



## **Freiarbeit im Physikunterricht der Oberstufe Wird das Freiarbeitsmodell den Fähigkeiten der Schüler/innen gerecht?**

**Schule:** BG-Dornbirn  
**LehrerInnenteam:** Walter Rigger  
**Betreuer/in:** Helga Stadler

### **Abstract:**

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in zwei Teile. Im ersten Teil wird die Frage untersucht, ob selbstständiges Lernen im Physikunterricht den Fähigkeiten der Schüler/innen gerecht wird. Zwei Interviews mit Maturanten/innen einer Freiarbeitsklasse, die während ihrer gesamten Schulzeit am Gymnasium in fast allen Unterrichtsfächern anhand von Arbeitsaufträgen selbstständig lernten, zeigen, dass die Schüler/innen die Möglichkeit der freien Themenwahl und Schülerversuche positiv bewerten. Dagegen führt das selbstständige Erlernen physikalischer Theorien zu Verständnisschwierigkeiten, wenn eine entsprechende Vorbereitung im lehrerzentrierten Unterricht fehlt.

Ein Leistungsvergleich mit den veröffentlichten Teilen von TIMSS zeigt, dass die Schüler/innen der Freiarbeitsklasse besser als der österreichische Durchschnitt aus dem Jahre 1995 abschneidet.

Der zweite Teil der Arbeit untersucht die Frage: Kann die Freiarbeit im Physikunterricht auch auf eine Regelklasse übertragen werden, die nicht im Freiarbeitsmodell unterrichtet wird?

Daten aus Interviews, schriftlichen Kommentaren zu den einzelnen Arbeitsaufträgen und Fragebögen legen die Vermutung nahe, dass die Schüler/innen einer siebten Klasse des neusprachlichen Gymnasiums positive Erfahrungen mit der Freiarbeit im Physikunterricht gemacht haben und dass sie sich dabei nicht überfordert gefühlt haben. Die Einführung der Freiarbeit ändert aber die Selbsteinschätzung der eigenen Fähigkeiten nicht.

Mag. Walter Rigger  
BG-Dornbirn  
Realschulstraße 3  
6850 Dornbirn

E-mail: [walter.rigger.bgd@schulen.vol.at](mailto:walter.rigger.bgd@schulen.vol.at)

# Innovationsbeschreibung:

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Der Physikunterricht im Freiarbeitsmodell.....</b>	<b>4</b>
2.1 Arbeitspläne in Physik .....	4
2.2 Unterricht, Lehrerrolle und Beurteilung .....	6
<b>3. Wie sehen die Schüler/innen den Physikunterricht mit Freiarbeit?.....</b>	<b>6</b>
3.1 Ablauf der Datenerhebung .....	6
3.2 Interviews mit einer Maturantin und einem Maturanten.....	6
3.3 Leistungserhebung nach TIMSS.....	10
<b>4. Wie lässt sich das Freiarbeitsmodell auf eine Regelklasse übertragen?.....</b>	<b>11</b>
4.1 Entwicklung und Rahmenbedingungen.....	11
4.2 Methodenänderungen gegenüber der Freiarbeitsklasse .....	12
4.3 Fragestellungen und Datenerhebung zur Freiarbeit .....	12
4.3 Schülererfahrungen mit der neuen Unterrichtsform .....	12
<b>5. Zusammenfassung .....</b>	<b>15</b>
<b>6. Ausblick .....</b>	<b>15</b>
<b>Literatur.....</b>	<b>16</b>
<b>Anhang .....</b>	<b>17</b>

# 1. Einleitung

Phasen selbsttätigen Arbeitens finden sich in den unterschiedlichsten Formen des Unterrichtes. Im Physikunterricht etwa sind Schülerversuche dafür geeignet. Das Ausmaß der Selbsttätigkeit ist dabei unterschiedlich, es reicht von der einfachen durch Arbeitsblätter geleiteten Gruppenarbeit bis zur eigenverantwortlichen Bestimmung des Lernstoffs und der Lernmethode, etwa im Projektunterricht. Im Normalunterricht findet sich selbsttätiges Lernen allerdings eher selten. Im allgemeinen überwiegt der fragend entwickelnde Unterricht.

Eine besondere Form des eigenverantwortlichen, selbsttätigen Lernens wurde mit dem am BG Dornbirn seit 1993 entwickelten Freiarbeitsmodell geschaffen. Dieses Modell lief nicht als Schulversuch des Unterrichtsministeriums. Die in den allgemeinen Richtlinien des Lehrplans vorgesehenen Methodenfreiheit und Schulautonomie ermöglichten dessen Umsetzung.

Der Stundenplan einer Freiarbeitsklasse unterscheidet sich auf den ersten Blick nicht von einem gewöhnlichen Stundenplan einer anderen Klasse. Bis zu zwölf über möglichst alle Fächer verteilte Wochenstunden sind jedoch als Freiarbeitsstunden gekennzeichnet. Hier wird den Schüler/innen Zeit zur Verfügung gestellt, ihre Arbeitsaufträge (Wochenpläne), die sie in fast allen Fächern erhalten, zu erfüllen. Die Auswahl der Arbeit, die Art der Zusammenarbeit, ob einzeln oder in Gruppen und das Arbeitstempo wird ihnen selbst überlassen. Die anderen Stunden werden traditionell unterrichtet.<sup>1</sup>

Das Freiarbeitsmodell des BG Dornbirn wurde mehrfach evaluiert. Eine erste Studie stammt von Franz Platzgummer, der als Hauptschullehrer das erste Lehrerteam vier Jahre begleitete und seine Erfahrungen in einer Diplomarbeit niederschrieb.<sup>2</sup>

Eine zweite Studie wurde von der Universität Linz unter Dr. Ferdinand Eder im Sommersemester 1998 durchgeführt. Dabei wurden die Freiarbeitsklassen (Anm.: Versuchsklassen) mit parallelen anderen Klassen in bezug auf Klassenklima und Schulleistungen verglichen. In seiner Zusammenfassung schreibt er: „Das Klima in den Versuchsklassen war signifikant und erheblich günstiger als in den Kontrollklassen .... Bei den TIMSS - Leistungstests bestehen im Gesamtwert keine Unterschiede, in einigen Teilbereichen zeigt sich eine signifikante Überlegenheit der Schüler/innen aus dem offenen Lernen.“<sup>3</sup>

