



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

**S6 „Anwendungsorientierung und Berufsbildung“**

---

# **EFFIZIENZ UND ENERGIE-EINSPAR- POTENZIAL BEI ELEKTRISCHEN HAUSHALTSGERÄTEN**

**ID 1410**

**OStR. Mag. Theodor Duenbostl**

[Theodor.Duenbostl@univie.ac.at](mailto:Theodor.Duenbostl@univie.ac.at)

**GRG10 Ettenreichgasse 41-43**

**1100 Wien**

Wien, Juni 2009

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>5</b>
1.1 Ausgangssituation.....	5
1.2 Rahmenbedingungen.....	5
<b>2 ZIELE/AUFGABENSTELLUNG</b> .....	<b>6</b>
2.1 Alltagsbezug .....	6
2.2 Projektziele .....	6
2.3 Gender-Aspekt.....	6
<b>3 DURCHFÜHRUNG/METHODEN</b> .....	<b>7</b>
3.1 Zeitplan .....	7
3.2 Unterrichtsmethoden.....	7
3.2.1 Messungen in der Schule.....	7
3.2.2 Messungen zu Hause .....	8
3.2.3 Auswertung von Messergebnissen .....	8
3.2.4 Arbeit auf der Lernplattform .....	8
3.2.5 Arbeiten außerhalb der Schule .....	9
3.3 Evaluationsmethoden .....	9
3.3.1 Fragebögen.....	9
3.3.2 Arbeiten der Schüler/innen.....	9
3.3.3 Unterrichtsbeobachtung .....	9
<b>4 ERGEBNISSE UND EVALUATION</b> .....	<b>10</b>
4.1 Messungen .....	10
4.1.1 Bestimmung des Energiebedarfs eines Eierkochers.....	10
4.1.2 Vergleich Eierkocher und Kochen im Wasserbad .....	10
4.1.3 Wirkungsgrad beim Erwärmen von Wasser .....	11
4.1.4 Heißer Tee - Abkühlkurve .....	12
4.1.5 Messung des Energieverbrauchs.....	13
4.2 Recherche.....	14
4.2.1 Energiekostenabschätzung für den Haushalt.....	14
4.2.2 Effizienz von elektrischen Haushaltsgeräten.....	15

4.3	Evaluation durch Fragebögen .....	16
4.3.1	Fragen zum Physikunterricht .....	16
4.3.2	Fragen zum Projekt.....	18
4.4	Arbeiten der Schüler/innen.....	19
<b>5</b>	<b>DISKUSSION/INTERPRETATION/AUSBLICK.....</b>	<b>20</b>
5.1	Eigene Einschätzung des Projektverlaufs .....	20
5.2	Beurteilung der Ergebnisse der Fragebögen .....	20
5.3	Erreichung der Ziele.....	21
5.4	Ausblick.....	21
<b>6</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>22</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>23</b>
7.1	Fragebögen.....	23
7.1.1	Fragebogen zu Projektbeginn .....	23
7.1.2	Fragebogen am Ende des Projekts.....	23
7.2	Weitere Ergebnisse.....	24
7.3	Zusatzinformationen .....	26
7.3.1	Modellversuch zum Eierkocher .....	26
7.3.2	Das perfekte Frühstücksei .....	26
7.4	Fotos .....	27
7.4.1	Eier kochen .....	27
7.4.2	Wirkungsgrad von Haushaltsgeräten .....	27
7.4.3	Punsch (Thema „Abkühlung“) .....	28
7.4.4	Auswertung von Messdaten.....	29
7.4.5	Energiemessgerät.....	30

## ABSTRACT

*In dem Projekt wurden einerseits die Wirkungsgrade elektrischer Haushaltsgeräte untersucht und die Kosten für ihren Betrieb berechnet, andererseits wurden Informationen bezüglich der Energieeffizienz von Haushaltsgeräten wie Kühlschränken und Waschmaschinen zusammengetragen.*

*Das Projekt sollte eine Querverbindung zwischen Physikunterricht und Alltag herstellen. Dadurch sollte die Motivation der Schüler/innen für den Physikunterricht erhöht werden, was teilweise gelungen ist. Durch die ständige Beschäftigung mit Energie und Energiekosten wurde das Energiebewusstsein der Schüler/innen gestärkt, da sie erkannten, dass Energiekosten im täglichen Leben nicht vernachlässigbar sind.*

*Bei mehreren Schüler/innen konnte durch diese intensive Beschäftigung mit Dingen des Alltags die Bedeutung des Physikunterrichts gesteigert werden.*

Schulstufe: 10. Schulstufe, 6. Klasse Realgymnasium

Fächer: Physik

Kontaktperson: OStR. Mag. Theodor Duenbostl

Kontaktadresse: **GRG10 Ettenreichgasse 41-43, 1100 Wien**

E-Mailadresse [Theodor.Duenbostl@univie.ac.at](mailto:Theodor.Duenbostl@univie.ac.at)

# **1 EINLEITUNG**

## **1.1 Ausgangssituation**

Die für das Projekt vorgesehene 6. Klasse Realgymnasium hat im Schuljahr 2007/08 Teile meiner vergangenen IMST-Projekte „Physik des Sports“ und „Physik des Praters“ im Unterricht kennen gelernt. Die Begeisterung der Schüler/innen für diese Unterrichtssequenzen war im Vergleich zu den herkömmlich gestalteten Unterrichtsstunden sehr groß. Die Schüler/innen sind sehr neugierig darauf, wie so ein Projekt bei der erstmaligen Durchführung abläuft.

## **1.2 Rahmenbedingungen**

Die Projektklasse umfasst nur 15 Schüler/innen, und zwar 10 Burschen und 5 Mädchen. Das trägt zu einem angenehmen Arbeitsklima bei. Bei der Durchführung von Experimenten kommt man mit wenigen Arbeitsgruppen aus.

Jede Schülerin/jeder Schüler hat sich ein Netbook gekauft und verwendet dieses in den meisten Unterrichtsfächern. Im Schulhaus gibt es mehrere WLAN-Stationen, sodass die Schüler/innen Zugang zum Internet und auch zum Unterrichtsnetz haben.

Die Schüler/innen haben Erfahrung im Umgang mit der Lernplattform „moodle“, über die ein Datenaustausch stattfinden soll.

## 2 ZIELE/AUFGABENSTELLUNG

### 2.1 Alltagsbezug

Durch das Projekt soll die Verbindung zwischen Alltag und Schule hergestellt werden. Theoretisches Wissen aus dem Physikunterricht soll in der Praxis eingesetzt werden.

Es soll ein Transfer von Messungen im Schulunterricht zu Messungen in der eigenen Wohnung erfolgen.

Die Einbeziehung von Erfahrungen aus dem Alltagsleben soll einen Beitrag zur Vorbereitung der Schüler/innen auf ihr späteres eigenständiges Leben bieten. Dazu zählt auch die Abschätzung der Kosten für die elektrische Energie in einem Haushalt.

