



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

**S5 „Entdecken, Forschen und Experimentieren“**

---

# **„EXPERIMENTE IN PHYSIK – LEARNING BY DOING“**

## **ID 1709**

**Dipl.-Päd. HOL Julia Angerer  
Hauptschule Hippach  
Lindenstraße 34  
6283 Schwendau**

Schwendau, Juli 2010

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>5</b>
1.1 Ausgangssituation.....	5
1.2 Ziele des Projekts .....	5
1.2.1 Auszug aus dem Lehrplan für Physik.....	5
1.2.2 Allgemeine Zielsetzungen .....	7
1.2.3 Erweiterte Zielsetzungen.....	8
1.2.4 Soziale Zielsetzung.....	8
1.2.5 Vorausschauende Zielsetzung.....	9
<b>2 DURCHFÜHRUNG</b> .....	<b>10</b>
2.1 Vorbereitungsphase.....	10
2.1.1 Die räumlichen Gegebenheiten.....	10
2.1.2 Ermittlung der Anzahl der Projektteilnehmer.....	10
2.1.3 Kriterien für die Auswahl der Versuche .....	10
2.2 Herstellen der benötigten Materialien.....	11
2.2.1 Versuchsanleitungen.....	11
2.2.2 Beobachtungsblätter .....	11
2.2.3 Erklärungen zu den Versuchen und Auswertung der Beobachtungsblätter ...	11
2.3 Durchführung des Stationsbetriebes.....	12
2.4 Veranschaulichung anhand zweier Beispiele.....	13
2.4.1 Versuchsanleitung in deutscher Sprache.....	13
2.4.2 Versuchsanleitung in englischer Sprache .....	14
2.4.3 Lösungsblatt zum Versuch 1 .....	15
2.4.4 Lösungsblatt zum Versuch 2.....	16
<b>3 EVALUATION</b> .....	<b>17</b>
3.1 Durchführung der Evaluation .....	17
3.1.1 Grundsätzliche Beobachtungen.....	18
3.1.2 Auswertung des Fragebogens: Teil A .....	18
3.1.3 Auswertung des Fragebogens: Teil B .....	22

3.1.4	Auswertung des Fragebogens: Teil C .....	31
3.1.5	Auswertung des Fragebogens: Teil D .....	33
<b>4</b>	<b>REFLEXION UND AUSBLICK .....</b>	<b>42</b>
4.1	Reflexion zum Stationsbetrieb an sich .....	42
4.2	Reflexion zum Kosten- und Zeitmanagement .....	42
4.3	Weitere Überlegungen .....	43
4.4	Dokumentation des Projektes .....	44
	<b>LITERATUR .....</b>	<b>45</b>
	<b>ANHANG .....</b>	<b>46</b>
1.	Fragebogen.....	46
2.	Beobachtungsblatt .....	48
3.	Auswertung des Fragebogens – Bereich B.....	49
4.	Auswertung des Fragebogens – Bereich D.....	63

## ABSTRACT

*Wenn SchülerInnen aktiv werden und sich freiwillig in ihrer kostbaren Freizeit in die Schule begeben, muss es sich schon um etwas Besonderes handeln – möchte man zumindest glauben... Tut es aber nicht!*

*Dieses Projekt versuchte lediglich, den natürlichen Wissensdurst sowie die Freude am Experimentieren und Ausprobieren von Kindern im Allgemeinen und SchülerInnen im Besonderen zu stillen. Die Lernenden erhielten die Möglichkeit, verschiedene Experimente selbstständig oder in Partnerarbeit auf freiwilliger Basis durchzuführen. Genaues Lesen, Überlegen, Vermutungen anstellen, diese schriftlich festzuhalten, zu begründen und zu überprüfen standen dabei im Vordergrund und die Lehrperson hatte nur eine beratende Funktion. Die Durchführung der Experimente fand im Rahmen eines Stationsbetriebes statt und wurde anschließend im Unterricht aufbereitet. Fragebögen, die vor und nach den Versuchen zu beantworten waren, dokumentieren, wie es den SchülerInnen erging und wie sie mit der Herausforderung, dass einige der Versuchsanleitungen in englischer Sprache verfasst waren, zurechtkamen.*

Schulstufe: 7. Schulstufe  
Fächer: Physik  
Kontaktperson: Dipl.-Päd. HOL Julia Angerer  
Kontaktadresse: Hauptschule Hippach  
Lindenstraße 34  
6283 Schwendau

# 1 EINLEITUNG

Der mehrfach geäußerte Wunsch meiner SchülerInnen, doch selbst mehr experimentieren zu dürfen, aktiv zu werden und selbstständig zu erproben, war im Rahmen des herkömmlichen Physikunterrichts kaum durchführbar. Entweder sprengen solche Experimentreihen den zeitlichen Rahmen oder sind aufgrund der räumlichen Situation an unserer Schule nicht durchführbar.

Also musste auch ich aktiv werden und mir etwas einfallen lassen!

## 1.1 Ausgangssituation

In diesem Schuljahr unterrichte ich als Hauptschullehrerin Physik in einer zweiten Klasse und in zwei dritten Klassen, ohne die entsprechende Lehramtsprüfung für diesen Unterrichtsgegenstand gemacht zu haben. Dies stellt für mich natürlich eine besondere Herausforderung in vielerlei Hinsicht dar.

Deshalb bin ich bemüht, den Anregungen meiner SchülerInnen zu folgen, die mit sehr viel Interesse und Eifer bei der Sache sind. Als sie den Wunsch äußerten, mehr und häufiger selbst experimentieren zu wollen, begann ich zu überlegen, wie dies zu bewerkstelligen sei und wollte das im Rahmen eines Stationsbetriebes in die Tat umsetzen. Vor Beginn dieses Projektes gab es an unserer Schule nichts Vergleichbares. Es konnte zwar auf eine kleine schulinterne Sammlung von Versuchen – zum Teil gegliedert nach Themen oder Schwerpunkten – sowie auf einige Materialien zurückgegriffen werden, jedoch wurden Experimente im Physikunterricht an unserer Schule nach meinem Wissen noch nie in Form eines Stationsbetriebes durchgeführt und somit allen Schülerinnen und Schülern zugänglich gemacht.

Dies würde nämlich, wie bereits eingangs erwähnt, zum einen den zeitlichen Rahmen des Unterrichts sprengen und wäre zum anderen auch von den Räumlichkeiten her am Vormittag im Rahmen des herkömmlichen Unterrichts nicht machbar.

Die Vorgangsweise, wenn anhand eines Versuches für die Lernenden etwas demonstriert wird, ist deshalb für viele Kinder sehr unbefriedigend. Die Lehrperson erklärt vorab was sie mit einem Versuch demonstrieren will. Die SchülerInnen stellen Vermutungen an, was passieren wird, welche Gründe dafür verantwortlich sein könnten und welche Folgen zu erwarten sind. Die Lehrerin/der Lehrer führt den Versuch durch und die Lernenden sind in dieser Phase des Experiments lediglich Beobachter. Die Chance, dass jede/r SchülerIn selbst experimentieren kann, war bisher so gut wie gar nicht gegeben. Das galt es, mit diesem Projekt zu verändern.

## 1.2 Ziele des Projekts

Die Zielsetzungen für dieses Projekt sollten natürlich mit den Bildungs- und Lehraufgaben des Lehrplans für Physik konform gehen und möglichst vielen Bereichen daraus gerecht werden.

### 1.2.1 Auszug aus dem Lehrplan für Physik

Hervorgehoben sind jene Aussagen, die sich besonders auf das selbsttätige Experimentieren beziehen.

### **Bildungs- und Lehraufgaben:**

Ausgehend von fachspezifischen Aspekten wird die enge Verflechtung der Physik mit anderen Naturwissenschaften bearbeitet: Der Unterrichtsgegenstand trägt zu allen Bildungsbereichen bei und soll sich keinesfalls nur auf die Darstellung physikalischer Inhalte beschränken.

Der Unterricht hat das Ziel, den Schülerinnen und Schülern das Modelldenken der Physik (Realwelt - Modell - Modelleigenschaften - Realwelt) zu vermitteln und physikalisches Wissen in größere Zusammenhänge zu stellen.

Dies geschieht durch:

- **bewusstes Beobachten physikalischer Vorgänge;**
- **Verstehen und altersgemäßes Anwenden von typischen Denk- und Arbeitsweisen der Physik;**
- Erkennen von Gültigkeitsgrenzen physikalischer Gesetzmäßigkeiten in alltagsbezogenen Situationen;
- **eigenständige und handlungsorientierte Auseinandersetzung mit Problemen aus dem Erfahrungsbereich der SchülerInnen nach Möglichkeit ausgehend von SchülerInnenexperimenten;**
- **Entwickeln von Erklärungsversuchen beziehungsweise Modellvorstellungen und deren Anwendungen bei physikalischen Vorgängen in Natur und Technik.**

Außerdem hat der Physikunterricht den Schülerinnen und Schülern in Verbindung mit anderen Unterrichtsgegenständen die Vielschichtigkeit des Umweltbegriffes bewusst zu machen. Dadurch soll eine bessere Orientierung in der Umwelt und entsprechend verantwortungsbewusstes Handeln erreicht werden.

Dies geschieht durch:

- Erkennen der kulturellen und wirtschaftlichen Bedeutung der Physik;
- Erkennen von Gefahren, die durch die Anwendung naturwissenschaftlich-technischer Erkenntnisse verursacht werden, und **Auseinandersetzung mit problemadäquaten Maßnahmen zur Minimierung (Unfallverhütung, Verkehrserziehung, Strahlenschutz, Zivilschutz, Friedenserziehung, ...);**
- Einsicht gewinnen in die Bedeutung technischer Entwicklungen für Gesellschaft und Umwelt;
- Einblicke gewinnen in die Berufs- und Arbeitswelt.

Auf Beiträge österreichischer WissenschaftlerInnen, ForscherInnen, TechnikerInnen sowie ErfinderInnen ist besonders einzugehen.

### **Beitrag zu den Aufgabenbereichen der Schule:**

- Darlegung eines Zusammenhanges zwischen Modellbildung und Weltanschauung.
- Anwendung physikalischer Aussagen bei der Interpretation philosophischer und religiöser Erklärungsversuche über den Ursprung und die Entwicklung des Universums.

## Beiträge zu den Bildungsbereichen:

### ***Natur und Technik:***

Die Ziele und Aufgaben des Physikunterrichtes unterstützen alle wesentlichen Anliegen des Bildungsbereiches.

### ***Mensch und Gesellschaft:***

Einfluss von Physik und Technik auf gesellschaftliche, ökonomische und ökologische Entwicklungen; kritische Auseinandersetzung mit unwissenschaftlichen beziehungsweise technikfeindlichen Meinungen; Einfluss moderner Technologien; Aufzeigen möglicher Gefahren bei der Umsetzung von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen in technischen Anwendungen; Entwickeln persönlicher Wertvorstellungen und der Einsicht zur Mitverantwortung im Umgang mit der Umwelt.

### ***Sprache und Kommunikation:***

Anwendung einer altersadäquaten Fachsprache; **präziser Sprachgebrauch bei Beobachtung, Beschreibung und Protokollierung physikalischer Vorgänge und Planung von SchülerInnenexperimenten.**

### ***Gesundheit und Bewegung:***

Biomechanische Grundlagen von Bewegungsvorgängen; Bedeutung der Physik im Verkehrswesen; Funktion und wesentliche physikalische Vorgänge beim Gebrauch von Sportgeräten; physikalische Vorgänge in Medizin und Medizintechnik.

### ***Kreativität und Gestaltung:***

**Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten;** Einfluss der Physik auf Ästhetik, Funktion und Design.

## **1.2.2 Allgemeine Zielsetzungen**

Ich habe in meiner nunmehr vierzehnjährigen Tätigkeit als Lehrerin immer wieder feststellen können, dass "learning by doing" für Lernende die mit Abstand nachhaltigste Methode ist, um (komplizierte und/oder komplexe) Lerninhalte vermittelt zu bekommen. Wie schon eingangs erwähnt, versucht dieses Projekt den natürlichen Wissensdurst sowie die Freude am Experimentieren und Ausprobieren von Kindern im Allgemeinen und SchülerInnen im Besonderen zu stillen. Vor allem auch jene SchülerInnen, deren Abstraktionsvermögen als gering einzustufen ist, sollen durch die Möglichkeit zum selbstständigen praktischen Arbeiten gefördert und ihre Motivation gesteigert werden.

Nachdem die Sicht der Lehrperson nur eine mögliche Sichtweise ist, sollte in diesem Projekt auch die Sicht der SchülerInnen zum Fach Physik, zum Experimentieren im Physikunterricht und ihre Erwartungen und Wünsche erhoben werden.

Das bereits vorhandene, natürliche Interesse der SchülerInnen sollte somit vertieft werden, Antworten auf Fragen vermutet und anschließend mittels Durchführung der Versuche gefunden werden. Die SchülerInnen erhielten die Chance, neue Erkenntnisse zu gewinnen, diese anschließend zu dokumentieren und daraus allgemeine

Schlussfolgerungen oder Gesetzmäßigkeiten für verschiedene Teilgebiete der Physik abzuleiten. In diesem Rahmen wiederholten und festigten sie bisher erlernten Stoff und sollten ihn nach Möglichkeit auch den entsprechenden Unterrichtseinheiten zuordnen können.

Das im Lehrplan geforderte bewusste Beobachten physikalischer Vorgänge kombiniert mit dem Verstehen und altersgemäßen Anwenden von typischen Denk- und Arbeitsweisen der Physik stand im Vordergrund. Anschließend galt es, Gültigkeitsgrenzen physikalischer Gesetzmäßigkeiten in alltagsbezogenen Situationen zu erkennen, sich eigenständig und handlungsorientiert mit Problemen aus dem eigenen Erfahrungsbereich nach Möglichkeit ausgehend von SchülerInnenexperimenten auseinanderzusetzen.

### **1.2.3 Erweiterte Zielsetzungen**

Im Rahmen dieses Stationsbetriebes wollte ich die SchülerInnen zu genauem Lesen und Arbeiten motivieren und so dem fächerübergreifenden Aspekt mit dem Unterrichtsgegenstand Deutsch gerecht werden. Andererseits wollte ich aber auch dem fächerübergreifenden Aspekt mit dem Unterrichtsfach Englisch Rechnung tragen. Die englische Sprache fließt heute in einer solchen Fülle in den Alltag der sms- und chatwütigen Jugendlichen ein, dass es für sie schon eine Selbstverständlichkeit geworden ist, Anglizismen zu verwenden und der englischen Sprache allgegenwärtig zu begegnen. Aus diesem Grund waren einige der Anweisungen in englischer Sprache verfasst worden. Für jene SchülerInnen, deren Englischkenntnisse nicht ausreichend waren, werden zusätzlich Bilder zur Veranschaulichung verwendet und außerdem Wörterbücher zur Verfügung gestellt.

### **1.2.4 Soziale Zielsetzung**

Damit die soziale Komponente ebenfalls zum Tragen kam, erhielten die SchülerInnen die Möglichkeit, verschiedene Experimente selbstständig oder aber in Partner- oder in Teamarbeit durchzuführen. Dabei sollten Vermutungen, Beobachtungen und Ergebnisse diskutiert und beraten werden. Dieser Bereich wird der Lehrplanforderung nach einem präzisen Sprachgebrauch gerecht, denn jede/r SchülerIn sollte lernen, ihre/seine Beobachtungen zu interpretieren, ihren/seinen Standpunkt zu vertreten und diesbezüglich zu argumentieren. Die geforderte Anwendung einer altersadäquaten Fachsprache und die Beschreibung und Protokollierung physikalischer Vorgänge wurde in diesem Bereich der Zielsetzungen ebenfalls erfüllt.

Jede/r SchülerIn sollte aber auch lernen, die Anschauung einer anderen Schülerin/eines anderen Schülers in Betracht zu ziehen und gegebenenfalls die eigene Meinung zu überdenken und wenn notwendig zu revidieren. All dies sollte dazu dienen, den Gemeinschaftssinn zu fördern und das Miteinander unter den Lernenden innerhalb der Klassengemeinschaft zu stärken.



### **1.2.5 Vorausschauende Zielsetzung**

Abschließend setzte ich mir das Ziel, dass die Experimente der einzelnen Stationen zwar eindrucksvoll, aber in ihrer Herstellung nicht zu kostenintensiv oder zu arbeitsaufwändig sein sollten, damit es zukünftig auch möglich sein würde, einige der Stationen im Rahmen des herkömmlichen Unterrichts – sofern dies von den räumlichen und zeitlichen Bedingungen her möglich ist – anzuwenden und durchzuführen.

Die Versuchsanleitungen sollten für die Schülerinnen verständlich und die Versuche für sie interessant sein.

## **2 DURCHFÜHRUNG**

### **2.1 Vorbereitungsphase**

In der Vorbereitungsphase wurden Gespräche mit der Direktion und den Physiklehrern unserer Hauptschule geführt und außerdem wurde das Projekt der Kollegenschaft im Rahmen einer Konferenz präsentiert. Der Umfang des Stationsbetriebes sollte so groß sein, dass die Anzahl der Versuche mit der Teilnehmeranzahl einherging.

#### **2.1.1 Die räumlichen Gegebenheiten**

Es gab gemeinsame Überlegungen, wie ein Projekt dieser Größenordnung (mit nahezu 30 Stationen) von den räumlichen Gegebenheiten in unserer Schule umgesetzt werden könnte. Rasch wurde klar, dass dafür das gesamte Parterre unserer Schule inklusive Physikraum und Schulküche am besten geeignet wären und dass dieser Stationsbetrieb nur an einem Nachmittag durchgeführt werden kann, damit andere Unterrichtsstunden nicht gestört werden.

Es galt, nach der Zusammenstellung der Versuchsreihe auch die entsprechenden Räume mit den entsprechenden Voraussetzungen zu finden. Die Schulküche mit ihren drei Kochzeilen und insgesamt fünf Waschbecken eignete sich beispielsweise hervorragend für jene Experimente, in denen Wasser benötigt wurde.

#### **2.1.2 Ermittlung der Anzahl der Projektteilnehmer**

Das Projekt wurde den SchülerInnen im Rahmen des Physikunterrichts kurz und in groben Zügen vorgestellt und es wurde – was mir persönlich sehr wichtig war – den Jugendlichen freigestellt, ob sie daran teilnehmen möchten oder nicht. Erst nach dieser Rückmeldung wurde der entsprechende Elternbrief jenen SchülerInnen mit nach Hause gegeben, die ihr Interesse für einen Nachmittag mit Physik und Experimenten, sprich „learning by doing“ kund getan hatten.

Von den 42 SchülerInnen der 3b und 3c Klasse gab es 30 Anmeldungen. Leider waren es krankheitsbedingt im Endeffekt nur 26 Teilnehmer – elf Mädchen und 15 Burschen.

#### **2.1.3 Kriterien für die Auswahl der Versuche**

Für die Auswahl der einzelnen Versuche wurden folgende Aspekte berücksichtigt:

- einfache Handhabung und kostengünstige Materialien
- kein zu großer Aufwand in der Bereitstellung der Materialien
- Wiederholungsaufgaben zum Stoffgebiet der zweiten Klasse (sechste Schulstufe), um diese Themen zu wiederholen und zu festigen

- Wiederholungsaufgaben zum bereits durchgenommenen Stoffgebiet der dritten Klasse (siebte Schulstufe), um diese Themen zu vertiefen
- einige Versuche zu jenen Bereichen der Physik, die heuer noch im Rahmen des Unterrichts besprochen werden, um die SchülerInnen zu motivieren
- einige einfache Versuche (zum Beispiel aus dem Bereich der Optik) als Vorschau auf den Stoff der vierten Klasse (achte Schulstufe)

## **2.2 Herstellen der benötigten Materialien**

Im nächsten Schritt ging ich nun daran, die benötigten Materialien zu besorgen und die Versuchsanleitungen sowie die entsprechenden Erläuterungen zu den einzelnen Experimenten zu gestalten. Ich legte Wert auf eine kindgerechte Ausführung und verwendete deshalb verschiedene Farben.

### **2.2.1 Versuchsanleitungen**

Es schien mir sinnvoll, die einzelnen Texte übersichtlich zu strukturieren, stets in einer einheitlichen Form und so knapp wie möglich aber gleichzeitig so ausführlich wie nötig zu halten. Außerdem wurden die Arbeitsaufträge von entsprechenden Bildern oder Skizzen begleitet, um diese zu veranschaulichen. Ferner endete jede Versuchsanleitung mit dem Hinweis: "Notiere deine Beobachtungen!" beziehungsweise "Don't forget to take your notes!"

### **2.2.2 Beobachtungsblätter**

Jeder Lernende erhielt für jeden der durchzuführenden Experimente ein Beobachtungsblatt. Darauf war anzukreuzen, ob die Anweisungen – in deutscher wie in englischer Sprache – verständlich und ausreichend beziehungsweise kaum oder nicht verständlich oder zu umfangreich beziehungsweise nicht ausreichend waren.

Jede Schülerin/jeder Schüler konnte auf diesem Beobachtungsblatt ihre/seine Beobachtungen notieren und Erklärungsversuche anstellen. Am Ende eines jeden Versuches stand die Aufforderung, den Bereich der Physik, aus dem dieser Versuch stammt, zu notieren. Die Vorlage dazu befindet sich im Anhang unter Punkt zwei.

### **2.2.3 Erklärungen zu den Versuchen und Auswertung der Beobachtungsblätter**

Die Notizen auf den Beobachtungsblättern der SchülerInnen dienten im Anschluss an die Durchführung des Stationsbetriebes dazu, die vermuteten Ergebnisse oder Beobachtungen mit den dafür vorbereiteten „Lösungen“ zu vergleichen.

Jede Erklärung gliederte sich in drei Bereiche, die beantwortet wurden:

- Das hast du bei diesem Versuch beobachten können:

- Wie lässt sich das erklären?
- Welche Bereiche des Physikunterrichts fließen in diesen Versuch ein?

Wenn nötig, wurden die Erklärungen noch mit Bildern oder Skizzen verdeutlicht, um sie anschaulicher zu machen.

Diese „Lösungsblätter“ wurden laminiert und wurden den SchülerInnen im Anschluss zugänglich gemacht. In der Folge wurden die einzelnen Erklärungen auch mittels Overheadfolien außerdem noch im Physikunterricht besprochen und somit allen Lernenden zugänglich gemacht. Dadurch ergab sich eine umfassende Wiederholung des Lernstoffes der sechsten und siebten Schulstufe. Als Besonderheit trat aber in diesem Fall die Lehrerin in den Hintergrund. Jene SchülerInnen, die an dem Projekt am Nachmittag teilgenommen hatten, präsentierten die Ergebnisse ihren KlassenkameradInnen.

## **2.3 Durchführung des Stationsbetriebes**

Die Durchführung der einzelnen Versuche lief – gemäß dem Wunsch der einzelnen Schülerinnen und Schülern – entweder in Form einer Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit ab. Dabei sollte aber die Höchstzahl von vier Personen pro Gruppe nicht überschritten werden. Die SchülerInnen wurden angewiesen, die Versuchsanleitungen zu lesen, die Arbeitsschritte mithilfe der bereitgestellten Materialien durchzuführen, die Beobachtungen und Vermutungen zu notieren und dann zur nächsten Station zu wechseln. Die Lehrperson stand dabei im Hintergrund und hatte nur – bei Bedarf – eine beratende Funktion.

## 2.4 Veranschaulichung anhand zweier Beispiele

### 2.4.1 Versuchsanleitung in deutscher Sprache

Experimente in Physik -
<b>EXPERIMENT 1</b>
- learning by doing.

#### BRUCHGLAS? ODER DOCH NICHT?

(Angelehnt an den Versuch: [http://www.leifiphysik.de/web\\_ph11/heimversuche/02\\_traegheit/papierschlaufen/papierschlaufen.htm](http://www.leifiphysik.de/web_ph11/heimversuche/02_traegheit/papierschlaufen/papierschlaufen.htm))

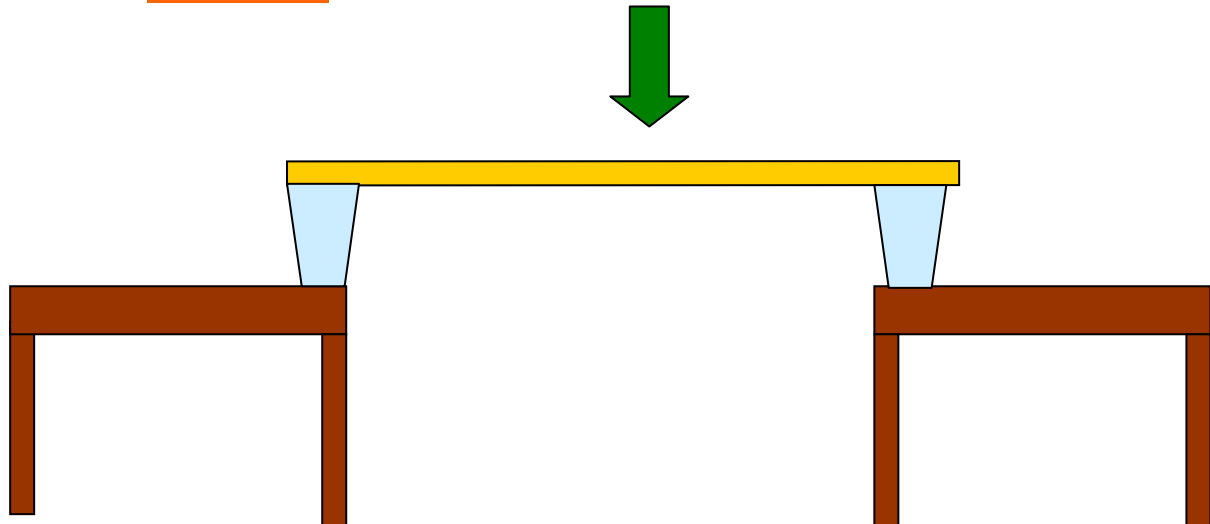
#### Wir benötigen:

- 1 daumendicke Holzleiste (1,5 x 3 cm)  
von 50 – 60 cm Länge aus sprödem Holz (Birnbäum oder Spanplatte)
- 2 Gläser
- 1 kräftigen Holzknüppel
- Schutzbrillen

#### Wir experimentieren:

Stelle jeweils ein Glas an den Rand auf einen der beiden Tische.

Lege nun die Holzleiste auf die Ränder der beiden Gläser – so wie abgebildet – und setze die Schutzbrille auf!



Schlage nun mutig und vor allem mit viel Kraft mit dem Holzknüppel auf die Mitte der Holzleiste und du wirst sehen: die Gläser bleiben unversehrt, aber die Holzleiste bricht. Je kräftiger man schlägt, umso geringer ist die Gefahr, dass der Versuch misslingt!

**Notiere deine Beobachtungen!**

## 2.4.2 Versuchsanleitung in englischer Sprache

Experimente in Physik -

### EXPERIMENT 2

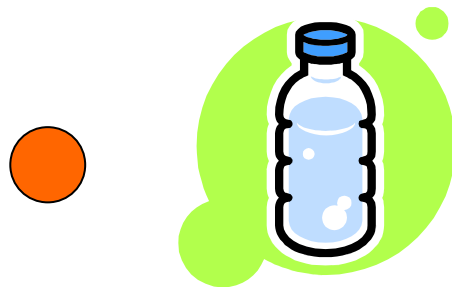
- learning by doing.

#### I CAN DO MAGIC, TOO!

(Angelehnt an den Versuch „Vom Luftdruck gefangen“:  
ALBRECHT, u. a. (2001). Erlebnis Physik 2. Wien: Dorner GmbH; S. 100)

#### Things we need:

- 1 empty bottle with a wide opening
- 1 table tennis ball
- some water



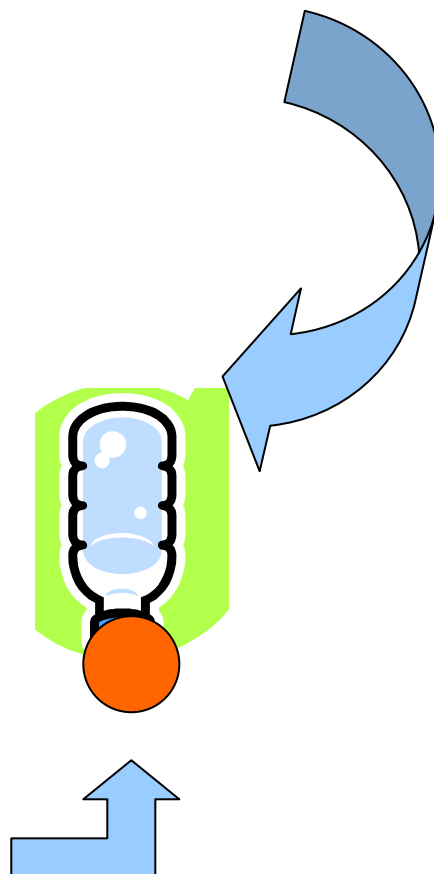
#### How to do this experiment:

Fill half of the bottle with some water.  
Put the table tennis ball onto it,  
so that you cover the opening completely.

Fix the table tennis ball with your fingers.  
Turn the bottle carefully. (headfirst)  
Roll the ball a little bit so that it  
is completely covered with water.

Let the ball loose.

Now describe what you can see!



**Don't forget to take your notes!**

## 2.4.3 Lösungsblatt zum Versuch 1

Experimente in Physik -

Erklärung – Experiment 1

- learning by doing.

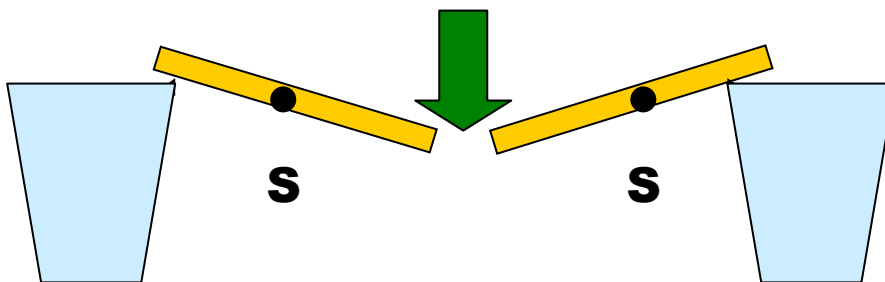
### BRUCHGLAS? ODER DOCH NICHT?

#### Das hast du bei diesem Versuch beobachten können:

Schlägt man ausreichend kräftig mit dem Holzknüppel auf die Mitte der Holzleiste, bleiben die beiden Gläser unversehrt, die Holzleiste aber bricht.

#### Wie lässt sich das erklären?

Die Holzleiste gibt nicht als Ganzes nach – wegen der Massenträgheit – sondern in einem ganz bestimmten Punkt: die beiden Teile drehen sich aufgrund der Geschwindigkeit um die Schwerpunkte S.



Bei einem kräftigen Schlag hat die Leiste keine Zeit, dem Stoß entgegenzuwirken. Ihre eigene Trägheit hindert sie daran. Dabei heben sich die beiden Enden von den Gläsern weg und diese bleiben unversehrt.

#### Welche Bereiche des Physikunterrichts fließen in diesen Versuch ein?

Trägheit

Schwerpunkt



## 2.4.4 Lösungsblatt zum Versuch 2

Experimente in Physik -

Erklärung – Experiment 2

- learning by doing.

**I CAN DO MAGIC, TOO!**

### **Das hast du bei diesem Versuch beobachten können:**

Der Ball verschließt die Flasche trotz der Schwerkraft, die auf den Ball und auf die darüber liegende Wassersäule wirkt.

### **Wie lässt sich das erklären?**

Zum einen lässt sich dieses Phänomen mit dem Luftdruck erklären, zum anderen wirken hier aber auch Kräfte, wie wir sie vom Auftrieb in der Luft kennen.

Selbst wenn der Ball lecken sollte, erzeugt das ausfließende Wasser einen kleinen Unterdruck, der den äußeren Luftdruck unterstützt.

### **Welche Bereiche des Physikunterrichts fließen in diesen Versuch ein?**

Luftdruck

Auftrieb in der Luft

Strömungslehre





### 3 EVALUATION

John Dewey, Pädagoge und Verfechter des Projektunterrichts, vertrat folgende Auffassung:

***„Ein Gramm Erfahrung ist besser als eine Tonne Theorie, einfach nur deswegen, weil jede Theorie nur in der Erfahrung lebendige und der Nachprüfung zugängliche Bedeutung hat.“***

Im Sinne einer Qualitätssicherung für das Bildungswesen wird von Projektverantwortlichen erwartet, dass sie nach Abschluss ihres Vorhabens evaluieren. Dadurch können Erkenntnisse, wie einzelne Versuche von den Schülerinnen und Schülern wahrgenommen worden sind, welche Ergebnisse und Lernzuwächse sie erzielen konnten und welche Schwierigkeiten die Lernenden bei der Bewältigung der unterschiedlichen Arbeitsaufträge hatten, gewonnen werden.

Die Beantwortung eines in vier Teilbereiche gegliederten Fragebogens sollte den Kindern die Möglichkeit zur Gesamtreflexion geben. Es erschien mir sinnvoll, die Erwartungshaltung im Vorfeld und vor allen Dingen auch die Selbsteinschätzung der Lernenden vorab zu ergründen.

Im Anschluss an die Durchführung des Projektes konnten die Lernenden reflektieren, wie sie mit den einzelnen Versuchsanleitungen zurechtkamen und wie häufig sie mit Vermutungen richtig lagen beziehungsweise ob sich ihr Wissensstand gefestigt oder erweitert hat und ob es möglich war, ihre Motivation und ihr Interesse für das Unterrichtsfach Physik zu steigern.

#### 3.1 Durchführung der Evaluation

Die Fragebögen, die den SchülerInnen vorgelegt wurden, gliederten sich generell in zwei Bereiche: Einerseits in einen Fragebogen mit den Teilen A und B, die noch **vor Durchführung des Projektes** auszufüllen waren, und andererseits in den Fragebogen mit den Bereichen C und D, die **im Anschluss** an den Stationsbetrieb zu bearbeiten waren.

Um feststellen zu können, ob es zwischen Mädchen und Burschen bezüglich ihrer Interessen, Einschätzungen, Überlegungen und Auffassungen gravierende Unterschiede gibt, wurden die SchülerInnen nach ihrem Geschlecht befragt, um eine dementsprechende Auswertung vornehmen zu können.

Entgegen der ursprünglich gedachten Vorgangsweise, die Befragungen im Rahmen eines Rollenspiels als „Reporter“ und „Befragter“ durchzuführen, entschied ich mich letztendlich dafür, die SchülerInnen den Fragebogen alleine ausfüllen zu lassen, um ihnen ein anonymes und deshalb vermutlich auch ein ehrlicheres Antworten zu ermöglichen und mitunter vielleicht sogar eine für die Befragte/den Befragten beschämende Situation zu vermeiden.

### **3.1.1 Grundsätzliche Beobachtungen**

Waren die SchülerInnen anfänglich noch ausgesprochen vorsichtig und zaghaft bei den ersten Stationen zu Gange, so änderte sich dies im Rahmen des Projektes sehr schnell. Die Ängstlichkeit, etwas falsch zu machen, wich der Freude am – mitunter wiederholten – Experimentieren. Da es weder einen Noten- noch einen Erfolgs- oder gar einen Zeitdruck gab, konnte nach Herzenslust probiert und getestet werden.

Mitunter wurden die Nerven einiger Lernender ganz schön stark strapaziert, schien es doch oft beinahe aussichtslos, die Partnerin/den Partner von den eigenen Lösungsansätzen zu überzeugen und sie/ihn von der eigenen Theorie abzubringen. Es galt, Meinungen auszutauschen und gegeneinander abzuwägen, um anschließend auf einen gemeinsamen Nenner zu kommen.

