerdings sollte man an dieser Stelle nicht vergessen, dass zu einem lernfördernden Arbeitsklima nicht nur die Themenwahl, sondern auch die Unterrichtsorganisation, die Bereitstellung von Materialien bis hin zur Lehrperson selbst gehört.

3. *Fachrelevante Ziele werden durch diese Art des offenen Lernens ebenfalls erfüllt.*

Physikunterricht in der vorgestellten Form bestätigt diese Hypothese. Allerdings muss sehr viel Wert auf die Themenwahl gelegt werden. Die SchülerInnen sind dabei sehr stark einzubinden. Das muss mit entsprechendem Feingefühl passieren, da man die SchülerInnen dabei allzu leicht überfordern kann.

4. *Die selbstständige Führung eines Forschungstagebuches hilft den SchülerInnen bei der Erfüllung der Lernziele.*

Diese Hypothese kann ansatzweise übernommen werden. Das latent vorhandene Verweigern des Forschungstagebuchs durch die SchülerInnen liegt sicher in der im normalen Unterricht nicht sehr üblichen Weiterverwendung der Mitschrift, außer zum „Lernen“. Durch die Durchführung der beschriebenen Art von Lernzielkontrollen, können zumindest einzelne SchülerInnen erkennen, wie wertvoll ihre Aufzeichnungen sein können.

5. *Eine Jahreswochenstunde Physik stört die Kontinuität des Unterrichts deutlich und hemmt die Einführung offener Lernformen.*

Diese Hypothese wurde bestätigt und spielt nicht nur bei der Durchführung offener Lernformen eine wesentliche Rolle.

6. *Der Rückgang des Interesses an Physik von in der 2. Klasse engagierten Mädchen ist nicht auf den Physikunterricht allein zurückzuführen.*

Die Hypothese kann in dieser Form nicht stehen gelassen werden. Das Interesse am Physikunterricht scheint sich überhaupt nicht geändert zu haben. Möglicherweise ergibt sich diese Empfindung durch die subjektive Beobachtung und Einstellung der Lehrpersonen. Eine monoedukative Form des Physikunterrichts scheint durch unsere Untersuchungen nicht angezeigt zu sein.

Die Effizienz der beschriebenen Form des offenen Unterrichts kann durchaus als zufrieden stellend bezeichnet werden, wie SchülerInneneinschätzung, aber auch Leistungsbeurteilung zeigen. Deutlich gezeigt hat sich auch, dass eine selbstständige Beschäftigung mit dem Lehrstoff und die Arbeit an eigenen Kleinprojekten (Forschungsfragen) das Interesse der SchülerInnen und die Freude an Physik steigern kann. Allerdings muss der richtige Einstieg und ein entsprechende attraktives Thema gefunden werden. Hierbei hilft die selbstständige Wahl des Forschungsprojektes durch die SchülerInnen. Besonders wichtig ist die Führung einer zur konstruktiven Weiterarbeit geeigneten Mitschrift. An der Einsicht der SchülerInnen in Hinblick auf die Brauchbarkeit ist noch zu erarbeiten. Eine monoedukative Führung des Unterrichts zur Verbesserung des Lernklimas ist nicht angezeigt.

Hemmende Elemente im abgelaufenen Schuljahr war nur die Führung des Physikunterrichts als „Einstundenfach“. Dadurch und durch viele Ausfälle war die Kontinuität des Physikunterrichts nicht gewahrt. Hier müssten in der Schulorganisation Maßnahmen wie z.B. die Blockung des Unterrichts ergriffen werden.

Auf jeden Fall ist die beschriebene Form des Unterrichts für die SchülerInnen und die Lehrpersonen äußerst anregend und zufrieden stellend. Diese offene Unterrichtsform wird auch in weiteren Klassen zur Anwendung kommen, damit der Physikunterricht für alle Beteiligten weiterhin „lustig ist“ und „genossen“ werden kann, da er „lockerer“ als andere Fächer ist. Und trotzdem kann man etwas Spannendes lernen!

## 7 LITERATUR

DUENBOSTL, T., BREZINA, T. (z.B. 1998, mehrere Auflagen verfügbar) Physik erleben 3, Höldler- Pchler- Tempsky Wien

DUIT, R., WODZINSKI, C. „Guten Unterricht planen“ in Unterricht Physik 92 (2006), p9ff

GRÄBER, W., NENTWIG, P., KOBALLA, T., EVANS, R. (2002). Scientific Literacy. Leske + Budrich Opladen

KIRCHER, E., GIRWIDZ, R., HÄUSSLER, P. (2001). Physikdidaktik. Springer Berlin Heidelberg New York.

MEYER, H. (2004). Was ist guter Unterricht? Cornelsen Scriptor Berlin.

REICHEL, E. und PUNTIGAM, R. (2005). Endbericht zum Projekt „Junge Forscher/innen am BG/BRG Seebachergasse Graz. Gefördert durch den MNI- Fonds.

NN (Stand 23.5.2003) Ein dynamisches Konzept für mathematisch- naturwissenschaftliche Grundbildung. Handreichung für die Praxis des IMST<sup>2</sup>-S1 Schwerpunktprogramms Grundbildung