Die Schüler/innen sollen sich in Kaufhäusern beraten lassen und im Internet recherchieren, welche neuen Haushaltsgeräte für ihre Familie sinnvoll wären und wie es mit der Energieeffizienz dieser Geräte bestellt ist.

### 2.2 Projektziele

Durch die Themenstellung sollte die **Motivation** der Schüler/innen für physikalische Betrachtungen noch weiter intensiviert werden. Die Schüler/innen sollten ermutigt werden, Dinge des täglichen Lebens physikalisch zu hinterfragen und zu analysieren. Physikalisches Grundwissen sollte nachhaltiger erworben werden, indem praxisbezogene Aufgaben gelöst werden.

Das **Energiebewusstsein** bei der Verwendung von elektrischen Haushaltsgeräten sollte mit diesem Projekt gefördert werden.

Die Schüler/innen sollten angehalten werden über die **Effizienz elektrischer Haushaltsgeräte** zu reflektieren und die Ergebnisse auch ihren Eltern mitzuteilen.

### 2.3 Gender-Aspekt

Die Befassung mit Dingen des alltäglichen Lebens sollte Mädchen und Burschen gleichermaßen interessieren. Die Arbeit am Projekt wird bewusst dahingehend beobachtet. Die Fragebögen zur Evaluation werden nach Mädchen und Burschen getrennt ausgewertet.

## 3 DURCHFÜHRUNG/METHODEN

### 3.1 Zeitplan

8. September 2008	2. Wo	1. Fragebogen („Vorher“)
15. September 2008	3. Wo	Vorstellen des Projekts, Auswahl der Geräte
13. Oktober 2008	7. Wo	Erklärung und Ausgabe der Energiemessgeräte
20. bis 28. Oktober 2008	8. Wo	Messung der Energieeffizienz diverser Elektrogeräte im Unterricht
3. bis 5. November 2008	10. Wo	Theorie des Eierkochers und Spiegeleikochen
24. November 2008	13. Wo	Abgabe der Protokolle über Energieeffizienz
1. Dezember 2008	14. Wo	Besuch des KURIER im Unterricht
21. Jänner 2009	21. Wo	Abgabe der Energiemessprotokolle
17. bis 18. Februar 2009	25. Wo	Arbeiten mit e-Control im Unterricht
12. März 2009	28. Wo	Abgabe der e-Control-Protokolle
20. April 2009	34. Wo	Aufgabenstellung für Energiefolder
3. Juni 2009	40. Wo	Abgabe der Energiefolder
8. Juni 2009	41. Wo	2. Fragebogen („Nachher“)

### 3.2 Unterrichtsmethoden

#### 3.2.1 Messungen in der Schule

##### **Energiebedarf eines Eierkochers**

Mit einem Messgerät für elektrische Energie, das man vor den Eierkocher schaltet, wird die benötigte elektrische Energie bestimmt.

##### **Vergleich Eierkocher und Kochen im Wasserbad**

Jeweils 2 Gruppen verwenden den Eierkocher, die anderen beiden kochen die Eier im Wasserbad. Die zugeführte elektrische Energie wird mit Hilfe eines Energiemessgerätes (im Elektrofachhandel kostengünstig erhältlich) bestimmt. Für die jeweils benötigte Energie werden die Kosten (nach den gültigen Stromtarifen) abgeschätzt.

## **Effizienz von Haushaltsgeräten beim Erwärmen von Wasser**

Zur Verfügung stehen:

- Tauchsieder
- Elektrischer Wasserkocher
- Gusseisen-Kochplatte
- Ceranfeld
- Induktionsplatte
- Backofen
- Mikrowellenherd

Eine vorgegebene Wassermenge wird zum Sieden gebracht und dabei die Aufnahme von elektrischer Energie mit Hilfe des Energiemessgerätes bestimmt. Die benötigte Energie wird außerdem berechnet. Der Vergleich mit der zugeführten Energie liefert den Wirkungsgrad des betreffenden Gerätes.

### **Heißer Tee - Abkühlkurve**

Heißer Tee soll möglichst rasch abgekühlt werden. Die Schüler/innen erhalten 2 gleichartige Gefäße mit heißem Tee und eine bestimmte Menge kalten Orangensaft. Mit Hilfe zweier Temperaturfühler, einem Messinterface (Lit. 6) und dem eigenen Netbook werden die beiden Abkühlkurven aufgezeichnet.

In ein Gefäß wird der kalte Orangensaft gleich zugefügt, im anderen erst nach einigen Minuten. Die aufgezeichneten Kurven werden interpretiert und gespeichert.

### **3.2.2 Messungen zu Hause**

Die Schüler/innen sollen das Energiemessgerät zu Hause vor unterschiedliche Elektrogeräte anstecken und so deren Energieverbrauch messen. Aus dem abgelesenen Energieverbrauch und der geschätzten Jahresbetriebsdauer sollen die Jahresstromkosten abgeschätzt werden.

Ein wichtiges Ziel dabei ist, einzusehen, wie viel elektrische Energie für Geräte im Stand-by-Betrieb benötigt wird.

### **3.2.3 Auswertung von Messergebnissen**

Die Auswertungen der Messergebnisse werden in der Schule mit Hilfe einer Tabellenkalkulation vorgenommen. Da die Schüler/innen ein Netbook besitzen, ist kein Ausweichen in einen Computerraum dafür nötig. Die Auswertung kann unmittelbar nach Durchführung der Messungen erfolgen.

### **3.2.4 Arbeit auf der Lernplattform**

Die Versuchsergebnisse der einzelnen Arbeitsgruppen werden auf der Lernplattform „moodle“ allen Schüler/innen der Klasse zur Verfügung gestellt.

Auch die Ergebnisse der Messungen zu Hause werden auf der Lernplattform abgegeben. Für die gewünschte Zusammenstellung der Daten und Berechnungen liegt auf der Lernplattform ein Musterbeispiel vor.



### **3.2.5 Arbeiten außerhalb der Schule**

#### **Energiekostenabschätzung für den Haushalt der Schüler/innen**

Mit Hilfe des Programms „e-Control“, das im Internet zur Verfügung steht, sollen die Schüler/innen die Kosten in dem Haushalt, in dem sie leben, abschätzen. Das Protokoll davon kommt auf die Lernplattform.

#### **Vergleich der Effizienz von elektrischen Haushaltsgeräten**

Die Schüler/innen sollen in Fachgeschäfte gehen, sich beraten lassen und die Energieeffizienz der Geräte untersuchen. Sie sollen dabei das „EU-Label“ und die Bewertung der Geräte kennenlernen. Die Ergebnisse sollen in einem Folder zusammengefasst werden, der als Entscheidungshilfe bei einer Neuanschaffung dienen kann.