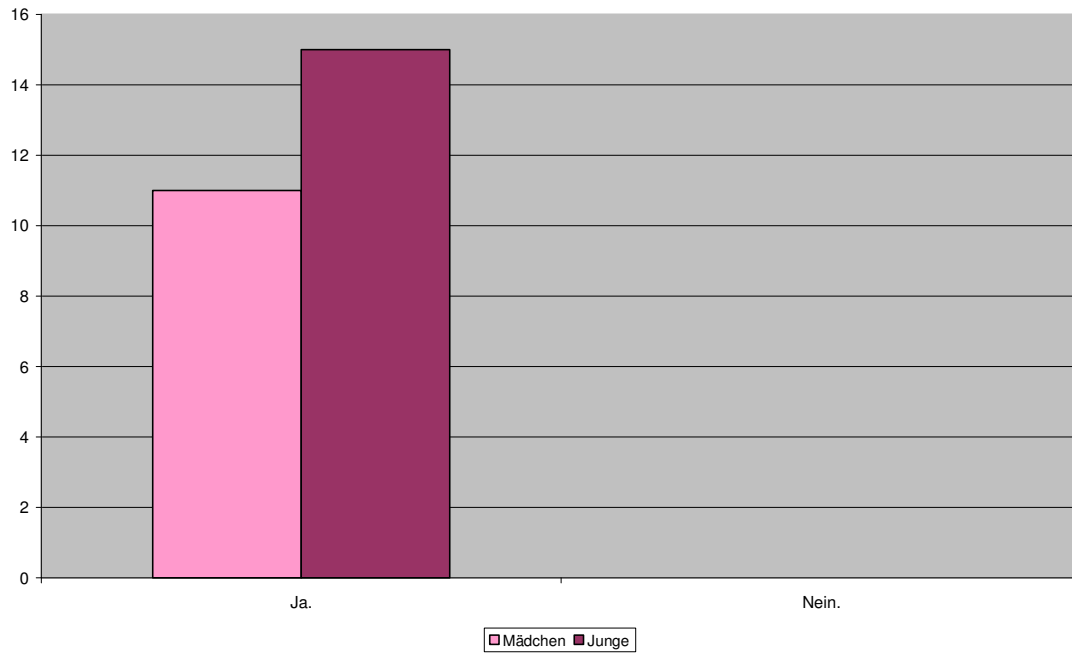
Außerdem war es für mich sehr schön zu beobachten, wie dieses „learning by doing“ die Teamfähigkeit einzelner SchülerInnen wesentlich förderte. Die soziale Komponente im Bereich „helfen“ und „sich auch helfen lassen“ trat dabei sehr in den Vordergrund. Dies war gerade bei den eher umfassenden und aufwändigen oder komplizierten Arbeitsanweisungen ganz deutlich zu sehen.

Im Anschluss an das Projekt war es den Schülerinnen und Schülern möglich, anhand der ausgegebenen Erklärungen ihre Vermutungen und Beobachtungen zu überprüfen. Sie gingen damit sehr sorgfältig und genau um, waren darauf bedacht, ihre eigenen Notizen entsprechend zu korrigieren beziehungsweise zu ergänzen und verglichen ihre Resultate mit jenen von Mitschülern. Beim Vorstellen vor der Klasse erwiesen sie sich dann als „Profis“ und erklärten ihren MitschülerInnen nicht nur den Versuch an sich, sondern auch die Lösung mit einer Leichtigkeit und erschienen mir bei der Präsentation aufgrund der Notizen auf den Beobachtungsblättern sehr sicher.

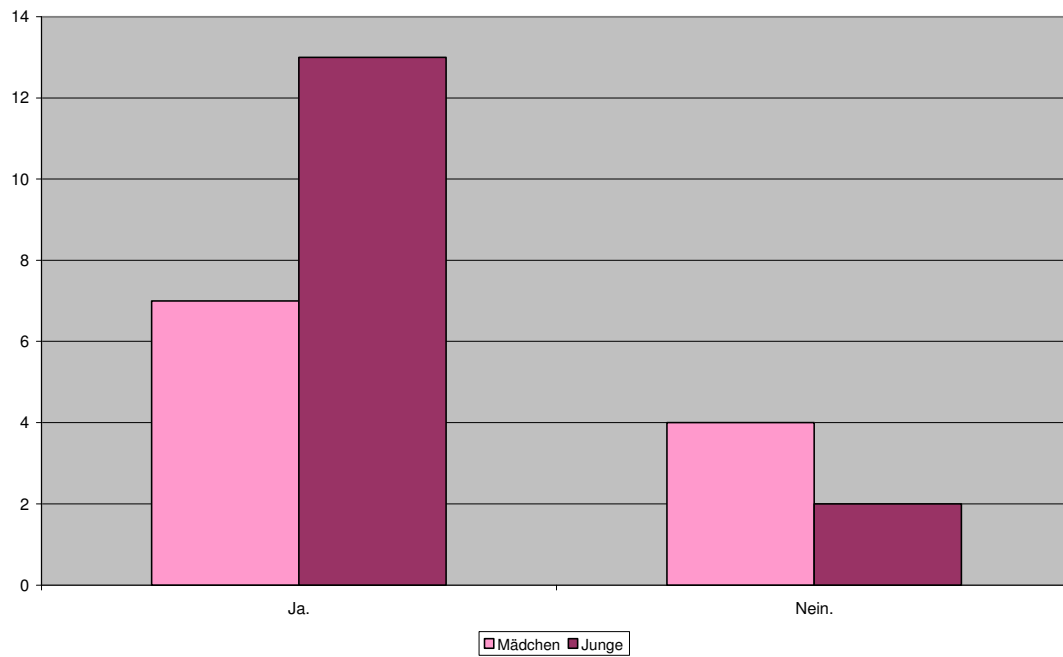
### **3.1.2 Auswertung des Fragebogens: Teil A**

Der erste Teil des Fragebogens – der sich zur Gänze im Anhang unter Punkt eins befindet – enthielt allgemeine Fragen hinsichtlich der Begabtheit und der Fähigkeit, Anweisungen durchzuführen. In diesem Bereich wurden auch Fragen zur partnerschaftlichen Arbeitsform gestellt und ob sich die SchülerInnen vorstellen könnten, in englischer Sprache verfasste Arbeitsaufträge zu bewältigen.

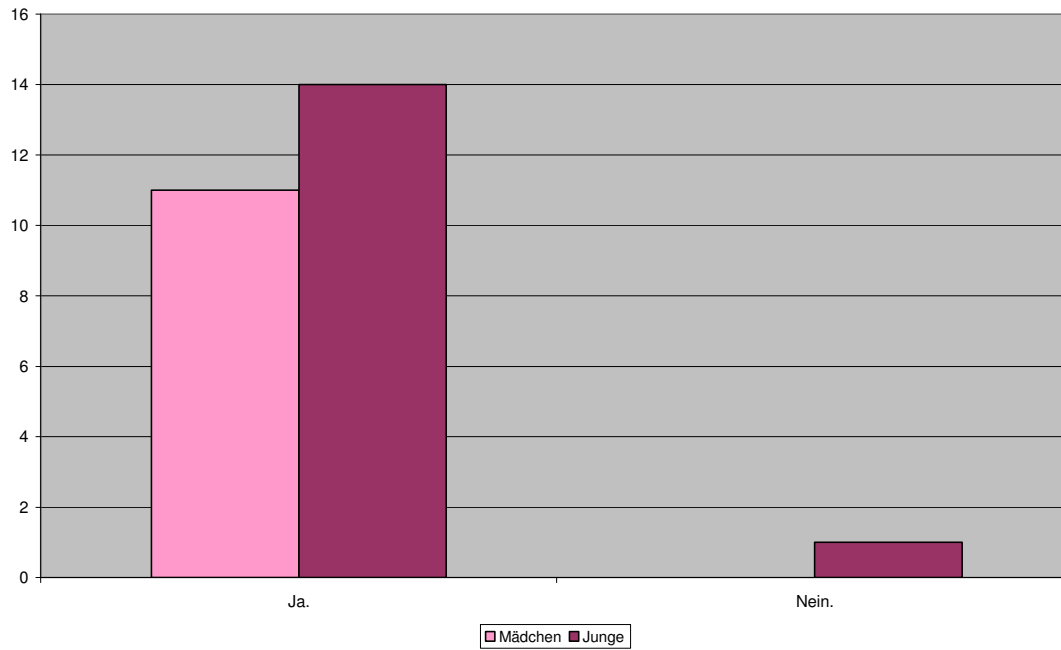
**Frage 2: Hast du Freude am Experimentieren?**



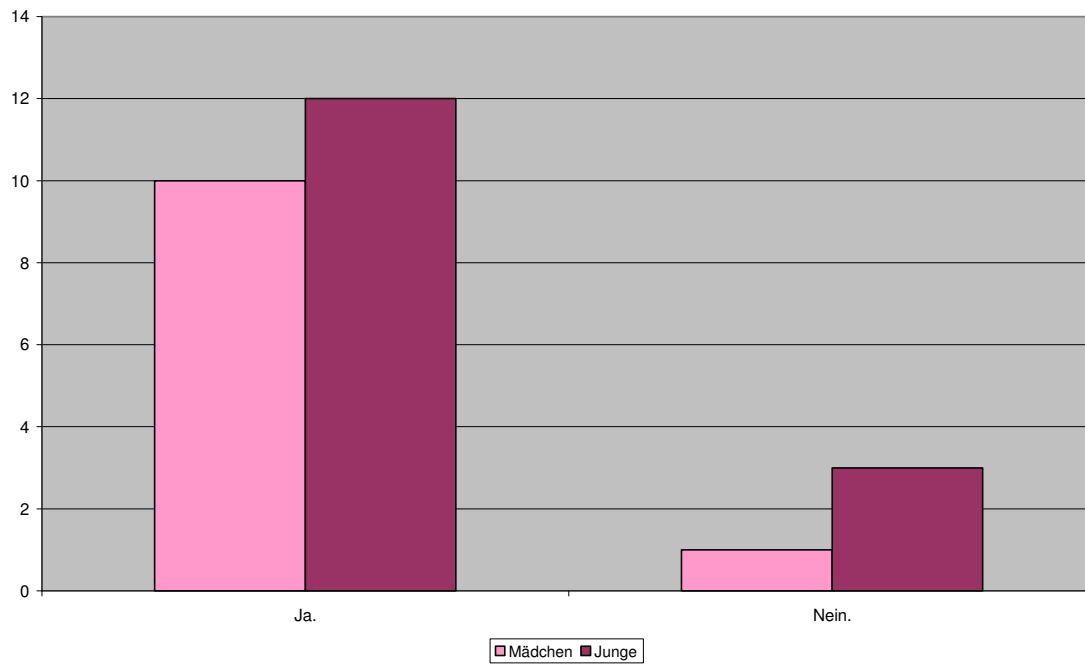
**Frage 3: Hältst du dich für technisch begabt?**



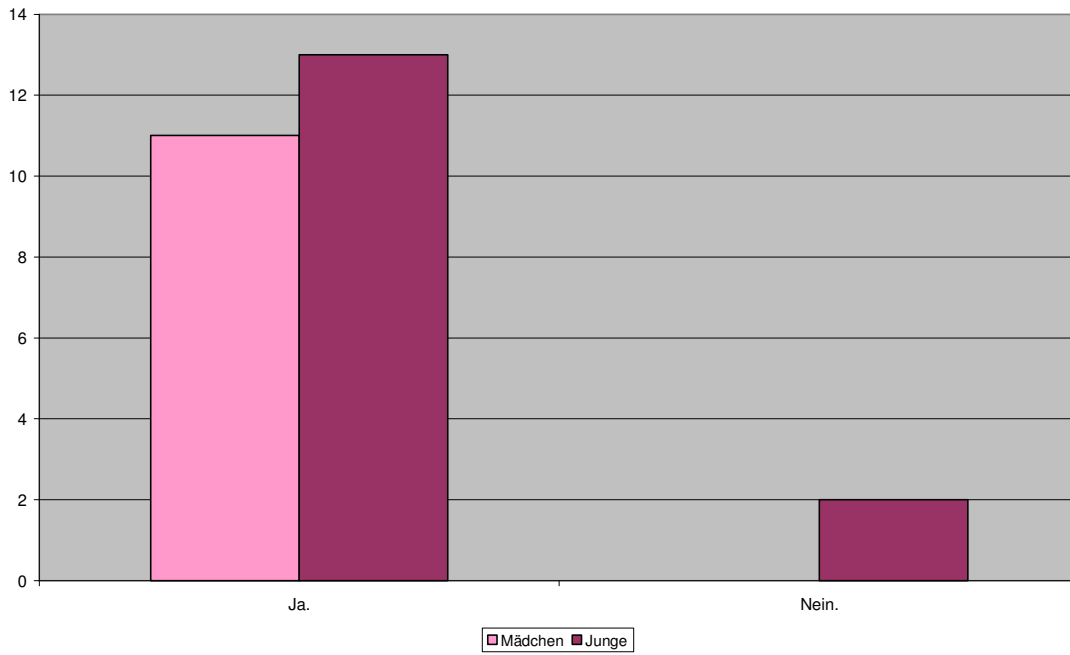
Frage 4: Arbeitest du gerne mit anderen Personen zusammen?



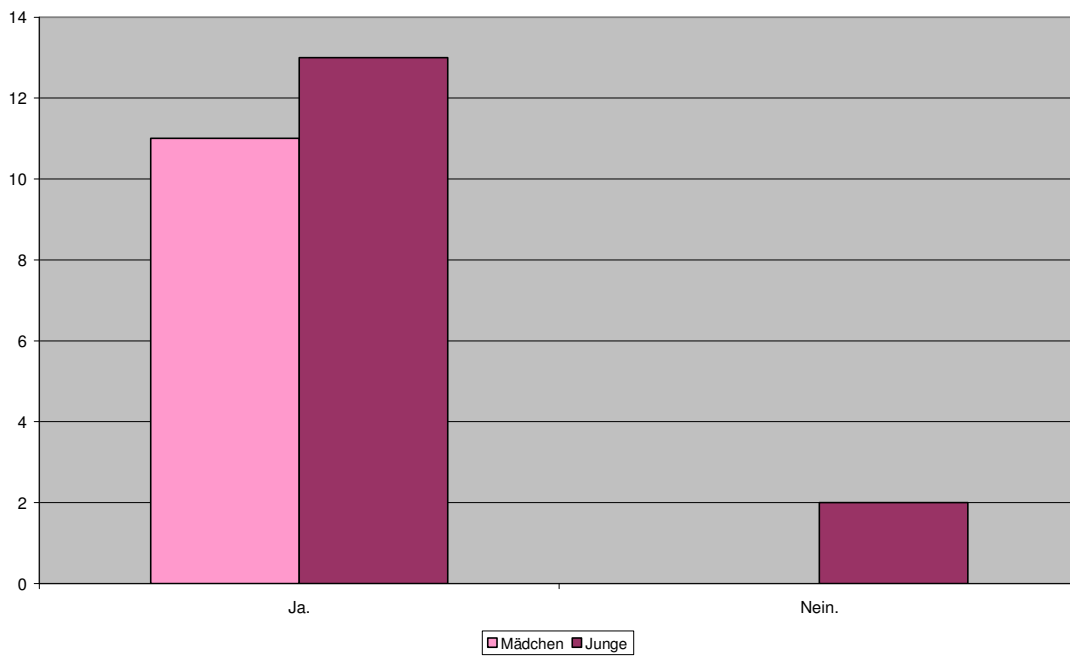
Frage 5: Fällt es dir leicht, Anweisungen zu lesen?



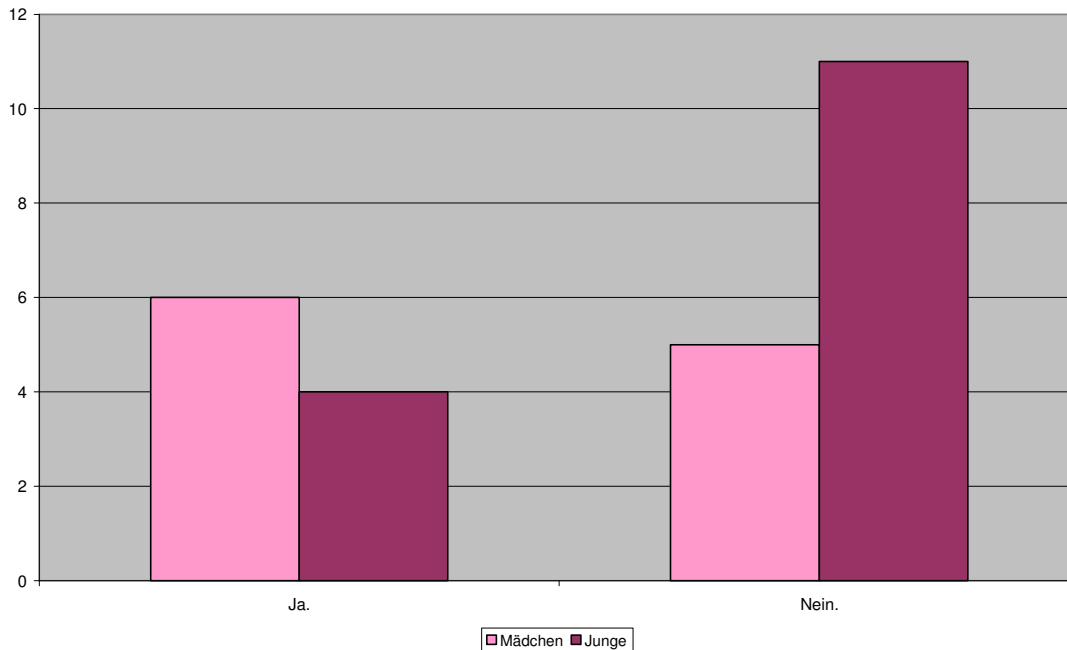
**Frage 6: Fällt es dir leicht, schriftliche Anweisungen umzusetzen/auszuführen?**



**Frage 7: Kannst du dir vorstellen, Experimente selbstständig durchzuführen, wenn du die Anweisungen dazu in deutscher Sprache vorliegen hast?**



Frage 8: Kannst du dir vorstellen, Experimente selbstständig durchzuführen, wenn du die Anweisungen dazu in englischer Sprache bekommst?



Dass es sich gerade die Burschen in einem überwiegenden Ausmaß nicht zutrauten, Experimente selbstständig durchzuführen, deren Anweisungen in englischer Sprache verfasst waren, war für mich eine große Überraschung. Es waren auch die Jungen, die sich ganz deutlich dagegen aussprachen, das Unterrichtsfach Physik mit der englischen Sprache zu verknüpfen (vergleiche Frage 23, Seite 29).

### 3.1.3 Auswertung des Fragebogens: Teil B

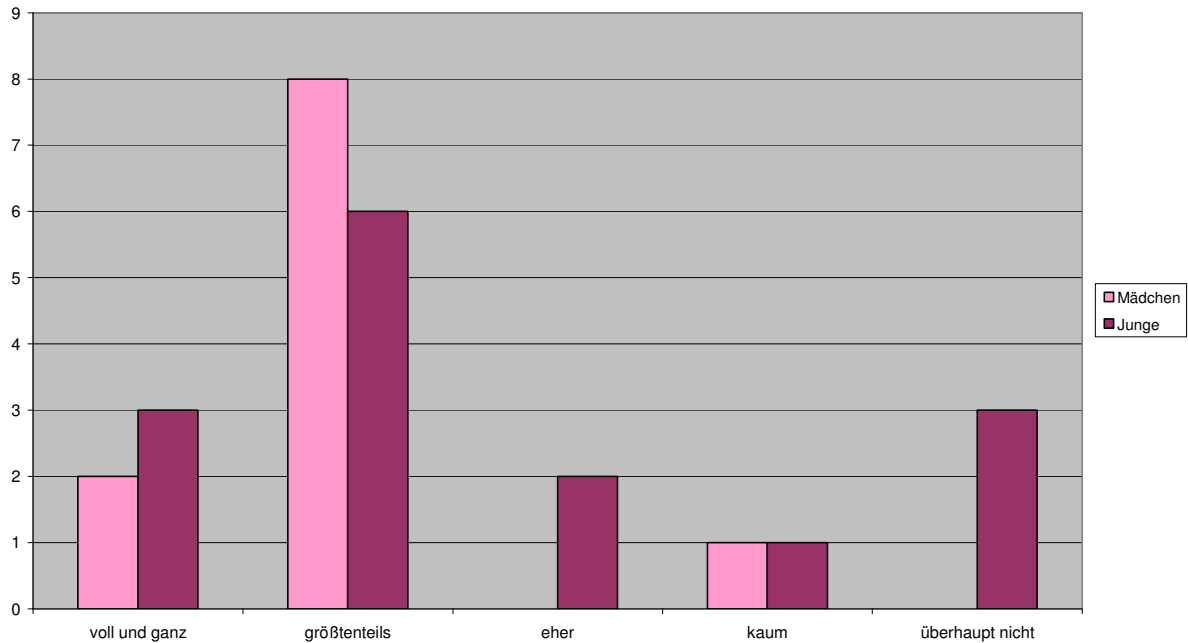
In diesem Abschnitt des Fragebogens beurteilten die SchülerInnen ganz gezielt die verschiedenen Aussagen und inwieweit diese auf sie zutreffen. Das Zutreffende war dabei wie folgt anzukreuzen:

1	Dieser Aussage stimme ich <b>voll und ganz</b> zu; sie trifft <b>zu ca. 100 %</b> auf meine Person zu.
2	Dieser Aussage stimme ich <b>größtenteils</b> zu; sie trifft <b>zu ca. 75 %</b> auf meine Person zu.
3	Dieser Aussage stimme ich <b>eher</b> zu; sie trifft <b>zu ca. 50 %</b> auf mich/meine Person zu.
4	Dieser Aussage stimme ich <b>kaum</b> zu; sie trifft <b>zu ca. 25 %</b> auf mich/meine Person zu.
5	Dieser Aussage stimme ich <b>überhaupt nicht</b> zu; sie trifft <b>in keinster Weise</b> auf meine Person zu.

Die Aussagen bezogen sich auf die derzeitige sowie auf die zukünftig gewünschte Unterrichtsform und -gestaltung in Physik und auf die Bedeutung und Wichtigkeit der englischen Sprache für die Lebensbereiche jeder einzelnen Schülerin/jedes einzelnen Schülers. Um ein möglichst aussagekräftiges Bild zu erhalten, waren insgesamt 29 Aussagen zu bewerten. Bei der Auswertung wurde wiederum nach Mädchen und Jungen getrennt und da die gesamte Auswertung für diesen Bericht zu umfangreich wäre, habe ich mir erlaubt, einige wenige – meiner Meinung nach sehr wichtige und/oder aussagekräftige beziehungsweise interessante, wenn nicht sogar überra-

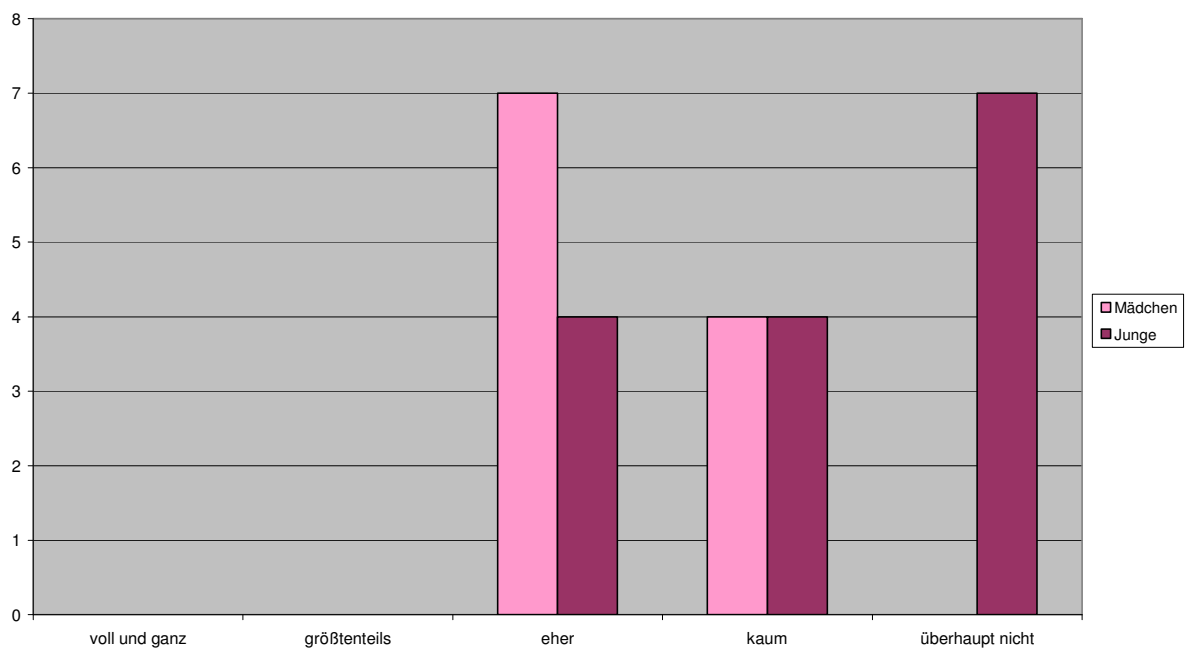
schende Ergebnisse hier anzuführen und gegebenenfalls zu kommentieren. Die gesamte Auswertung des Bereiches B findet sich im Anhang unter Punkt drei.

**Frage 2: Ich interessiere mich für die Themen, die wir im Physikunterricht besprechen.**



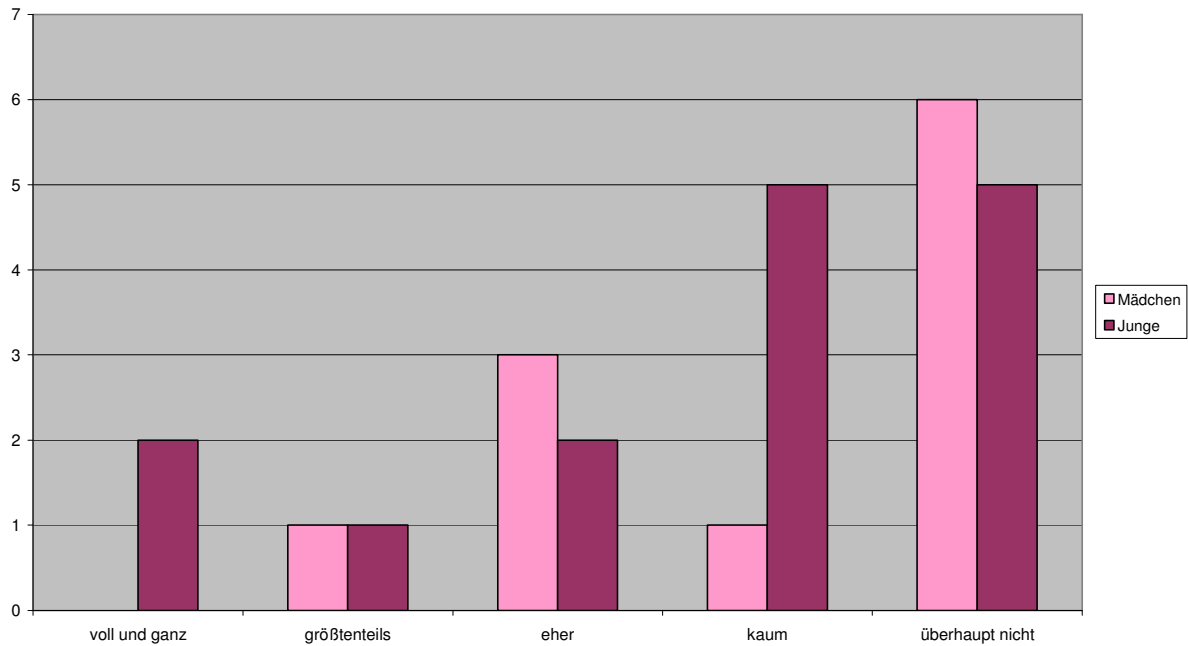
Für mich war es erstaunlich, dass sich Jungen, die sich eher weniger, kaum oder gar nicht für die Themen, die wir im Physikunterricht besprechen, doch freiwillig zu so einem Projekt in ihrer Freizeit meldeten.

**Frage 3: Ich beschäftige mich in meiner Freizeit mit Dingen, die wir in diesem Fach lernen.**

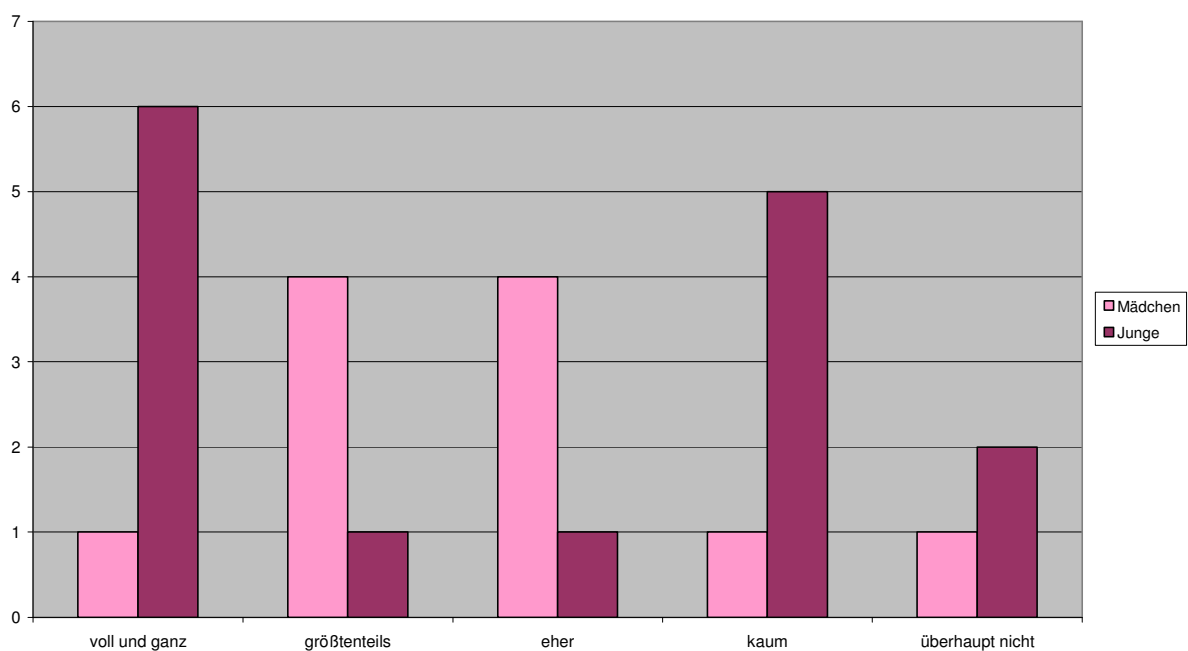


So gesehen unterschied sich dieser Nachmittag gänzlich von der herkömmlichen Freizeitgestaltung. Aufgrund der Tatsache, dass dem Großteil der SchülerInnen das Lernen im Fach Physik nicht besonders schwer fällt, ist die Ursache der Frage drei somit (wahrscheinlich) erklärt.

Frage 7: Das Lernen im Fach Physik fällt mir besonders schwer.



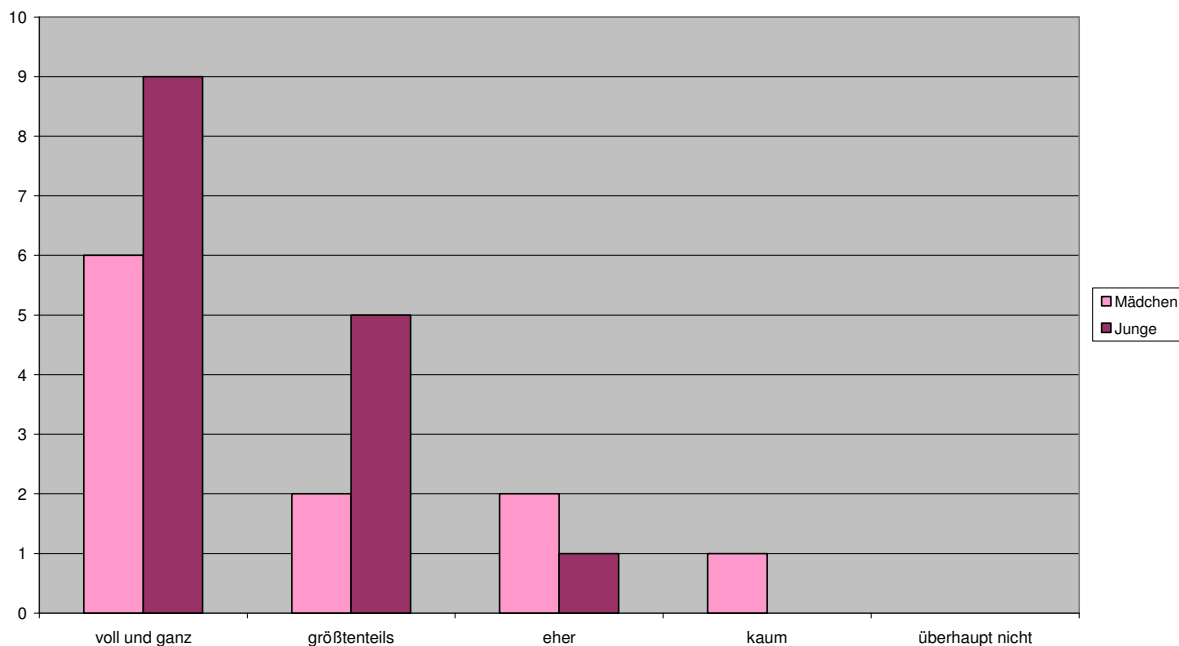
Frage 8: Ich schaue mir im Fernsehen gerne Sendungen an, die sich mit Physik beschäftigen.



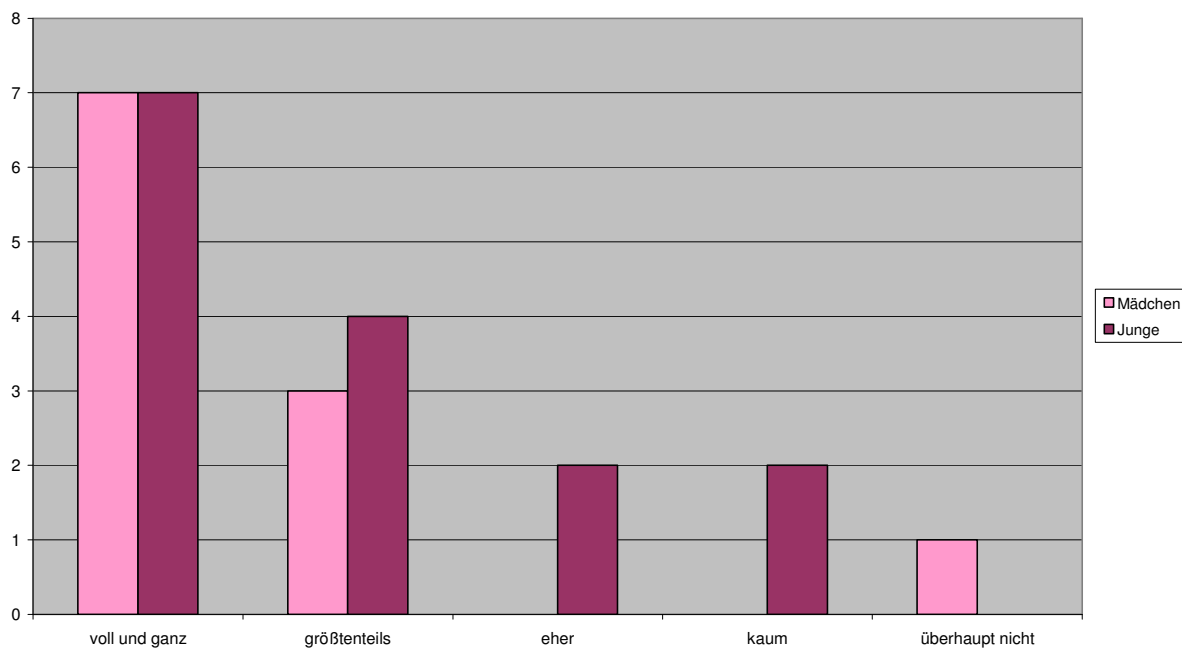


Jedoch stehen die Antworten auf die Frage acht im Gegensatz zum Ergebnis der Frage drei, vor allem was die Jungen betrifft, die sich ihrer Aussage nach in ihrer Freizeit nicht mit Themen beschäftigen, die wir im Physikunterricht besprechen. Ein interessantes Resultat brachte die Frage Nummer neun. Ein so hohes Maß an Zufriedenheit bezüglich der Stundenanzahl pro Woche hätte ich nicht erwartet.