Ich unterrichte seit 1978 und habe das Freiarbeitsmodell seit seinem Start im Jahre 1993 mitentwickelt. Im Verlaufe meiner Unterrichtstätigkeit habe ich mich insbesondere der Weiterentwicklung von Arbeitsaufträgen für Mathematik und Physik gewidmet. Eine der mich interessierenden Fragestellungen war dabei das Erarbeiten unterschiedlicher Stoffgebiete innerhalb einer Freiarbeitsphase. Meine PFL-Studie hat den Schluss nahegelegt, dass eine Mischung unterschiedlicher Lehrinhalte zu einer Steigerung der Motivation führt.<sup>4</sup>

Für die Weiterentwicklung meiner Arbeit in diesem Modell ergeben sich als weitere Fragestellungen:

1. Wird das Freiarbeitsmodell den Fähigkeiten der Schüler/innen gerecht?
2. Wie lässt sich das Freiarbeitsmodell auf eine Regelklasse übertragen?

---

<sup>1</sup> Fischer, 1996

<sup>2</sup> Platzgummer, 1998

<sup>3</sup> Eder, 1999, S.34ff

<sup>4</sup> Rigger, 1999

Die vorliegende Arbeit, die im Rahmen von IMST2 als praxisnahes Forschungsprojekt<sup>5</sup> gefördert wurde, versucht in Form einer Fallstudie Antwort auf diese Fragen zu finden. Dafür werden zunächst die von mir verwendeten Formen selbsttätigen Lernens im Physikunterricht vorgestellt.

Die erste Frage untersuchte ich mit den Schüler/innen der Freiarbeitsklasse die heuer maturiert haben. Nach vierjähriger Erfahrung mit Freiarbeit im Physikunterricht zeigen sie ein Gesamtbild ihres Lernens. Ein Leistungsvergleich mit den veröffentlichten Teilen der TIMSS-Studie ergänzt den ersten Teil dieser Arbeit.

Die zweite Frage untersuchte ich in einer siebten Klasse des neusprachlichen Gymnasiums, die sonst nicht in das Freiarbeitsmodell eingebunden ist und die ich vorher nicht unterrichtet hatte.

## 2. Der Physikunterricht im Freiarbeitsmodell

### 2.1 Arbeitspläne in Physik

Grundlage für das eigenständige Lernen im Physikunterricht sind Arbeitsaufträge, die sie meist über einen Zeitraum von acht bis zwölf vorgegebenen Freiarbeitsstunden zu erledigen waren. Die Sozialform war den Schüler/innen überlassen, meistens arbeiteten sie jedoch zu zweit. Etwa die Hälfte bis zwei Drittel der gesamten Unterrichtszeit lernten die Schüler/innen selbstständig, der Rest erfolgte im lehrerzentrierten Unterricht.

Ein typischer Arbeitsauftrag soll hier vorgestellt werden:

**PH 4**

*bis 25.4.01*

#### **4.1 Die stehende Welle (2h)**

*Schülerversuch: Eine lange Feder soll mit dem Exzenter eines Motors in Schwingung versetzt werden. Steigere die Drehzahl des Motors langsam so, bis die Feder gleichmäßig schwingt und miss mit dem Programm s-v-t-Diagramm die Frequenz der Feder! Wie schwingt die Feder, wenn man die Frequenz verdoppelt? Zeichnung ins Heft!*

*Luftsäulen, Saiten, .. bilden stehende Wellen, wenn sie mit ihren Eigenfrequenzen angeregt werden.*

*Schreibe eine Zusammenfassung der Seiten 135 und 136 SEXL2 ins Heft!*

*Löse: SEXL2 Seite 199 Nr.20*

#### **4.2 Mein Physikprojekt (1h)**

*Ein Artikel oder ein Buch oder ein Versuch oder ein Gerät oder... soll von jedem alleine ausgesucht und später in Form eines Textes, eines Referates bzw. einer Präsentation vorgestellt werden. In dieser Arbeitsphase soll das Thema mit mir besprochen und eine Gliederung präsentiert werden!*

#### **4.3 Motion in two dimensions (2h)**

*Pocket lab: With a ruler you can throw two coins from a table, so that they will have different velocities. Which one is earlier on the floor, the faster or the slower?*

*The motion of coins, balls and other projectiles can be separated in two independent motions: a instantaneous horizontal and an accelerated vertical motion. These perpendicular vector quantities of velocity can be treated independently of one another.*

*The motion in two dimensions is described on page 134 to 136 of my book.*

<sup>5</sup> IMST<sup>2</sup> (Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching) ist eine vom Institut für Interdisziplinärer Forschung und Fortbildung geleitete Initiative zur Weiterentwicklung des österreichischen Mathematik- und Naturwissenschaftsunterrichtes der Oberstufe. Einer ihrer Schwerpunkte ist die Förderung praxisnaher Forschung.

Solve the example problem and the practice problem Nr. 1 in your notebook!

#### **4.4 Das Magnetfeld von Strömen (2h)**

Schülerversuch: Ein Leiterstück befindet über einem Magneten. Was geschieht, wenn ein Strom durch diesen Leiter fließt? Verwende dazu die Spannung von zwei Zellen des Akkumulators! Was geschieht bei Änderung der Magnetfeldrichtung, was bei Änderung der Stromrichtung? Wie stellen sich Kompassnadeln in der Umgebung eines stromführenden Leiters? Wie innerhalb einer Spule?

Das Verhalten von bewegten elektrischen Ladungen im Magnetfeld wird in SEXL3 in den Kapiteln 6.2, 6.3 und 6.4 beschrieben.

Erarbeite ins Heft die Begriffe: magnetische Feldstärke (Einheit) Lorentzkraft auf eine Leiter, Lorentzkraft auf eine bewegte Punktladung und die magnetische Feldstärke eines geraden Leiters und einer Spule! Fertige Zeichnungen an! Löse die Beispiele Nr. 55 und Nr. 60!