## **3.3 Evaluationsmethoden**

### **3.3.1 Fragebögen**

Zum Start des Projekts erhalten die Schüler/innen einen Fragebogen (siehe Anhang) zu ihrer Einstellung zum Physikunterricht. Der gleiche Fragebogen wird mit einer kleinen Erweiterung am Ende des Projekts bearbeitet. Es soll herausgearbeitet werden, ob das Projekt einen Einfluss auf die Einstellung der Schüler/innen hatte.

### **3.3.2 Arbeiten der Schüler/innen**

Die Messprotokolle und Auswertungen werden auf der Lernplattform so abgelegt, dass sie für alle einsehbar sind. Dadurch ist für alle Mitschüler/innen transparent, wie gründlich die Verfasserin/der Verfasser die Daten gesammelt und ausgewertet hat. Diese Arbeiten werden auch in die Leistungsbeurteilung einbezogen. Einige Beispiele sind im Anhang wiedergegeben.

Der Vergleich von Elektrogeräten im Handel und die Zusammenstellung der gewonnenen Daten erfolgt in der Freizeit der Schüler/innen. Die Gruppen, die diese Arbeit wirklich durchführen, erbringen eine Extraleistung, die positiv vermerkt wird.

### **3.3.3 Unterrichtsbeobachtung**

Die Schüler/innen werden bei ihrer Arbeit im Unterricht einerseits von mir, andererseits von den Mitschüler/innen beobachtet. Dabei soll auch der Gender-Aspekt nicht zu kurz kommen. Auf eventuell auftretende geschlechtsspezifische Unterschiede bei der Durchführung der Messungen soll geachtet werden.

Ob die Schüler/innen mit dem Material zurechtkommen und gern an den Versuchen arbeiten, möchte ich durch Vergleich mit den vielen Schüler/innen, die ich bereits unterrichtet habe, einschätzen.

## 4 ERGEBNISSE UND EVALUATION

### 4.1 Messungen

#### 4.1.1 Bestimmung des Energiebedarfs eines Eierkochers

Nachdem ich den Schüler/innen in einem Demonstrationsversuch gezeigt und erklärt hatte, dass der Eierkocher die Kondensationswärme nutzt (Erklärung des Experiments im Anhang), führten sie selbst eine Versuchsreihe durch. Sie stoppten die Zeit, bis der Eierkocher abschaltet, und berechneten dann aus der Leistung des Eierkochers den Energieverbrauch. Diesen verglichen sie mit den Werten des Energiemessgerätes.

<b>Eierkochen im Eierkocher (Hartes Ei)</b>				
Anzahl der Eier	2			
<b>Gerät</b>	Philips			
Leistung (Schild):	2500 - 3000	Watt	abgelesen	
Leistung, max. (gemessen):	2300	Watt	gemessen	
Zeit:	840	Sekunden	gemessen	
Elektrische Arbeit (gemessen)	0,33	kWh	gemessen	
Elektrische Arbeit (gemessen)	1188	kJ	umgerechnet	
Energieverbrauch (berechnet)	1932	kJ	berechnet	Leistung*Zeit
Fehler (Differenz)	63	%		
Verbrauchte Wassermenge:	0,2	Liter	gemessen	
T <sub>1</sub> :	17	°C	gemessen	
T <sub>2</sub> :	100	°C	gemessen	
ΔT	83	°C	berechnet	T <sub>2</sub> -T <sub>1</sub>
cp = 4,186 kJ/kg				
Gewonnene Energie (berechnet)	69,056	kJ	berechnet	cp*m*ΔT
Gewonnene Kondensationswärme	451	kJ		
<b>Energiekosten</b>				
1 kWh kostet 19 Cent				
Entstandene Kosten	6,27	Cent		
Energiekosten pro Ei	3,14	Cent		

#### 4.1.2 Vergleich Eierkocher und Kochen im Wasserbad

Die Teams hatten die Aufgabe, die gestoppten Zeiten und die Leistung des Eierkochers bzw. der Kochplatte in eine vorbereitete Tabelle einzutragen und daraus die Kosten für das Kochen von Eiern zu berechnen.

Ergebnis für das Kochen von 2 Eiern:

	im Wasserbad	mit dem Eierkocher
Dauer	ca. 13 Minuten	ca. 14 Minuten
Benötigte elektrische Energie	0,412 kWh	0,128 kWh
Kosten	7,83 Cent	2,43 Cent

Der Eierkocher ist demnach wesentlich sparsamer bei der elektrischen Energie und den Kosten.



Eier kochen mit dem elektrischen Eierkocher



Eier kochen im Wasserbad

#### 4.1.3 Wirkungsgrad beim Erwärmen von Wasser

Die Schüler/innen sollten 0,5 l kaltes Wasser mit verschiedenen Geräten bis zum Sieden erwärmen und die verbrauchte elektrische Energie (in kWh) messen.

Sie konnten verschiedene Wasserkocher vergleichen (Heizspirale sichtbar bzw. im Inneren unsichtbar angebracht) und testen, wie sich zusätzliche Isolation (Styroporbecher) auswirkt. Der Wirkungsgrad wurde für alle Geräte als Quotient aus gewonnener Energie und zugeführter Energie berechnet.

Ein Messergebnis:

Gerät: Wasserkocher groß (Spirale offen)		
Leistung (Schild):	1850 - 2200	Watt
Leistung, max. (gemessen):	2084	Watt
Zeit:	103	Sekunden
Arbeit (gemessen)	0,057	kWh
Arbeit (gemessen)	205,2	kJ
Energieverbrauch (berechnet)	214,7	kJ
Erwärmt wurde:	0,5	Liter
T <sub>1</sub> :	25	°C
T <sub>2</sub> :	100	°C
ΔT	75	°C
Gewonnene Energie (berechnet)	156	kJ
Wirkungsgrad	76	%



Messung



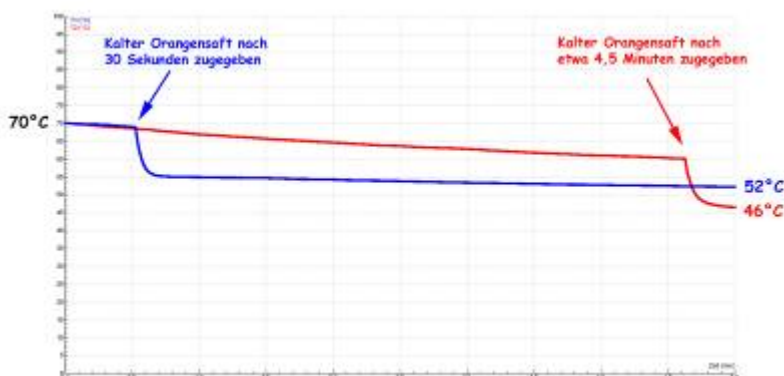
Auswertung mit dem Netbook

Die Wirkungsgrade der untersuchten Geräte:

Gerät	Wirkungsgrad in Prozent
Tauchsieder	99
Wasserkocher (Heizspirale offen )	94
Wasserkocher	83
Induktionsplatte	67
Mikrowellenherd	38
Ceranfeld	37
Gusseisen-Kochplatte	35
Backofen	12

Ein für die Schüler/innen überraschendes Ergebnis war, dass der Wirkungsgrad der Induktionsplatte so hoch war und deutlich über dem des Ceranfeldes lag.