**Frage 9: Die Anzahl der Physikstunden pro Woche (derzeit zwei) ist für mich in Ordnung.**

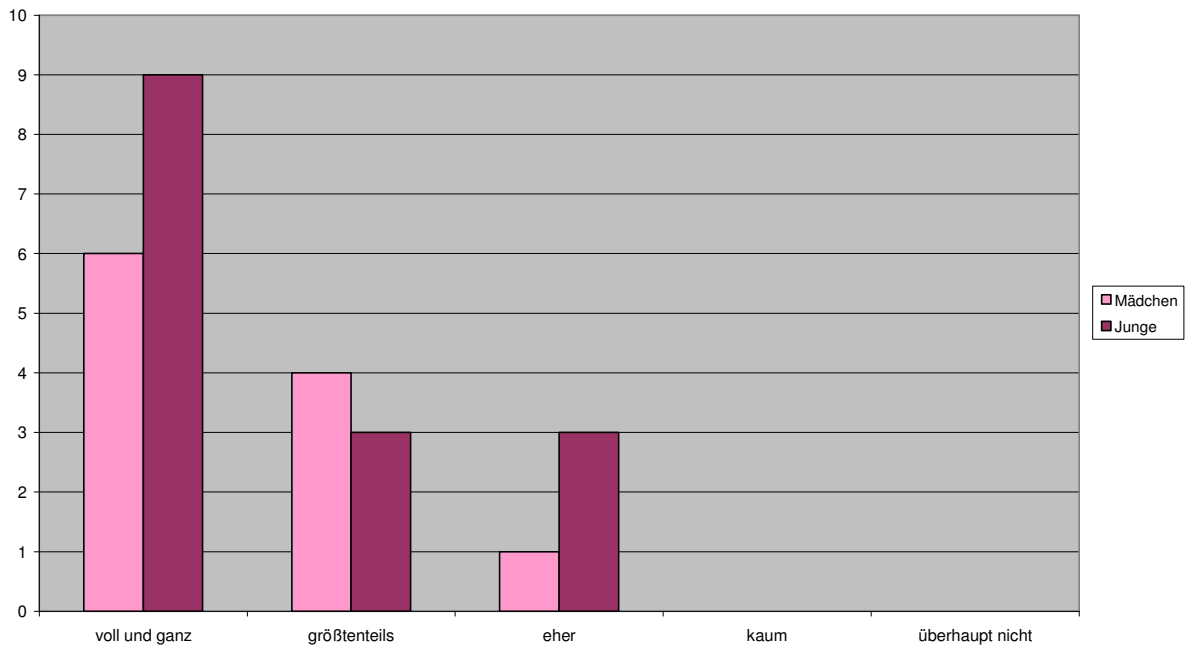


**Frage 12: Ich finde den Physikunterricht, wie er derzeit stattfindet, gut.**

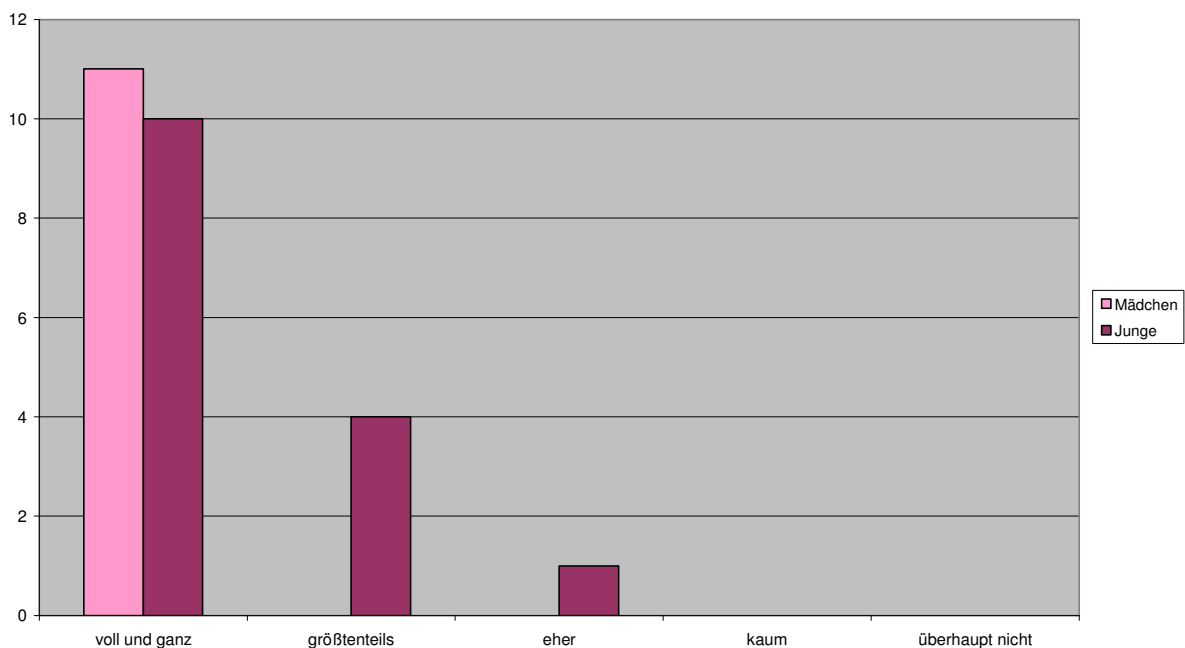


Die Auswertungen der Fragen zwölf, 13, 14 und 15 zeigen ganz deutlich, dass der Einsatz verschiedener Medien und auch die Wahl verschiedener Lernformen sowie entsprechender Demonstrationen doch wesentlich dazu beitragen, dass Schülerinnen und Schüler mit dem Unterricht zufrieden sind und dass Nachhaltigkeit gewährleistet ist.

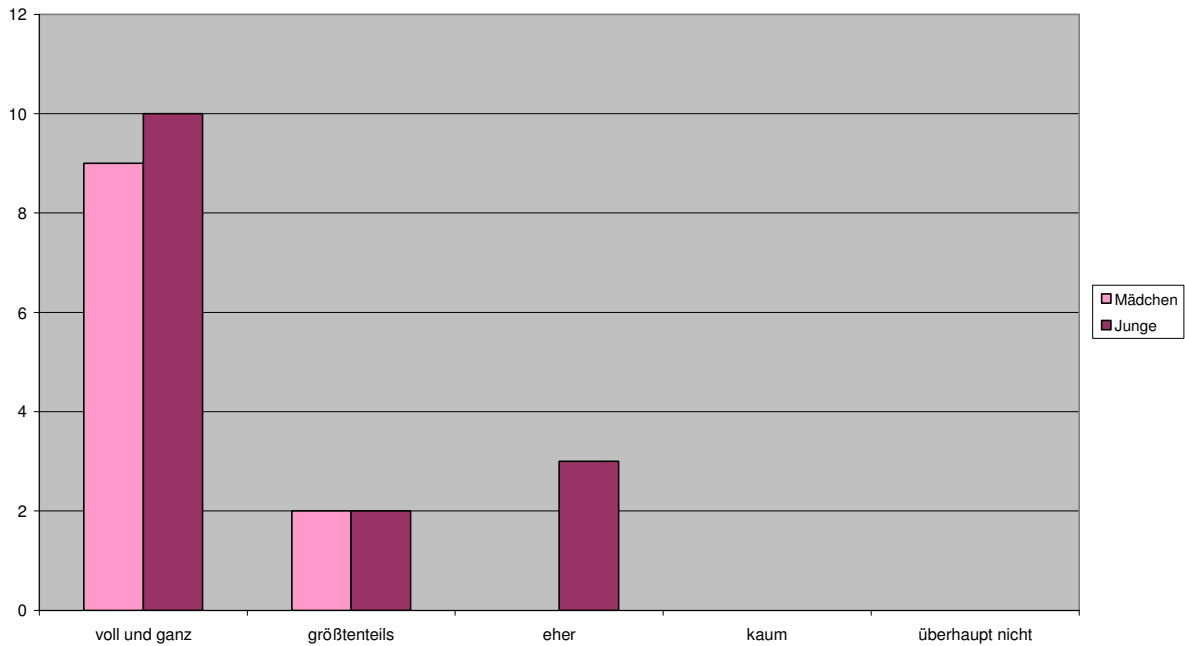
**Frage 13: Ich finde den Einsatz von verschiedenen Medien (power point, Internet, Filmmaterial) im Physikunterricht sehr wichtig.**



**Frage 14: Ich finde es gut, wenn Dinge/Vorgänge durch Versuche anschaulich gemacht werden.**

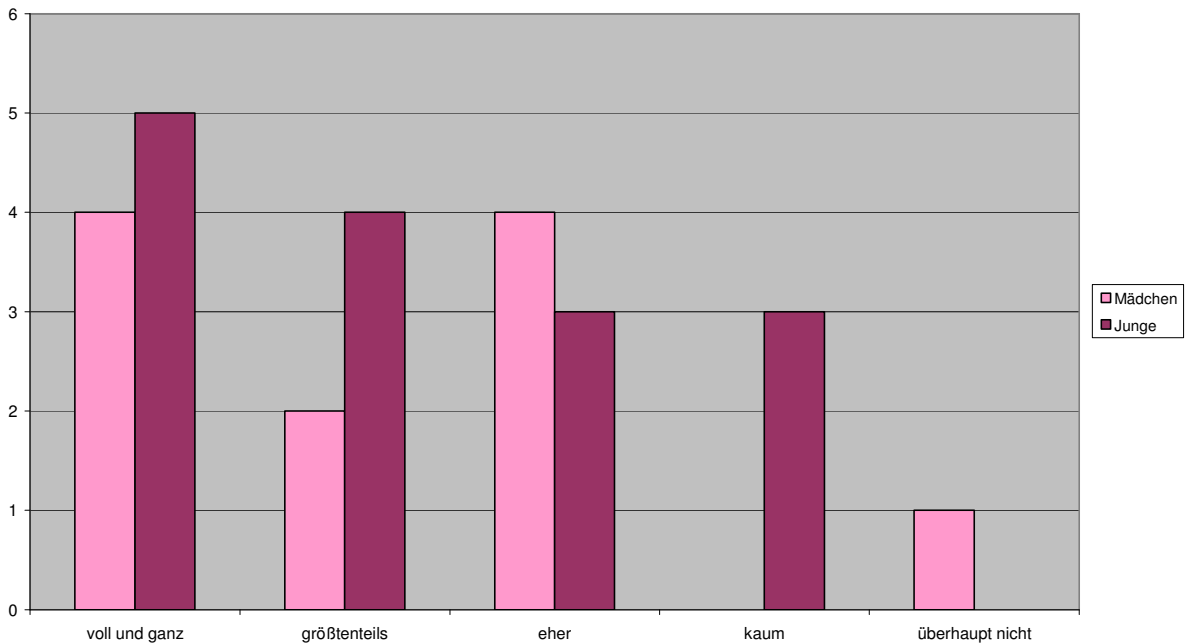


Frage 15: Ich finde es gut, wenn ich selbst experimentieren kann.

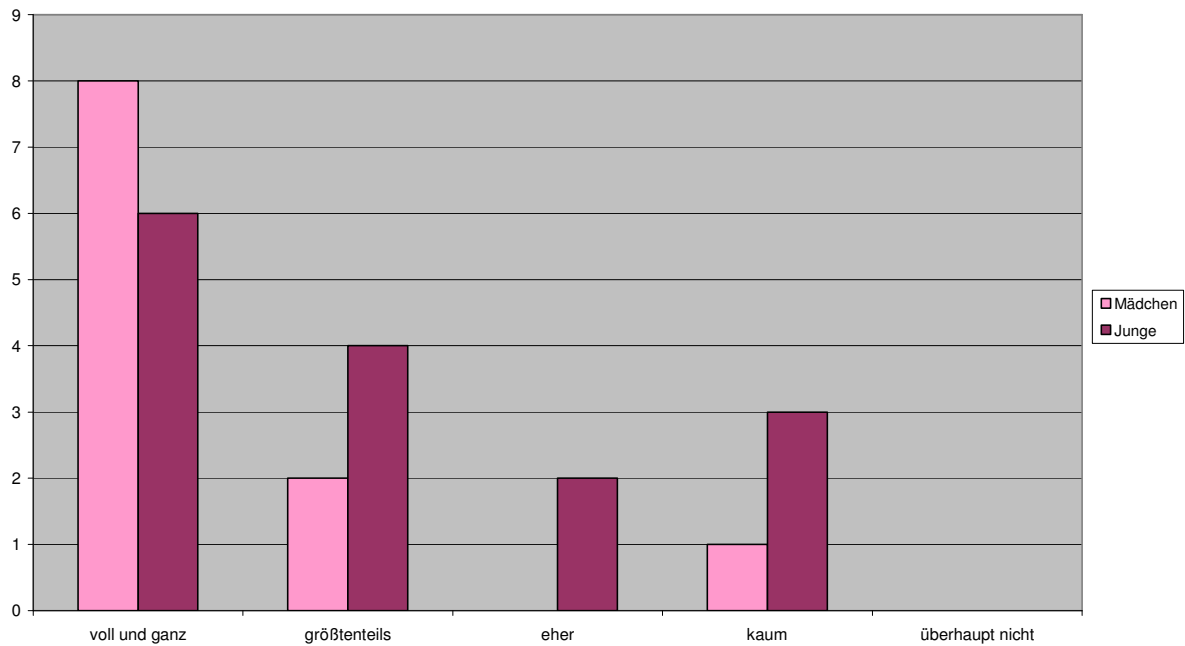


Die Antworten auf die Fragen 16 und 17 belegen die Wichtigkeit der Durchführung eines Projektes dieser Art und die Anzahl der Teilnehmer bestätigen dies außerdem. Vor allen Dingen auch in Anbetracht der Tatsache, dass sich die SchülerInnen bereits im Vorfeld sicher waren, dass sie durch solche Zusatzangebote ihr Wissen vertiefen und festigen können (vergleiche Frage 18).

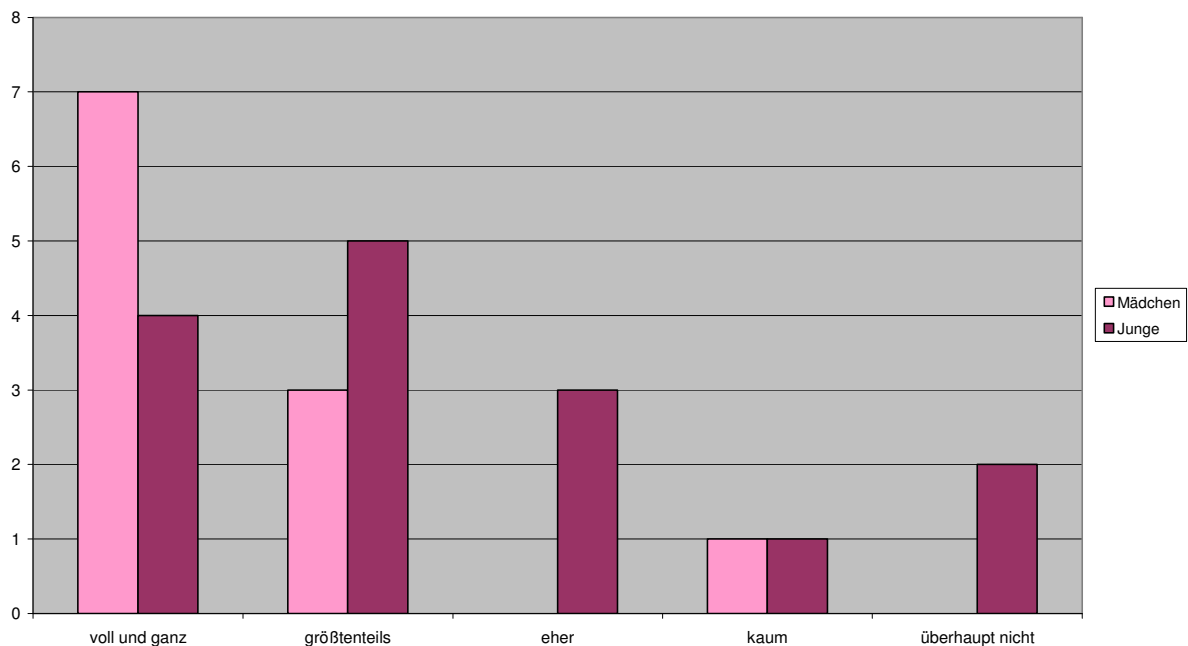
Frage 16: Ich bin der Meinung, dass SchülerInnen-Experimente im Unterricht viel zu kurz kommen.



**Frage 17: Ich nehme Zusatzangebote gerne an - auch wenn sie außerhalb der Schulzeit (an einem freien Nachmittag) stattfinden.**

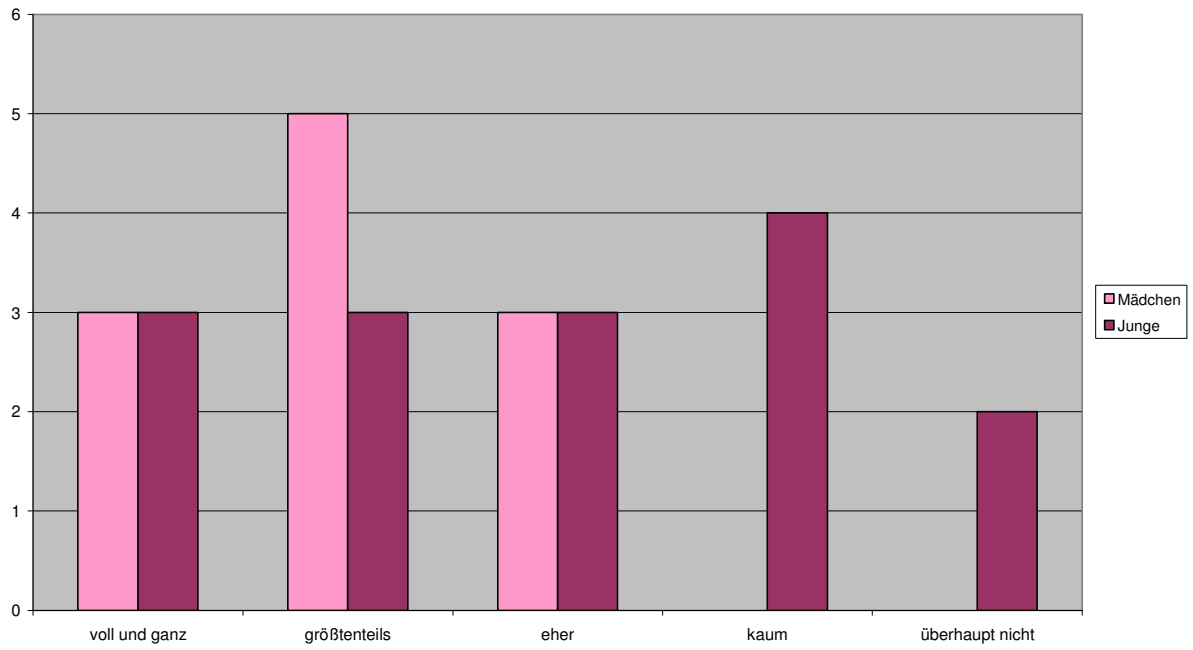


**Frage 18: Durch solche Zusatzangebote kann ich mein Wissen vertiefen und festigen.**

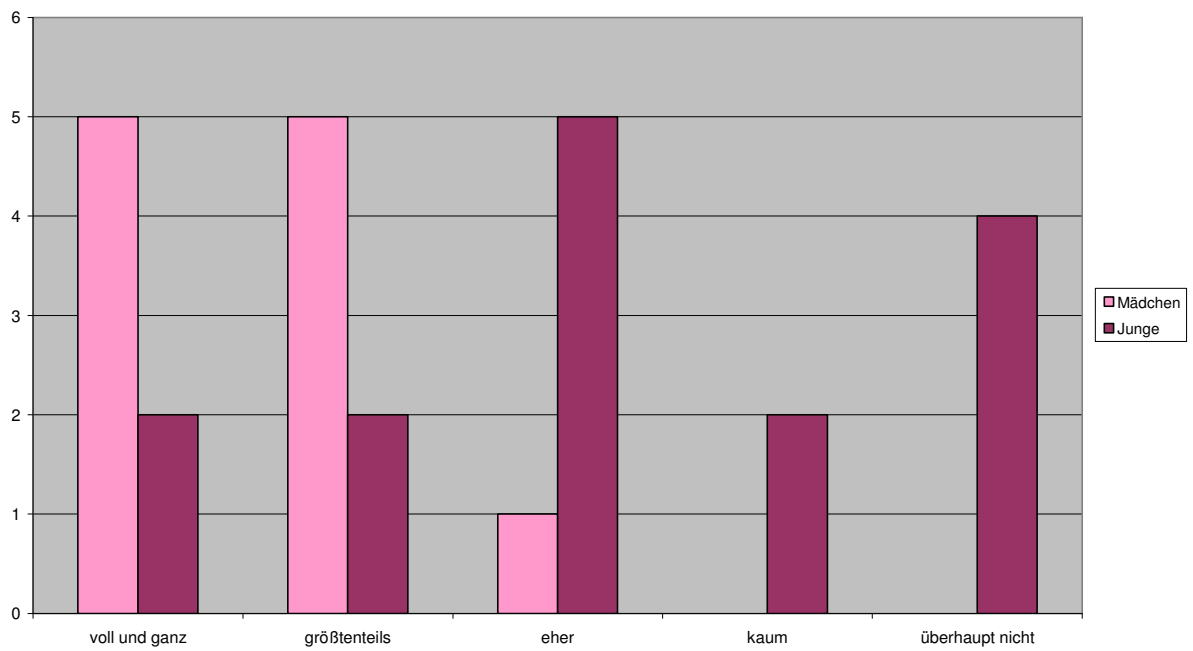


Obwohl die englische Sprache in sehr vielen Bereichen der SchülerInnen tagtäglich präsent ist (vergleiche Frage 21) und sich manche der Befragten ein Leben ohne die englische Sprache eigentlich kaum noch vorstellen können (vergleiche Frage 20), hießen es vor allem die Burschen gar nicht gut, dass das Unterrichtsfach Physik und die englische Sprache miteinander verknüpft wurden (vergleiche Frage 23).

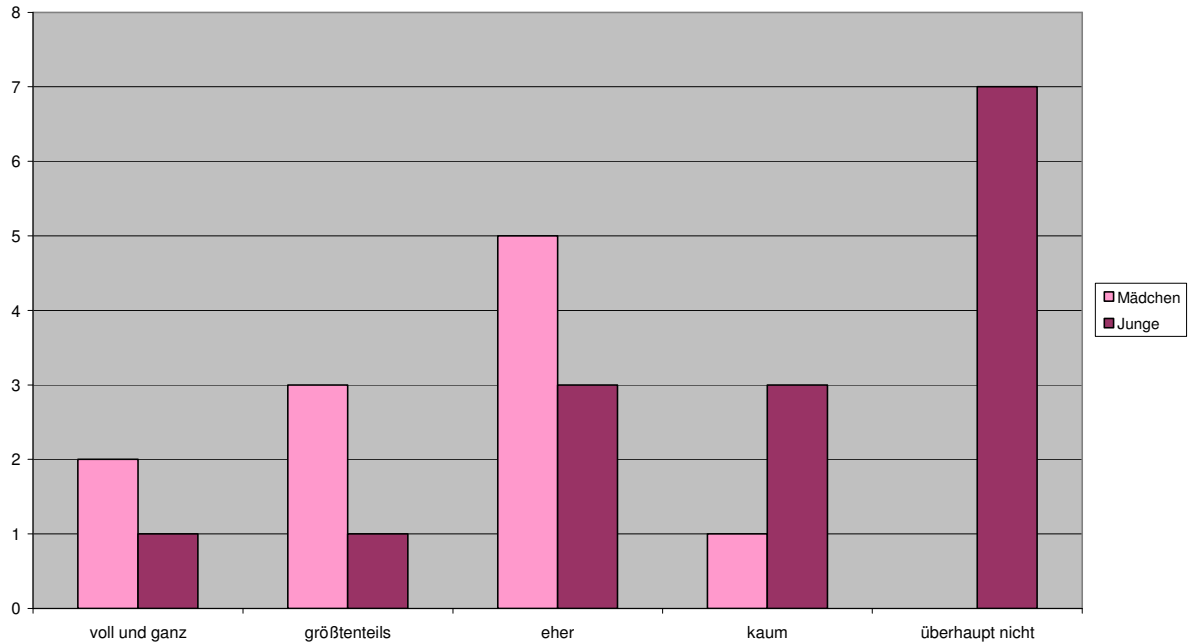
**Frage 21: Es gibt sehr viele Bereiche in meinem Leben, die mit der englischen Sprache zu tun haben.**



**Frage 20: Ein Leben ohne Englisch bzw. ohne die englische Sprache kann ich mir nicht vorstellen.**

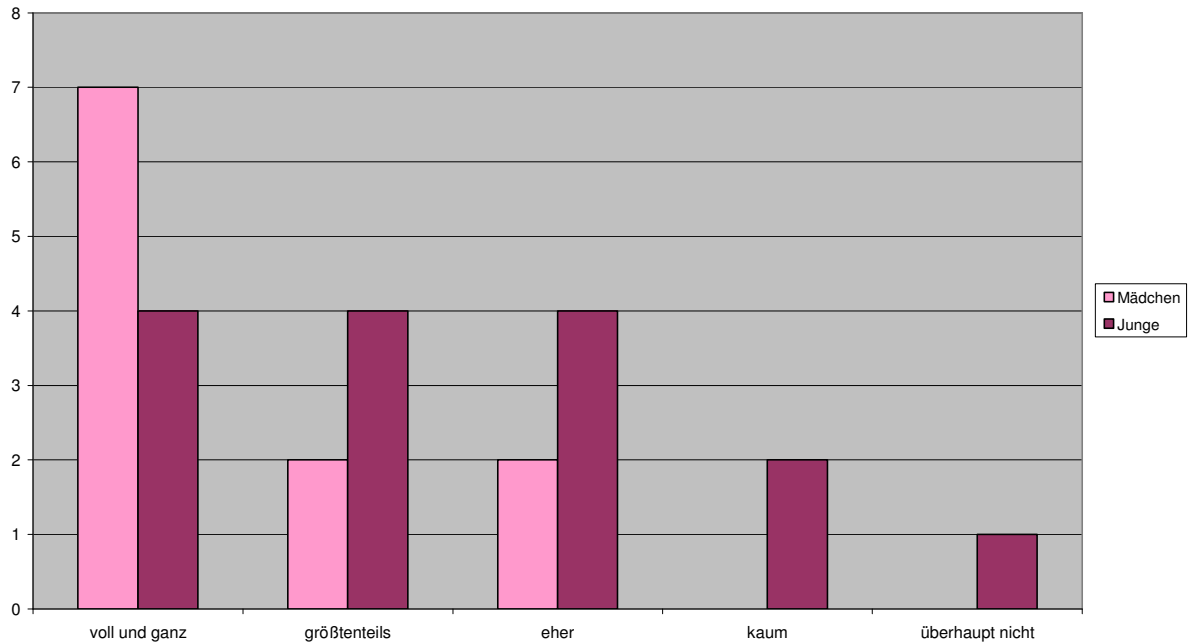


**Frage 23: Ich finde es eine gute Idee, das Unterrichtsfach Physik mit Englisch zu verknüpfen.**



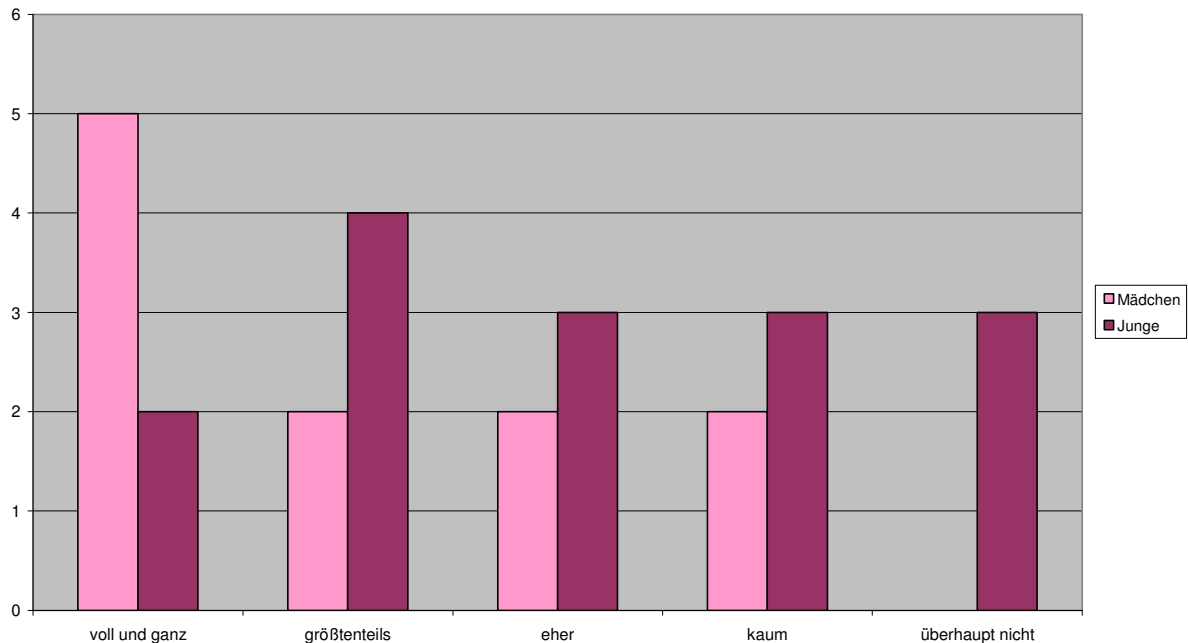
Vielleicht lag das auch daran, dass fast die Hälfte der befragten Burschen der Ansicht war, Englischkenntnisse im späteren Leben weder in beruflicher noch in privater Hinsicht zu benötigen – wie Frage 22 zeigte.

**Frage 22: Ich bin mir sicher, dass ich in meinem späteren Leben Englischkenntnisse - entweder auf beruflicher oder privater Ebene - benötigen werde.**



Hingegen war fast die Hälfte der Mädchen überzeugt, den englischen Arbeitsanweisungen ohne die Zuhilfenahme von Wörterbüchern umsetzen zu können.

Frage 24: Ich glaube, dass ich die englischen Arbeitsanweisungen so weit verstehen werde, dass ich das Experiment durchführen kann.



### 3.1.4 Auswertung des Fragebogens: Teil C

Im Anschluss an das Projekt füllten die SchülerInnen einen weiteren Fragebogen aus, der sich, wie eingangs erwähnt, wiederum in zwei Teilbereiche gliederte. Da alle Versuchsanleitungen fortlaufend nummeriert waren (die Arbeitsanweisungen in englischer Sprache gingen bis einschließlich Nummer zwölf), bezog sich die Fragestellung im Bereich C auf die einzelnen Experimente und etwaigen Schwierigkeiten bei der Umsetzung beziehungsweise Durchführung aber auch auf deren Nachhaltigkeit. Die Lernenden wurden in diesem Bereich aufgefordert, die diesbezüglichen Nummern in die Tabelle einzutragen. Mehrfachnennungen von bis zu fünf Nummern, entsprechend der Nummern der Experimente, waren dabei möglich.

Für die Auswertung wurde ermittelt, welches Experiment wie häufig genannt wurde. Anschließend wurden die entsprechenden Nummern der Versuche in der Reihenfolge ihrer häufigsten Nennung - getrennt nach Mädchen und Jungen - in die Tabelle übertragen. Ergaben sich Übereinstimmungen, so wurden diese Felder farblich gekennzeichnet.

Zukünftig können ProjektleiterInnen diesbezüglich reagieren und jene Arbeitsanweisungen entsprechend vereinfachen oder durch das Hinzufügen von Bildmaterial besser erläutern. Es wäre auch zu überlegen, ob der eine oder der andere Versuch gar gestrichen wird oder gegebenenfalls vielleicht im Rahmen des Physikunterrichtes wiederholt werden könnte.

**Bei welchem Experiment ...**

1	... hast du die englischen Anweisungen gut verstanden?
	... hast du die englischen Anweisungen gut verstanden?
2	... hast du die englischen Anweisungen nicht verstanden?
	... hast du die englischen Anweisungen nicht verstanden?
3	... hast du die deutschen Anweisungen gut verstanden?
	... hast du die deutschen Anweisungen gut verstanden?
4	... hast du die deutschen Anweisungen nicht verstanden?
	... hast du die deutschen Anweisungen nicht verstanden?
5	... hättest du gerne mehr Bilder gehabt?
	... hättest du gerne mehr Bilder gehabt?
6	... hattest du keinen Durchblick?
	... hattest du keinen Durchblick?
7	... hättest du am liebsten aufgegeben?
	... hättest du am liebsten aufgegeben?

**Mehrfachnennungen sind möglich!**

<b>Mädchen:</b>	4	2	8	3	1
<b>Jungen:</b>	1	2	8	7	4
<b>Mädchen:</b>	11	2	7	9	3
<b>Jungen:</b>	2	11	3	7	4
<b>Mädchen:</b>	13	18	23	24	25
<b>Jungen:</b>	2	15	18	23	13
<b>Mädchen:</b>	22	26	14	16	-
<b>Jungen:</b>	24	15	23	-	-
<b>Mädchen:</b>	1	9	26	-	-
<b>Jungen:</b>	1	11	9	15	22
<b>Mädchen:</b>	7	1	8	9	22
<b>Jungen:</b>	11	25	1	24	-
<b>Mädchen:</b>	1	2	7	12	13
<b>Jungen:</b>	11	2	25	7	14

**Welches Experiment ....**

1	... war für dich am schwierigsten in der Durchführung?
	... war für dich am schwierigsten in der Durchführung?
2	... hat dich am meisten beeindruckt?
	... hat dich am meisten beeindruckt?
3	... hat dich am meisten überrascht?
	... hat dich am meisten überrascht?
4	... war für dich sehr lehrreich?
	... war für dich sehr lehrreich?
5	... würdest du gerne wiederholen?
	... würdest du gerne wiederholen?
6	... war für dich langweilig?
	... war für dich langweilig?
7	... könnte man getrost weglassen?
	... könnte man getrost weglassen?

**Mehrfachnennungen sind möglich!**

<b>Mädchen:</b>	13	2	11	3	15
<b>Jungen:</b>	2	11	13	22	1
<b>Mädchen:</b>	2	13	15	16	5
<b>Jungen:</b>	21	11	13	15	17
<b>Mädchen:</b>	24	13	1	2	4
<b>Jungen:</b>	13	15	1	2	6
<b>Mädchen:</b>	22	1	3	13	22
<b>Jungen:</b>	13	1	26	8	19
<b>Mädchen:</b>	12	15	13	22	25
<b>Jungen:</b>	15	3	5	11	25
<b>Mädchen:</b>	11	3	13	14	2
<b>Jungen:</b>	1	21	5	7	8
<b>Mädchen:</b>	22	23	1	5	6
<b>Jungen:</b>	25	1	2	5	8

Eine kurze Zusammenfassung: Die Experimente Nummer 13, 15, 25 haben bei den Mädchen und Burschen großen Anklang gefunden. Dagegen wurden die Experimente 1 und 5 von beiden Geschlechtern abgelehnt.

Die Texte der Experimente 2, 4, 8, 13 und 23 waren gut verständlich. 2, 4, und 8 waren Anleitungen in englischer Sprache.

Interessant war, dass sich Mädchen und Burschen ganz uneinig in der Bewertung sind, welche Experimente langweilig waren: Es gibt hier keinerlei Übereinstimmungen.



### 3.1.5 Auswertung des Fragebogens: Teil D

Dieser Abschnitt beinhaltete verschiedene Aussagen, vergleichbar mit jenen im Abschnitt B und diese waren wiederum so anzukreuzen, wie sie für die einzelne Schülerin/den einzelnen Schüler am ehesten zutreffend sind.