#### **4.5 Farben (2h)**

Weißes Licht kann in alle Spektralfarben zerlegt werden. Diese haben nur noch eine sichtbare Wellenlänge.

Für die Farbzerlegung eignen sich zwei Experimente: Lichtbrechung am Prisma und Lichtbeugung am Gitter. SEXL2 bring genaueres auf den Seiten: 151, 153, 154 und 157

Schülerversuch: a) Zerlege weißes Licht mit einem Prisma in die Spektralfarben! b) Bestimme die Wellenlänge von rotem und von blauem Licht mit einem Beugungsgitter.

#### **4.6 Wiederholung (1h)**

1. An eine Autobatterie werden zwei Widerstände  $R_1=4\Omega$  und  $R_2=6\Omega$  geschaltet.

Zeichne die Schaltbilder für die Parallel- und für die Serienschaltung! Berechne jeweils die Gesamtwiderstände, den Gesamtstrom, die Spannungen und die Stromstärken an den Einzelwiderständen!

2. Ein Radfahrer fährt auf einer ebenen Straße mit 27km/h und hört auf zu treten. Nach 50m kommt er zum Stillstand. Wie lange dauert das Abbremsen? Wie groß ist seine Bremsverzögerung? Wie groß ist die Reibungszahl?

Die einzelnen Arbeitsanweisungen beziehen sich auf die unterschiedlichen Stoffgebiete und werden durch die Angabe einer von mir vorgesehenen Stundenzahl für ihre Erarbeitung ergänzt. Neben der Abwechslung für die Schüler/innen führt dies auch zu einem ständigen Wiederholen des Lehrstoffes, denn in den kommenden Arbeitsaufträgen werden die einzelnen Stoffgebiete ausgebaut und ergänzt.

Wann immer es möglich war, habe ich Schülerversuche eingebaut. Dies wurden von den Schüler/innen im Physiklabor durchgeföhrt, wo ich für die einzelnen Versuche nur eine oder zwei Aufbauten brauchte. Der Vorteil liegt in der Arbeitersparnis, da ich dort auch die Versuchsgeräte während der ganzen Zeit der Bearbeitung stehen lassen konnte.

Die theoretischen Grundlagen erarbeiteten die Schüler/innen mit Hilfe der Schulbücher. Hier eignen sich die Schulbücher der Unterstufe gut für eine erste Einführung in die Problematik. Leider sind die Oberstufenbücher teilweise recht abstrakt und eignen sich nur beschränkt für selbstständiges Lernen, da sich die Schüler/innen oft wegen mangelnder Grundkenntnisse überfordert fühlen.

„Mein Physikprojekt“ ermöglicht zusätzlich die Wahl eines freien Themas, das während der Freiarbeitsstunden erarbeitet werden kann. Im darauf folgenden Arbeitsplan habe ich die Fertigstellung dieser im Umfang reduzierten Arbeit verlangt. „Mein Physikprojekt“ ist der einzige Arbeitsauftrag, bei dem ich Einzelarbeit verlange.

Sehr einfach lässt sich in Arbeitsplänen auch englischsprachige Literatur einbauen.

Jeder Arbeitsplan wird ergänzt Wiederholungsbeispiele. Diese können auch Aufgabestellungen zu wichtigen Kapiteln vergangener Schuljahre sein.

## 2.2 Unterricht, Lehrerrolle und Beurteilung

Beim selbstständigen Lernen sind die Schüler/innen auf die Hilfe des Lehrers / der Lehrerin angewiesen. Anna kennt sich bei einer Berechnung nicht aus, Berta weiß nicht, wie sie das Messgerät anschließen soll, Cäsar versteht eine Formulierung aus dem Buch nicht. Da ich nicht gleichzeitig bei allen Schüler/innen sein kann, habe ich versucht, dass ich während einer Unterrichtsstunde den Arbeitsfortschritt jedes einzelnen zumindest einmal beobachte und wenn nötig Anregungen gebe. Die meiste Zeit des Lehrers erfordert aber die Hilfestellung bzw. Kontrolle bei den Schülerversuchen. Hier verlangt das selbstständige Arbeiten ein hohes Maß an Geduld von Seiten der Lehrerin/des Lehrers.

Das Arbeiten mit Kleingruppen bzw. mit einzelnen Schüler/innen intensiviert darüber hinaus den persönlichen Kontakt. Die Rolle des Lehrers wandelt sich dadurch von einem eher unnahbaren Vermittler zu einem Mentor.

Der Prozess des Lernens ist für die Leistungsbeurteilung schwer zu erfassen. In meine Notengebung habe ich die Beurteilung der Arbeitsprotokolle mit eingebunden. Diese kontrolliere ich insbesondere nach deren Vollständigkeit und der Richtigkeit der gelösten Aufgaben. Es lässt sich jedoch nicht überprüfen, ob im Protokoll nur Abgeschriebenes steht. Deshalb sind für mich schriftliche Tests immer noch wesentliche Indikatoren der Leistungen der Schüler/innen.

### **3. Wie sehen die Schüler/innen den Physikunterricht mit Freiarbeit?**

#### 3.1 Ablauf der Datenerhebung

Zur Beantwortung der Frage, ob das Freiarbeitsmodell den Fähigkeiten der Schüler/innen gerecht wird, wurden Daten mit den Schüler/innen der Freiarbeitsklasse ermittelt.

Am 23. April 2001 führte Frau Mag. Helga Stadler Interviews mit Stefanie und Florian. Diese beiden Schüler/innen erbrachten in Physik durchschnittliche Leistungen, gaben mir aber öfters wichtige Anregungen zur Weiterentwicklung meines Unterrichtes.<sup>6</sup> Die nicht strukturierten Interviews wurden transkribiert und thematisch geclustert.

Am 2. Mai 2001 habe ich mit den Schüler/innen der Freiarbeitklasse das Testverfahren zur Ermittlung der Leistungen in Physik (TIMSS, Population 3, Fragenblock H) durchgeführt. Ein Überblick der richtigen Antworten findet sich im Anhang. Die Auswertung wurde von mir anhand der veröffentlichten Vergleichsdaten<sup>7</sup> vorgenommen. Die Frage H19 konnte ohne Anleitungen nicht ausgewertet werden und wurde deshalb weggelassen.