#### 4.1.4 Heißer Tee - Abkühlkurve



Die Abkühlkurven wurden mit den Netbooks aufgezeichnet. Pro Arbeitsgruppe standen zwei Temperaturfühler und ein Messinterface (ULAB bzw. EuroLab, Lit. 6) zur Verfügung. In zwei Gefäße mit heißem Tee (gleiche Anfangstemperatur) wurde zu unterschiedlichen Zeitpunkten kalter Orangensaft zugesetzt (einmal nach ½ Minute, im anderen Fall nach 4 ½ Minuten).

Das Ergebnis zeigte deutlich, dass es besser ist, zuerst noch zuzuwarten und den kalten Saft erst möglichst spät zuzugießen, wenn man den Punsch möglichst rasch auf Trinktemperatur haben will.

Zu dieser Physikstunde war auch eine Redakteurin mit Fotograf der Tageszeitung KURIER eingeladen worden, die spannenden Physikunterricht kennen lernen wollte (Artikel im Anhang).

#### 4.1.5 Messung des Energieverbrauchs



Mit Hilfe des Energiemessgeräts sollten die Schüler/innen zu Hause den Energieverbrauch einiger ausgewählter Geräte untersuchen und die Kosten dafür abschätzen. Das Ergebnis wurde in eine vorgegebene Tabelle eingetragen. Mit einer Schätzung dafür, wie lang das Gerät durchschnittlich pro Tag eingesetzt wird, konnten die Schüler/innen die Kosten für die elektrische Energie ausrechnen, für die ihre Eltern aufkommen. Das führte bei einigen Schüler/innen zu großem Erstaunen. Im Hinblick auf eine baldige eigene Wohnung merkten sie, dass diese Kosten nicht zu vernachlässigen sind.

<b>Energiekosten elektrischer Haushaltsgeräte</b>				
<b>Gemessen mit einem Energiekostenmessgerät im Wintersemester 2008/09</b>				
Die Messungen wurden durchgeführt von: Julia				
<b>Schreibtischlampe</b>				
Beobachtungszeitraum	14. bis 22. 11			
Leistung (Leistungsschild)	60	Watt		abgelesen
Leistung, max. (gemessen)	61	Watt		gemessen
Energiekosten pro kWh	0,19	Euro		
Einschaltdauer (gemessen)	20	Stunden		gemessen
Verbrauchte Energie (gemessen)	1,22	kWh		gemessen
Energieverbrauch pro Stunde	0,06	kWh		berechnet
Mittl. Betriebsdauer pro Tag	3	Stunden		geschätzt
Mittl. Energieverbrauch pro Tag	0,18	kWh		berechnet
Mittl. Energiekosten pro Tag	3,42	Cent		berechnet
<b>Energiekosten pro Jahr</b>	<b>12,48</b>	<b>Euro</b>		<b>berechnet</b>

<b>Energiekosten elektrischer Haushaltsgeräte</b>				
Die Messungen wurden durchgeführt von Dominik				
<b>LCD Fernseher Samsung</b>				
Beobachtungszeitraum	2.12. - 28.12.2008			
Leistung (Leistungsschild)	55	Watt		abgelesen
Leistung, max. (gemessen)	55	Watt		gemessen
Energiekosten pro kWh	19	Cent		
Einschaltdauer (gemessen)	640:47:00	Stunden		gemessen
Verbrauchte Energie (gemessen)	8,86	kWh		gemessen

Energieverbrauch pro Stunde	0,055	kWh		berechnet
Mittl. Betriebsdauer pro Tag	6	Stunden		geschätzt
Mittl. Energieverbrauch pro Tag	0,33	kWh		berechnet
Mittl. Energiekosten pro Tag	6,27	Cent		berechnet
<b>Energiekosten pro Jahr</b>	<b>22,88</b>	<b>Euro</b>		berechnet
<b>Stand-by-Betrieb</b>				
Leistung im Stand-by-Betrieb	9	Watt		gemessen
Stand-by-Energie pro Stunde	0,009	kWh		berechnet
Stand-by-Kosten pro Tag (18 Stunden)	3,08	Cent		berechnet
<b>Stand-by-Kosten pro Jahr</b>	<b>11,23</b>	<b>Euro</b>		berechnet

Eine wichtige Erkenntnis war auch der ziemlich große versteckte Stromverbrauch der Geräte im Stand-by-Betrieb.

## 4.2 Recherche

### 4.2.1 Energiekostenabschätzung für den Haushalt

Mit Hilfe des Programms „e-Control“, das im Internet zur Verfügung steht, konnten die Schüler/innen die Stromkosten in dem Haushalt, in dem sie leben, abschätzen. Das Programm bietet die Kosten für verschiedene Stromgesellschaften mit ihren unterschiedlichen Tarifen an, wenn man den geschätzten Jahresverbrauch eingibt.

#### Die günstigsten Stromtarife in der Übersicht.

Da der Tarifikalkulator eine Berechnung auf Basis der gegenwärtigen Preise erstellt, kann dieses Ergebnis von dem Preis abweichen, der auf Ihrer Jahresabrechnung ausgewiesen ist. Preisänderungen durch den Lieferanten werden erst ab Zeitpunkt des Inkrafttretens im Tarifikalkulator berücksichtigt.

Nr.	Tarif	Energilieferant (Stromkennzeichen)	Preis	Rabatte		Gesamtpreis	Bindung
				allgemein	einmalig		
1.	VERBUND-Strom	Verbund	723,60	keine	6,00	717,60	keine
2.	OVILAVA Strom	Wels Strom GmbH	784,51	2,09	61,20	721,23	keine
3.	VKW Österreichstrom	VKW Vorarlberger Kraftwerke AG	740,80	keine	10,80	730,00	12 Mon.
4.	Austria-PUR	KELAG - Kärntner Elektrizitäts-Aktiengesellschaft	779,06	6,00	29,95	743,10	12 Mon.
5.	EKG-Strom	Energie Klagenfurt GmbH	772,85	keine	25,10	747,75	12 Mon.
6.	switch strom	switch	787,54	20,00	7,68	759,86	12 Mon.

*Voraussichtliche  
Preisänderung ab  
01.03.2009*

## 4.2.2 Effizienz von elektrischen Haushaltsgeräten

Die Schüler/innen wurden gebeten, sich in Fachgeschäften hinsichtlich der Energieeffizienz von elektrischen Haushaltsgeräten beraten zu lassen. Dabei lernten sie das „EU-Label“ und die Bewertungsstufen, die darauf vermerkt sind, kennen. Diese Aufgabe fiel in die Freizeit und wurde von einigen Schülern nicht durchgeführt.

Die Schülerinnen stellten die Ergebnisse ihrer Recherche als Textdokument zusammen. Eine Gruppe von Schülern erstellte einen sehr umfangreichen Folder (22 Seiten), der schon fast einer vorwissenschaftlichen Arbeit entspricht.