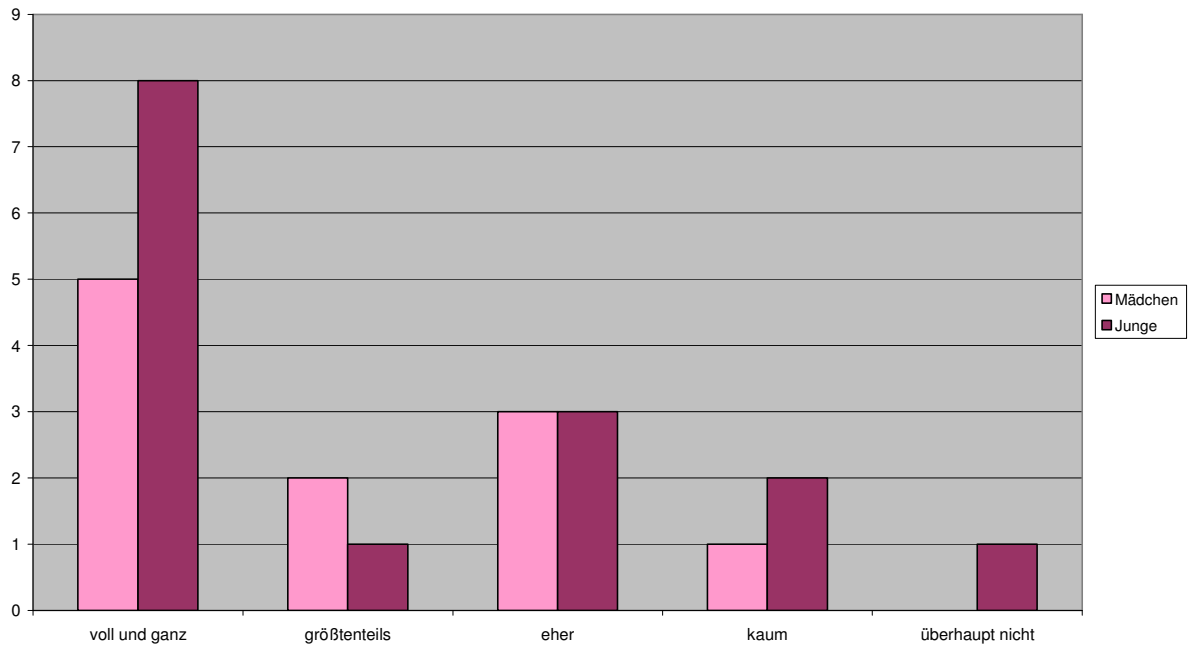
1	Dieser Aussage stimme ich <b>voll und ganz</b> zu; sie trifft <b>zu ca. 100 %</b> auf meine Person zu.
2	Dieser Aussage stimme ich <b>größtenteils</b> zu; sie trifft <b>zu ca. 75 %</b> auf meine Person zu.
3	Dieser Aussage stimme ich <b>eher</b> zu; sie trifft <b>zu ca. 50 %</b> auf mich/meine Person zu.
4	Dieser Aussage stimme ich <b>kaum</b> zu; sie trifft <b>zu ca. 25 %</b> auf mich/meine Person zu.
5	Dieser Aussage stimme ich <b>überhaupt nicht</b> zu; sie trifft <b>in keinster Weise</b> auf meine Person zu.

Dabei soll festgestellt werden, ob es gelungen ist, den Erwartungen der SchülerInnen mit diesem Projekt und der Art und Weise wie es durchgeführt wurde, gerecht zu werden. Außerdem soll dieser Bereich des Fragebogens verdeutlichen, ob es möglich war, Hemmschwellen abzubauen, etwaige Ängste und/oder Sorgen aus dem Weg zu räumen sowie Teamgeist zu entwickeln beziehungsweise zu fördern. Fragen betreffend der Erhöhung der Kommunikationsfähigkeit innerhalb der Mitglieder einer Gruppe und Fragen betreffend der Festigung und Vertiefung des Lehrstoffes aus dem Physikunterricht wurden ebenso gestellt wie auch die (bangen) Fragen, ob es tatsächlich zu schaffen ist, durch ein Projekt dieser Art die Motivation der Lernenden zu erhöhen und das Interesse für Physik – eventuell sogar langfristig – zu steigern.

Abermals wurde die Auswertung nach Mädchen und Jungen getrennt und da insgesamt 20 Fragen zu bewerten waren, werden hier nur die aufschlussreichsten aufgeführt und die gesamte Auswertung des Bereiches D findet sich im Anhang unter Punkt vier.

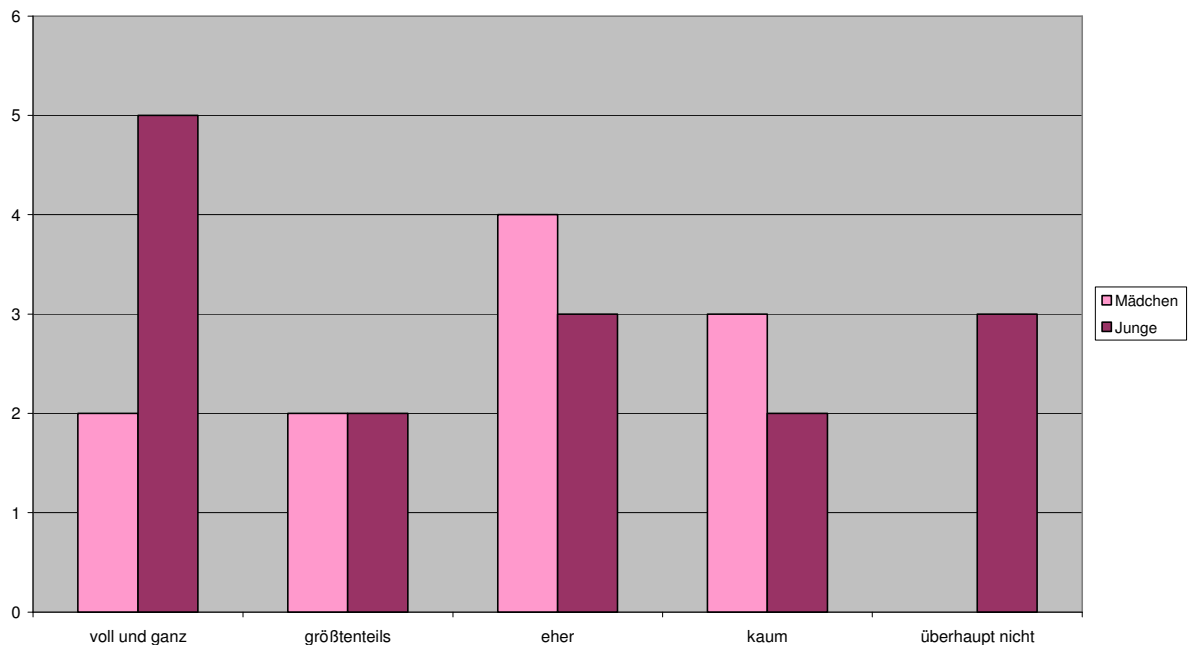
Bereits in der Frage zwei wurde deutlich, dass sich einige der SchülerInnen falsch eingeschätzt hatten. Vor allen Dingen die Mehrheit der Burschen war überrascht, wie oft sie mit ihren Vermutungen richtig lag.

Frage 2: Ich war erstaunt, wie oft ich mit meiner Vermutung richtig lag.

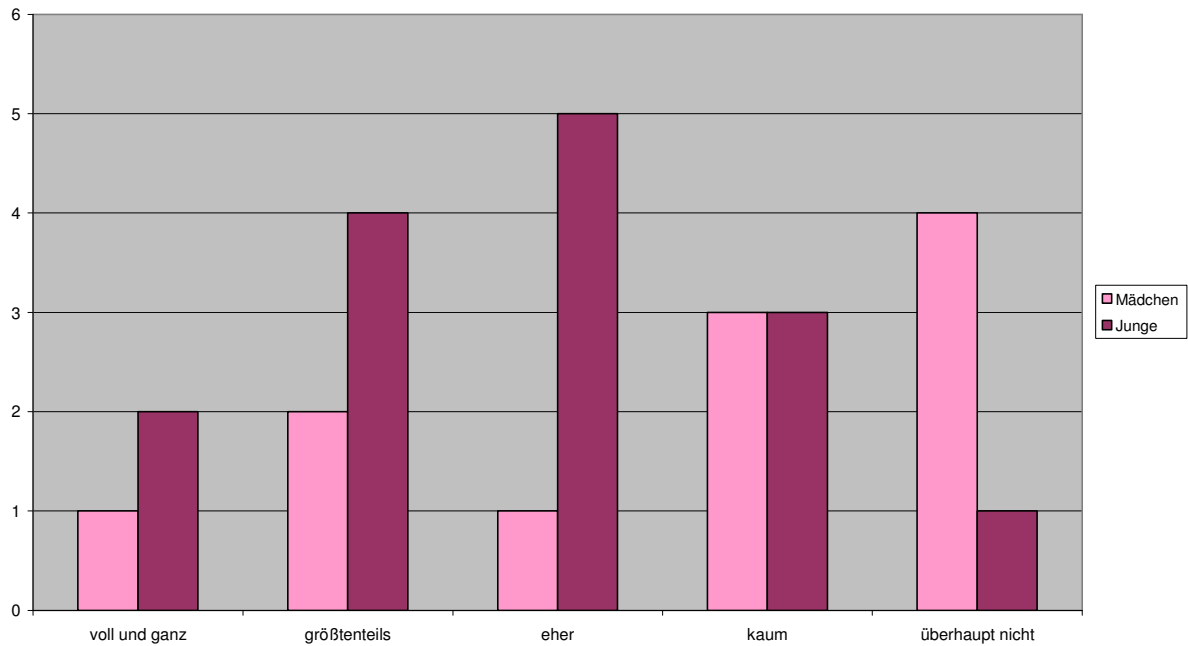


Überzeugungsarbeit zu leisten fiel dann allerdings nicht immer so leicht, wenngleich die Partnerin/der Partner auch nicht öfter richtig lag als man selbst (vergleiche Fragen drei und vier).

Frage 3: Es fiel mir leicht, meine Partnerin/meinen Partner zu überzeugen.

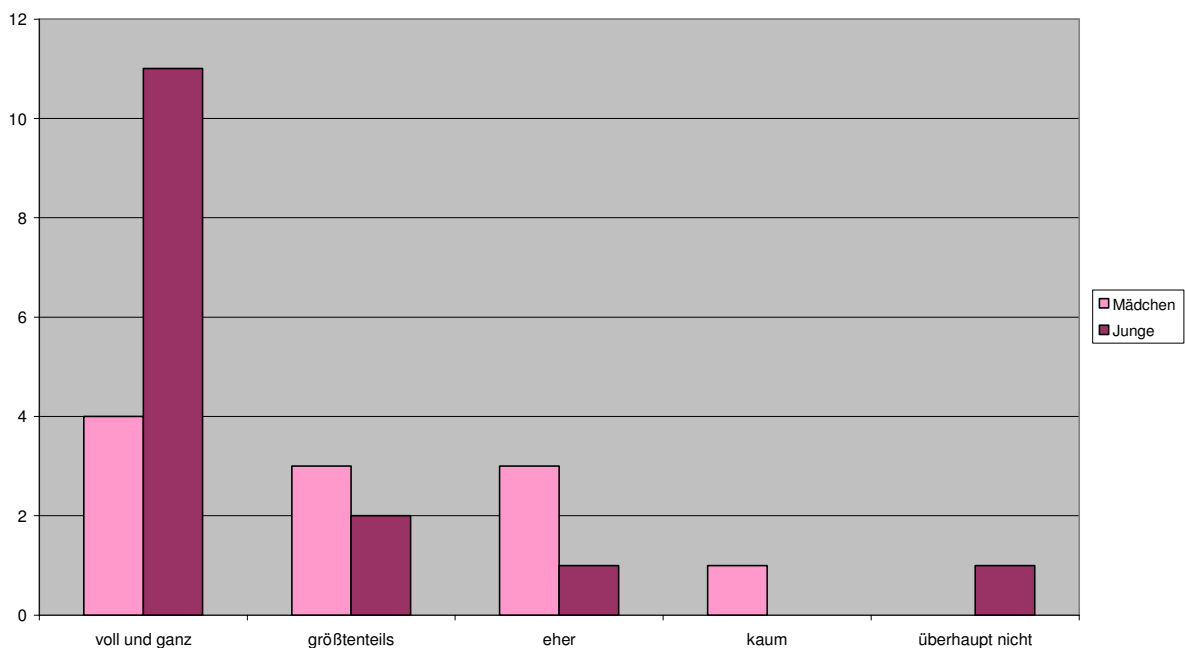


Frage 4: Meine Partnerin/mein Partner lag mit seinen Vermutungen häufiger richtig als ich es tat.

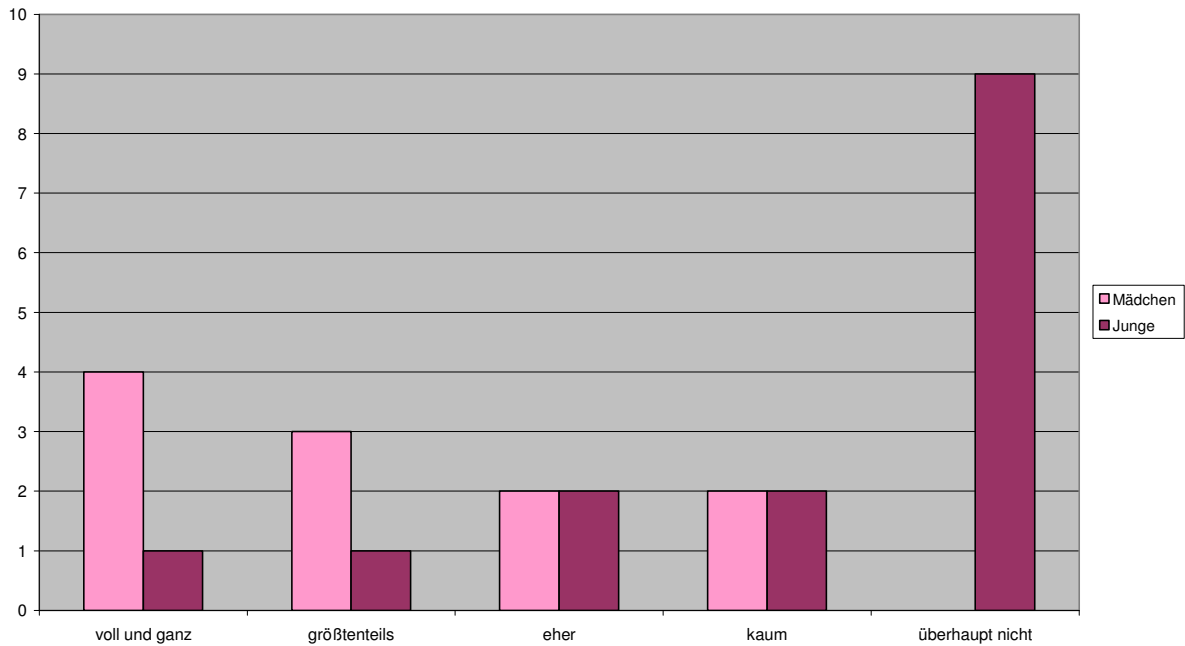


Obwohl die SchülerInnen selbst entscheiden durften, mit wem sie zusammen arbeiten wollten und es in dieser Hinsicht keinerlei Vorgaben der Lehrperson gab, ist es doch verwunderlich, dass lediglich die Mehrheit der Burschen gut zusammen gearbeitet hat und keinesfalls lieber alleine gearbeitet hätte (vergleiche Fragen fünf und sechs). Hingegen sprach sich mehr als ein Drittel der Mädchen dafür aus, dass sie lieber alleine experimentiert hätten.

Frage 5: Meine Partnerin/mein Partner und ich arbeiteten gut zusammen.

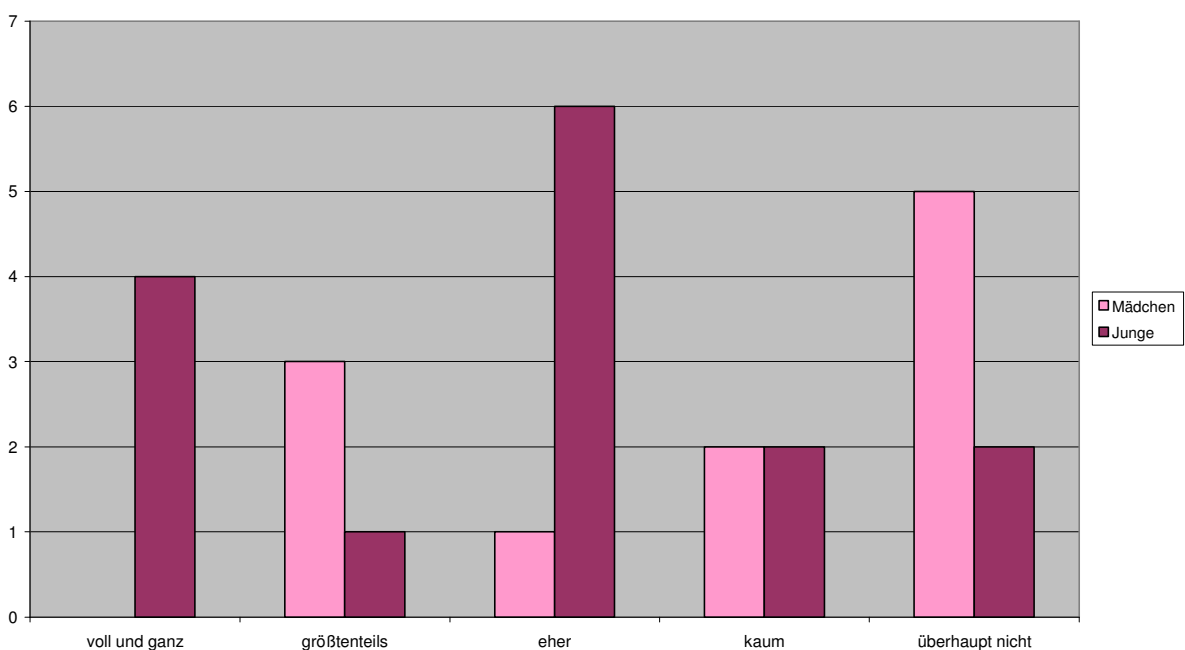


Frage 6: Ich hätte lieber alleine gearbeitet.

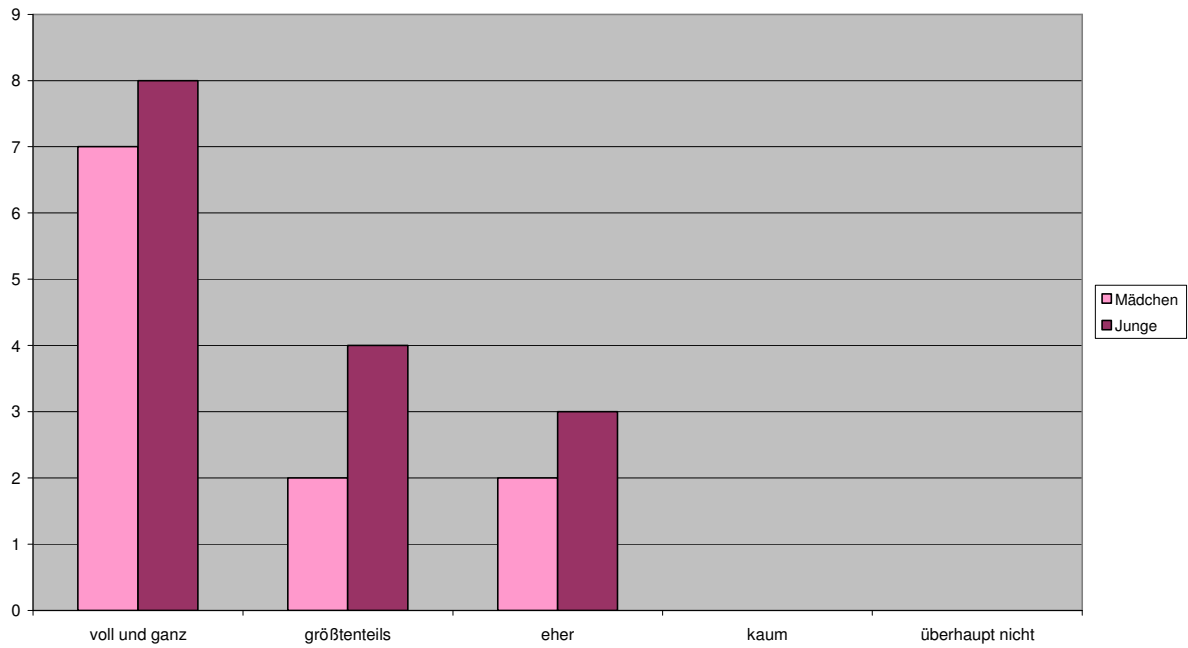


Im Vorfeld dieses Projektes waren sich sowohl die elf Mädchen mit 11 Ja-Stimmen als auch die 15 Burschen mit 13 Ja-Stimmen in einem überragenden Ausmaß sicher, den schriftlichen Anweisungen in deutscher Sprache folgen zu können. Jedoch äußerten sie durchaus Bedenken, den Anweisungen in englischer Sprache vielleicht nicht folgen zu können. Sechs der elf Mädchen und nur vier der 15 Jungen hielten dies für möglich. Für den gesamten Projektverlauf kamen sie aber anschließend zu folgendem Ergebnis:

Frage 7: Es fiel mir leicht, den Anweisungen zu folgen.

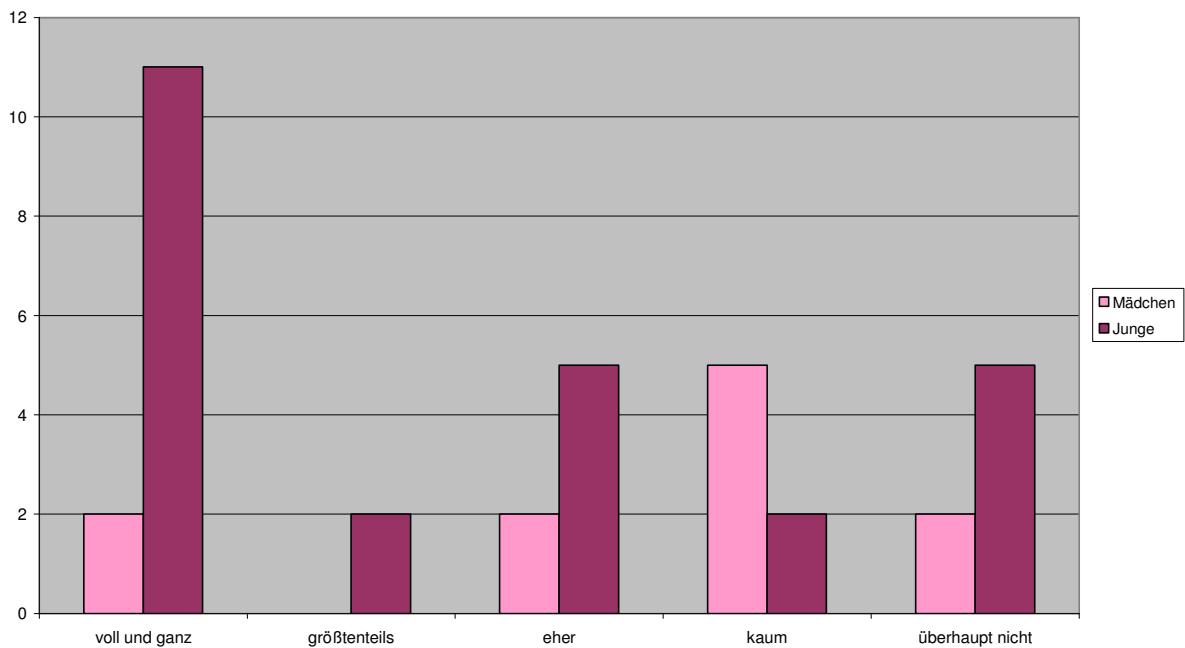


Frage 8: Die Abbildungen waren sehr hilfreich.



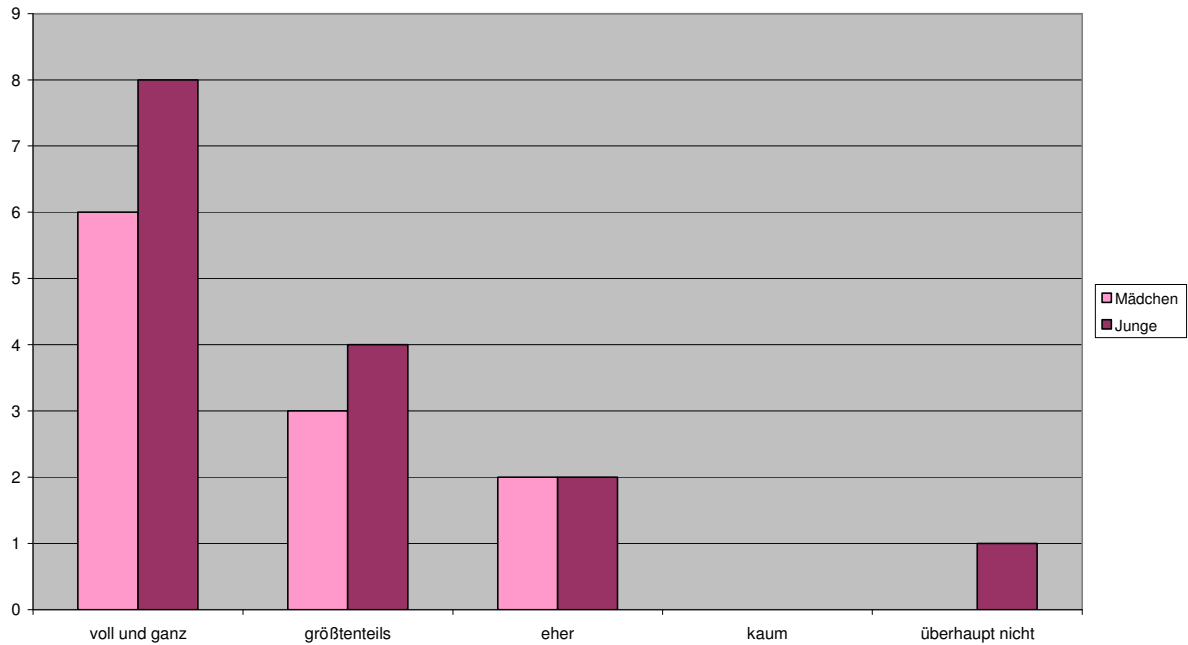
Trotz der Tatsache, dass die Abbildungen sehr hilfreich waren, sind vor allen Dingen die Burschen davon überzeugt, die Experimente auch nur aufgrund der Anleitungen schaffen zu können.

Frage 9: Ich hätte die Versuche auch ohne die Bilder leicht schaffen können.

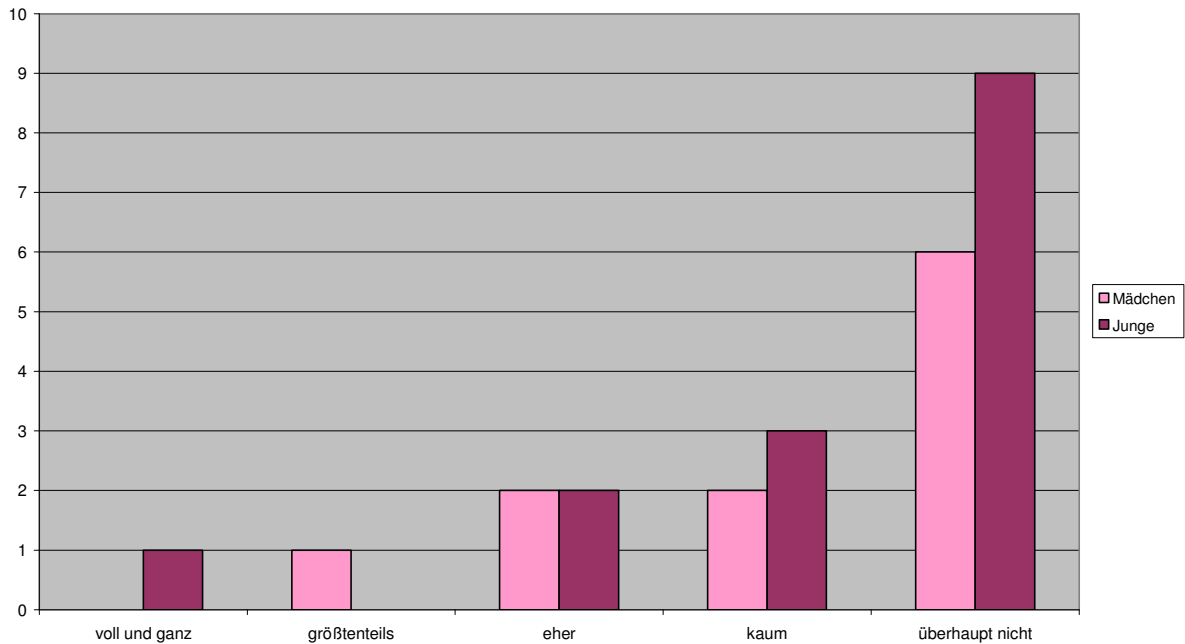


Für mich als Lehrperson und Projektleiterin war es ein großes Ziel, den Erwartungen der SchülerInnen gerecht zu werden und ich bin sehr froh, dass mir dies auch zu einem großen Teil geglückt ist. Lediglich ein Mädchen und ein Junge äußerten sich eher enttäuscht.

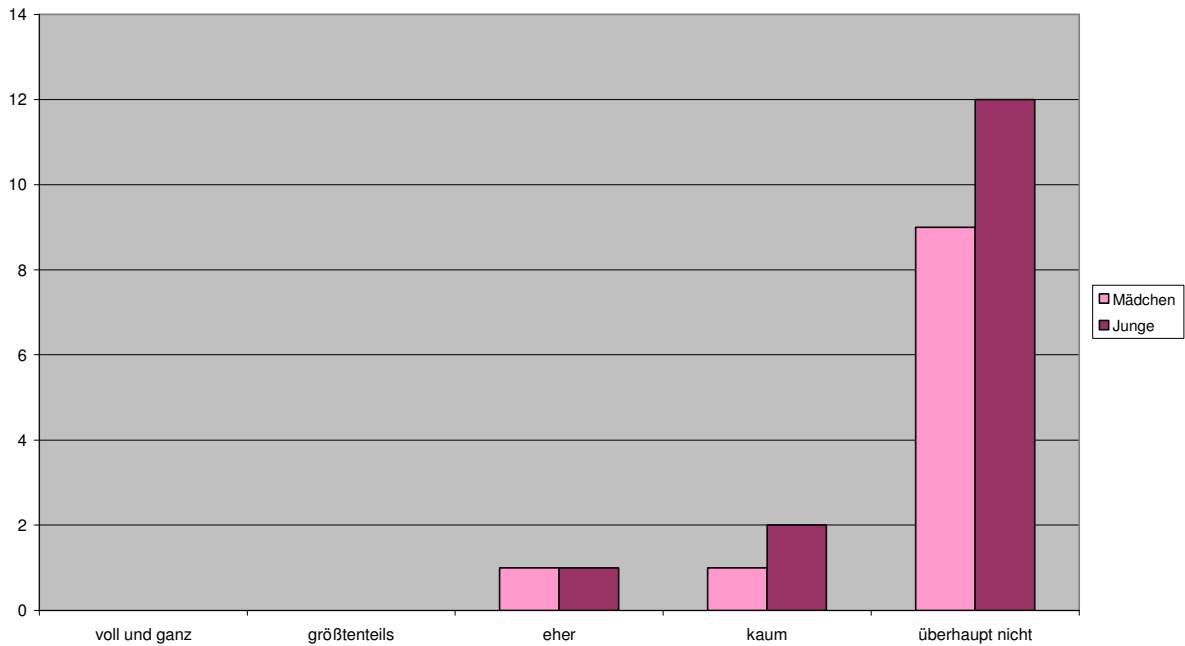
**Frage 11: Meine Erwartungen in Bezug auf dieses Projekt wurden absolut erfüllt.**



**Frage 12: Ich hatte mir dieses Projekt komplett anders vorgestellt.**

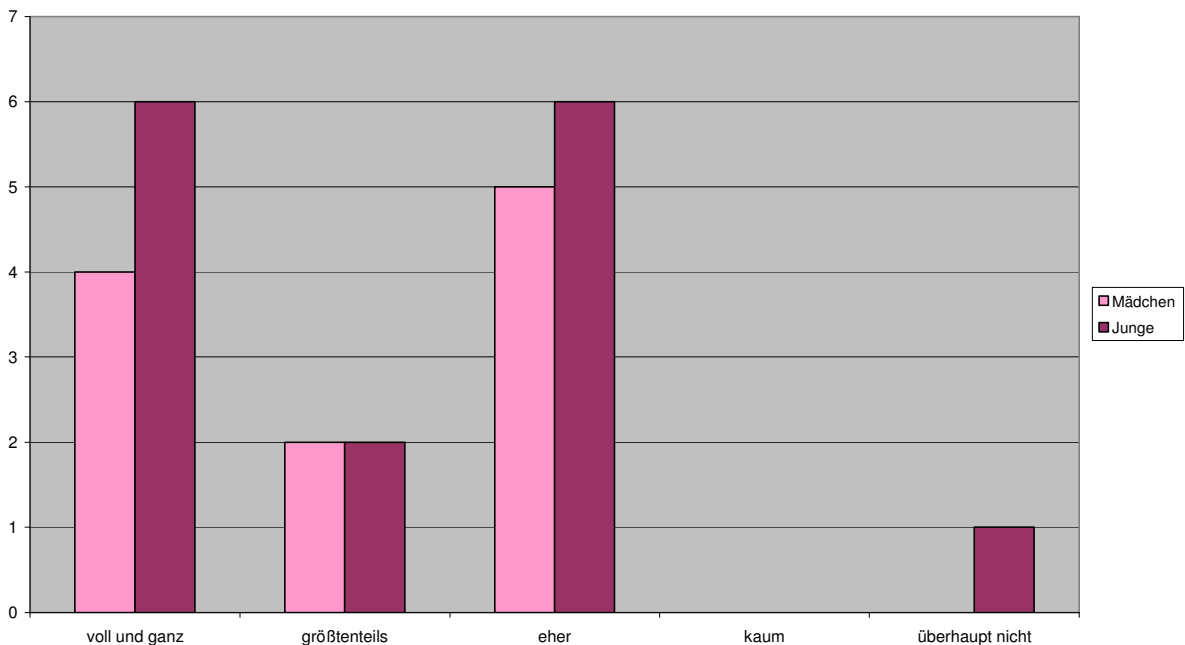


Frage 13: Ich bin von diesem Projekt enttäuscht.

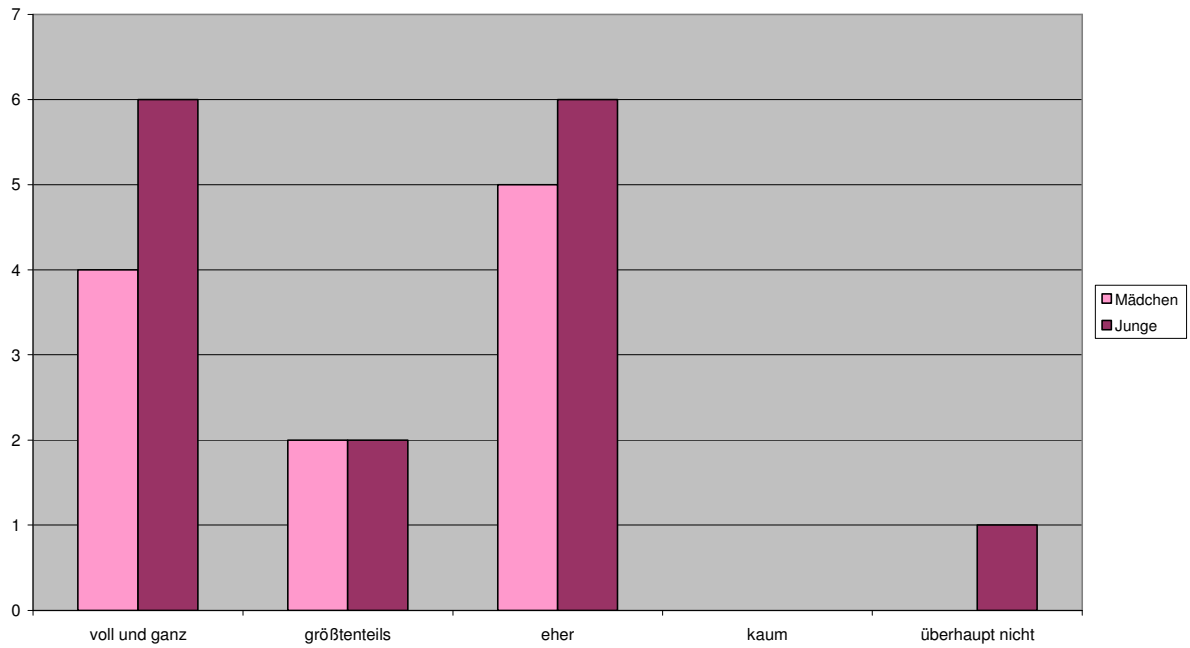


Dass Lerninhalte wiederholt wurden und sich diese gefestigt haben, belegt die Auswertung der Fragen 15 und 16, wenngleich die Steigerung der Motivation und des Interesses für Physik bei den Burschen eher geringer ausfiel. Bei den Mädchen jedoch zeigte sich eine Steigerung in diesen Bereichen bei mehr als der Hälfte. (vergleiche Frage 18).