#### 3.2 Interviews mit einer Maturantin und einem Maturanten

Die Aussagen der Interviews mit Stefanie (St.) und Florian (F.) wurden nach folgenden Themen gegliedert:

?? Einstellungen zur Freiarbeit allgemein

?? Erarbeitung theoretischer Grundlagen in der Freiarbeit des Physikunterrichtes

---

<sup>6</sup> Rigger, 1999, S.11

<sup>7</sup> TIMSS- Homepage: <http://www.system-monitoring.at/timss3/timss-home.htm>

- ?? Schülerexperimente
- ?? Freie Themenwahl im „Physikprojekt“
- ?? Probleme des Freiarbeitsunterrichtes in Physik
- ?? Verbesserungsvorschläge für den Physikunterricht

### 3.2.1 Einstellungen zur Freiarbeit allgemein:

Die Freiarbeit an sich beurteilen die Schüler/innen positiv und begründen:

*I: Im Rückblick gesehen, Freiarbeit würdest du sie wiedermachen?*

*F: Gesamt gesehen auf jeden Fall. Ich habe sehr viel gute Erfahrung damit gemacht, sehr viele Möglichkeiten dadurch bekommen, die andere nicht bekommen haben.*

*St: Was wir durch die Freiarbeit gelernt haben?*

*I: Ja!*

*St: Zeiteinteilung und auch Gruppenarbeit mit Leuten zusammenarbeiten und sich selbst Wissen zu erlernen, also nicht nur alles erklärt bekommen, sondern auch selbst erarbeiten. ....In Gruppen ist es auch interessant und man kann sich auch helfen. Man kann sich helfen, wenn man nicht weiter weiß und fragen.*

Eine positive Einstellung zur Freiarbeit insgesamt habe ich mir eigentlich erwartet, da diese Unterrichtsform ständig mit den Schüler/innen zur Diskussion gestellt wurde. Kritischer sehen die Schüler/innen aber die Freiarbeit im Physikunterricht.

### 3.2.2 Erarbeitung theoretischer Grundlagen in der Freiarbeit des Physikunterrichtes

Beim selbstständigen Erarbeiten theoretischer Kapitel aus dem Schulbuch - hier verlangte ich meistens eine schriftliche Zusammenfassung im Arbeitsprotokoll, die häufig durch ein Rechenbeispiel zu ergänzen war - hatten meine Schüler/innen größere Probleme. Dies liegt nach Aussagen der Schüler/innen am hohen Abstraktionsniveau der Schulbücher, als auch daran, dass ihnen grundlegende Begriffe oft nicht präsent waren.

*F: ... zum Beispiel inhaltlich zusammenfassen und da merkt man sich aber nichts mehr. Da hat man es gemacht und weiß dann eigentlich nichts mehr davon. Die Rechensachen, die bleiben meistens eher hängen, weil man dort eben auch selber sitzt und denkt was passiert, wenn ich jetzt da was mache und was passiert, damit ich jetzt auf das Ergebnis komme...., während die inhaltlichen Sachen, da hat man das Buch, klingt wichtig, klingt wichtig, ..und dann schreibt man es heraus. Von dem her ist sicher sehr wenig hängen geblieben.*

*F: Ja, also es war durch das, dass wir nicht alles chronologisch durchgegangen sind. Es hat immer wieder Begriffsschwierigkeiten gegeben und dass man mit denen nicht richtig klarkommt oder so. Und ich muss sagen, also in Physik war die Freiarbeit zwar durchaus spannend und interessant, aber hatte auch ihre Nachteile.*

Diese Verständnisprobleme haben mich überrascht, da die Schüler/innen dieser Klasse einen großen Teil ihrer Unterrichtszeit in allen Fächern selbstständig mit Büchern lernten. Hier wirft sich die Frage auf, ob die notwendigen Hilfestellungen des Lehrers

beim selbstständigen Erarbeiten theoretischer Kapitel zu kurz gekommen sind. Meine Unterrichtszeit wurde nämlich sehr stark für die Betreuung der Schülerexperimente beansprucht.

### 3.2.3 Schülerexperimente

Im Gegensatz zum Erarbeiten theoretischer Grundlagen, werden Schülerexperimente im Freiarbeitsunterricht positiv bewertet:

*I: Was hast du positiv in Erinnerung?*

*St: Ja, die Freiarbeit schon, wenn man die Versuche gemacht hat. Also wir haben immer sehr viel Versuche gemacht in der Freiarbeit. So selbst irgendwas aufbauen und so mit Schallwellen und das war sehr interessant. Und so was hat auch Spaß gemacht.*

*F: .... Was sicher immer interessant ist und ich denke auch vom Lernen her gut ist, sind die Experimente, ... wobei das der Lehrer immer gut gemacht hat. Sehr viel selber experimentieren hat lassen, so, dass man es sich anschauen konnte, was passiert, wenn ich jetzt das mache, also über die Grenzen hinausgehe. Also nicht nur so: zuerst wird das getan, dann das und dann das, sondern man hatte auch den Spielraum etwas zu Probieren und zu schauen was passiert, wenn ich jetzt einmal mehr aufdrehe, mehr Strom und so weiter und so fort. War, denke ich, ganz spannend. Und von dem Effekt her eine meiner Meinung nach besten Möglichkeiten.*

Meine Unterrichtsbeobachtung des gesteigerten Interesses der Schüler/innen beim selbstständigen Experimentieren werden durch diese Aussagen bestätigt. Es erhebt sich aber hier die Frage, wie weit sich dieses Interesse auch auf den theoretischen Hintergrund der Experimente erweitern lässt.

### 3.2.4 Freie Themenwahl im „Physikprojekt“

Einen weiteren positiven Aspekt der Freiarbeit im Physikunterricht sehen beide interviewten Schüler im selbstständigen Erarbeiten frei gewählter Themen, die als Einzelarbeit auf dem Arbeitsplan unter „Mein Physikprojekt“ aufscheinen.