Ausschnitt aus der Zusammenstellung einer Gruppe:

<b>Kühlschrank:</b>	
Marke:	Bosch
Kühl - und Gefrierkombination	
Leistung:	160 W
Nutzzinhalt:	231 Liter
Typ:	KGV 24C00
Kosten:	350 €
Energieeffizienzklasse:	A
jährlicher Verbrauch:	292 kWh / Jahr



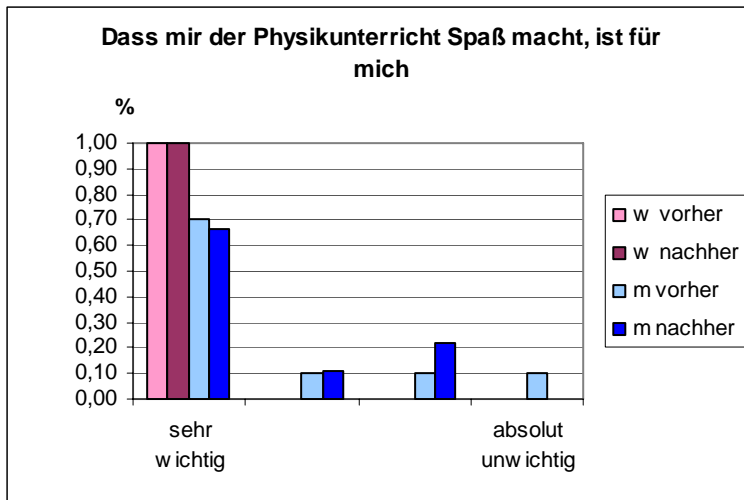
Titelbild und Inhaltsverzeichnis des umfangreichen Folders:

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	
I. Ziel des Projektes/Aufgabenstellung	Seite 3
II. Energieeffizienz – das „EU-Label“	Seite 4
III. Ergebnisse der Vergleiche	Seite 6
a. Geschirrspüler	
b. Wäschetrockner	
c. Waschmaschine	
d. Kühlschrank	
e. Gefrierschrank	
f. Kühl-Gefrier-Kombi	
IV. Detaillierte Auflistung der Geräte	Seite 10
V. Quellenangaben	Seite 22

<b>Energie</b>	<b>Kühlschrank</b>
Hersteller Modell	Logo ABC 123
<b>Niedriger Verbrauch</b>	<b>A</b>
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
<b>Hoher Verbrauch</b>	
Energieverbrauch kWh/Jahr <small>(Auf der Grundlage von Ergebnissen der Normprüfung über 24 h)</small>	<b>XYZ</b>
<small>Der tatsächliche Verbrauch hängt von der Nutzung und vom Standort des Gerätes ab.</small>	
Nutzzinhalt Kühlteil I Nutzzinhalt Gefrierenteil I	xyz xyz ✱☆☆
Geräusch dB(A) re 1 pW <small>Ein Datenblatt mit weiteren Geräteangaben ist in den Prospekten enthalten.</small>	xz 
<small>Norm EN 153, Ausgabe Mai 1999 Kühlschrank-Regelung 94-01/03</small>	

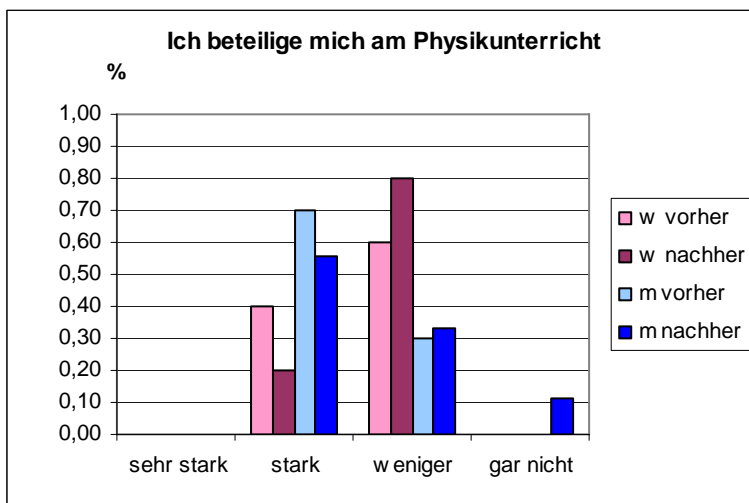
## 4.3 Evaluation durch Fragebögen

### 4.3.1 Fragen zum Physikunterricht

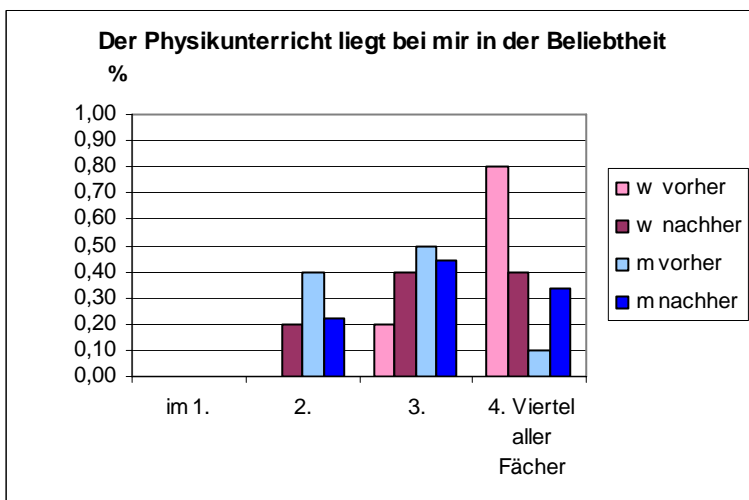


Die Frage, ob es den Schüler/innen wichtig ist, dass ihnen der Physikunterricht Spaß macht, wurde von den Mädchen vor und nach Durchführung des Projekts gleich beantwortet: 100% der Mädchen ist es wichtig, dass ihnen der Unterricht in Physik Spaß macht.

Bei den Burschen sieht es etwas anders aus. Vor Projektbeginn gaben 70% an, dass ihnen Spaß am Physikunterricht wichtig ist, am Ende des Projekts sind das etwas weniger, allerdings ist der Anteil von „absolut unwichtig“ verschwunden.