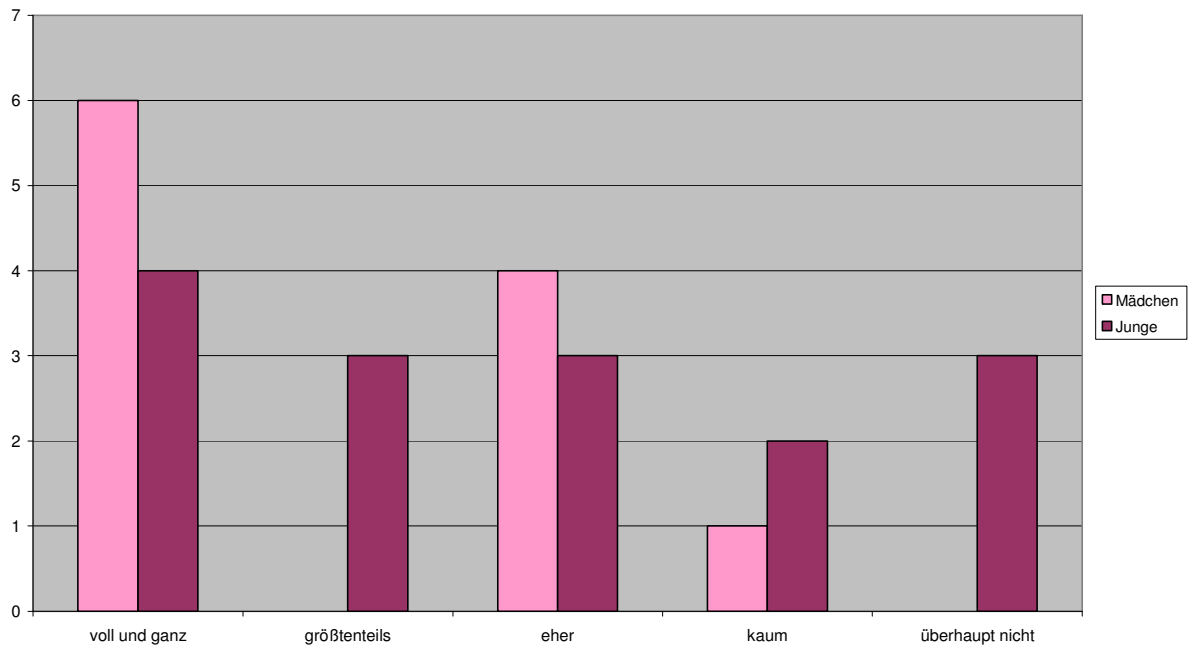
Frage 15: Ich habe den Eindruck, dass ich durch dieses Projekt viele Lerninhalte des Physikunterrichtes wiederholt habe.



**Frage 16: Ich habe den Eindruck, dass ich durch dieses Projekt viele Lerninhalte des Physikunterrichtes gefestigt habe.**



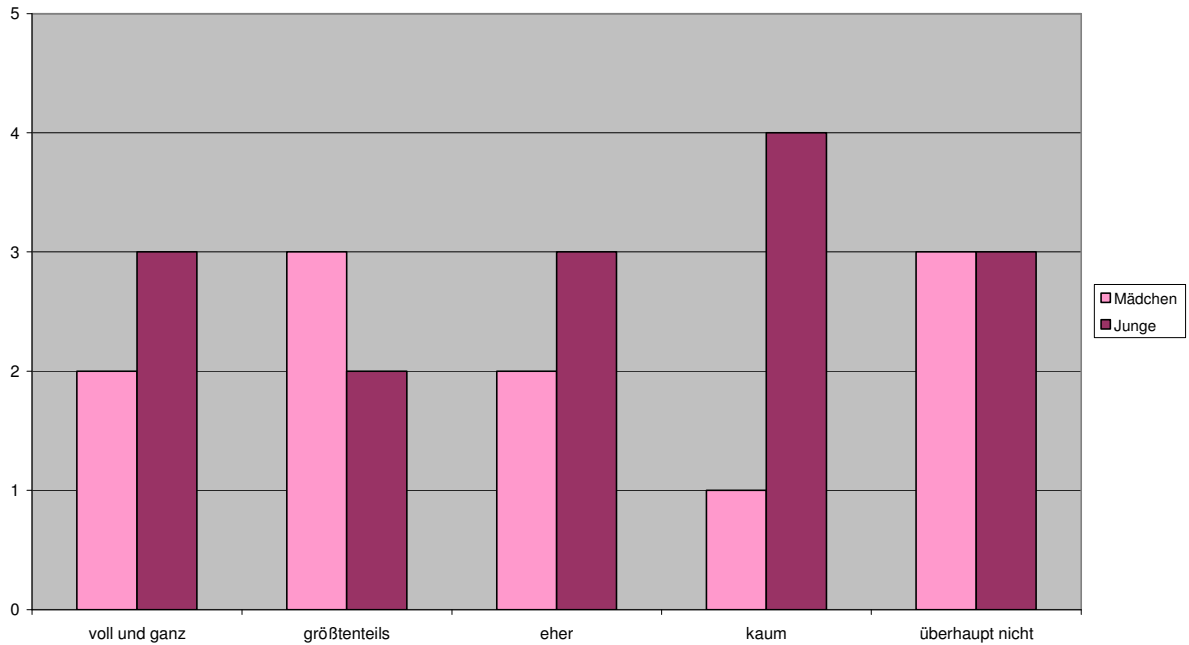
**Frage 18: Meine Motivation und mein Interesse für Physik wurden durch dieses Projekt gesteigert.**



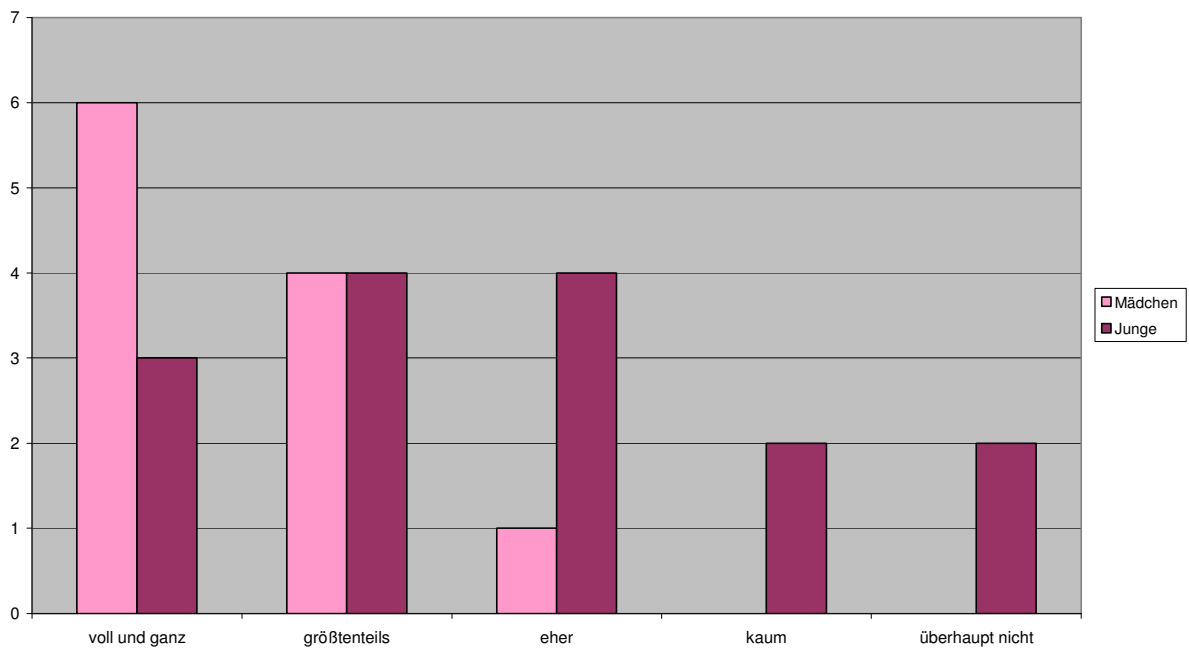


Sich in Zukunft mehr beziehungsweise öfter mit Physik zu beschäftigen ist für die Schülerinnen und Schüler zwar nur bedingt vorstellbar, allerdings würden 66 % der Mädchen und 20 % der Jungen einen solchen Nachmittag sehr gerne wiederholen (vergleiche Frage 20).

**Frage 19: Ich kann mir vorstellen, mich in Zukunft mehr bzw. öfter mit Physik zu beschäftigen.**



**Frage 20: Ich würde so einen Nachmittag gerne wiederholen.**



## **4 REFLEXION UND AUSBLICK**

### **4.1 Reflexion zum Stationsbetrieb an sich**

Mein vorrangiges Ziel, den Lernenden die Möglichkeit zu geben, selbstständig zu experimentieren und physikalischen „Phänomenen“ durch Versuche auf den Grund gehen zu können, habe ich durch dieses Projekt erreicht. Die TeilnehmerInnen hatten die Gelegenheit, neue Erkenntnisse zu gewinnen, diese anschließend zu dokumentieren und daraus allgemeine Schlussfolgerungen oder Gesetzmäßigkeiten für verschiedene Teilgebiete der Physik abzuleiten.

Dass es mir außerdem gelungen ist, die Motivation und Begeisterung für diesen Unterrichtsgegenstand zu erhöhen, zeigt die Bereitschaft der Lernenden, einen Nachmittag dieser Art sehr gerne wiederholen zu wollen.

Meine Zielsetzungen hinsichtlich einer Bewusstseinssteigerung, dass nur genaues Lesen von Arbeitsanweisungen schlussendlich auch zum gewünschten Erfolg führt und dass Partnerarbeit oder Teamwork durch das Finden eines Konsens geprägt ist, konnte ich durch die Art und Weise, wie die Anweisungen und Beobachtungsblätter gestaltet waren, umsetzen. Die Möglichkeit, anschließend allen anderen KlassenkameradInnen die Versuchsergebnisse im Rahmen des Physikunterrichtes zu präsentieren, diente dazu, der geforderten Anwendung einer altersadäquaten Fachsprache und der Beschreibung und Protokollierung physikalischer Vorgänge gerecht zu werden sowie den Gemeinschaftssinn zu fördern und das Miteinander unter den Lernenden innerhalb der Klassengemeinschaft zu stärken.

Die beratende Funktion der Lehrperson wurde von den SchülerInnen zu Beginn als beruhigend empfunden, vor allen Dingen von jenen Lernenden, die den Druck, Leistung(en) erbringen zu müssen, nur sehr schwer oder zögerlich ablegen konnten. Im Verlauf des Stationsbetriebes und durch die Zusammenarbeit mit einer Freundin/einem Freund oder einer vertrauten Mitschülerin/einem vertrauten Mitschüler ließ dieser Druck merklich nach, es standen die Freude und der Spaß im Vordergrund. Man sah zwar angespannte Gesichter – aber diese Anspannung lag an der Erwartungshaltung, ob und wie sich eine Vermutung im Verlauf eines Versuches bewahrheiten würde – oder eben nicht.

Die „Überraschung“, dass die englische Sprache in einige der Versuchsanleitungen einfließt, stellte sich glücklicherweise als keine allzu große Herausforderung für die TeilnehmerInnen dar. Anfangs geäußerte Befürchtungen – wie sie die SchülerInnen im Fragebogen kundtaten – haben sich nicht bewahrheitet. Im Gegenteil, die Lernenden waren zum Teil sehr positiv überrascht und sogar enorm begeistert, inwieweit sie mit der englischen Sprache, auch wenn sie nicht jedes der Wörter eindeutig verstehen, umgehen können.

### **4.2 Reflexion zum Kosten- und Zeitmanagement**

Das Ziel, dass die Experimente der einzelnen Stationen zwar eindrucksvoll, aber in ihrer Herstellung nicht zu kostenintensiv oder zu arbeitsaufwändig sein sollten, war ein sehr bedeutendes. Mein Grundgedanke war, dass es auch zukünftig möglich sein würde, einen Nachmittag dieser Art wiederholen zu können, ohne dass hohe Extrakosten anfallen würden. Also wählte ich die Materialien für die einzelnen Versuche

mit sehr viel Bedacht aus und trage dafür Sorge, dass jene Materialien, die wieder verwendet werden können, in unserem Physikkabinett sorgfältig beschriftet und in die dafür eigens gekauften Boxen verstaut werden. Die auf Overheadfolien gedruckten Versuchsergebnisse und Erklärungen zu den einzelnen Experimenten werden in einer Mappe verstaut und ebenfalls dort aufbewahrt.

Somit haben andere Lehrkräfte an unserer Schule ebenso die Möglichkeit, die erstellten Versuchsanleitungen und die entsprechenden Materialien zu verwenden und müssen lediglich Klein- oder Verbrauchsmaterial zukaufen. Für die Anordnung der Stationen habe ich eine Art Lageplan entworfen, der den Aufbau der einzelnen Stationen vereinfachen soll.

Was den zeitlichen Rahmen betrifft, so ist das Konzept dieses Stationsbetriebes für zwei zusammenhängende Unterrichtseinheiten gedacht, wobei allerdings die Auswertung der Beobachtungsblätter erst im Nachhinein im Rahmen einer herkömmlichen Unterrichtsstunde erfolgen kann.

### **4.3 Weitere Überlegungen**

Ein wichtiger Schritt wird es nun sein, die Arbeitsanleitungen gemäß der Ergebnisse der Fragebögen zu verändern: entweder werden die Erklärungen zu den Versuchen vereinfacht oder mit Bildern versehen, die einzelne Arbeitsschritte verdeutlichen sollen. Im Team der PhysiklehrerInnen werden wir besprechen, welche der Versuche eventuell gestrichen oder durch andere Experimente ersetzt werden könnten.

Außerdem gibt es meinerseits Überlegungen, die verschiedenen Versuche so umzugestalten und zusammenzustellen, dass eventuell sogar ein kleiner Stationsbetrieb im Rahmen des herkömmlichen Physikunterrichts möglich sein wird. Ob sich dies von den räumlichen Gegebenheiten schlussendlich auch umsetzen lässt, muss jedoch geklärt werden – denn der Physikraum alleine wird maximal für vier Stationen ausreichend Platz bieten.

Weiters könnte ich mir vorstellen, einzelne Stationen des Betriebes in mehrfacher Ausfertigung herzustellen, um dann mehrere SchülerInnen zur gleichen Zeit an demselben Versuch experimentieren zu lassen.

Da „Learning by doing“ von den Lernenden sehr gut angenommen wurde und diese auch ihre Bereitschaft signalisierten, einen Nachmittag dieser Art gerne wiederholen zu wollen, bin ich der Meinung, dass der gesamte Lehrkörper unserer Hauptschule gefordert ist, diesbezügliche Angebote zu erstellen. Es könnte gegebenenfalls überlegt werden, den Unterricht anders zu strukturieren: selbstständiges Arbeiten oder das Arbeiten mit einer Partnerin/einem Partner oder in einer Gruppe in den betreffenden Klassen, aber auch in anderen Klassen zu fördern beziehungsweise häufiger anzubieten oder einzusetzen. Eventuell könnte am Nachmittag vermehrt Projektunterricht – vielleicht sogar kombiniert mit anderen Fächern – angeboten werden.

## 4.4 Dokumentation des Projektes

Ein kurzer Bericht unter dem Titel „Experimentieren spannend gemacht - Experimente in Physik – learning by doing“ wurde auf unserer Schulhomepage unter <http://www.hs-hippach.tsn.at> veröffentlicht. Darin werden die Innovation, die Ziele, der Ablauf und die besonderen Herausforderungen dieses Projektes beschrieben und die Bildergalerie bestätigt: „Learning by doing was fun!“



# LITERATUR

GUNACKER, E. & LEX E. (1/1999): „Einstellung der Schüler zur Physik/Chemie und zum Physik/Chemieunterricht. Fachartikel in „Chemie und Schule“. Verlagsort: Salzburg. Verleger: Verband der Chemielehrer Österreichs.

FAIßT, W., HÄUßLER, P., HERGERÖDER, Ch., KEUNECKE, K. H., KLOOCK, H., MILANOWSKI, I. & SCHÖFFLER-WALLMANN, M. (Hrsg.). (1994). Physik-Anfangsunterricht für Mädchen und Jungen. Konzeption und fünf ausgearbeitete Unterrichtsbeispiele. Kiel

HÄUßLER, Peter; BÜNDER, Wolfgang; DUIT, Reinders; GRÄBER, Wolfgang & MAYER, Jürgen (1998). Perspektiven für die Unterrichtspraxis. Kiel.

KREIENBAUM, M. A. & URBANIAK, T. (2006). Jungen und Mädchen in der Schule. Konzepte der Koedukation. Weinheim und München. Juventa.

## Sonstige Quellen:

ALBRECHT, u. a. (2001). Erlebnis Physik 2. Wien: Dorner GmbH

ALBRECHT, u. a. (2002). Erlebnis Physik 3. Wien: Dorner GmbH

Zeitschrift @media NR. 22a (30.10.2009),

## Internetadressen:

[http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/lp/Hauptschulen\\_HS\\_Lehrplan1590.xml](http://www.bmukk.gv.at/schulen/unterricht/lp/Hauptschulen_HS_Lehrplan1590.xml)

(27.10.2009)

<http://leifi.physik.uni-muenchen.de/> (27.10.2009)

[http://www.leifiphysik.de/web\\_ph11/heimversuche/02\\_traegheit/papierschlaufen/papierschlaufen.htm](http://www.leifiphysik.de/web_ph11/heimversuche/02_traegheit/papierschlaufen/papierschlaufen.htm) (27.10.2009)

<http://www.zum.de/> (27.10.2009)

<http://www.schule.at/index.php?url=kategorien&kthid=76> (28.10.2009)

<http://www.physikfuerkids.de/lab1/> (27.11.2009)

<http://www.lesa21.de/lernen/s/strom/> (27.11.2009)

<http://www.ulfkonrad.de/physik/ph-5-6.htm> (27.11.2009)

<http://www.bglerch.asn-ktn.ac.at/index.php?id=56> (27.11..2009)

<http://www.physik.uni-kassel.de/did/gs/vulkan.htm> (28.11.2009)

<http://www.physik.uni-kassel.de/did/gs/rakete.htm> (28.11.2009)

<http://www.labbe.de/zzebra/index.asp?themaId=543&titelId=1471> (28.11.2009)

<http://www.labbe.de/zzebra/index.asp?themaId=684&titelId=5490> (28.11.2009)

# ANHANG

## 1. Fragebogen

Experimente in Physik -
<b>FRAGEBOGEN - Teil 1</b>
- learning by doing.

<b>Teil A: Allgemeine Angaben – kreuze bitte das Zutreffende an!</b>
--

1	Ich bin ein			
2	Hast du Freude am Experimentieren?	Mädchen.		Junge.
3	Hältst du dich für technisch begabt?	Ja.		Nein.
4	Arbeitest du gerne mit anderen Personen zusammen?	Ja.		Nein.
5	Fällt es dir leicht, Anweisungen zu lesen?	Ja.		Nein.
6	Fällt es dir leicht, schriftliche Anweisungen umzusetzen/auszuführen?	Ja.		Nein.
7	Kannst du dir vorstellen, Experimente selbstständig durchzuführen, wenn du die Anweisungen dazu in <b>deutscher</b> Sprache vorliegen hast?	Ja.		Nein.
8	Kannst du dir vorstellen, Experimente selbstständig durchzuführen, wenn du die Anweisungen dazu in <b>englischer</b> Sprache bekommst?	Ja.		Nein.

<b>Teil B: Vor der Durchführung des Projektes – kreuze bitte das Zutreffende an!</b>
--

<b>Kreuz bitte das Zutreffende an!</b>	1	Dieser Aussage stimme ich <b>voll und ganz</b> zu; sie trifft <b>zu ca. 100 %</b> auf meine Person zu.
	2	Dieser Aussage stimme ich <b>größtenteils</b> zu; sie trifft <b>zu ca. 75 %</b> auf meine Person zu.
	3	Dieser Aussage stimme ich <b>eher</b> zu; sie trifft <b>zu ca. 50 %</b> auf mich/meine Person zu.
	4	Dieser Aussage stimme ich <b>kaum</b> zu; sie trifft <b>zu ca. 25 %</b> auf mich/meine Person zu.
	5	Dieser Aussage stimme ich <b>überhaupt nicht</b> zu; sie trifft <b>in keinster Weise</b> auf meine Person zu.

1	Ich bin ein			
		Mädchen.		Junge.

2	Ich interessiere mich für die Themen, die wir im Physikunterricht besprechen.				
3	Ich beschäftige mich auch in meiner Freizeit mit den Themen, die wir im Physikunterricht besprochen haben.	1	2	3	4
4	Ich glaube, dass ich Dinge, die wir im Physikunterricht lernen, in meinem späteren Leben benötigen werde.				
5	Ich kann mir vorstellen, dass ich einen Beruf ergreifen werde, der mit Physik zu tun hat.				
6	Ich erziele im Schulfach Physik gute Leistungen (Noten).				
7	Das Lernen im Fach Physik fällt mir besonders schwer.				
8	Ich schaue mir im Fernsehen gerne Sendungen an, die sich mit Physik und ähnlichen Themen beschäftigen.				
9	Die Anzahl der Physikstunden pro Woche ist für mich in Ordnung.				
10	Ich hätte gerne eine weitere Stunde Physik in der Woche.				
11	Ich hätte gerne eine Stunde weniger Physik in der Woche.				
12	Ich finde den Physikunterricht, wie er derzeit stattfindet, gut.				
13	Ich finde den Einsatz von verschiedenen Medien (power point, Internet, Filmmaterial, ...) im Physikunterricht sehr wichtig.				
14	Ich finde es gut, wenn Dinge/Vorgänge durch Versuche anschaulich gemacht werden.				
15	Ich finde es gut, wenn ich selbst experimentieren kann.				
16	Ich bin der Meinung, dass Schüler-Experimente im Unterricht viel zu kurz kommen.				
17	Ich nehme Zusatzangebote gerne an – auch wenn sie außerhalb der Schulzeit (an einem schulfreien Nachmittag) stattfinden.				
18	Durch solche Zusatzangebote kann ich mein Wissen vertiefen und festigen.				
19	Dafür würde ich meine Freizeit auch öfter „opfern“.				

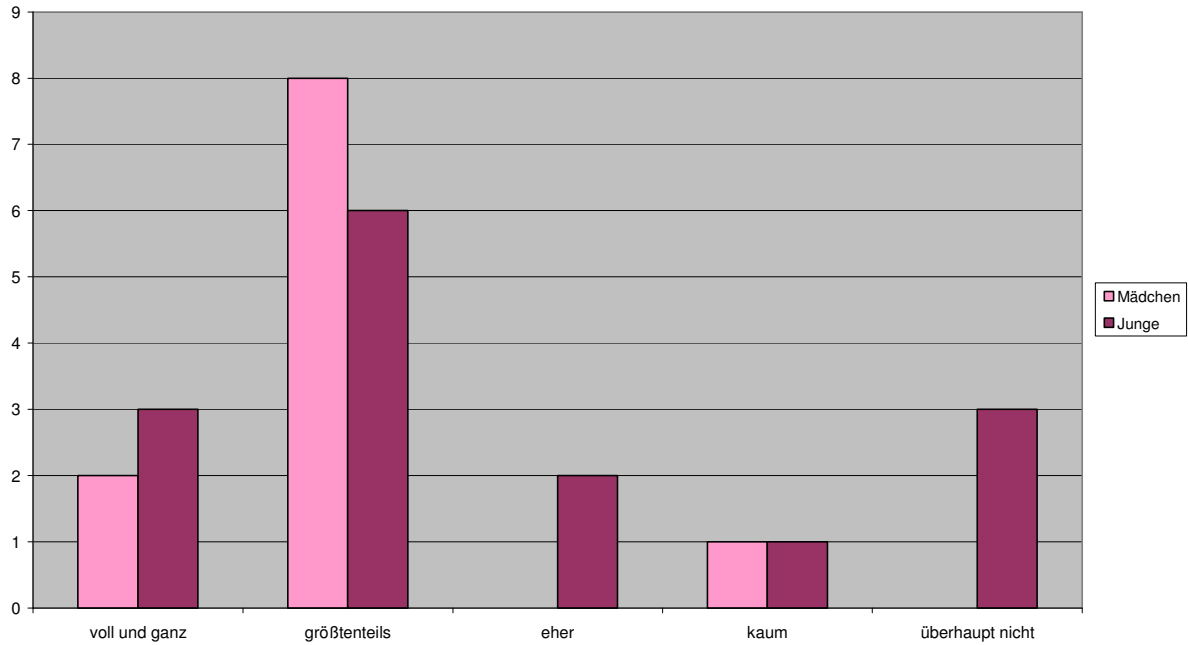




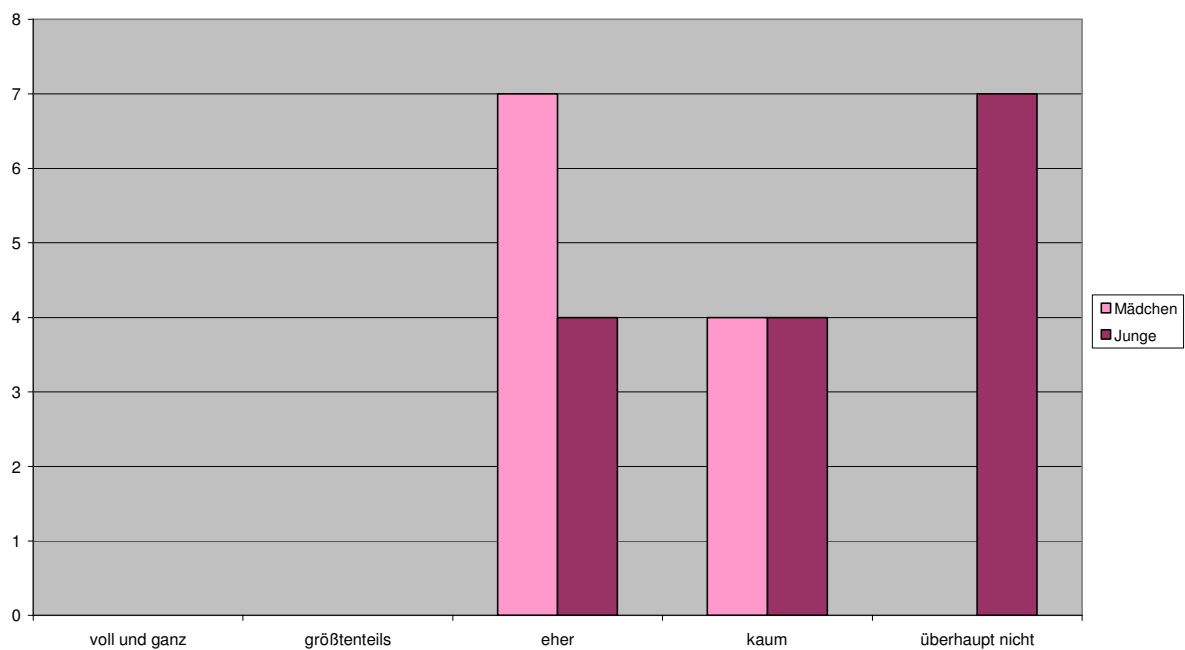


### 3. Auswertung des Fragebogens – Bereich B

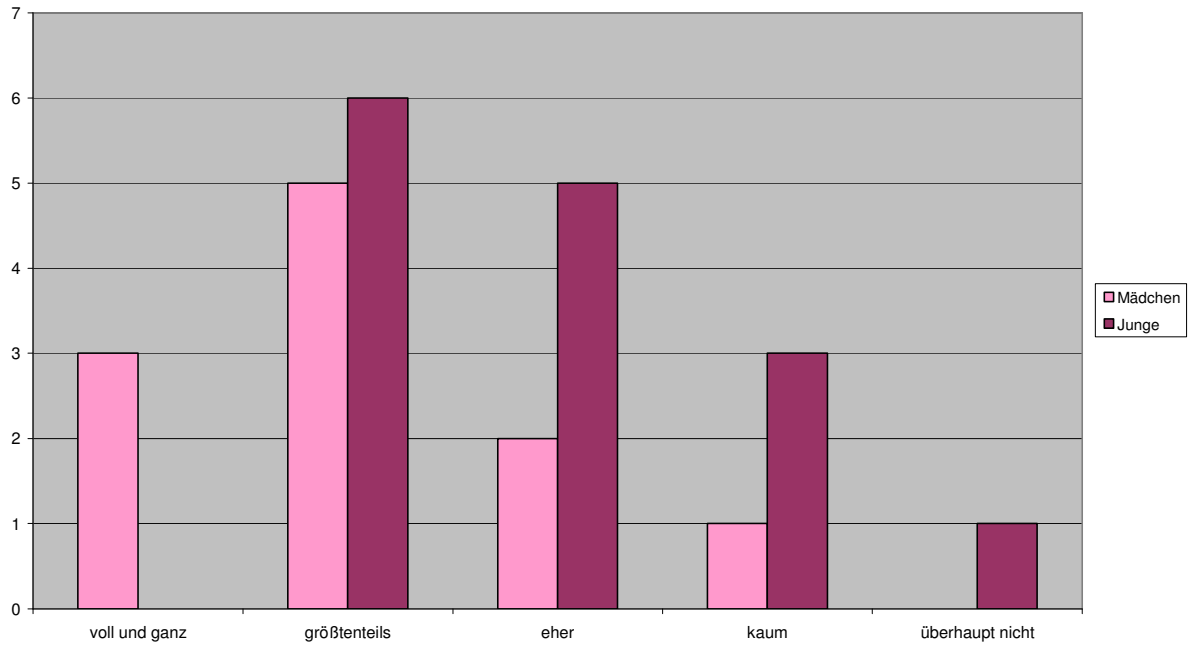
Frage 2: Ich interessiere mich für die Themen, die wir im Physikunterricht besprechen.



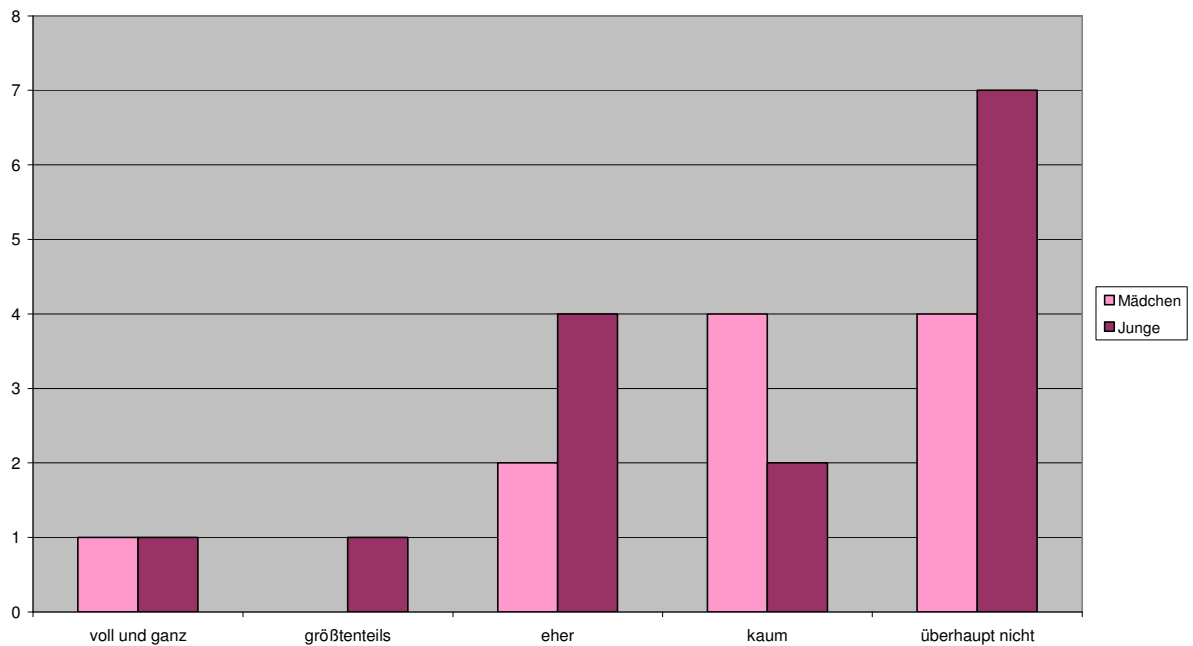
Frage 3: Ich beschäftige mich in meiner Freizeit mit Dingen, die wir in diesem Fach lernen.



