

## Schriftliche Hausarbeit

zur ersten Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien

# Konzipierung eines mädchengerechten Physikunterrichts

Eingereicht von

Larissa Pintz

am 01.02.2011



PROBLEME MIT FRAUEN IN DER PHYSIK?  
WIR HABEN KEINE ...

Betreut und geprüft von Prof. Dr. Thomas Trefzger

*„Es gibt nichts ist Ungerechtes  
als die gleiche Behandlung  
von Ungleichen.“*

(Paul Brandwein)

## **Abbildungsverzeichnis**

**Abb. 1:** Übersicht über die in den verschiedenen Untersuchungsgruppen eingesetzten Maßnahmen

Quelle: Kircher 2009, Seite 593

**Abb. 2:** Feldliniendarstellung

Quelle: Eigene Aufnahme vom 22.03.2010

**Abb. 3:** Versuchsaufbau zur Bestimmung des Widerstandes eines Konstantendrahtes

Quelle: Eigene Aufnahme vom 24.09.2010

**Abb. 4 :** Variation der Drahtlänge

Quelle: Eigene Aufnahme vom 24.09.2010

**Abb. 5:** Variation des Drahtquerschnittes

Quelle: Eigene Aufnahme vom 24.09.2010

**Abb. 6:** Elektronenbewegung im Draht

Quelle: Spektrum Physik Gymnasium 7-10

**Abb. 7:** Stromfluss im Metall

Quelle: <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/grd/0110203.htm>

**Abb. 8:** Veränderung der Drahtlänge

Quelle: <http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ph/14/ep/einfuehrung/elstromkreis/widerstand.vlu/Page/vsc/de/ph/14/ep/einfuehrung/elstromkreis/spezwiderstand1.vscml.html>

**Abb. 9:** Veränderung der Querschnittsfläche

Quelle: <http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ph/14/ep/einfuehrung/elstromkreis/widerstand.vlu/Page/vsc/de/ph/14/ep/einfuehrung/elstromkreis/spezwiderstand1.vscml.html>

**Abb.10 :** Versuchsaufbau der Messung

Quelle: Eigene Aufnahme vom 24.09.2010

**Abb.11:** Eine Schülergruppe beim Experimentieren

Quelle: Eigene Aufnahme vom 24.09.2010

**Abb.12:** Versuchsaufbau mit eingesetztem Konstantendraht der Länge 10 cm

Quelle: Eigene Aufnahme vom 24.09.2010

**Abb.13:** Versuchsaufbau mit eingesetztem Konstantendraht der Länge 20 cm

Quelle: Eigene Aufnahme vom 24.09.2010

**Abb.14:** Versuchsaufbau mit eingesetztem Konstantendraht der Länge 30 cm

Quelle: Eigene Aufnahme vom 24.09.2010

**Abb.15:** Versuchsaufbau zum waagerechten Wurf 1

Quelle: Eigene Aufnahme vom 24.09.2010

**Abb.16:** Versuchsaufbau zum waagerechten Wurf 2

Quelle: Eigene Aufnahme vom 24.09.2010

**Abb.17:** Versuchsaufbau zum waagerechten Wurf 3

Quelle: Eigene Aufnahme vom 24.09.2010

**Abb.18:** Wurfvorrichtung zum senkrechten Wurf nach oben 1

Quelle: Eigene Aufnahme vom 24.09.2010

**Abb.19:** Wurfvorrichtung zum senkrechten Wurf nach oben 2

Quelle: Eigene Aufnahme vom 24.09.2010

**Abb.20:** Wurfvorrichtung zum senkrechten Wurf nach oben 3

Quelle: Eigene Aufnahme vom 24.09.2010

**Abb.21:** Waagerechter Wurf

Quelle: Bergmann u. Schäfer: S. 51

**Abb.22:** Anordnung zur Demonstration der gleichen Fallzeit beim waagerechten Wurf

Quelle: Bergmann u. Schäfer: S. 51

**Abb.23:** Fallschirmspringer in der Luft

Quelle: Bundeswehr Österreich:

<http://www.bmlv.gv.at/sk/lask/jakdo/galerie/vollbild/automat.jpg>

**Abb.24 :** Versuchsaufbau zum waagerechten Wurf

Quelle: Eigene Aufnahme vom 24.09.2010

**Abb.25:** Der Nordhorner Stadtspringbrunnen

Quelle: Startseite der Stadt Nordhorn: <http://www.nordhorn.de/>

**Abb.26:** Versuchsaufbau zur Bestimmung der Flugdauer

Quelle: Eigene Aufnahme vom 24.09.2010

Bei den Diagrammen handelt es sich jeweils um den eigenen Entwurf

### **Evaluation der Fragebögen der 8. Jahrgangsstufe**

**Abb. 27:** Kannst du dem Physikunterricht gut folgen?

**Abb. 28:** Findest du den Physikunterricht anschaulich?

**Abb. 29:** Findest du den Physikunterricht zu mathematisch?

**Abb. 30:** Hast du Spaß am Physikunterricht?

**Abb. 31:** Wünschst du dir mehr Bezug zum Alltag?

**Abb. 32:** Möchtest du Naturphänomene/Naturereignisse behandeln?

**Abb. 33:** Möchtest du die Funktion technischer Geräte und Anlagen verstehen?

**Abb. 34:** Kannst du dir vorstellen ein schwieriges Problem durch längeres Forschen und Diskutieren zu lösen?

**Abb. 5:** Wünschst du dir den Ausgang eines Versuches anhand von physikalischen Gesetzen vorhersagen zu können?

**Abb. 36:** Würdest du gerne physikalische Texte aus dem Schulbuch lesen?

**Abb. 37:** Möchtest du die Anwendung von Formeln üben?

**Abb. 38:** Möchtest du mit Hilfe von Formeln vorausberechnen was bei einem Versuch passieren wird?

**Abb. 39:** Wünschst du dir mehr neue Medien im Unterricht?

**Abb. 40:** Wünschst du dir mehr Experimente im Physikunterricht?

**Abb. 41:** Umsetzung der Experimente

**Abb. 42:** Konntest du dem Physikunterricht gut folgen?

**Abb. 43:** Fandest du den Physikunterricht anschaulich?

**Abb. 44:** Fandest du den Physikunterricht zu mathematisch?

**Abb. 45:** Hattest du Spaß am Physikunterricht?

**Abb. 46:** Gab es deiner Meinung nach genügend Versuche im Unterricht?

**Abb. 47:** Wurde im Unterricht ein Bezug zum Alltag hergestellt?

**Abb. 48:** Fandest du das Anwenden von Formeln hilfreich?

**Abb. 49:** Sollte deiner Meinung nach der Physikunterricht von einer Frau gehalten werden?

### **Evaluation der Fragebögen der 10. Jahrgangsstufe**

**Abb. 50:** Kannst du dem Physikunterricht gut folgen?

**Abb. 51:** Findest du den Physikunterricht anschaulich?

**Abb. 52:** Findest du den Physikunterricht zu mathematisch?

**Abb. 53:** Hast du Spaß am Physikunterricht?

**Abb. 54:** Wünschst du dir mehr Bezug zum Alltag?

**Abb. 55:** Möchtest du Naturphänomene/Naturereignisse behandeln?

**Abb. 56:** Möchtest du die Funktion technischer Geräte und Anlagen verstehen?

**Abb. 57:** Kannst du dir vorstellen ein schwieriges Problem durch längeres Forschen und Diskutieren zu lösen?

**Abb. 58:** Wünschst du dir den Ausgang eines Versuches anhand von physikalischen Gesetzen vorhersagen zu können?

**Abb. 59:** Würdest du gerne physikalische Texte aus dem Schulbuch lesen?

**Abb. 60:** Möchtest du die Anwendung von Formeln üben?

**Abb. 61:** Möchtest du mit Hilfe von Formeln vorausberechnen was bei einem Versuch passieren wird?

**Abb. 62:** Wünschst du dir mehr neue Medien im Unterricht?

**Abb. 63:** Wünschst du dir mehr Experimente im Physikunterricht?