*I: Hast du die Gelegenheit gehabt im Physikunterricht kreativ zu sein?*

*St: Doch, wenn wir so Zeug selbst erarbeiten, dann haben wir auch.. also mit Kreativität hat das was zu tun. Und dann haben wir .. .. ein Physikprojekt erarbeitet und da kann man auch das machen, also kann man selbst das Thema wählen und selbst Forschungen anstellen oder einfach das, was einen interessiert und ..*

*I: Und was hast du da gewählt?*

*St: Also einmal habe ich den Urknall gewählt, und einmal so mit Sonne, mit Kernfusion*

*I: Das war für dich verständlich?*

*St: Ja, also durch das, dass ich es selbst gewählt habe, hat es mich auch interessiert und durch das habe ich es auch leichter verstanden.*

Auch diese positiven Aussagen haben mich überrascht, da sich die Schüler/innen bei Einzelgesprächen über diese Physikprojekte oft über den großen Arbeitsaufwand beklagt haben.

### 3.2.5 Probleme des Freiarbeitsunterrichtes in Physik

Die Vollständigkeit der abgegebenen Arbeitsprotokolle war ein wesentliches Kriterium für die Beurteilung der Leistungen während der Freiarbeitsstunden. Diese Vorgangsweise führte allerdings zum Missbrauch.

F: Insofern, dass sehr viel nur abgeschrieben wurde, dass viel oft nicht verstanden wurde, aber einfach abgegeben wurde. So, jetzt ist das erledigt und fertig. Aber beim nächsten Plan sind Schwierigkeiten aufgetreten, weil man das Grundwissen, das man sich vorher aneignen hätte sollen, nicht da war....

Insbesondere trifft das auf Schüler/innen zu, die am Fach selbst weniger interessiert waren und deren Leistungen eher mäßig waren.

F: Für die gibt es leichte Möglichkeiten ..., dass man einfach im Prinzip die ganze Freiarbeitsphase nicht nützt und dann am Nachmittag vor dem Abgabetermin sich hinsitzt, sich von irgendwem das Heft ausleiht und einfach alles abschreibt oder Teile abschreibt. Der muss halt dann einmal am Nachmittag lernen auch für den Test und das eigentlich tragisch-komische an dem Ganzen ist, dass das eigentlich die Gescheiterten sind, insofern, dass auch die Leute, die den Plan selber gemacht haben müssen sich gleich lang hinsetzen und das Zeug nochmals lernen.

Die Reaktion meinerseits war, dass ich nach meiner Kontrolle und Beurteilung der Arbeitsprotokolle eine zusätzliche schriftliche Überprüfung der Leistungen machte.

St: In der sechsten Klasse haben wir damit angefangen nach jedem Wochenplan einen kleinen Test zu machen, weil er, also der Professor gewusst hatte, man kann ja den ganzen Wochenplan abschreiben und er wollte überprüfen, ob man das Zeug selbst gemacht hat und verstanden hat und davor war eigentlich der Notendurchschnitt schon viel besser als nach den Überprüfungen.

Die Freiarbeit der Schüler/innen bedarf einer ständigen Kontrolle. Ob diese in Form einer schriftlichen Überprüfung nach Abschluss eines Arbeitsplanes zielführend ist, bezweifle ich heute eher. Sinnvoller erscheint mir eine Kontrolle während des Unterrichtes selbst durch Beobachtung der Arbeitsweise und durch Hilfestellungen beim Erarbeiten der Pläne. Offen bleibt die Frage, wie dies in die Leistungsbeurteilung der Schüler/innen einfließen kann.

### 3.2.6 Verbesserungsvorschläge für den Physikunterricht

I: *Was würdest du denn ändern an diesem Unterricht? Was würdest du gleich bleiben lassen? Was würdest du verstärken? Was würdest du abschwächen?*

St: *Also dass wir die Freiarbeit beibehalten, aber nicht nur Freiarbeit, sondern unbedingt auch Frontalunterricht und dass man nach jedem Wochenplan oder vor jedem Wochenplan die einzelnen Gebiete mit dem Herrn Professor noch*

*bespricht, Ergänzungen macht, dass das was unverständlich war noch mit ihm bearbeitet werden kann .....*

*I: Zur Physik, was sollte sich verändern?*

*F: Ich denke, was man bei uns machen hätte können, wäre zuerst im gemeinsamen Unterricht den Stoff erarbeiten und einfach in einer Übungsphase oder in einer nur leicht weiterführenden Arbeitsweise dann den Stoff vertiefen oder einbinden, so dass man ihn besser beherrscht*

### Zusammenfassung der Interviews:

Die vorliegenden Aussagen der beiden Schüler/innen weisen darauf hin, dass in den Freiarbeitsphasen das gemeinsame Lernen mit Experimenten von den Schüler/innen geschätzt wird, dass aber das Erarbeiten komplexerer Theorien nur in Kombination mit einem lehrerzentrierten Unterricht und mit entsprechend konsequenter Vor- und Nachbereitung der Freiarbeitsphasen möglich ist.

### 3.3 Leistungserhebung nach TIMSS

Die Tabelle zeigt einen Vergleich der Prozentsätze der richtigen Antworten zum Fragenblock H des TIMSS –Tests, Population 3 zwischen den österreichischen AHS im Jahre 1995 und der Freiarbeitsklasse.