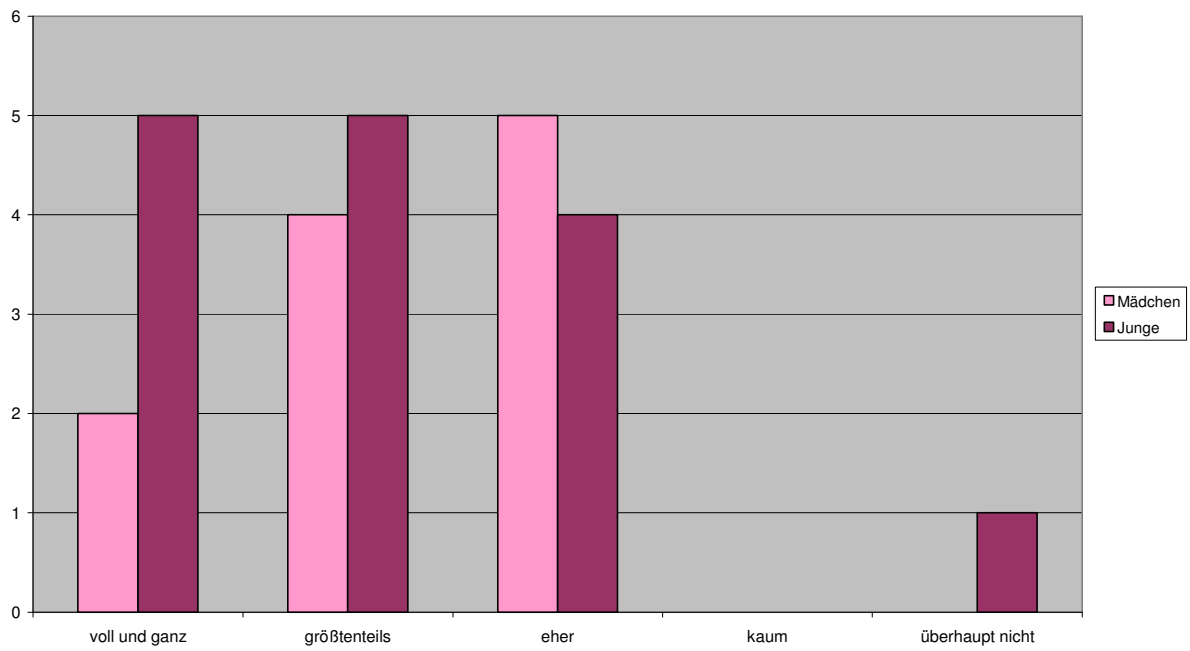
**Frage 4: Ich glaube, dass ich Dinge, die wir im Physikunterricht lernen, in meinem späteren Leben benötigen werde.**



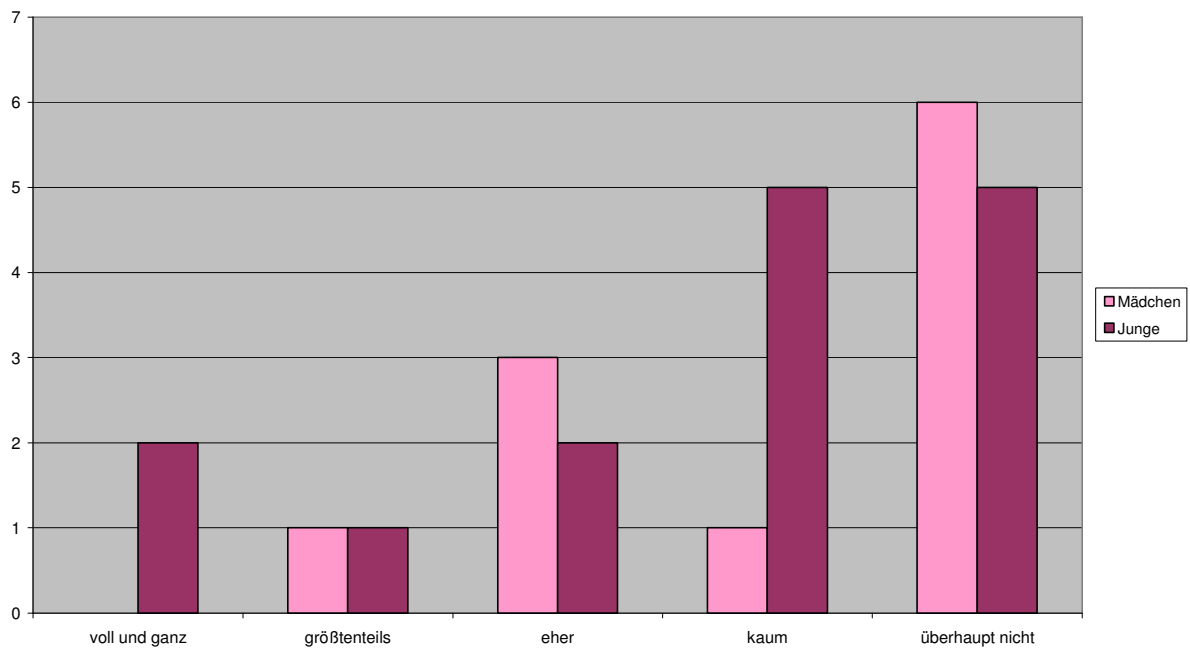
**Frage 5: Ich kann mir vorstellen, dass ich einen Beruf ergreifen werde, der mit Physik zu tun hat.**



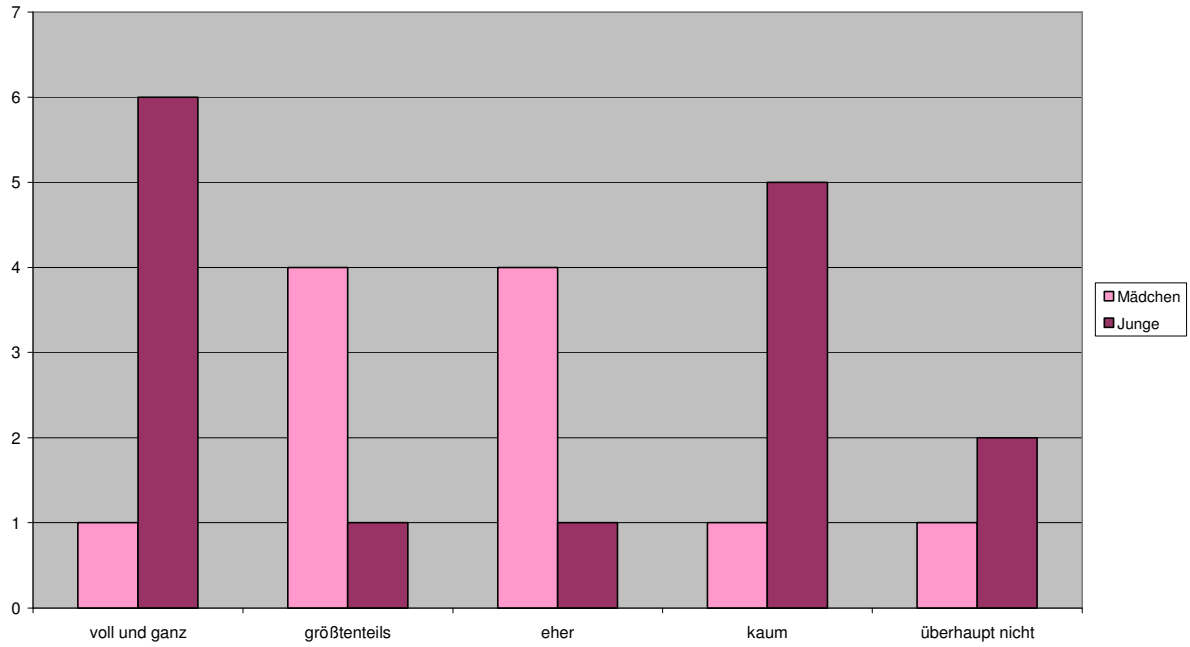
Frage 6: Ich erziele im Schulfach Physik gute Leistungen (Noten).



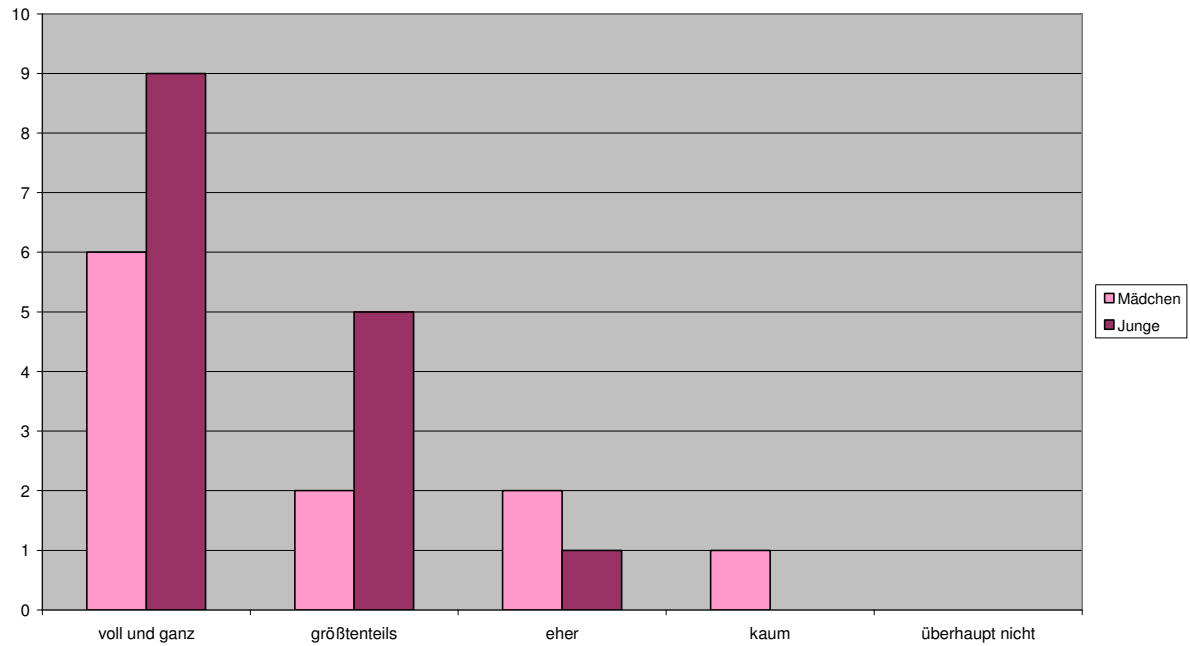
Frage 7: Das Lernen im Fach Physik fällt mir besonders schwer.



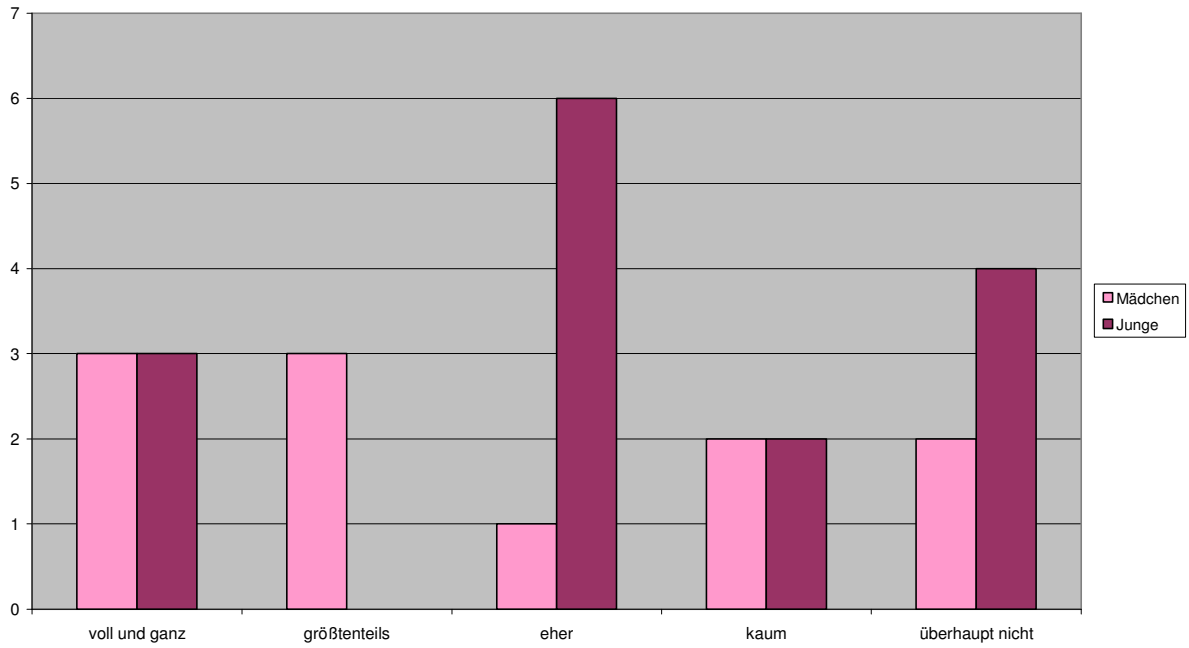
Frage 8: Ich schaue mir im Fernsehen gerne Sendungen an, die sich mit Physik beschäftigen.



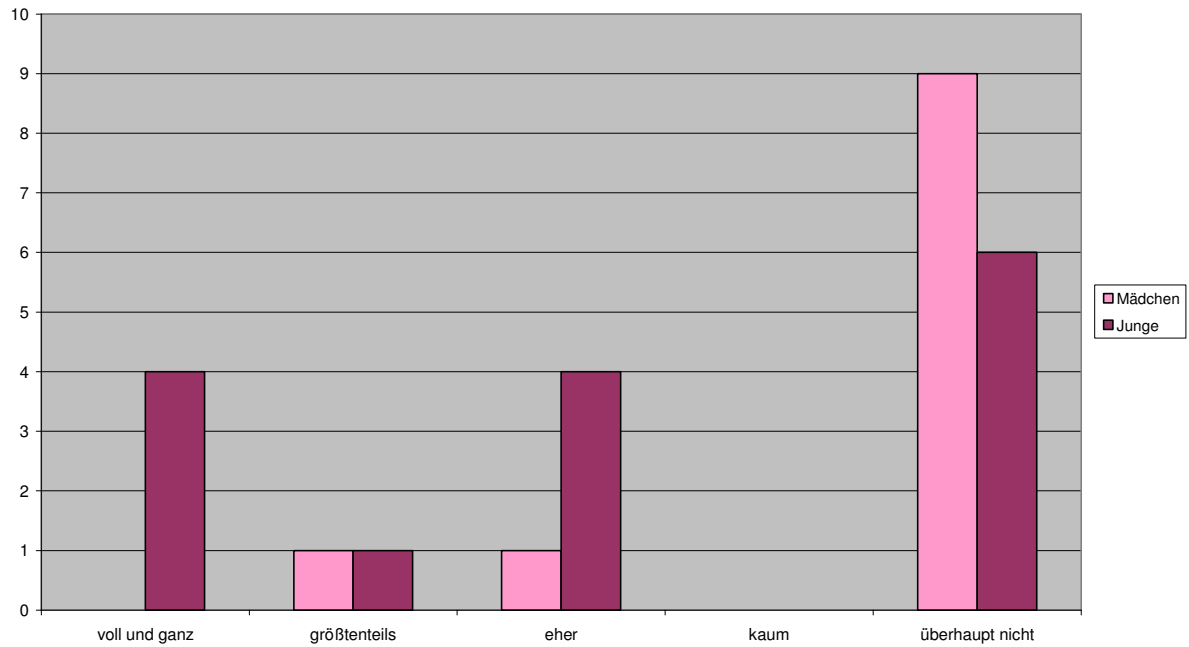
Frage 9: Die Anzahl der Physikstunden pro Woche (derzeit zwei) ist für mich in Ordnung.



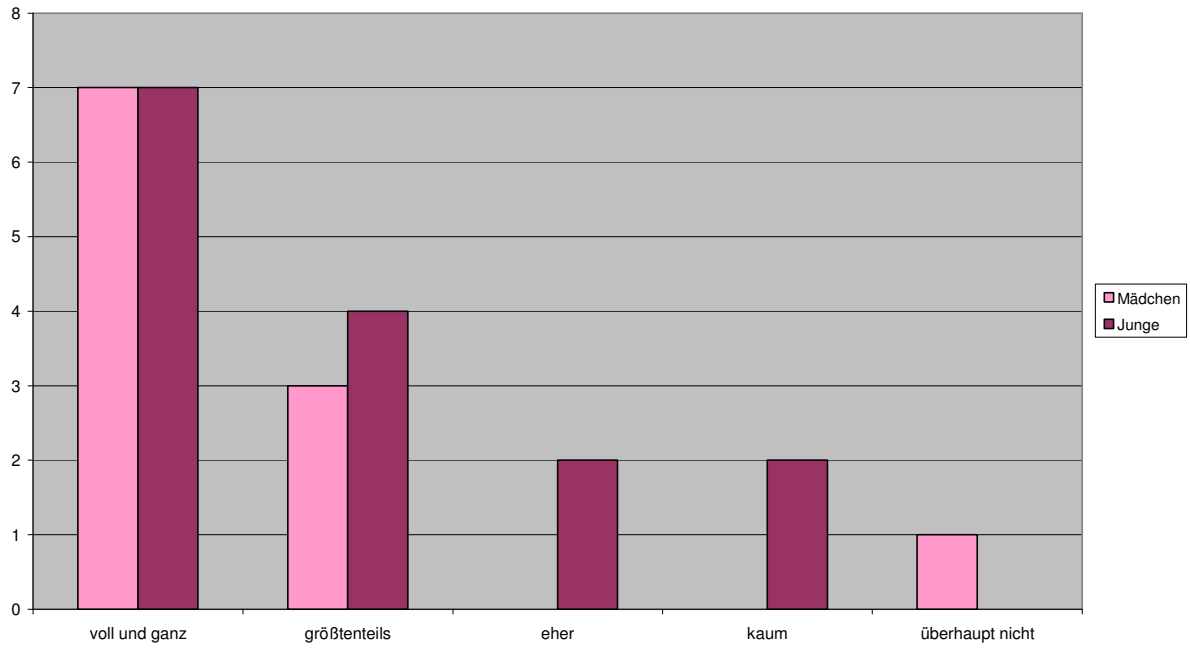
Frage 10: Ich hätte gerne eine weitere Stunde Physik in der Woche.



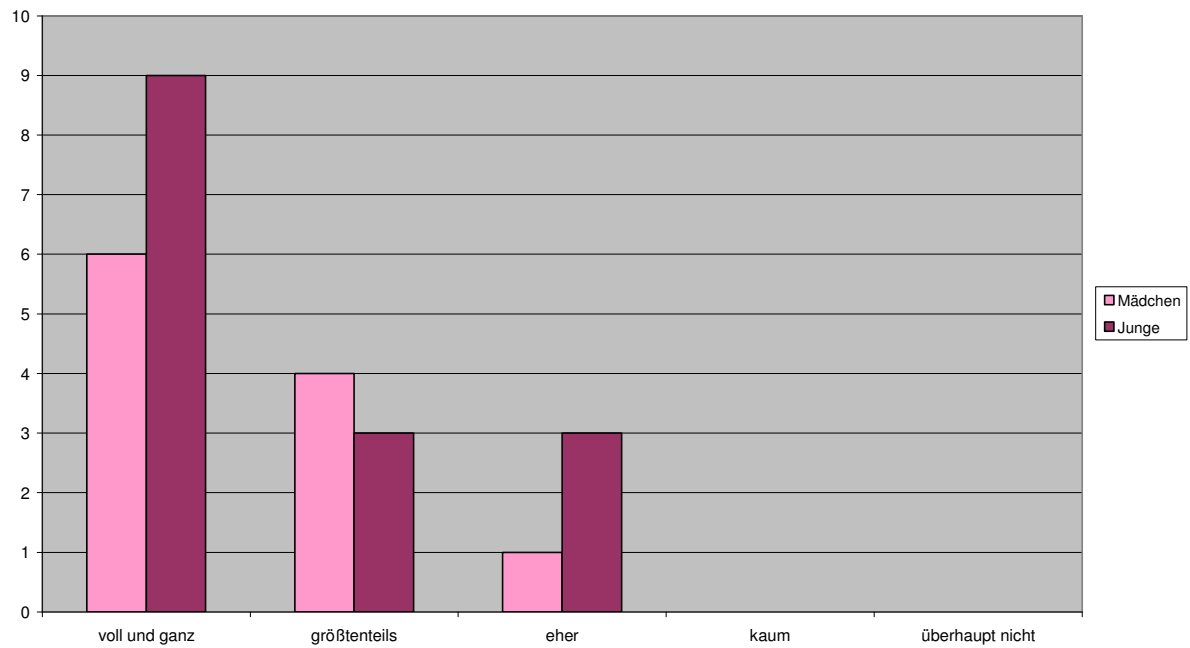
Frage 11: Ich hätte gerne eine Stunde weniger Physik in der Woche.



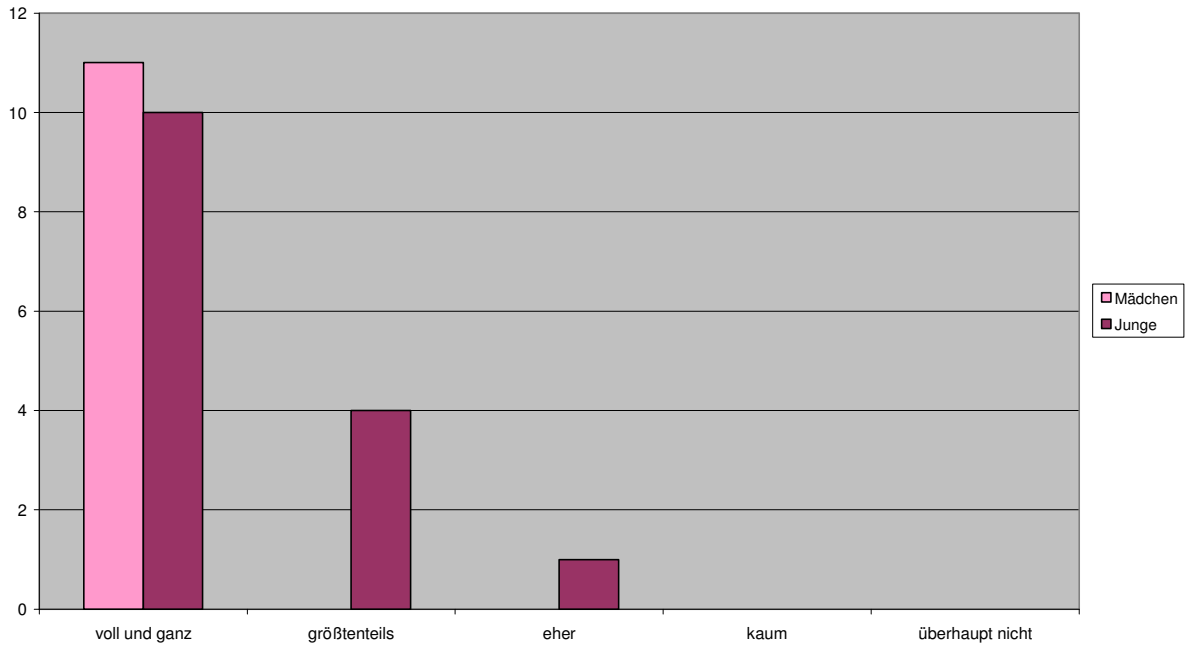
Frage 12: Ich finde den Physikunterricht, wie er derzeit stattfindet, gut.



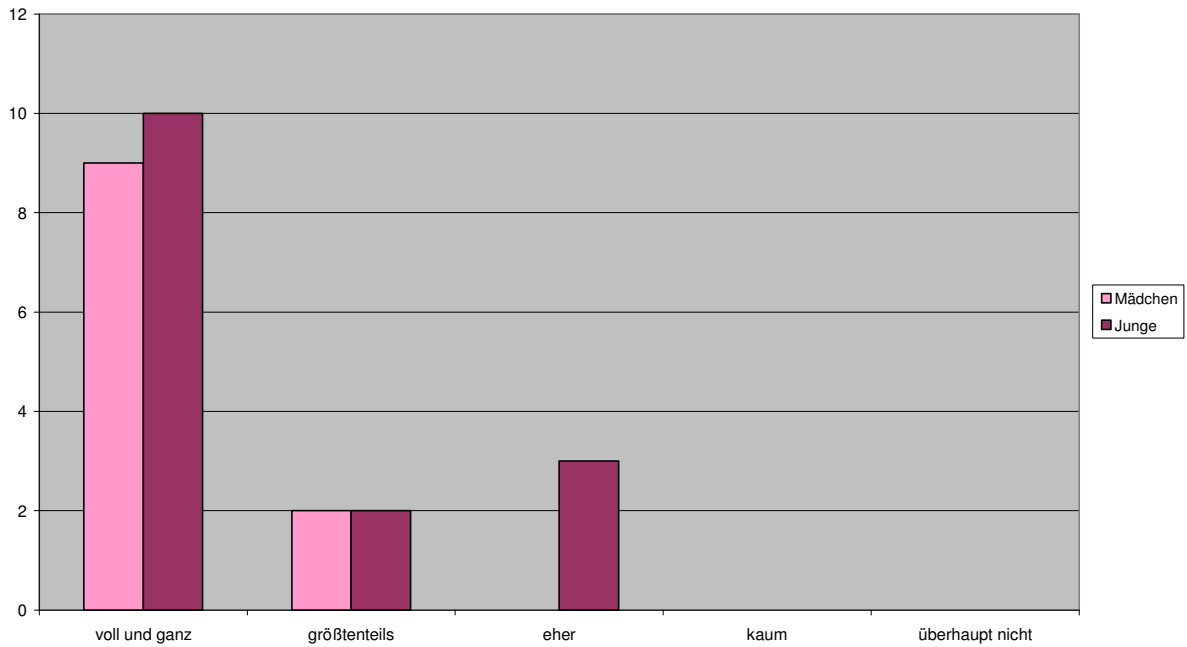
Frage 13: Ich finde den Einsatz von verschiedenen Medien (power point, Internet, Filmmaterial) im Physikunterricht sehr wichtig.



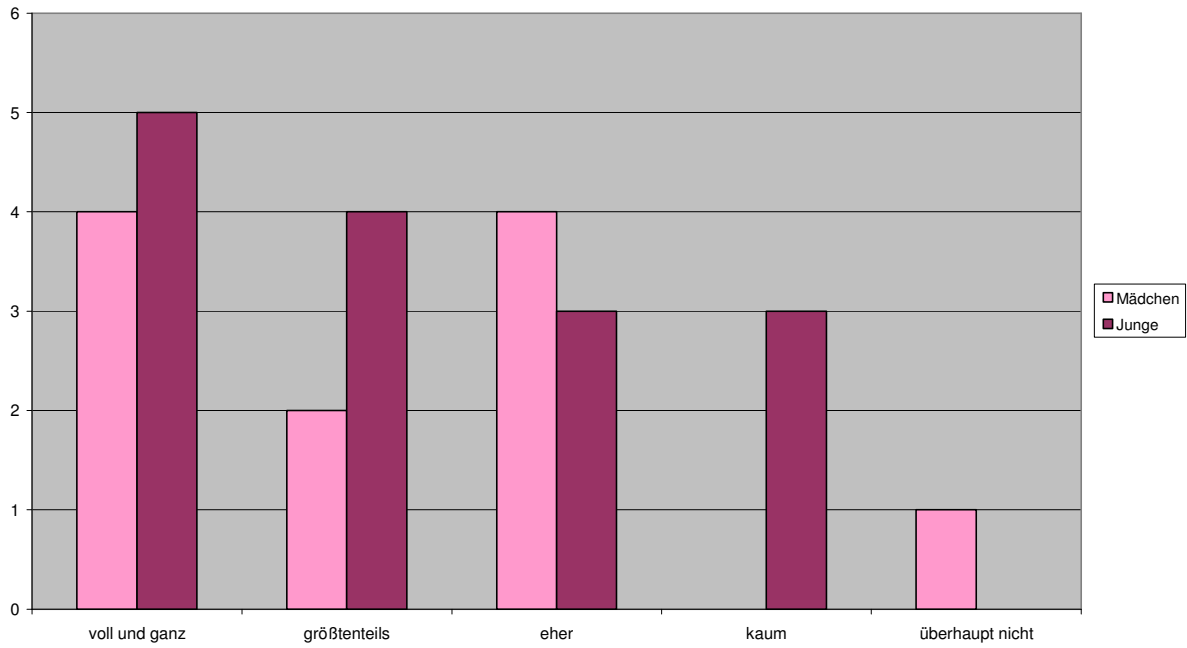
Frage 14: Ich finde es gut, wenn Dinge/Vorgänge durch Versuche anschaulich gemacht werden.



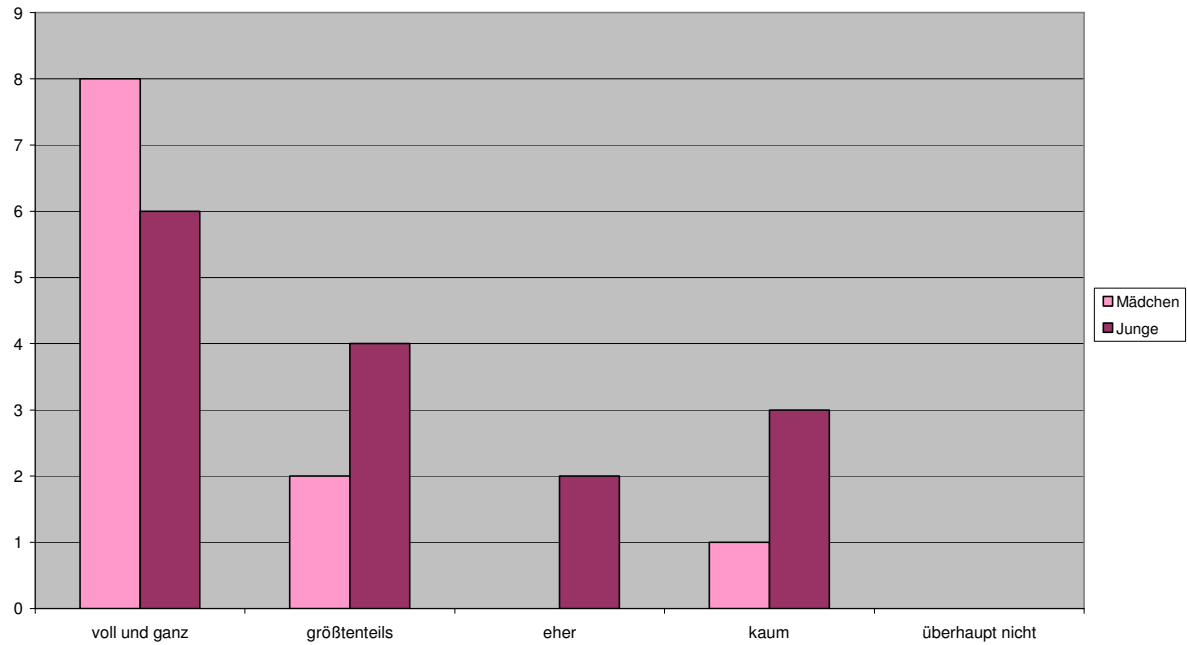
Frage 15: Ich finde es gut, wenn ich selbst experimentieren kann.



**Frage 16: Ich bin der Meinung, dass SchülerInnen-Experimente im Unterricht viel zu kurz kommen.**

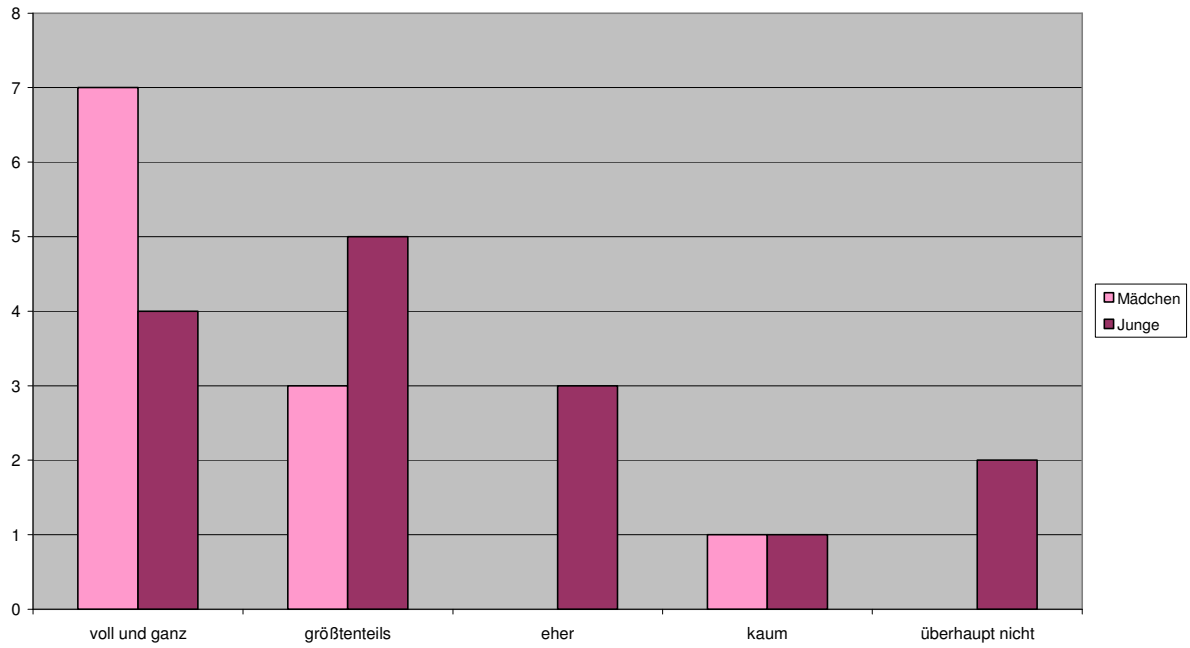


**Frage 17: Ich nehme Zusatzangebote gerne an - auch wenn sie außerhalb der Schulzeit (an einem freien Nachmittag) stattfinden.**

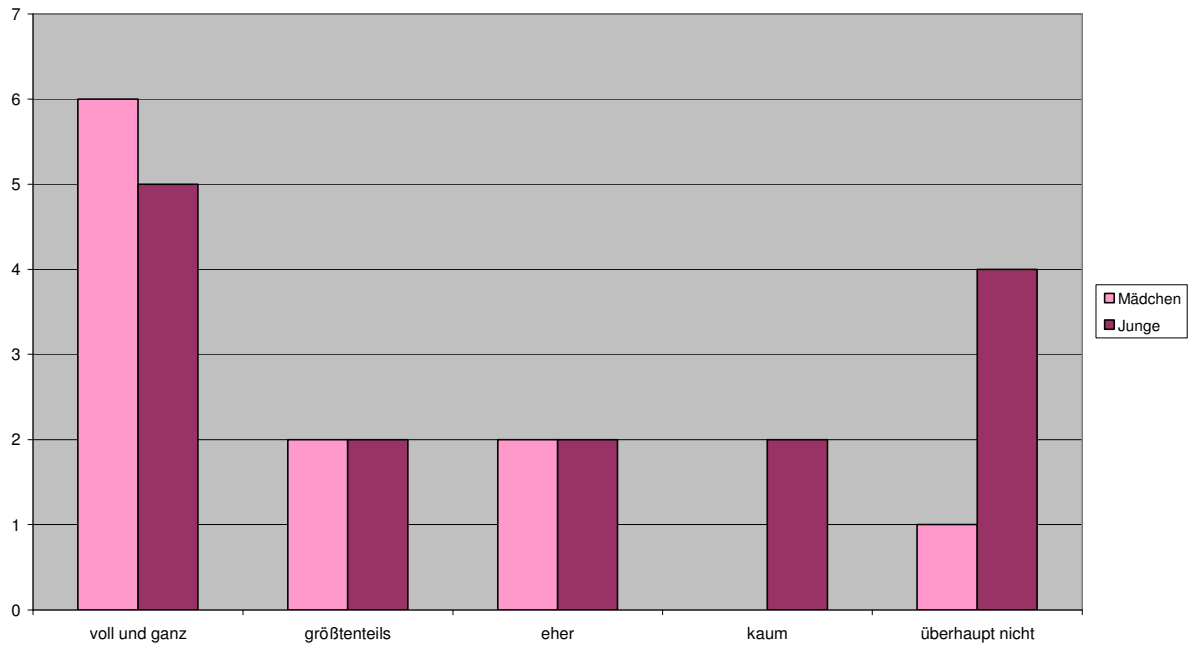




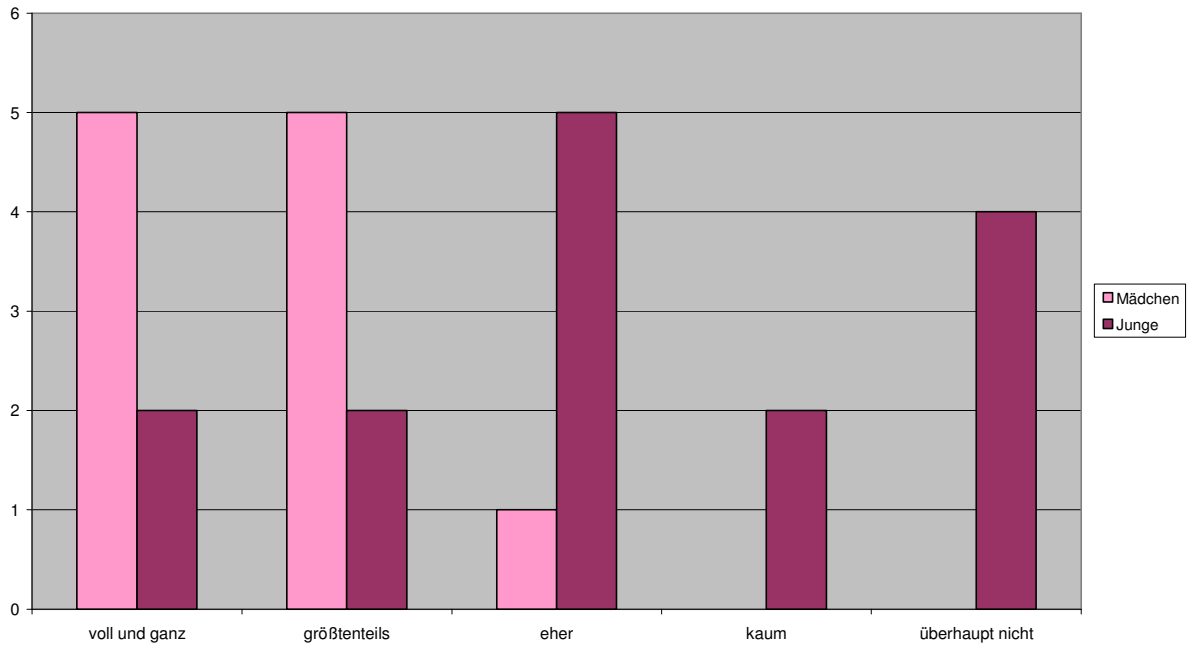
Frage 18: Durch solche Zusatzangebote kann ich mein Wissen vertiefen und festigen.