**Abb. 64:** Umsetzung der Experimente

**Abb. 65:** Kannst du dir vorstellen einen Physik-Leistungskurs zu belegen?

**Abb. 66:** Kannst du dir vorstellen später einen physikalischen Beruf zu erlernen?

**Abb. 67:** Konntest du dem Physikunterricht gut folgen?

**Abb. 68:** Fandest du den Physikunterricht anschaulich?

**Abb. 69:** Fandest du den Physikunterricht zu mathematisch?

**Abb. 70:** Hattest du Spaß am Physikunterricht?

**Abb. 71:** Gab es deiner Meinung nach genügend Versuche im Unterricht?

**Abb. 72:** Wurde im Unterricht ein Bezug zum Alltag hergestellt?

**Abb. 73:** Fandest du das Anwenden von Formeln hilfreich?

**Abb. 74:** Sollte deiner Meinung nach der Physikunterricht von einer Frau gehalten werden?

**Abb. 75:** Kannst du dir vorstellen einen Physikleistungskurs zu belegen?

## **Tabellenverzeichnis**

Bei den Tabellen handelt es sich jeweils um den eigenen Entwurf

### **Evaluation der Fragebögen der 8. Jahrgangsstufe**

**Tab. 1:** Aktuelle Situation der Mädchen

**Tab. 2:** Aktuelle Situation der Jungen

**Tab. 3:** Wünsche der Mädchen für den physikalischen Kontext

**Tab. 4:** Wünsche der Jungen für den physikalischen Kontext

**Tab. 5:** Wünsche der Mädchen bezüglich der Umsetzung im Unterricht

**Tab. 6:** Wünsche der Jungen bezüglich der Umsetzung im Unterricht

**Tab. 7:** Wünsche der Mädchen bezüglich des Formeleinsatzes

**Tab. 8:** Wünsche der Jungen bezüglich des Formeleinsatzes

**Tab. 9:** Wünsche der Mädchen bezüglich neue Medien und Experimente

**Tab. 10:** Wünsche der Jungen bezüglich neue Medien und Experimente

**Tab. 11:** Bewertung der aktuellen Situation der Mädchen

**Tab. 12:** Bewertung der aktuellen Situation der Jungen

**Tab. 13:** Bewertung der durchgeführten Umsetzung von den Mädchen

**Tab. 14:** Bewertung der durchgeführten Umsetzung von den Jungen

### **Evaluation der Fragebögen der 10. Jahrgangsstufe**

**Tab. 15:** Aktuelle Situation der Mädchen

**Tab. 16:** Aktuelle Situation der Jungen

**Tab. 17:** Wünsche der Mädchen für den physikalischen Kontext

**Tab. 18:** Wünsche der Jungen für den physikalischen Kontext

**Tab. 19:** Wünsche der Mädchen bezüglich der Umsetzung im Unterricht

**Tab. 20:** Wünsche der Jungen bezüglich der Umsetzung im Unterricht

**Tab. 21:** Wünsche der Mädchen bezüglich des Formeleinsatzes

**Tab. 22:** Wünsche der Jungen bezüglich des Formeleinsatzes

**Tab. 23:** Wünsche der Mädchen bezüglich neue Medien und Experimente

**Tab. 24:** Wünsche der Jungen bezüglich neue Medien und Experimente

**Tab. 25:** Mädchen und die Zukunft der Physik

**Tab. 26:** Jungen und die Zukunft der Physik

**Tab. 27:** Bewertung der aktuellen Situation der Mädchen

**Tab. 28:** Bewertung der aktuellen Situation der Jungen

**Tab. 29:** Bewertung der durchgeführten Umsetzung von den Mädchen

**Tab. 30:** Bewertung der durchgeführten Umsetzung von den Mädchen

**Tab. 31:** Mädchen und die Zukunft mit der Physik

**Tab. 32:** Jungen und die Zukunft mit der Physik

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>.....</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>.....</b>
<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>1</b>
<b>Einleitung .....</b>	<b>5</b>