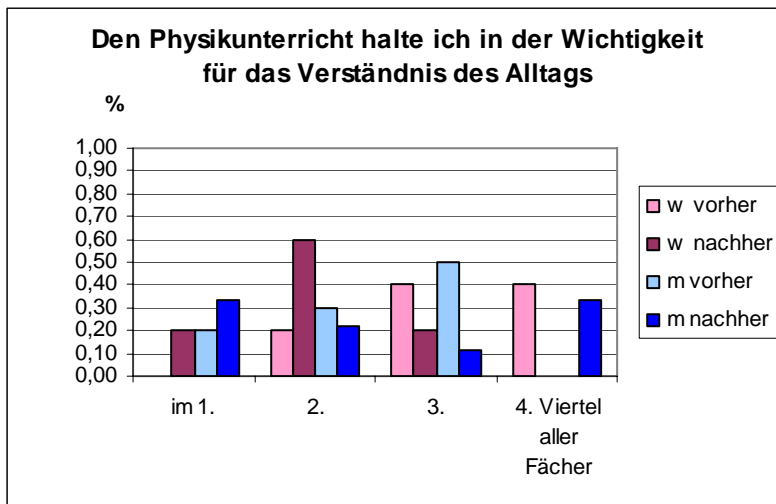


Die Antworten auf die Frage nach der Beteiligung am Unterricht haben sich eher zu weniger Beteiligung verschoben. Kein Mädchen gab an, dass es sich gar nicht beteiligt, was immerhin 10% der Burschen (das ist einer!) angaben.



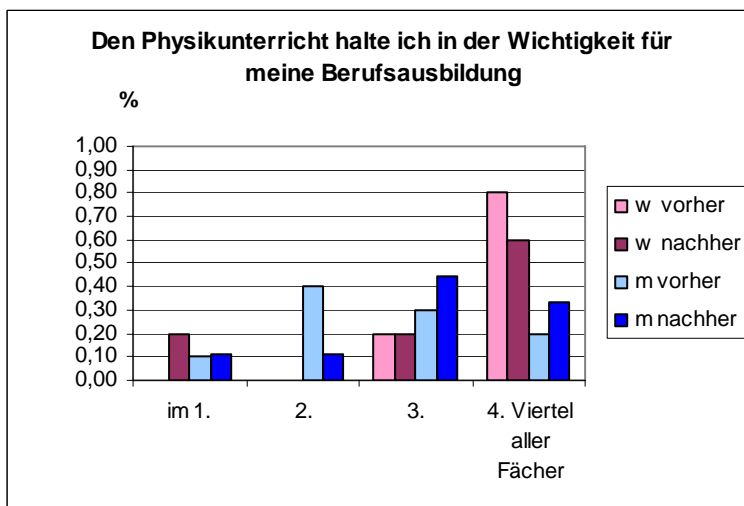
Die Beliebtheit des Physikunterrichts ist bei den Mädchen deutlich gestiegen, bei den Burschen gesunken. Vor dem Projekt reichten 80% der Mädchen den Physikunterricht in das 4. Viertel, nach dem Projekt nur noch 40%. Bei den Burschen reichten vor dem Projekt 40% Physik in das 2. Viertel, nachher nur noch 20%.





Bei der Wichtigkeit für das Verständnis des Alltags konnte bei den Mädchen eine deutliche Steigerung erzielt werden. Während vor dem Projekt der Anteil im 3. und 4. Viertel 80% ausmachte, waren dies nach dem Projekt nur noch 20% im 3. Viertel. 80% der Mädchen reichten nach dem Projekt den Physikunterricht in das 1. oder 2. Viertel.

Bei den Burschen ist einerseits der Anteil im 1. Viertel gestiegen (von 20% auf über 30%), andererseits ist ein Anteil im 4. Viertel dazugekommen. 3 der 9 Schüler/innen halten den Physikunterricht im Alltag als unwichtig.



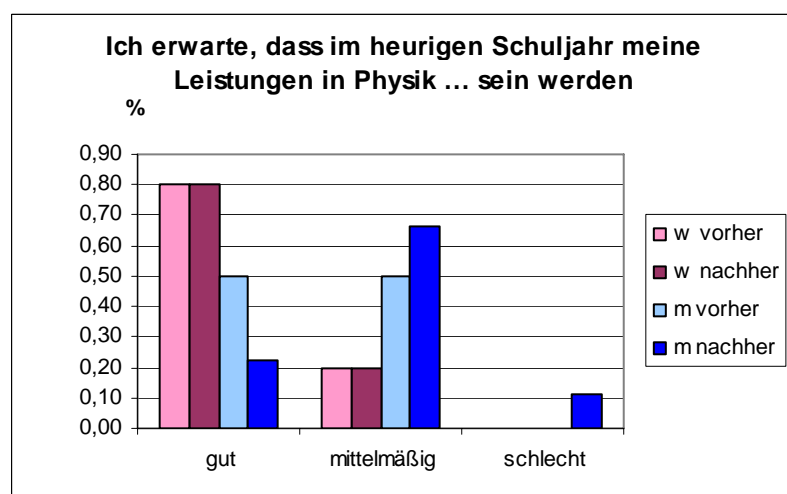
Bei den Mädchen stieg diese Einschätzung. Auch hier ist nach dem Projekt ein Anteil von 20% im 1. Viertel dazugekommen und fehlt beim 4. Viertel.

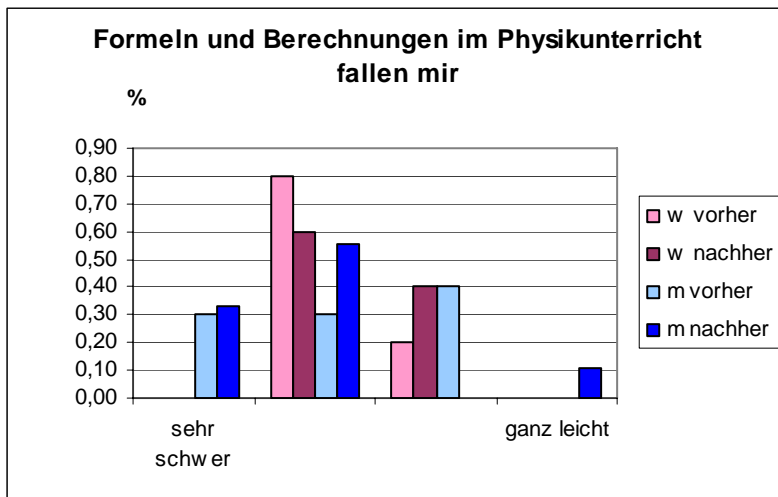
Bei den Burschen ist diese Einschätzung deutlich gesunken.

### Leistung in Physik:

Die Mädchen haben ihre Leistung vorher und nachher gleich eingeschätzt.

Die Schüler haben sich vor dem Projekt besser eingeschätzt, allerdings muss diese Beurteilung nicht mit dem Projekt zusammenhängen, sondern kann vielleicht auf allgemeine Leistungsschwäche zurückzuführen sein.