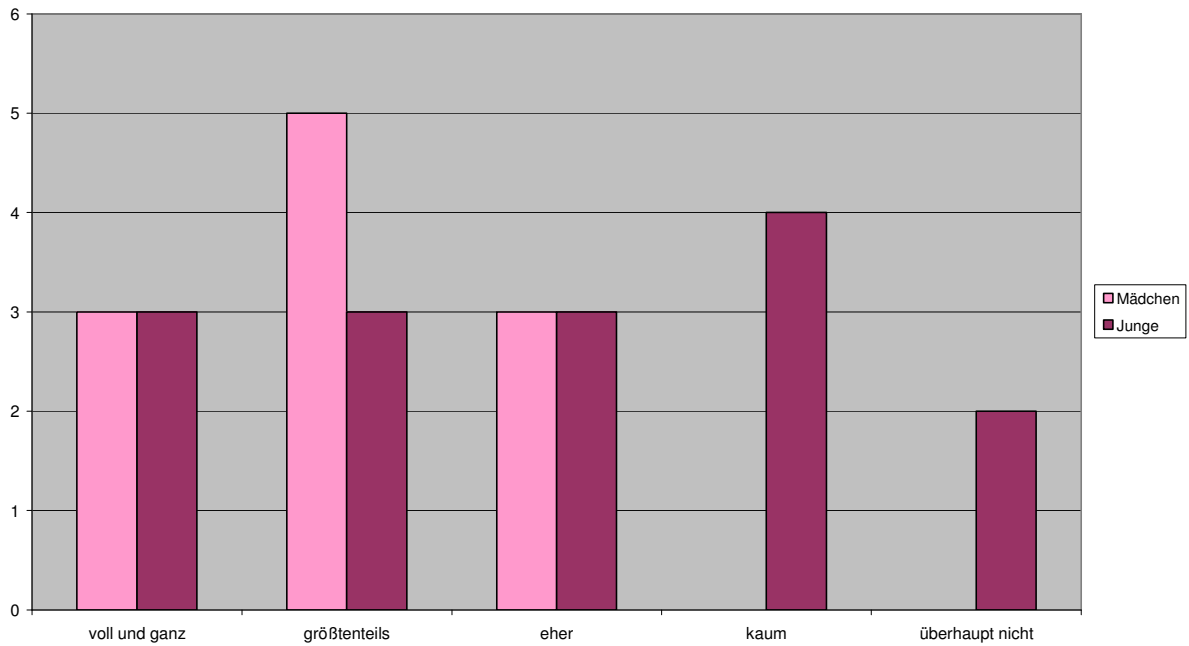
Frage 19: Dafür würde ich meine Freizeit auch öfter "opfern".



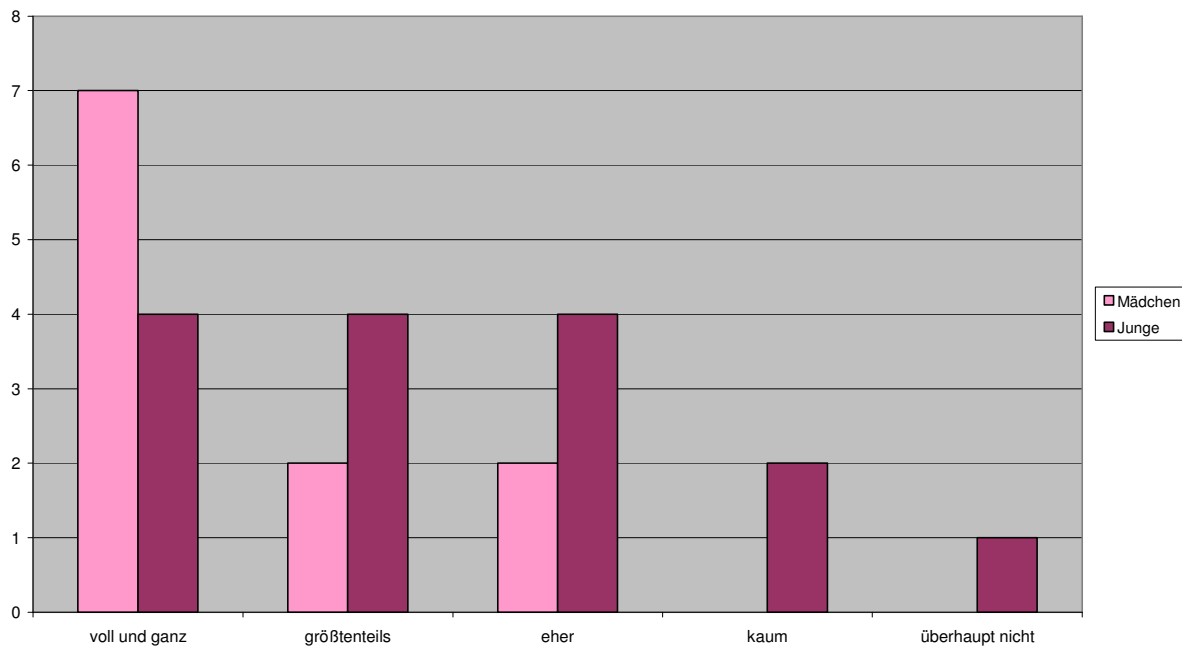
Frage 20: Ein Leben ohne Englisch bzw. ohne die englische Sprache kann ich mir nicht vorstellen.



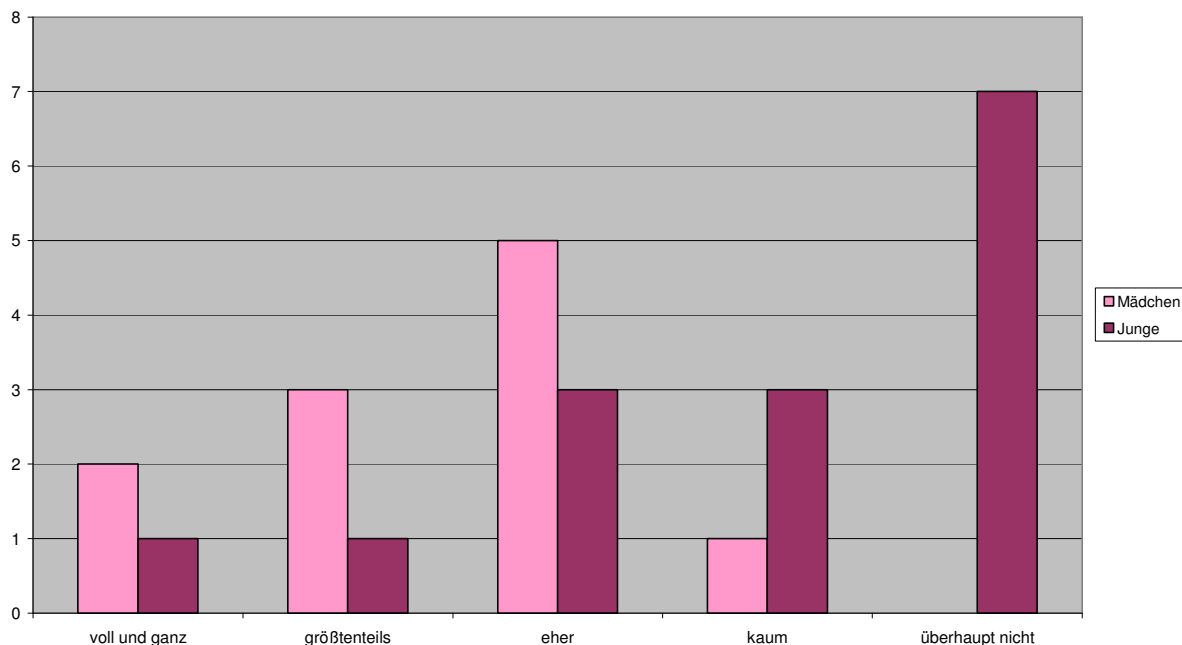
Frage 21: Es gibt sehr viele Bereiche in meinem Leben, die mit der englischen Sprache zu tun haben.



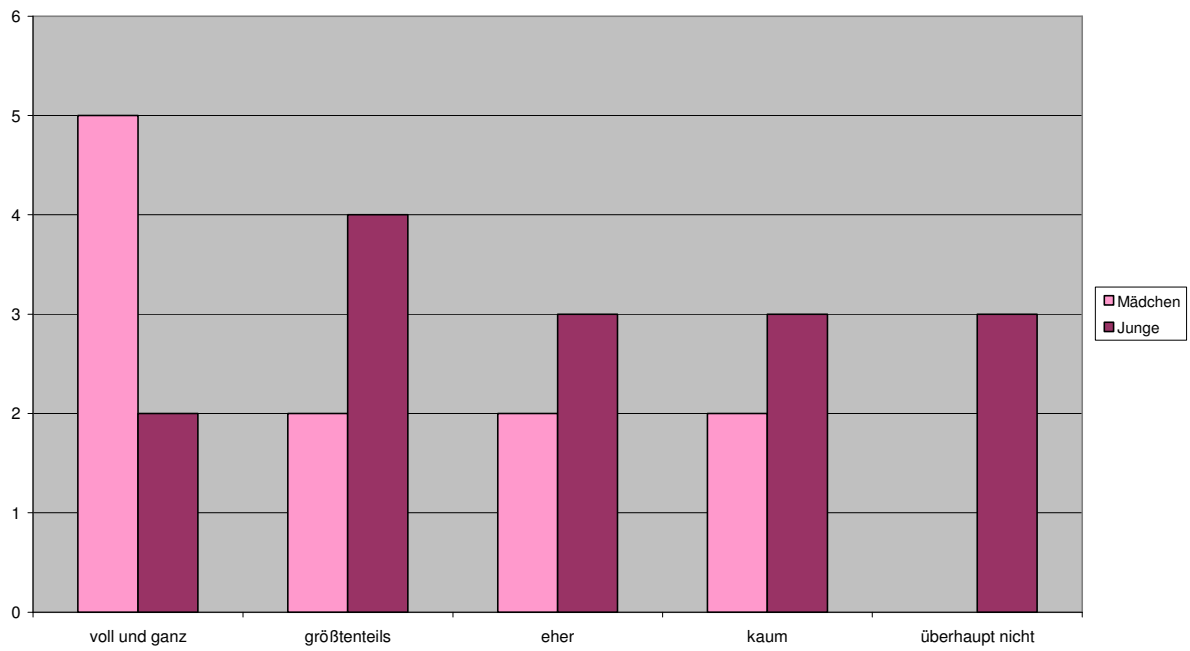
**Frage 22: Ich bin mir sicher, dass ich in meinem späteren Leben Englischkenntnisse - entweder auf beruflicher oder privater Ebene - benötigen werde.**



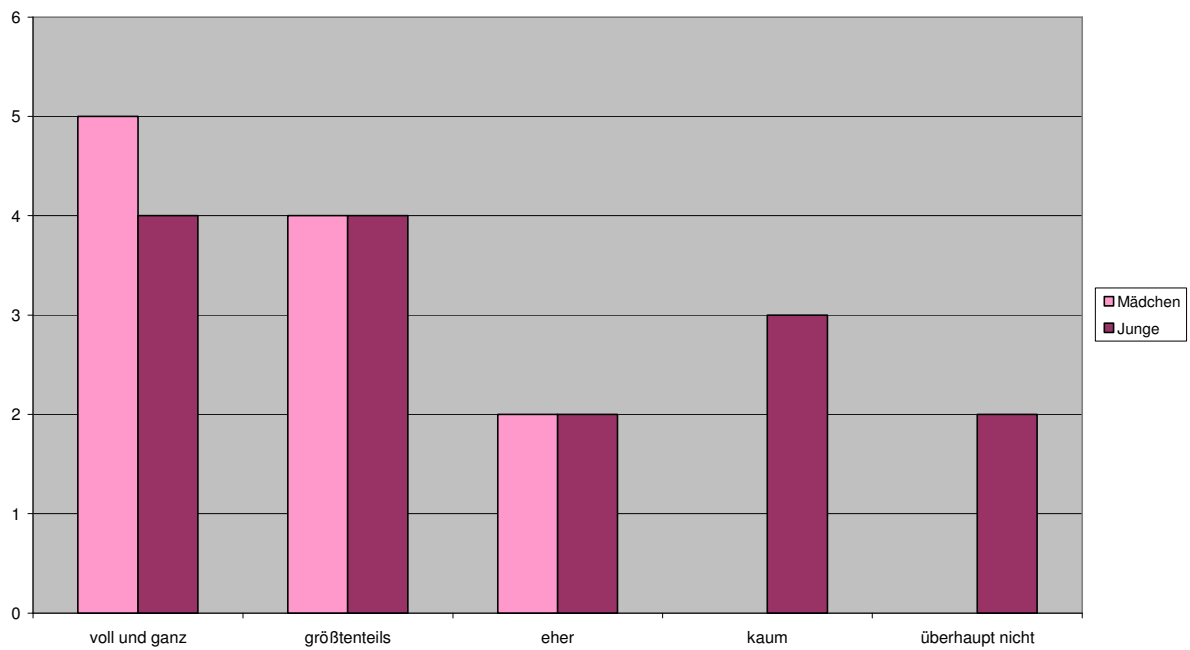
**Frage 23: Ich finde es eine gute Idee, das Unterrichtsfach Physik mit Englisch zu verknüpfen.**



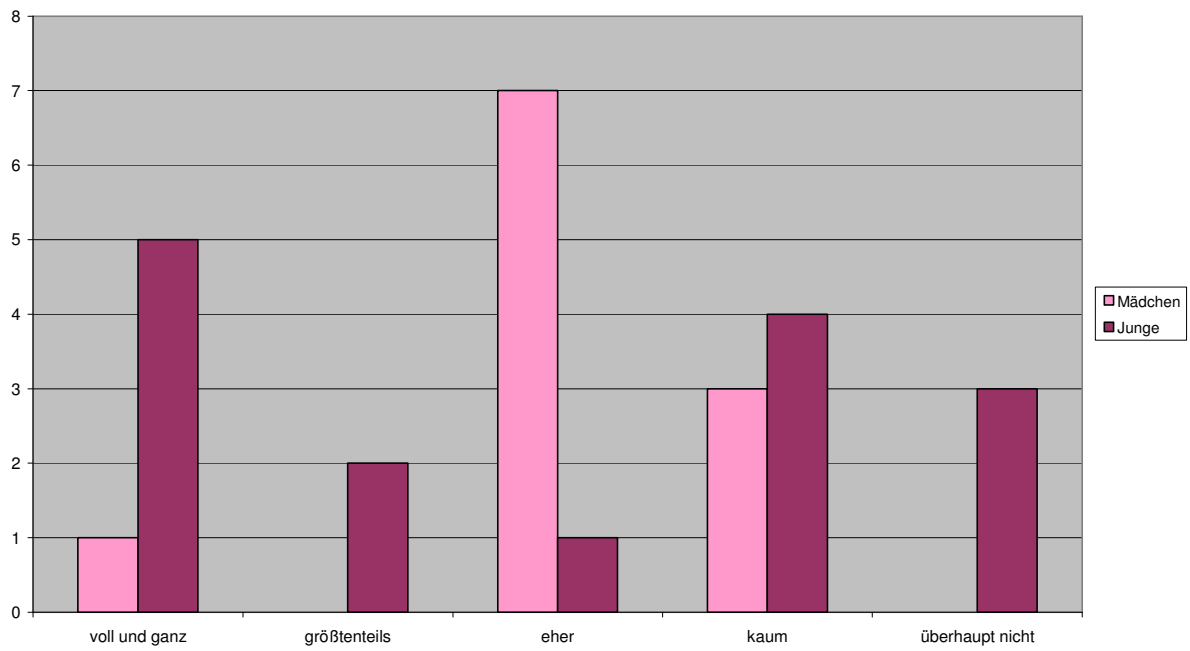
**Frage 24: Ich glaube, dass ich die englischen Arbeitsanweisungen so weit verstehen werde, dass ich das Experiment durchführen kann.**



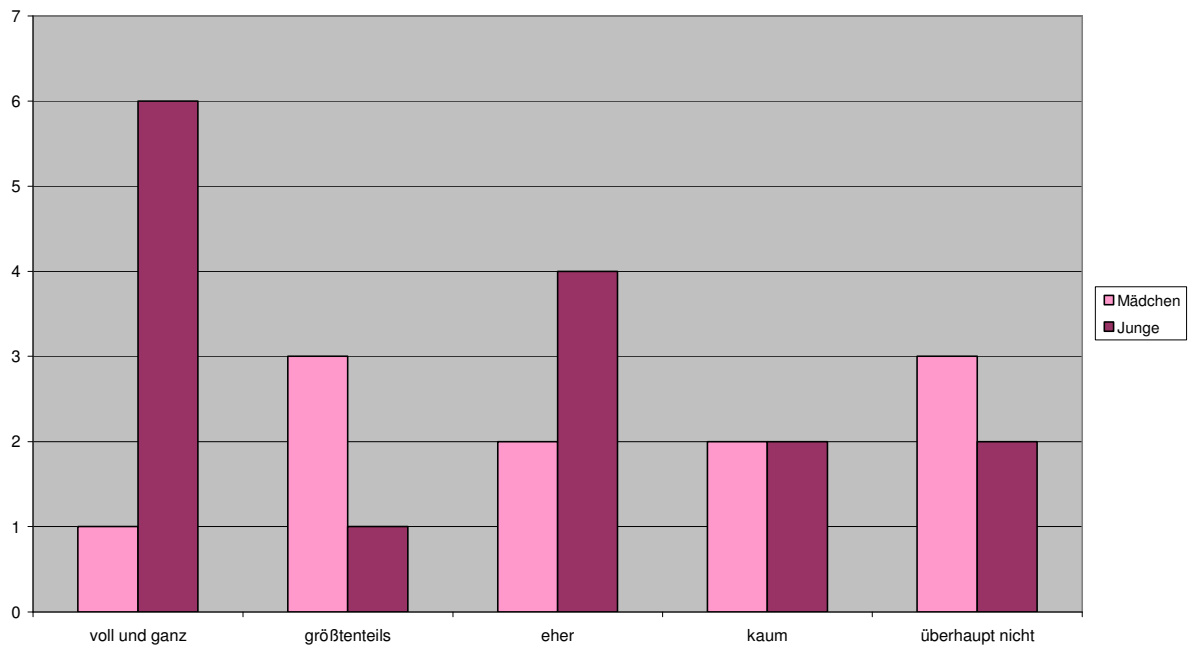
**Frage 25: Ich werde versuchen, den Sinn der englischen Arbeitsanweisungen mit Hilfe der dafür vorgesehenen Materialien herauszufinden und umzusetzen.**



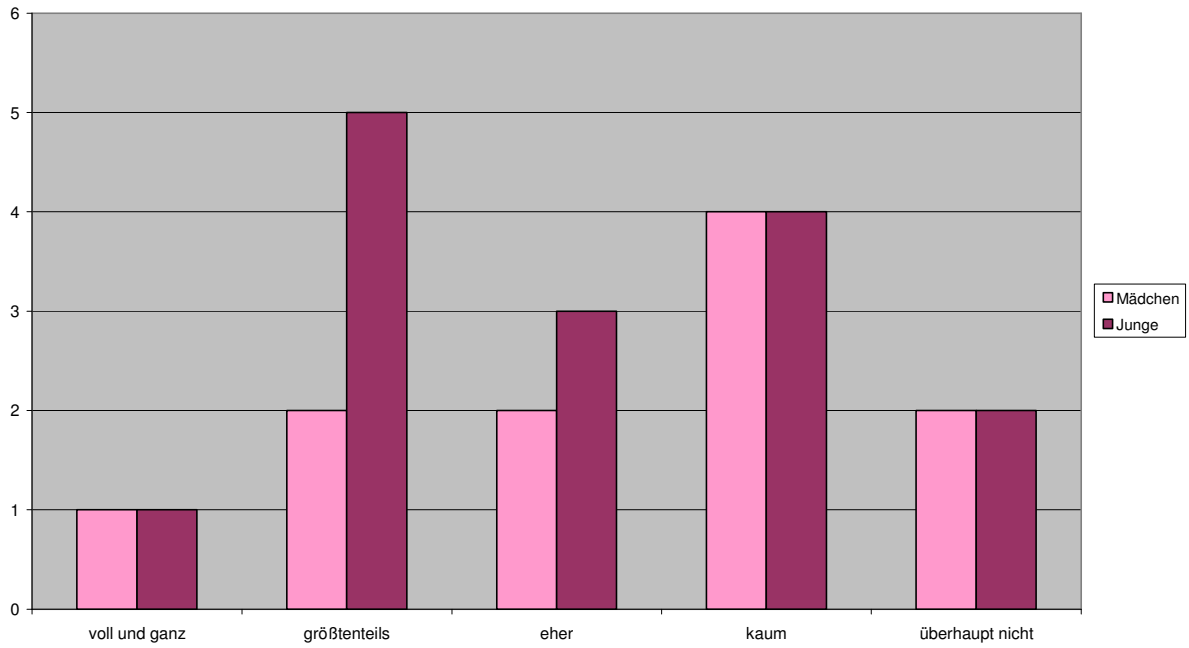
**Frage 26: Ich werde versuchen, den Sinn der englischen Arbeitsanweisungen mit Hilfe eines Wörterbuches herauszufinden und umzusetzen.**



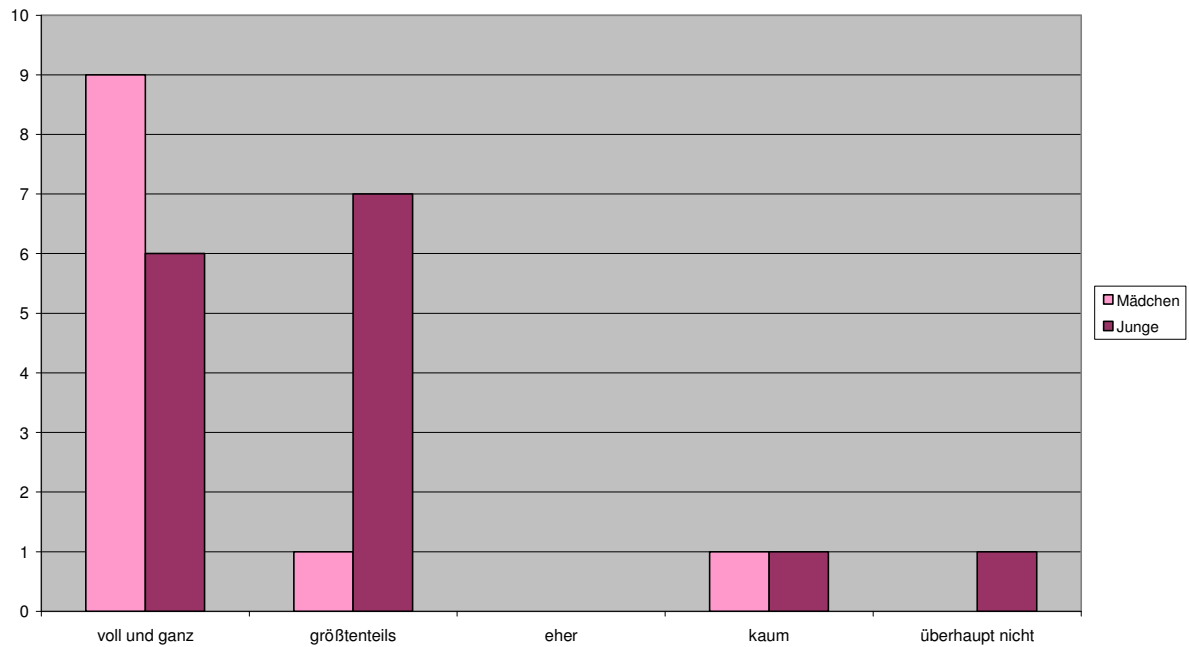
**Frage 27: Ich stelle es mir schwierig vor, Experimente durchzuführen, wenn die Anweisungen in englischer Sprache gegeben werden.**



Frage 28: Ich bin nervös, wenn ich unbekannte Dinge tun soll/muss.

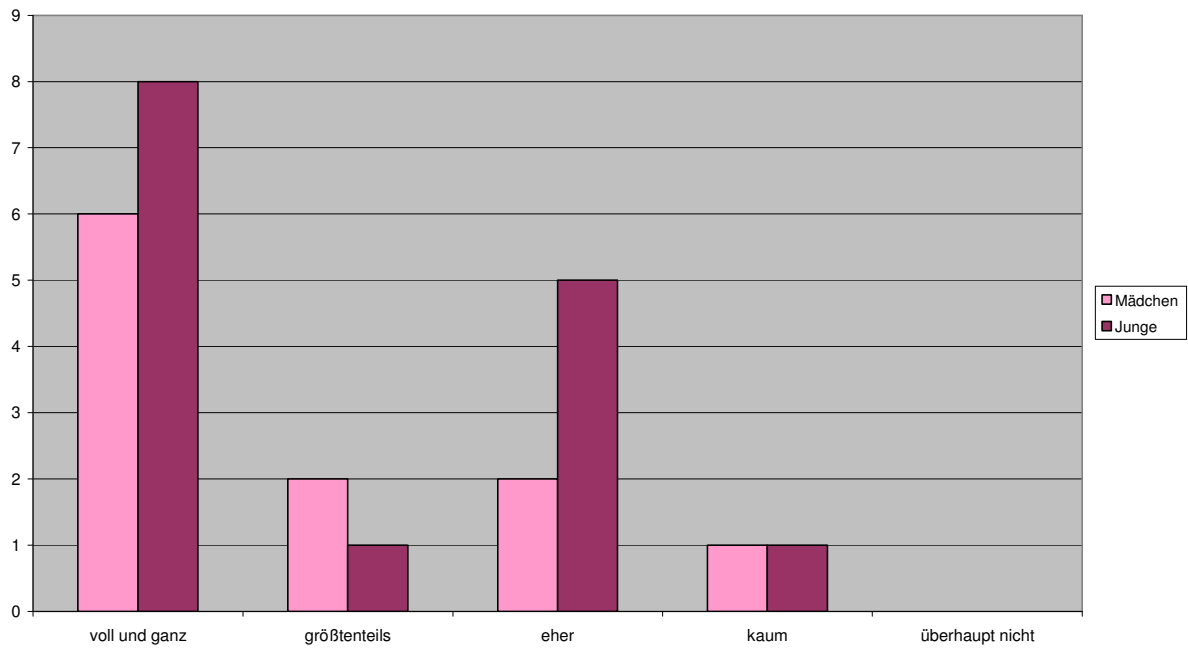


Frage 30: Ich freue mich darauf, unbekannte Dinge zu probieren.

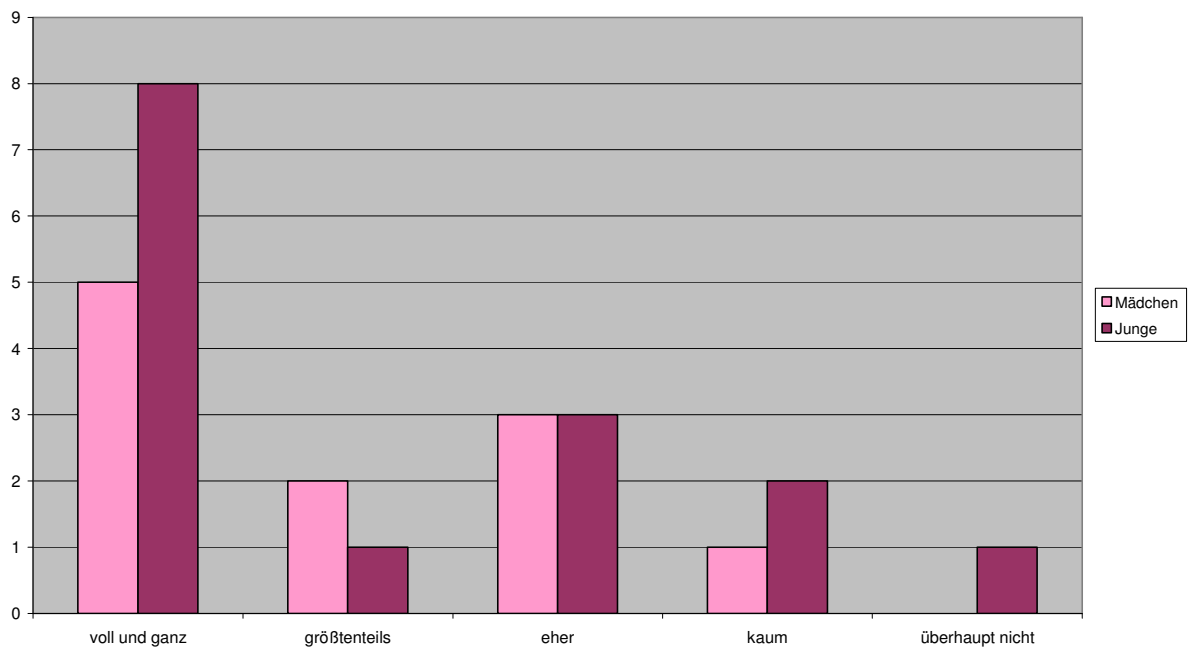


## 4. Auswertung des Fragebogens – Bereich D

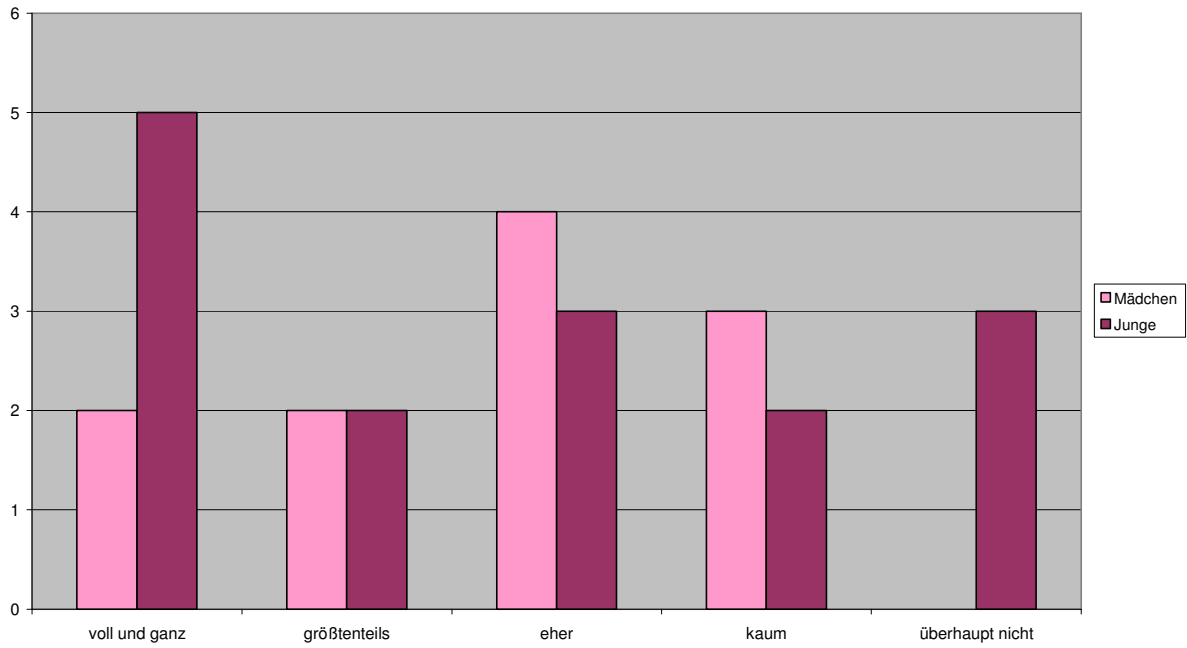
Frage 1: Ich überprüfe gerne physikalische Vermutungen.



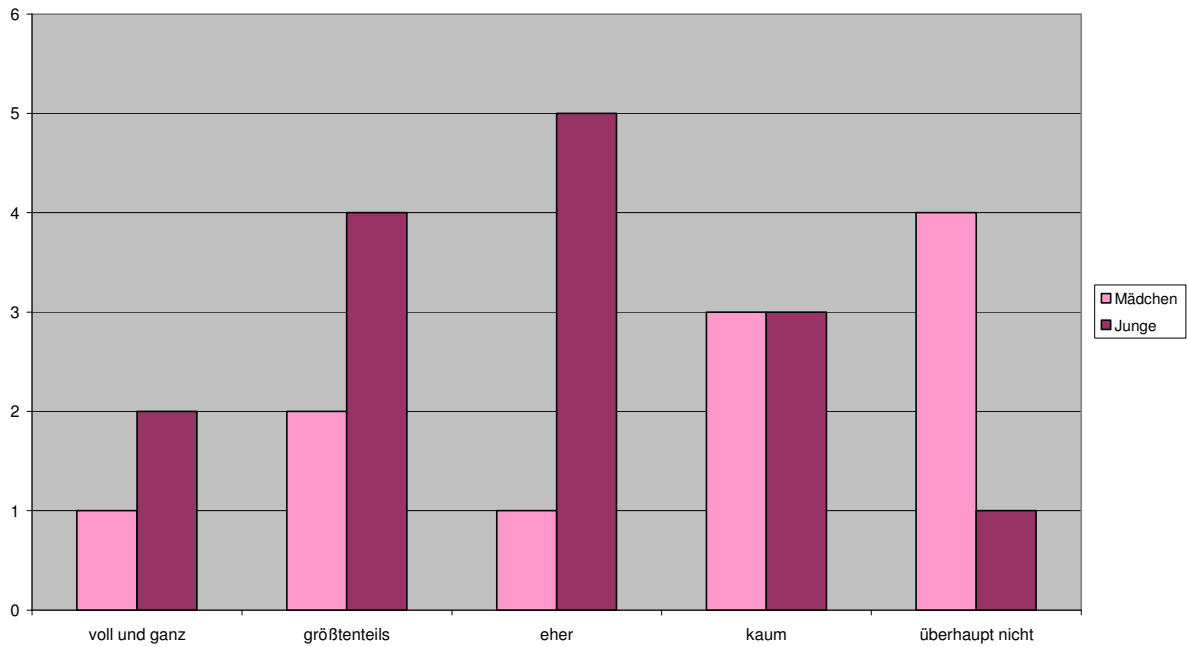
Frage 2: Ich war erstaunt, wie oft ich mit meiner Vermutung richtig lag.



Frage 3: Es fiel mir leicht, meine Partnerin/meinen Partner zu überzeugen.

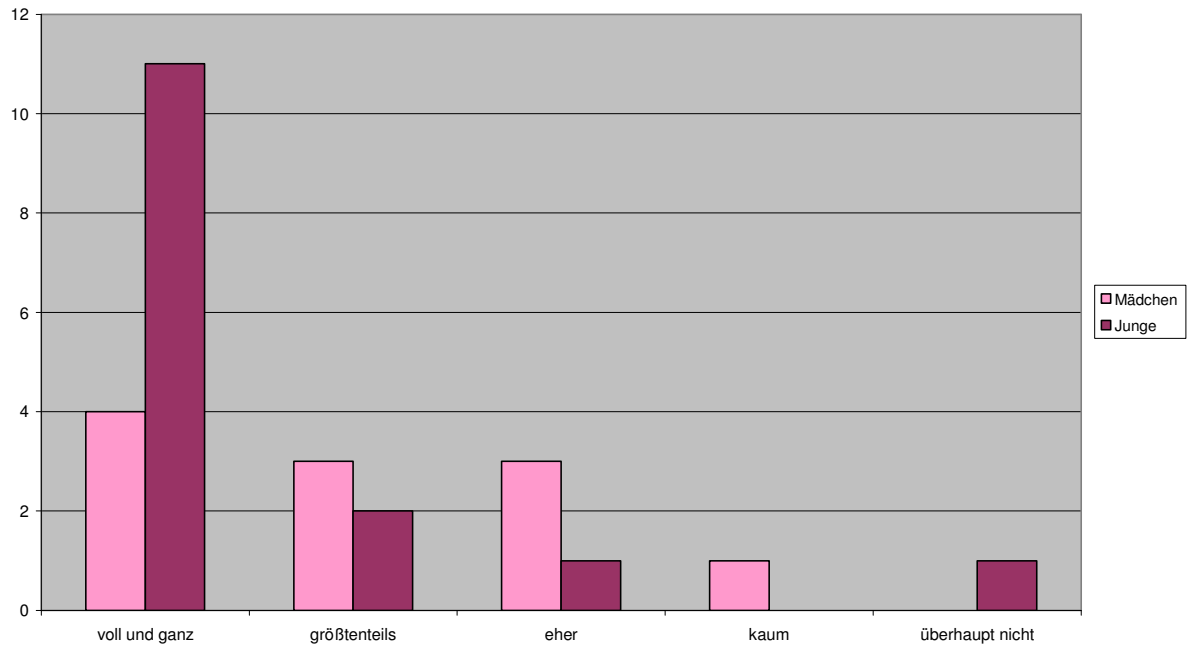


Frage 4: Meine Partnerin/mein Partner lag mit seinen Vermutungen häufiger richtig als ich es tat.