<u>Frage:</u>	<u>Problemgebiet:</u>	<u>AHS-Österreich</u>	<u>Freiarbeitsklasse:</u>
H01	Potentielle Energie	30,00%	41,00%
H02	Verdunstung von Flüssigkeiten	44,00%	27,00%
H03	Photoeffekt	31,00%	45,00%
H04	Zugkraft in einem Faden	28,00%	32,00%
H05	Länge einer vorbeifahrenden Raumfähre	37,00%	41,00%
H06	Induzierte Spannung	27,00%	32,00%
H07	Druck-Temperatur-Diagramm	18,00%	14,00%
H08	Weg des Elektrons im el. Feld	15,00%	27,00%
H09	Geschwindigkeit des Lichtes in verschiedenen Blöcken	14,00%	9,00%
H10	Kraftwirkung geladener Kugeln	17,00%	18,00%
H11	Trampolin- Beschleunigung	21,00%	32,00%
H12	Bewegungsrichtung von Punkten einer Welle	5,00%	5,00%
H13	Beschleunigung eines Klotzes	21,00%	23,00%
H14	Welcher Teil des zugefrorenen Sees bleibt am wärmsten?	39,00%	73,00%
H15	De-Broglie-Wellenlänge des Elektrons	10,00%	32,00%
H16	Geschwindigkeit des Elektrons in Abhängigkeit von B und E	5,00%	0,00%
H17	Größe des Widerstandes einer Lampe	1,00%	9,00%
H18	Ist ein Fernsehapparat ein Teilchenbeschleuniger?	33,00%	32,00%
	Schnitt:	22,00%	27,33%

Nur in fünf von achtzehn Fragen haben die Schüler/innen der Freiarbeitsklasse einen geringeren Prozentsatz richtiger Antworten. Der österreichische Durchschnitt von nur 22% richtiger Antworten wird von der Freiarbeitsklasse um mehr als 5% übertroffen.

Die Streuung der Prozentsätze der richtigen Antworten ist zwischen den einzelnen Schüler/innen mit fast 17%<sup>8</sup> sehr groß.

<sup>8</sup> vgl. Anhang

### Interpretation des Leistungsvergleiches:

Da von TIMSS keine Streudaten vorliegen, wird eine Interpretation dieser Resultate erschwert. Ich habe mir aber nicht erwartet, dass der Durchschnitt der richtigen Antworten in dieser eher leistungsschwachen Klasse doch deutlich höher liegt, als jener der TIMSS-Studie. Bei den Berechnungen H15 und H17 sind die Resultate der Schüler/innen der Freiarbeitsklasse wesentlich besser als jene der TIMSS-Studie. Dies könnte als Indiz interpretiert werden, dass in dieser Klasse die Lösungskompetenz eher gefördert wird.

## **4. Wie lässt sich das Freiarbeitsmodell auf eine Regelklasse übertragen?**

### 4.1 Entwicklung und Rahmenbedingungen

Seit dem Schuljahr 1993/94 fanden sich am BG Dornbirn sechs Lehrerteams die jeweils eine Freiarbeitsklasse führten. Heuer wurden in diesem Modell jeweils eine achte, siebte, sechste, vierte und dritte Klasse geführt und etwa ein Drittel des hundertköpfigen Lehrkörpers hat Erfahrungen mit Freiarbeitsunterricht. Positive, aber auch negative Erfahrungen mit der Freiarbeit führten zu Überlegungen, ob Teilaspekte des Modells auch auf Regelklassen übertragbar sind.

Im Schuljahr 2000/01 wurde mir eine siebte Klasse des neusprachlichen Gymnasiums für den Physikunterricht zugeteilt, die ich vorher noch nicht kannte. Zu Beginn des Schuljahres empfand ich es als eine Herausforderung, die von mir entwickelten Arbeitsaufträge in einer Regelklasse zu verwenden. Meine Überzeugung von der Notwendigkeit selbsttätigen Lernens im Unterricht wurde durch den inhaltlichen Schwerpunkt praxisnaher Forschung im Projekt IMST<sup>2</sup> gestärkt und führte zu dieser Evaluation meines Physikunterrichtes.

In der siebten Klasse haben die Schüler/innen am neusprachlichen Gymnasium drei Wochenstunden Physikunterricht. In zwei dieser Stunden stand mir der Physiksaal zur Verfügung, in der andere Stunde unterrichtete ich in der Stammklasse, die in einem Nebengebäude der Schule untergebracht ist. So war es möglich, etwa zwei Drittel der gesamten Unterrichtszeit den Schüler/innen zum selbstständigen Lernen zur Verfügung zu stellen. Insgesamt erhielten die Schüler/innen fünf Arbeitspläne, der vierte davon ist oben vorgestellt. Während der Freiarbeitsstunden hatten sie auch ein kleines Physikprojekt zu entwickeln.

Die dritte Stunde in der Stammklasse verwendete ich, um theoretisch anspruchsvollere Kapitel - wie etwa die Theorie elektrischer und magnetischer Felder- in Form eines „fragend - entwickelnden“ Unterrichtes zu erarbeiten.

In der Klasse sind sieben Mädchen und zehn Buben. Eine frühe Eintragung in mein Forschungstagebuch zeigt die Ausgangslage:

„Hier herrscht eine recht krasse Zweiteilung zwischen physikalisch Interessierten und einer Hälfte, die sich selbst nur recht wenig zutraut. In dieser Hälfte sind alle Mädchen. Faszinierend ist aber die Aufmerksamkeit aller Schüler/innen während der Frontalunterrichtsstunde“

Diese Kluft zwischen Interessierten und weniger Interessierten wurde durch vier besonders begabte Schüler verstärkt, die einen technischen Beruf anvisieren,

beziehungsweise Physik studieren wollen. Einer davon war Teilnehmer am Bundeswettbewerb der Physikolympiade.

#### 4.2 Methodenänderungen gegenüber der Freiarbeitsklasse

In diesem Schuljahr habe ich versucht, die Freiarbeit besser mit dem lehrerzentrierten Unterricht in der Klasse zu koordinieren. Theoretisch anspruchsvollere Kapitel wurden für die Freiarbeit so vorbereitet, dass grundlegende Begriffe geklärt wurden.

Im Frontalunterricht habe ich aber auch Rückmeldungen der Schüler/innen zu den einzelnen Arbeitsaufträgen konsequenter aufgearbeitet. Sehr nützlich dafür waren weiterführende Fragen. Diese sollten sich die Schüler/innen zu jedem Arbeitsauftrag überlegen und im Protokoll festhalten. Bei der Erarbeitung dieser Fragen im Frontalunterricht zeigten die Schüler/innen eine gesteigerte Aufmerksamkeit, da sie sich in einen Dialog eingebunden fühlten der ihre Verständnisprobleme aufgriff.