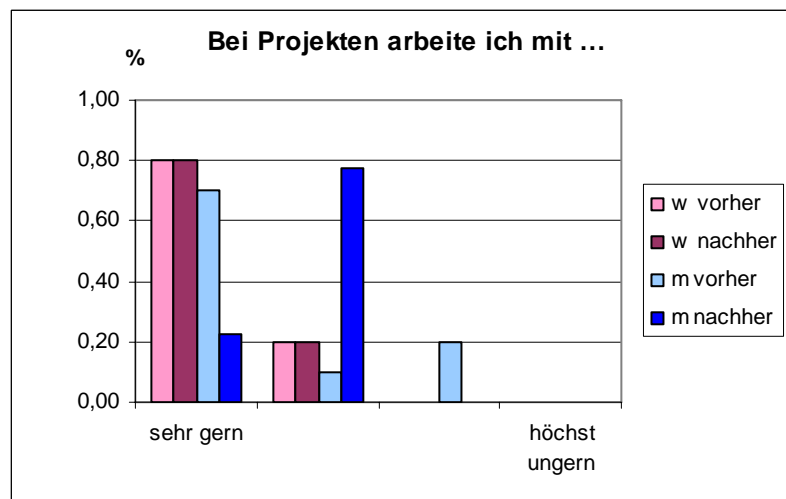




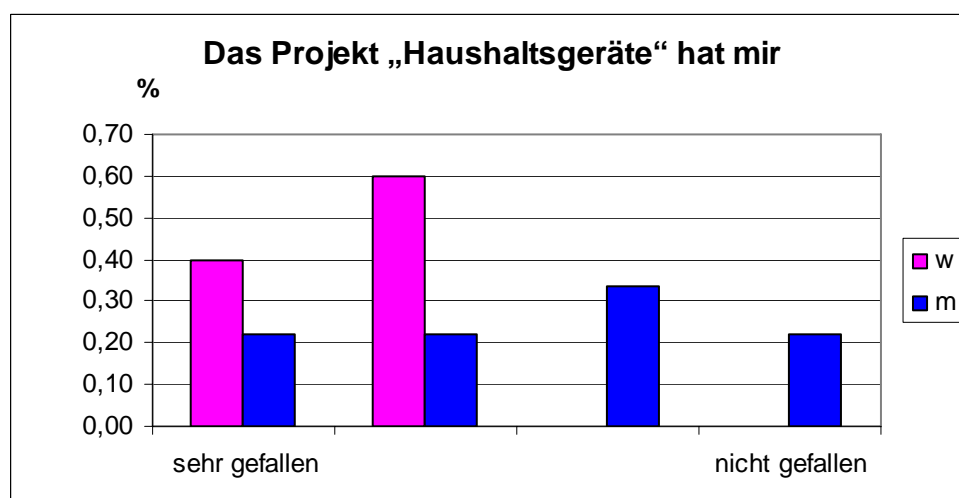
Formeln und Berechnungen im Physikunterricht fallen den Mädchen nachher leichter, den Burschen schwerer, mit einer Ausnahme. Einer der Schüler gab an, dass ihm Berechnungen ganz leicht fallen.

### Frage zur Projektarbeit:

Die Mädchen gaben vor und nach dem Projekt die gleiche Antwort. Bei den Burschen ist die Bereitschaft zur Projektarbeit etwas gesunken. Allerdings ist der Anteil, der ungern an Projekten arbeitet, verschwunden, so dass man zusammenfassend herauslesen kann, dass alle Schüler/innen der Klasse gern an Projekten arbeiten.



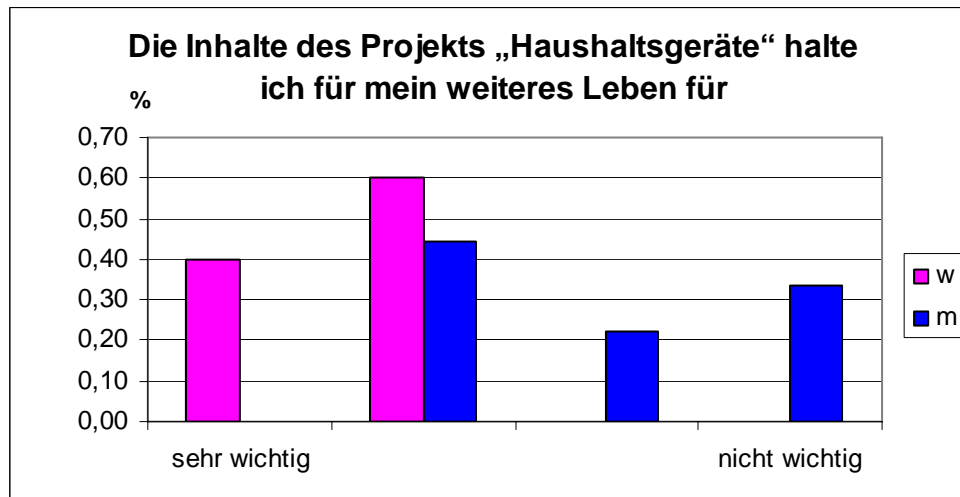
### 4.3.2 Fragen zum Projekt



Bei der Beurteilung des Projekts zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen Mädchen und Burschen.

Während das Projekt 100% der Mädchen gefallen hat, waren es bei den Burschen nur etwas über 40%. Mehr als der Hälfte hat es anscheinend nicht gefallen, obwohl das bei der Arbeit am Projekt für mich kaum erkennbar war.

Da sich das Projekt mit dem Alltag der Schüler/innen befasste, fragte ich auch nach ihrer Einschätzung der Auswirkungen auf ihr weiteres Leben.



Auch hier zeigte sich wieder eine deutliche Zustimmung bei den Mädchen, 100% halten das Projekt für wichtig für ihr weiteres Leben. Bei den Burschen hält es knapp die Hälfte für wichtig, ein Drittel für unwichtig.

#### 4.4 Arbeiten der Schüler/innen

Die Auswertungen der durchgeführten Versuche und die Ergebnisse eigener Recherchen waren auf der Lernplattform abzulegen. Dazu war ein Glossar eingerichtet, in dem alle Schüler/innen ihre eigenen Arbeiten hochladen, aber auch die Arbeiten der anderen einsehen konnten.

2 **Arbeitsmaterial Wärmelehre**

- Zustandsdiagramm von Wasser
- Tabelle für das richtige Frühstücksei

---

3 **Messergebnisse Haushaltsgeräte**

- Wasserkochen Energieverbrauch
- Eierkochen Energieverbrauch
- Was noch zu tun ist
- Beispiel für Auswertung
- Leeres Auswertblatt
- Beispiel Eierkochen\_Eierkocher
- Beispiel Eierkochen\_Wasserbad

---

4 **Energieverbrauch elektrischer Haushaltsgeräte**

- Energieverbrauch elektrischer Haushaltsgeräte
- Haushaltsgeräte Energieverbrauch

Die meisten Schüler/innen führten diese Aufgaben aus, wenngleich die Berechnungen mitunter fehlerhaft oder unvollständig waren.

Gegen Ende des Projekts fielen einige der Burschen deutlich in ihrer Leistungsbereitschaft ab. Dies war nicht nur in Physik so, sondern auch in anderen Unterrichtsgegenständen. Die Berechnung mit e-Control wurde von einigen Schülern erst nach wiederholter Aufforderung erstellt und hochgeladen, Recherchen in Kaufhäusern führten sie gar nicht durch.