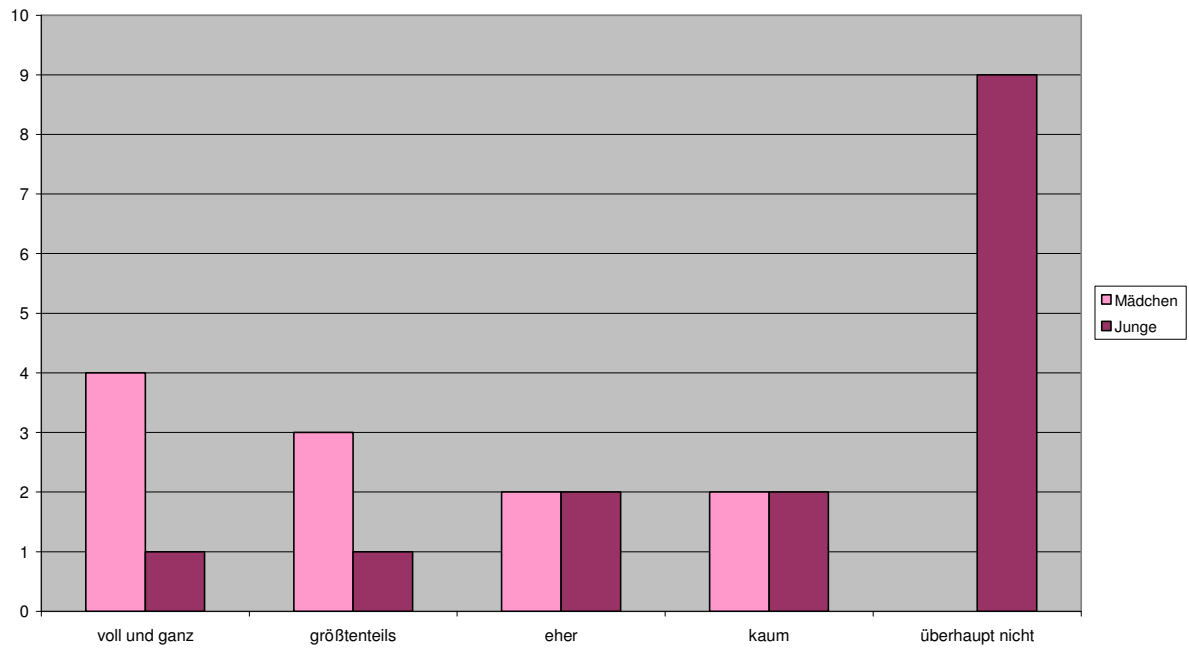




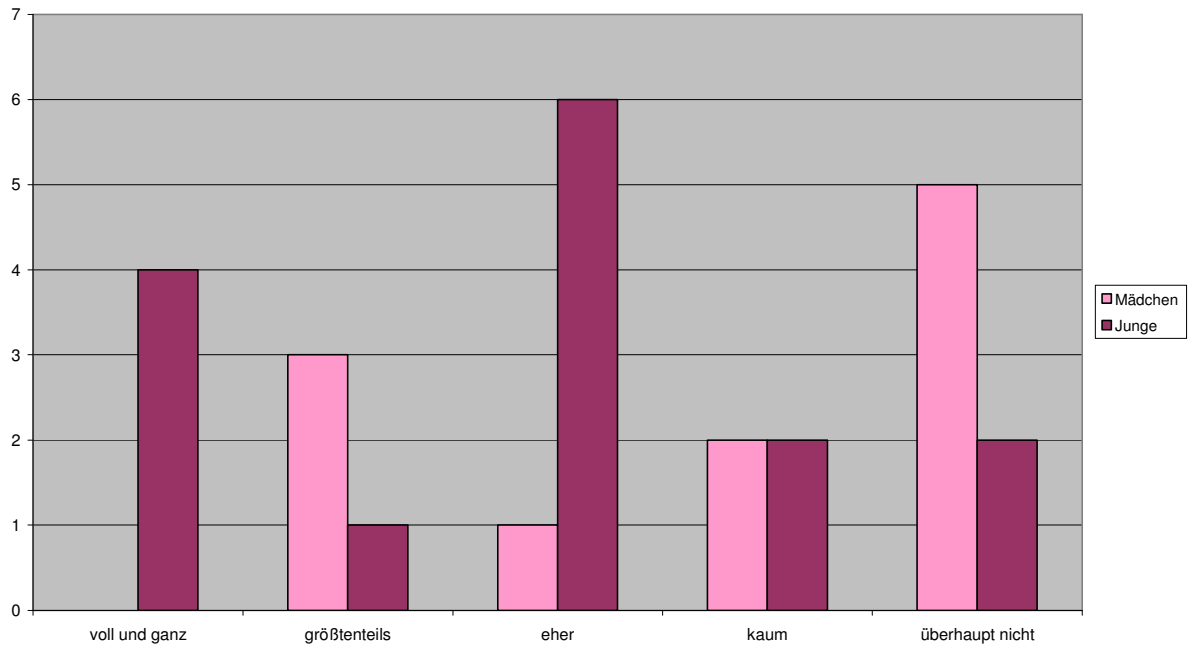
Frage 5: Meine Partnerin/mein Partner und ich arbeiteten gut zusammen.



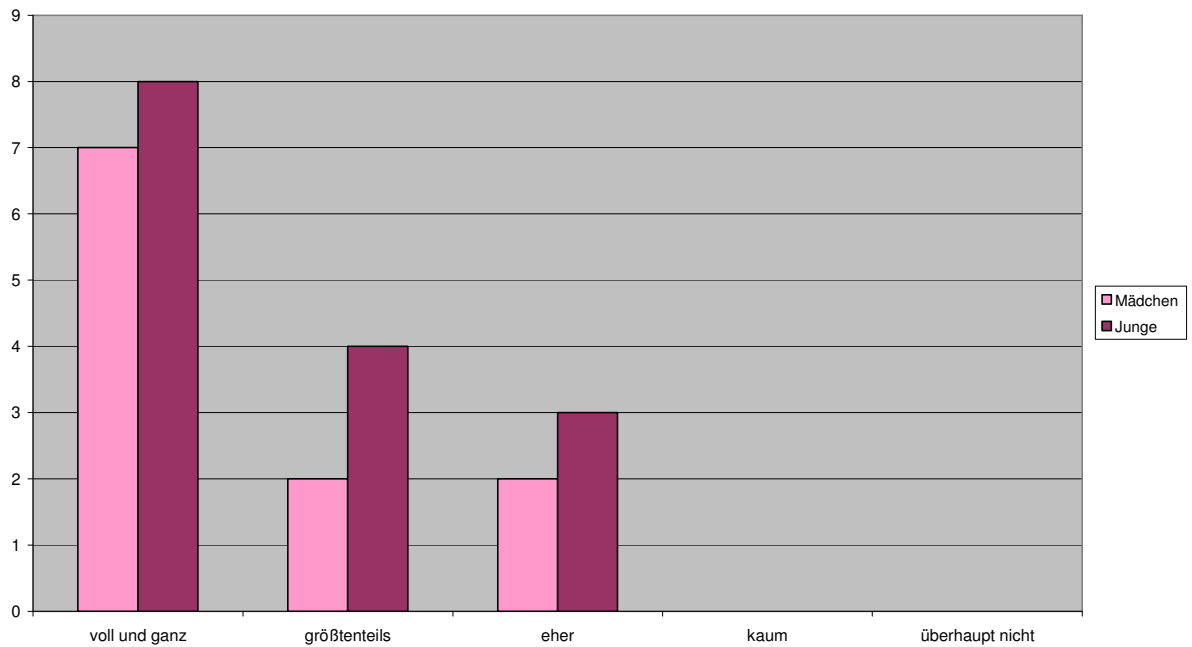
Frage 6: Ich hätte lieber alleine gearbeitet.



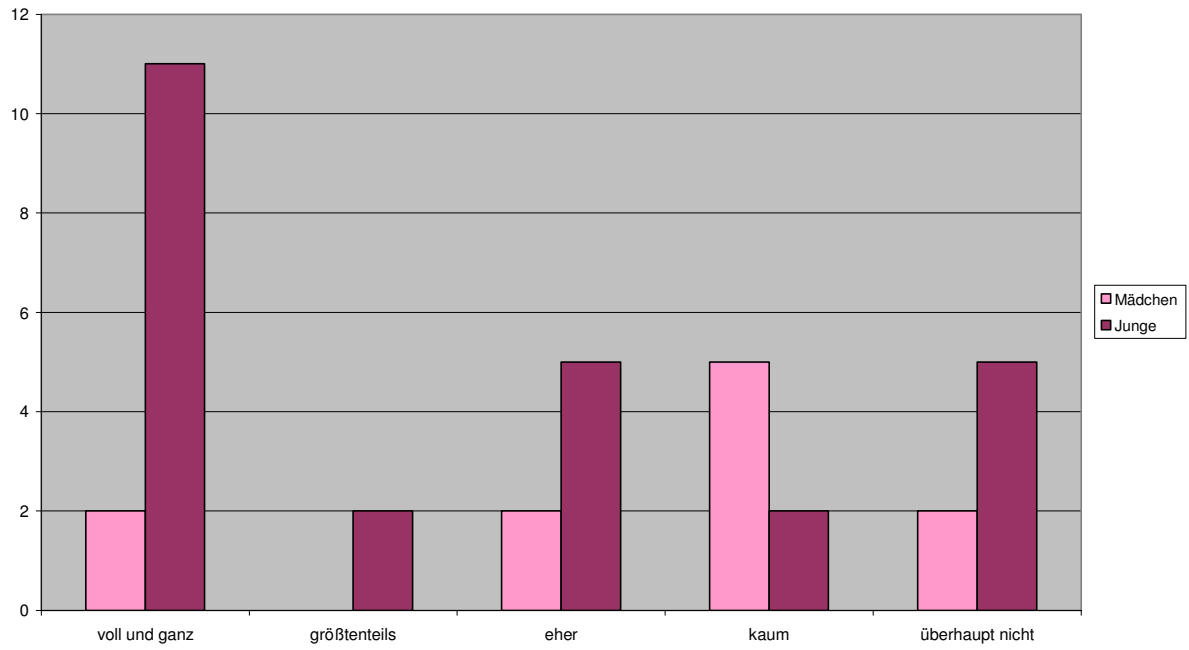
Frage 7: Es fiel mir leicht, den Anweisungen zu folgen.



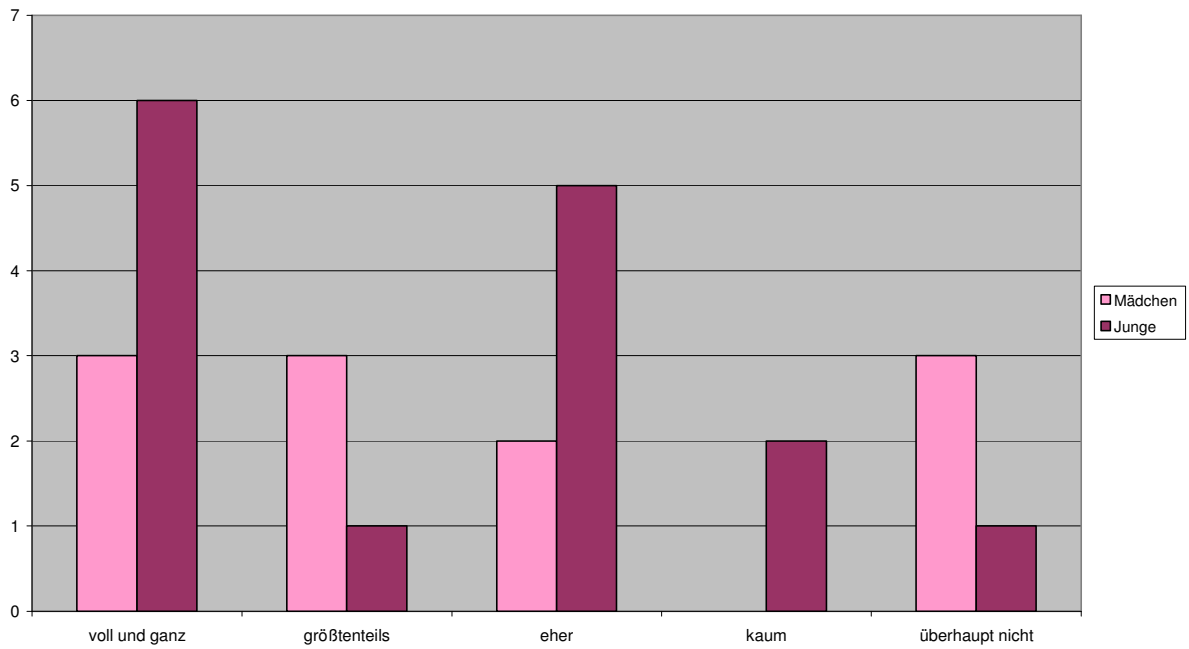
Frage 8: Die Abbildungen waren sehr hilfreich.



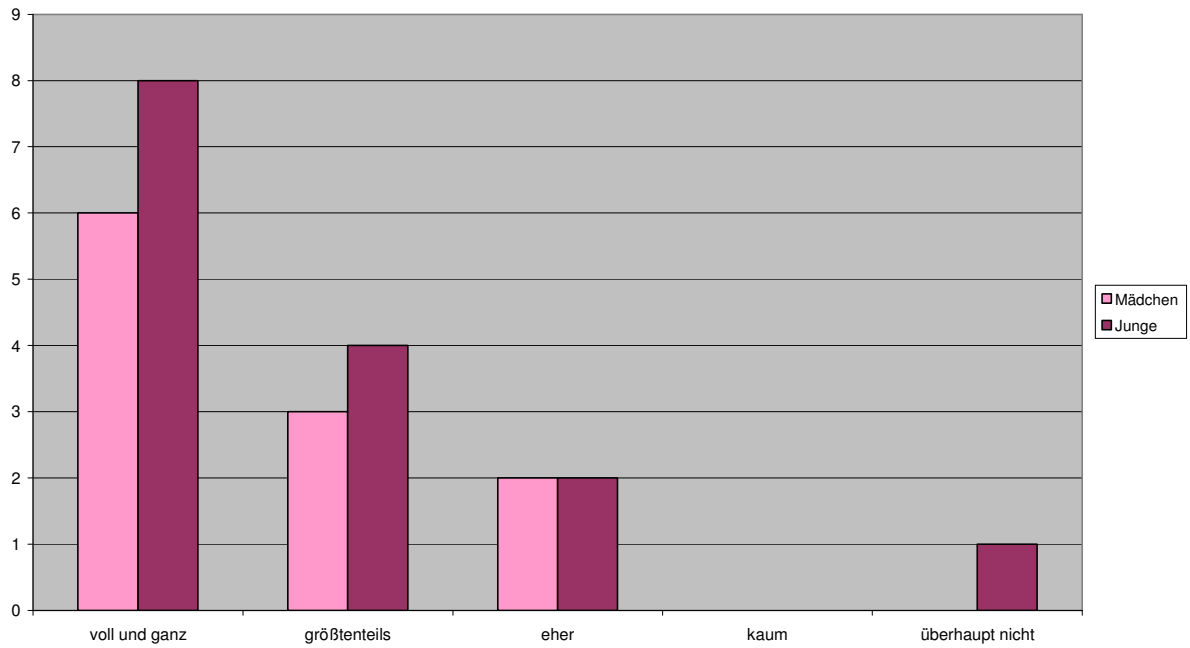
**Frage 9: Ich hätte die Versuche auch ohne die Bilder leicht schaffen können.**



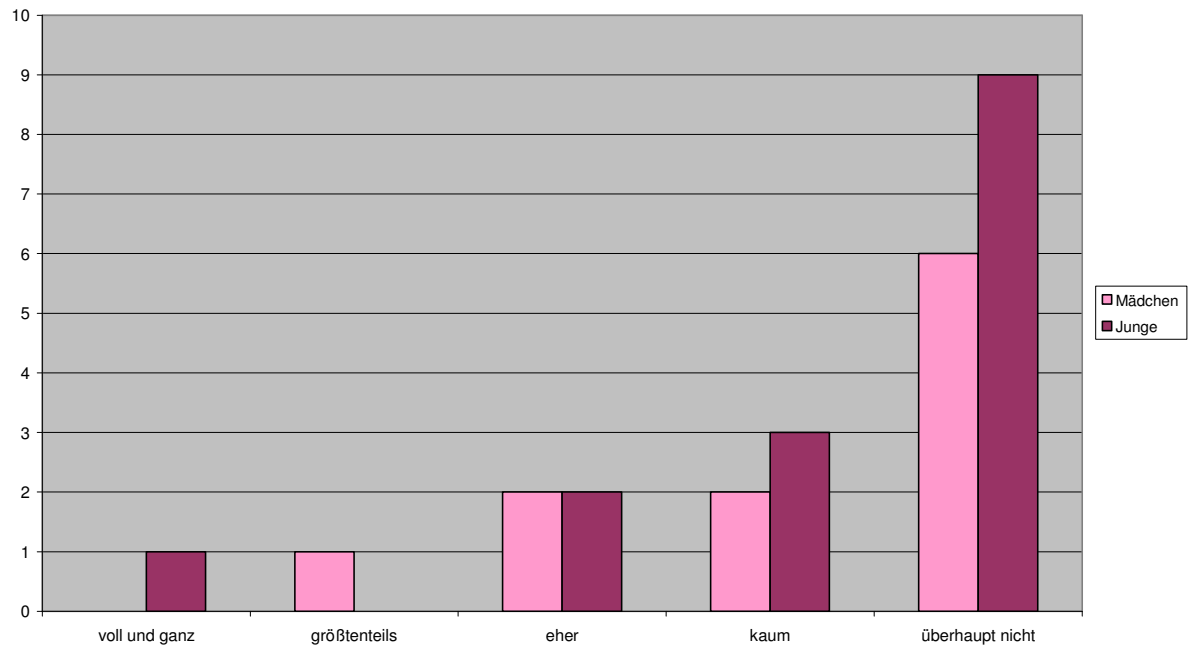
**Frage 10: Ich hätte lieber mehr experimentiert.**



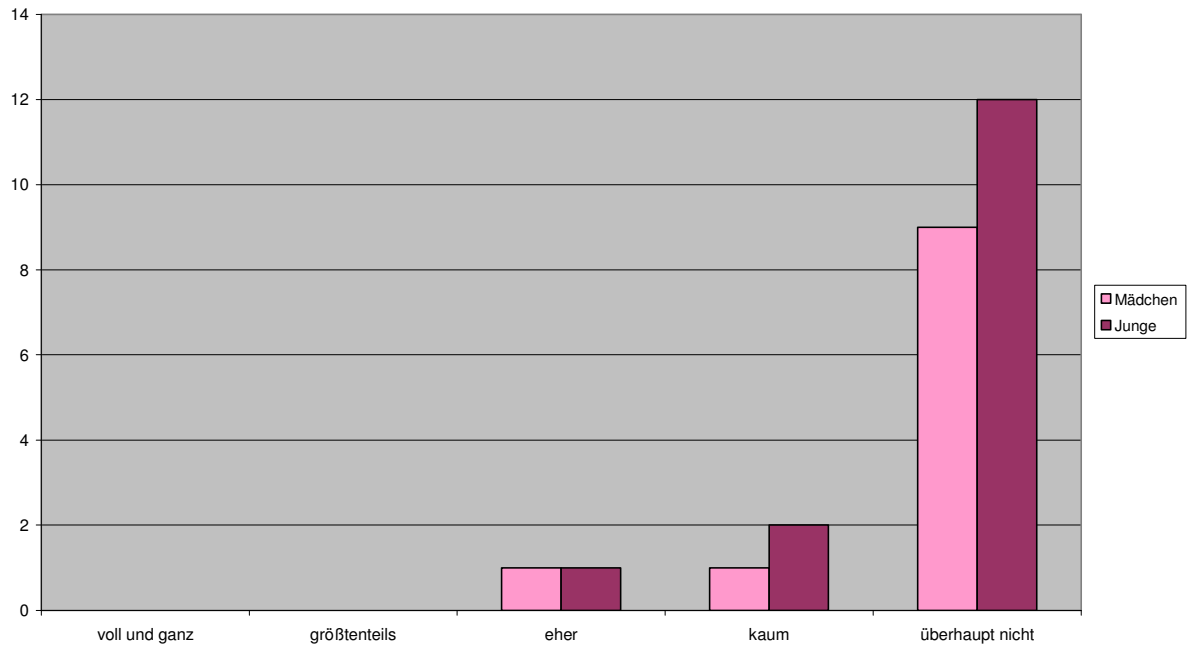
Frage 11: Meine Erwartungen in Bezug auf dieses Projekt wurden absolut erfüllt.



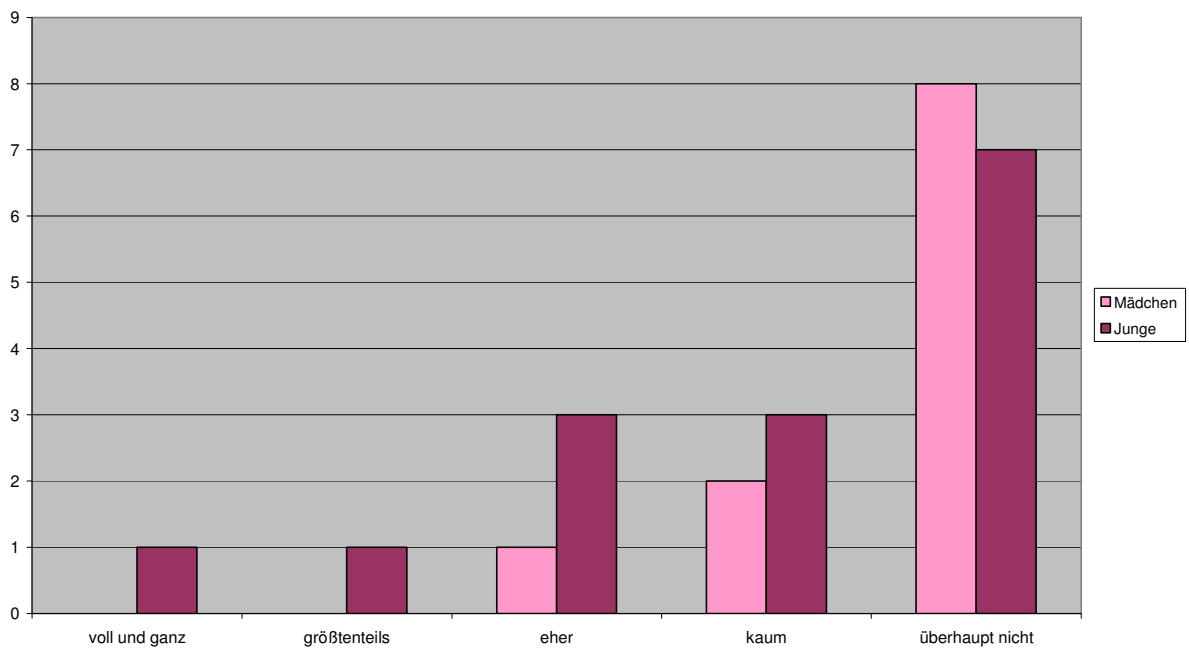
Frage 12: Ich hatte mir dieses Projekt komplett anders vorgestellt.



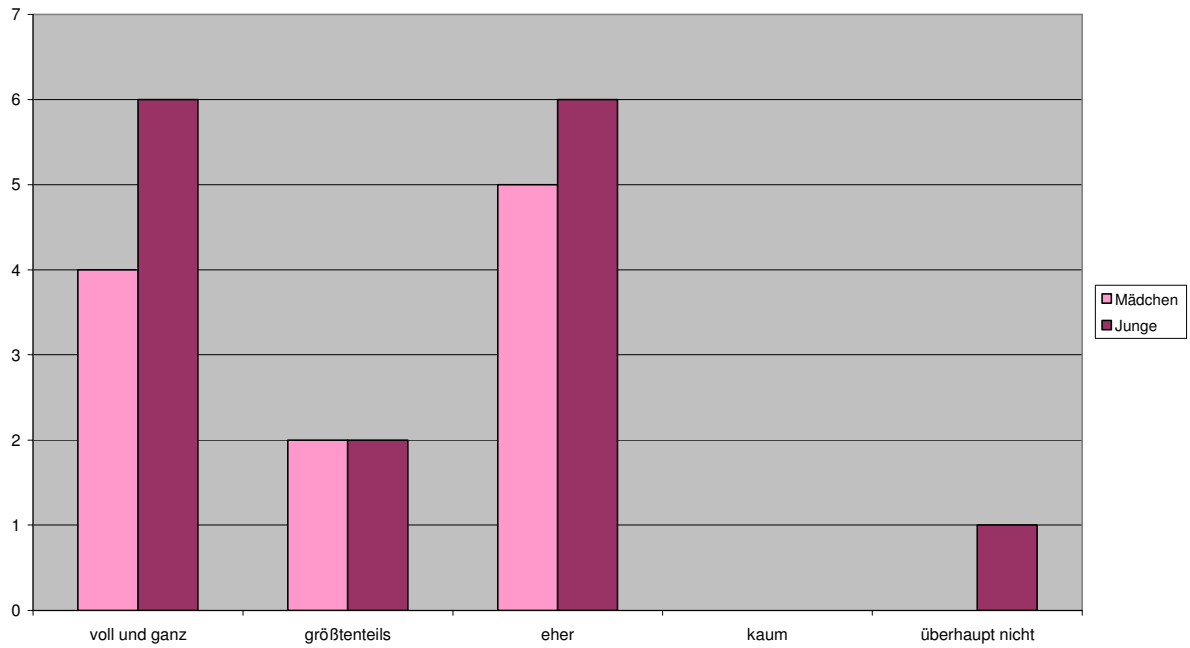
Frage 13: Ich bin von diesem Projekt enttäuscht.



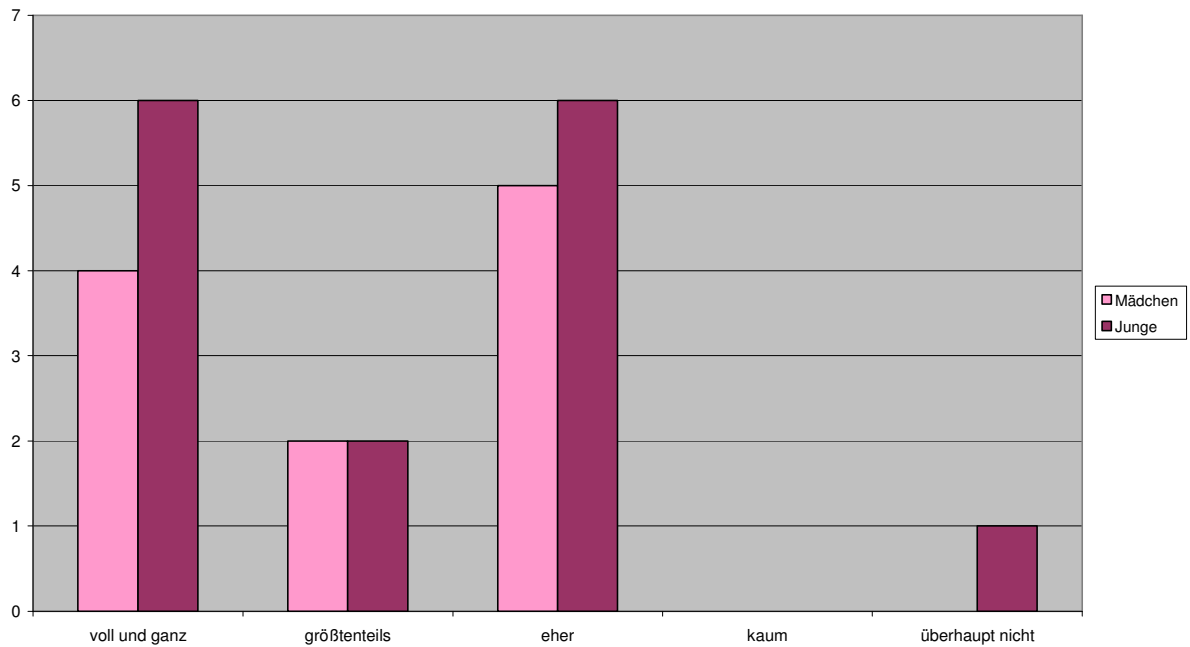
Frage 14: Für mich war dieses Projekt mit sehr viel Stress verbunden.



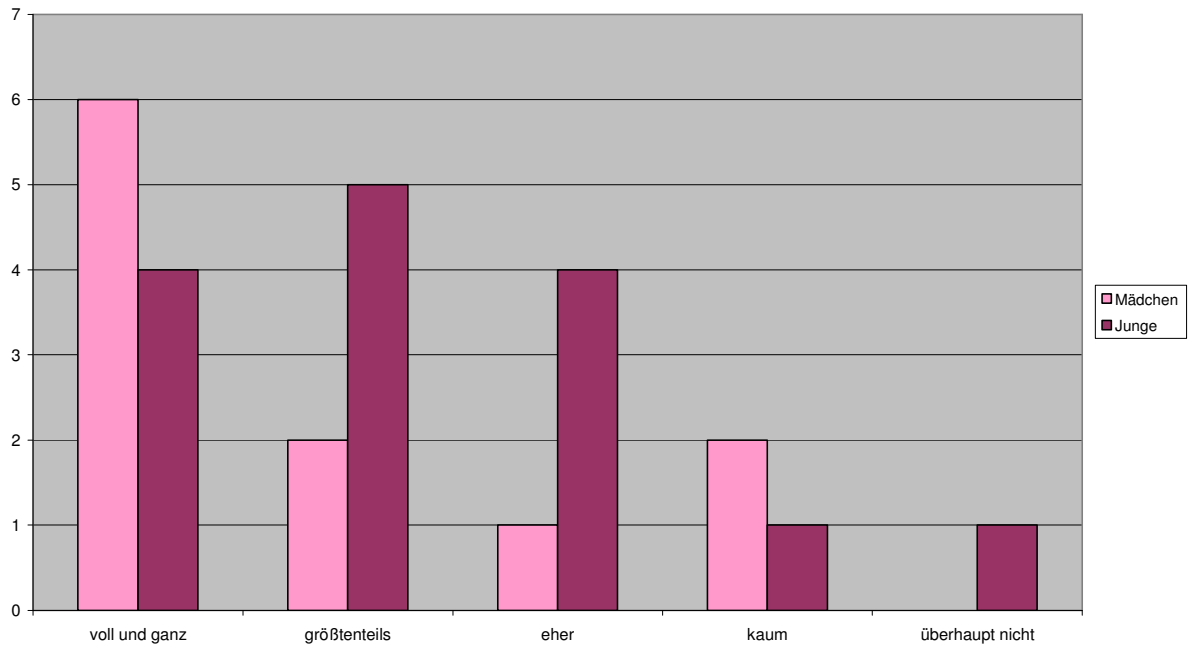
**Frage 15: Ich habe den Eindruck, dass ich durch dieses Projekt viele Lerninhalte des Physikunterrichtes wiederholt habe.**



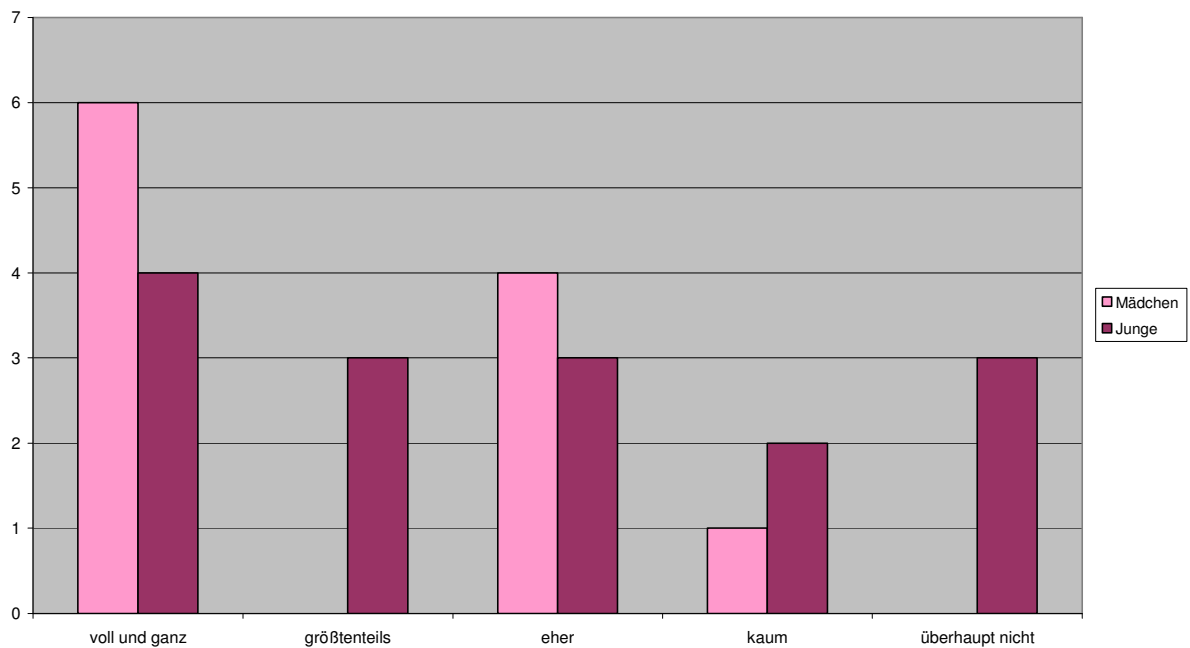
**Frage 16: Ich habe den Eindruck, dass ich durch dieses Projekt viele Lerninhalte des Physikunterrichtes gefestigt habe.**



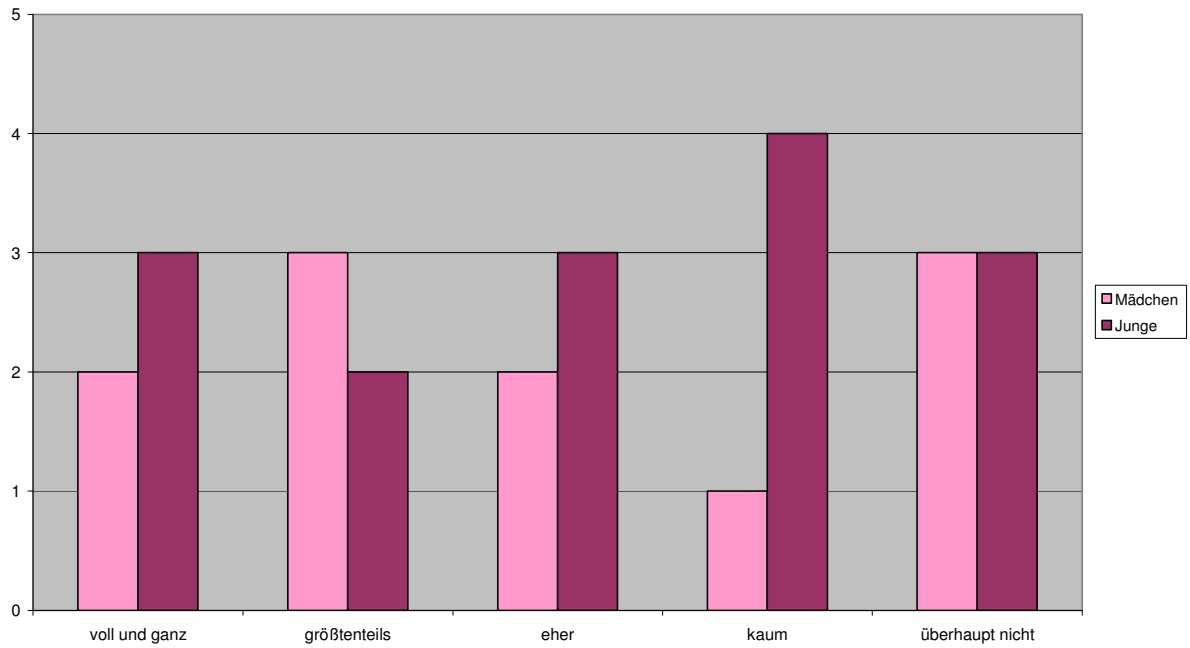
**Frage 17: Ich glaube, dass ich mir durch dieses Projekt einige Lerninhalte des Physikunterrichts viel besser merken kann.**



**Frage 18: Meine Motivation und mein Interesse für Physik wurden durch dieses Projekt gesteigert.**



Frage 19: Ich kann mir vorstellen, mich in Zukunft mehr bzw. öfter mit Physik zu beschäftigen.



Frage 20: Ich würde so einen Nachmittag gerne wiederholen.