#### 4.3 Fragestellungen und Datenerhebung zur Freiarbeit

Bei der Übertragung der Freiarbeit auf eine Regelklasse interessierte mich die Beantwortung folgender Fragen:

- ?? Wie akzeptieren die Schüler/innen die Freiarbeit im Physikunterricht?
- ?? Führt Freiarbeit zu größeren Verständnisproblemen?
- ?? Kann Freiarbeit die positive Selbsteinschätzung fördern?

Als Daten dienen:

1. schriftliche Kommentare der Schüler/innen zu den einzelnen Arbeitsplänen
2. zwei Schülerinterviews, die Helga Stadler am 23. April mit Hannah und Andreas führte
3. ein Fragebogen<sup>9</sup>, der am 19. Juni von den Schüler/innen ausgefüllt wurde

#### 4.3 Schülererfahrungen mit der neuen Unterrichtsform

Die Auswahl der Daten aus den Rückmeldungen der Schüler/innen in Interviews und Fragebögen richtet sich auf:

- ?? die Akzeptanz der Freiarbeit
- ?? Verständnisprobleme
- ?? Förderung der positiven Selbsteinschätzung

---

<sup>9</sup> vgl. Anhang

### 4.3.1 Akzeptanz der Freiarbeit

Der Übergang vom Frontalunterricht zum Unterricht mit Freiarbeit wurde von den meisten Schüler/innen begrüßt.

Die Beantwortung folgender Fragen war im Rahmen eines Bereiches von 1(*ja*) bis 5(*nein*) möglich. Die Zahlen zeigen die Mittelwerte von allen Schüler/innen (A) sowie jenen der Mädchen (M) und der Buben (B):

*Wie gefällt dir das selbsttätige Arbeiten?* (A: 1,9 M: 1,7 B: 2,1)

*Hast du Frontalunterricht lieber?* (A: 3,3 M: 3,5 B:3,2)

*Fühlst du dich durch die Freiarbeit überfordert?* (A: 4,1 M: 4,5 B: 4,0)

Während die Frage nach der Vorliebe für den Frontalunterricht eher indifferent beantwortet wurde, sind die Rückmeldungen zu beiden anderen Fragen eindeutig. Auffallend ist, dass Mädchen das selbstständige Arbeiten eher bevorzugen als Buben, und dass sie sich durch die Freiarbeit weniger überfordert fühlen.

Deutlich sind auch die Rückmeldungen in Interviews und Kommentaren:

Interview:

*I: Gut, wie geht's dir mit dieser neuen Arbeitsform?*

*H: Ja, also ich finde es gut. Vor allem, dass man selber die Versuche machen kann, das hilft extrem zum alles verstehen und es ist natürlich schon so, dass man ab und zu nicht genug Konzentration hat, was natürlich auch so ist, wenn man im Frontalunterricht bei einem Lehrer sitzt. Aber ab und zu gibt es Stunden, da (lacht) ist man nicht so konzentriert und dann erfüllt man auch nicht wirklich das, was man in der Stunde machen soll.*

Kommentar zum Arbeitsplan:

Fabienne: Überhaupt die Arbeitsweise mit den Plänen gefällt mir sehr gut, da man selber Sachen erarbeiten muss und der Lehrer nicht an der Tafel steht, alle Grundsätze für selbstverständlich hält und versucht mit seinem Wissen und in „seiner Sprache“, die für mich oft total unverständlich ist, uns den Stoff zu erklären.

Andreas: Eine gute Alternative zum üblichen Unterricht. Es macht mir mehr Freude die Themen eigenständig zu erarbeiten.

Das Ermöglichen von Freiräumen wird von den Schüler/innen begrüßt. Es wird ihnen aber auch klar, dass man den vorgegebenen Freiraum auch missbrauchen kann.

### 4.3.2 Verständnisprobleme

Über die Kommentare erhielt ich auch Rückmeldungen zum Verständnis des Lehrstoffes bei den einzelnen Arbeitsaufträgen. Diese Rückmeldungen machen deutlich, dass gerade in diesem Punkt die Schüler/innen die Einführung der Freiarbeit begrüßten, unabhängig davon, ob sie zu den besseren bzw. schwächeren Schüler/innen zählen.

*Tina: Das Arbeiten mit Arbeitsblättern bringt mir mehr als Frontalunterricht, weil man das Verstehen selbst erarbeiten muss.*

*Hannah: Wenn man die Themen selber bearbeiten muss, stellt man automatisch mehr Fragen (an Professor oder aber auch Schüler), wodurch die Wahrscheinlichkeit, dass man die Sache wirklich versteht, größer ist.*

*Fabienne: Das englische Kapitel war für mich am leichtesten verständlich, da ich mir darunter wirklich was vorstellen kann. Wie z.B. eine Alltagssituation: wer hat noch nie beispielsweise einen Apfel oder einen Kaugummi,...aus dem Auto geworfen, ich denke das hat jeder schon mal gemacht. Oder auch wie ein Stein von einem Felsen in die Tiefe fällt, wer hat das noch nie gesehen? Schon als Kind, macht man sich darüber Gedanken wie und wohin der Stein/Apfel fällt...(hab ich mich jedenfalls, als ich klein war, gefragt...)*

*Stefan: Habe alles gut verstanden, keine Verständnisschwierigkeiten!*

Der letzte Kommentar stammt von einem sehr guten Schüler. Natürlich ist es nicht allen so gegangen. Verständnisschwierigkeiten werden von den Schüler/innen klar formuliert. Dies eröffnet die Möglichkeit mit einer entsprechenden Nachbereitung darauf einzugehen.

*Fabienne: Am schwersten verständlich war für mich „Magnetfeld von Strömen“, ich denke, weil das ein Thema ist, was mich am wenigsten interessiert hat. Wahrscheinlich hat auch dieses Kapitel seine Wichtigkeit und einen Bezug zum alltäglichen Leben, jedoch sehe ich für mich persönlich keinen Sinn/Zweck darin.....*

*Miriam: Am schwierigsten ist für mich mit den Schaltungen für elektrische Widerstände umzugehen. Da hab ich überhaupt keinen Durchblick, weil ich mir das auch nicht vorstellen kann, um es realisieren zu können.*

#### 4.3.3 Förderung der positiven Selbsteinschätzung

Meine Vermutung, dass Freiarbeit eine positive Selbsteinschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit fördert, konnte durch die schriftliche Befragung nicht bestätigt werden. Die Antworten auf der Skala ja(1) bis nein(5) sind indifferent. Sie zeigen aber die Tendenz, dass die Freiarbeit eher bei Mädchen zu einer Förderung der positiven Selbsteinschätzung führt.