## **5 DISKUSSION/INTERPRETATION/AUSBLICK**

### **5.1 Eigene Einschätzung des Projektverlaufs**

Das Projekt erforderte viel Selbsttätigkeit seitens der Schüler/innen, was ihnen aber durchaus gefiel. Die Versuchsreihen führten die meisten von ihnen mit großer Begeisterung durch. Zur Freude trug vermutlich bei, dass die gekochten Eier anschließend gegessen wurden und Punschtrinken einen Teil der Physikstunde ausmachte.

Die Schüler/innen planten teilweise die Versuchsreihen selbst und fanden mitunter Erweiterungen, an die zunächst gar nicht gedacht war. Bei den Auswertungen verwendeten sie mit großem Geschick die Tabellenkalkulation, was sicherlich auf die Nutzung des Netbooks in anderen Fächern, wie z.B. dem Mathematikunterricht zurückzuführen ist.

Fragen wie „Was machen wir in der nächsten Physikstunde?“ zeigten mir, dass sie nicht ungerne an diese nächste Stunde dachten und dem Physikunterricht nicht ablehnend gegenüberstanden.

Ich hatte den Eindruck, dass es für alle, auch für mich, ein freudvolles gemeinsames Arbeiten war. Die Formeln, die in Berechnungen vorkamen, waren notwendig für die Berechnungen und das wurde auch den Schüler/innen klar. Sie mussten nicht Formeln ohne einen sinnvollen Einsatz lernen.

### **5.2 Beurteilung der Ergebnisse der Fragebögen**

Während das Projekt allen Mädchen gefallen hat, waren es bei den Burschen nur etwas über 40%. Mehr als der Hälfte hat es ihren Angaben nach nicht gefallen, obwohl das bei der Arbeit am Projekt für mich kaum erkennbar war.

Hier spielte sicher die negative Haltung einiger Burschen zur Schule überhaupt, die sich im Laufe des 2. Semesters gebildet hatte, eine Rolle. Ich denke, dass eine diesbezügliche Befragung im Jänner noch anders ausgesehen hätte.

Ein Schüler meldete sich nach dem 1. Semester von der Schule ab, wodurch nur noch 9 Schüler im Projekt mitarbeiteten.

Die Mädchen schätzten das Projekt als wesentlich wichtiger ein als die Burschen. Das scheint natürlich schon dem üblichen geschlechtsspezifischen Verhalten zu entsprechen. Bei der Arbeit selbst mussten die Burschen genauso wie die Mädchen die Haushaltsgeräte bedienen und auch anschließend an die Versuche reinigen und wegräumen. Aber sie scheinen das doch nicht gern gemacht zu haben, wie einige ihrer Äußerungen dabei zeigten. („Das Wichtigste in meiner Wohnung wird ein Geschirrspüler sein!“).

## 5.3 Erreichung der Ziele

Das Ziel, höhere **Motivation** zu erreichen, ist meiner Meinung nach gelungen, besonders bei den Mädchen. Der Physikunterricht wurde bei ihnen in der Beliebtheit und in der Wichtigkeit für Alltag und Berufsausbildung nach dem Projekt besser eingestuft. Bei den Burschen war nur bei der Wichtigkeit für den Alltag eine bessere Bewertung feststellbar. Aber die Projektarbeit wurde auch von ihnen nachher als positiv gewertet.

Das **Energiebewusstsein** wurde durch die wiederholte Beschäftigung mit Energiekosten im Rahmen des Projekts deutlich gefördert. Die Berechnung der Stromkosten nach eigenen Messungen bzw. Abschätzungen hat einige Schüler/innen zum Nachdenken angeregt. „Was, soviel zahlen meine Eltern für den Strom?“ war eine typische Aussage eines Schülers, der sich bereits mit dem Gedanken trug, eine eigene Wohnung zu beziehen.

Der Vergleich der unterschiedlichen Formen zum Erwärmen von Wasser und des Einkochens zeigte, dass die speziell dafür geschaffenen elektrischen Küchengeräte jeweils deutlich den niedrigsten Energieverbrauch hatten. Im Hinblick auf die Energieeffizienz sollte man diese Geräte verwenden. Der Wirkungsgrad der Induktionskochplatte war besonders hoch. Ich denke, dass sich die Schüler/innen beim Kauf eines Elektroherdes daran erinnern und vermutlich einen Induktionsherd bevorzugen werden.

## 5.4 Ausblick

Projektarbeit wird grundsätzlich geschätzt. Sie wird von den Schüler/innen stets als willkommene Abwechslung empfunden. Ich denke, dass ein Vorteil der Projektarbeit in der Bearbeitung eines größeren Themas liegt. Die Schüler/innen behalten stets das Ziel vor Augen, auch wenn es um unangenehmere Dinge wie Formeln und Berechnungen geht.

Dieses Projekt sollte als Folgeprojekt von anderen Kolleg/innen durchgeführt werden. Es muss dabei nicht auf die Oberstufe beschränkt bleiben, sondern kann durchaus für eine Unterstufenklasse reduziert werden. Energiesparen und Energieeffizienz sind schon ab dem 1. Physikjahr in der 2. Klasse ständig wiederkehrende Themen.

Das Projekt bildet für mich die ideale Querverbindung zwischen dem Physikunterricht und dem Alltag. Die Geräte, mit denen im Unterricht gearbeitet wird, sind Alltagsgegenstände und den meisten Schüler/innen bekannt und vertraut. Physik erscheint ihnen dann vielleicht nicht als bloßes Schulfach, sondern als eine Möglichkeit, Dinge des Alltags zu hinterfragen.

Ich würde dieses Projekt sofort wieder durchführen und kann es auf Grund meiner positiven Erfahrungen durchaus weiterempfehlen.

## 6 LITERATUR

(1) Sexl, Wessenberg, Raab: Physik 6, ÖBV&HPT, Wien 2007

(2) Themenheft „Physik in der Küche“, Praxis der Naturwissenschaften, Physik in der Schule, Heft 3/57, Aulis-Verlag Deubner, Köln und Leipzig, April 2008

(3) Klaus-Peter Möllmann, Michael Vollmer: Kochen mit Zentimeterwellen – Die Physik der Haushaltsmikrowelle, Zeitschrift „Physik in unserer Zeit“, 35. Jahrgang, 2004/1, Wiley-VCH Verlag, Weinheim

(4) Themenheft „Physik im Alltag“, Naturwissenschaften im Unterricht Physik, Heft 105/106, Ausgabe 3+4/08, 19. Jahrgang, Pädagogische Zeitschriften bei Friedrich in Velber in Zusammenarbeit mit Klett, 30926 Seelze

(5) Werner Gruber, Die Genussformel, EcoWin Verlag, Salzburg, 2008

(6) Informationen zum Messsystem

<http://www.ntl.at/cma>

NLV-Buchsbaum, Davidgasse 45, 1100 Wien

(7) e-Control (Tarifrechner)

<http://www.e-control.at/de/home> (Juni 2009)