*Hat sich durch die Freiarbeit dein Bild der Physik zum Positiven geändert?*

(A: 3,1 M: 2,5 B: 3,5)

*Verbessert das Experimentieren die Selbsteinschätzung deiner Fähigkeiten?*

(A: 3,5 M: 3,1 B: 3,7)

*Hat Freiarbeit die Einschätzung deiner Fähigkeiten verbessert?*

(A: 3,5 M: 3,1 B: 3,8)

Hier bleibt für mich die Frage offen, ob die Selbsteinschätzung der eigenen Fähigkeiten durch eine Änderung der Unterrichtsmethode überhaupt beeinflusst werden kann.

## 5. Zusammenfassung

Der erste Teil meiner Untersuchungen legt den Schluss nahe, dass Freiarbeit im Physikunterricht den Fähigkeiten der Schüler/innen nur unter bestimmten Bedingungen gerecht wird. Die vorliegenden Daten zeigen, dass dazu insbesondere eine klare Koordination von Freiarbeitsphasen und lehrerzentrierten Unterrichtsphasen zählt. Problematisch bleiben die Kontrolle der Freiarbeit, die begrenzten Möglichkeiten für Hilfestellungen durch den Lehrer in den Freiarbeitsstunden und die Beurteilung der Freiarbeit.

Die Übertragung des Freiarbeitsmodells in eine Regelklasse erscheint mir anhand der vorliegenden Rückmeldungen gelungen. Die Schüler/innen empfinden die Phasen der Freiarbeit als Abwechslung und fühlen sich dadurch nicht überfordert. Zu einer Verbesserung der Selbsteinschätzung der eigenen Fähigkeiten führte aber die Freiarbeit nicht.

## 6. Ausblick

*Nach zwanzig Unterrichtsjahren hat die Einbindung von Freiarbeit meinen Physikunterricht komplett verändert. Seit dieser Methodenänderung verfolge ich das Unterrichtsgeschehen und das Lernen meiner Schüler/innen viel genauer.*

*Die vorliegende Untersuchung zeigt einige Aspekte dieses Unterrichtes. Offen bleiben aber einige wichtige Fragen:*

- ?? Führt selbständiges Arbeiten zu einem verständnisorientierten Lernen?*
- ?? Wie kann die positive Selbsteinschätzung durch selbsttätiges Lernen gefördert werden?*
- ?? Wie beurteilt man Schülerleistungen, die in der Freiarbeit erbracht werden?*
- ?? Wie findet die Freiarbeit breitere Anerkennung und Nachahmung?*

*Vielleicht gelingt mir im Rahmen von IMST noch die Beantwortung einiger dieser Fragen.*

## Literatur

Eder, Ferdinand: Offenes Lernen am BG Dornbirn, Evaluationsbericht, Institut für Pädagogik und Psychologie der Universität Linz, Jänner 1999

Fischer, Peter: Freiarbeitsphasen-ein Modellversuch in einer ersten Klasse Gymnasium. In

Krainer, Posch: Lehrerfortbildung zwischen Prozessen und Produkten, Verlag Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn 1996

Platzgummer, Franz: Evaluation des Schulentwicklungsprojektes „Offenes Lernen“ am BRG Dornbirn, Institut für Erziehungswissenschaften, Universität Innsbruck 1998.

Rigger, Walter: Freiarbeit im Physikunterricht der Oberstufe, Können unterschiedliche Stoffgebiete der Physik gleichzeitig unterrichtet werden?, PFL-Naturwissenschaften, Nr.51, IFF, Klagenfurt 1999

TIMMS Homepage: <http://www.system-monitoring.at/timss3/timss-home.htm>  
Stand: April 2001

# Anhang

## Auswertung der TIMSS-Fragen H1 bis H18

Nr.:	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	MW	Note:
1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	27,8%	2
2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	16,7%	3
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5,6%	3
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	27,8%	3
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	16,7%	3
6	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	33,3%	3
7	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	27,8%	3
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,6%	3
9	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	16,7%	2
10	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	11,1%	3
11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,6%	2
12	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,1%	4
13	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	33,3%	3
14	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	38,9%	4
15	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1	44,4%	1
16	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	44,4%	2
17	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	22,2%	4
18	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	33,3%	4
19	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	77,8%	1
20	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	33,3%	3
21	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	33,3%	3
22	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	33,3%	4
MW	41%	27%	45%	32%	41%	32%	14%	27%	9%	18%	32%	5%	23%	73%	32%	0%	9%	32%	27,3%	
	Standardabweichung: 16,6%																			

Fragebogen vom 19. Juni:

**Beantworte diese Fragen bitte mit Noten: 1 (ja bzw. gut) 5 (nein bzw. schlecht) Geschl.:**

*Wie gefällt dir das selbsttätige Arbeiten?*

*Hast du Frontalunterricht lieber?*

*Hast du im Physiksaal überhaupt die Möglichkeit dich auf deine Arbeit zu konzentrieren?*

*Fühlst du dich durch die Freiarbeit überfordert?*

*Wie kommst du mit den Arbeitsmaterialien zurecht?*

*Hat sich durch die Freiarbeit dein Bild der Physik zum Positiven geändert?*

*Wie kommst du mit den Versuchen zurecht?*

*Verbessert das Experimentieren die Selbsteinschätzung deiner Fähigkeiten?*

*Machen Versuche Spaß?*

*Helfen dir die Versuche beim Verstehen physikalischer Gesetze?*

*Fühlst du dich während des Arbeitens vom Lehrer betreut?*

*Nimmt der Lehrer Anregungen von Schüler/innen ernst?*

*Kümmert sich der Lehrer auch um leistungsschwächere Schüler/innen ?*

*Hat Freiarbeit die Einschätzung deiner Fähigkeiten verbessert?*

***Beschreibe kurz: Was hast du mit dem Physikprojekt gelernt?***