<b>1 Allgemeines zu Mädchen im Physikunterricht.....</b>	<b>6</b>
1.1 Ursachen für unterschiedliche Leistungen im Physikunterricht.....	7
1.1.1 Allgemeines.....	7
1.1.2 Das unterschiedliche Interesse .....	7
1.1.3 Die unterschiedlichen Vorerfahrungen .....	8
1.1.4 Die ungleiche Interaktion der Lehrkräfte gegenüber Schülerinnen und Schülern .....	8
1.1.5 Das unterschiedliche Selbstbild .....	9
1.1.6 Die Unterrichtsgestaltung geht an den Mädchen vorbei .....	11
1.2 Ansatzpunkte um den Mädchen gerecht zu werden .....	11
1.2.1 Aufhebung der Koedukation .....	12
1.2.2 Lehrertraining.....	13
1.2.3 Mädchenprojekte.....	13
1.3 Konkrete Unterrichtsvorschläge um den Mädchen gerecht zu werden .....	13
1.3.1 Die Interessenstudie IPN .....	13
1.3.2 Der BLK-Modellversuch.....	17
1.3.3 Die Schweizer Koedukationsstudie.....	21
1.3.4 Der Realschul-Modellversuch.....	27
<b>2 Didaktische Grundlagen .....</b>	<b>29</b>
2.1 Der Niedersächsische Lehrplan .....	29
2.1.1 Einordnung der Unterrichtseinheit der Jahrgangsstufe 8 in den G8-Lehrplan.....	30
2.1.2 Einordnung der Unterrichtseinheit der Jahrgangsstufe 10 in den G8-Lehrplan.....	31
2.2 Ziele im Physikunterricht .....	32
2.2.1 Allgemeines.....	32
2.2.2 Lernziele – Kategorisierung nach Abstraktionsgrad .....	32
2.2.3 Lernziele – Kategorisierung nach Zielklassen .....	34

2.3 Schülerexperimente .....	35
2.3.1 Bedeutung und Unterscheidung von Experimenten.....	35
2.3.2 Vorteile und Probleme von Schülerexperimenten .....	36
2.4 Der Gruppenunterricht als soziale Kooperationsform.....	39
2.5 Medien im Unterricht .....	41
2.5.1 Die Wandtafel.....	41
2.5.2 Das Arbeitsblatt.....	41
2.5.3 Das Schulbuch.....	42
2.5.4 Der Arbeitsprojektor .....	42
2.5.5 Das Applet.....	43
2.5 Spiele im Physikunterricht.....	43
<b>3 Das Unterrichtskonzept eines mädchengerechten Unterrichts.....</b>	<b>45</b>
3.1 Begründung für die Wahl der 8. und 10. Jahrgangsstufe .....	45
I.3.2 Das Unterrichtskonzept zur Elektrizitätslehre in der 8. Jahrgangsstufe.....	46
3.2.1 Vorstellen der durchgeführten Experimente .....	46
3.2.2 Sachanalyse .....	49
3.2.3 Lernvoraussetzungen.....	54
3.2.3.1 Anthropologisch-psychologische Voraussetzungen .....	54
3.2.3.2 Sozio-kulturelle Voraussetzungen .....	55
3.2.3.3 Räumliche Voraussetzungen .....	55
3.2.3.1 Vorkenntnisse .....	55
3.2.4 Allgemeines über das Unterrichtskonzept.....	56
3.2.5 Darstellung der einzelnen Stunden.....	57
3.2.5.1 Stunde 1 – Das Ohmsche Gesetz .....	57
3.2.5.2 Stunde 2 – Der spezifische Widerstand .....	64
3.2.5.3 Stunde 3 – Der spezifische Widerstand .....	75
II.3.3 Das Unterrichtskonzept zur Dynamik in der 10. Jahrgangsstufe.....	81
3.3.1 Vorstellen der durchgeführten Experimente .....	81
3.3.2 Sachanalyse .....	84
3.3.3 Lernvoraussetzungen.....	87
3.3.3.1 Anthropologisch-psychologische Voraussetzungen .....	87

3.3.3.2 Sozio-kulturelle Voraussetzungen .....	88
3.3.3.3 Räumliche Voraussetzungen .....	88
3.3.3.1 Vorkenntnisse .....	88
3.3.4 Allgemeines über das Unterrichtskonzept.....	89
3.3.5 Darstellung der einzelnen Stunden.....	91
3.3.5.1 Stunde 1 – Der freie Fall .....	91
3.3.5.2 Stunde 2 – Der waagerechte Wurf .....	98
3.3.5.3 Stunde 3 – Der senkrechte Wurf nach oben .....	104
<b>4 Evaluation der Fragebögen .....</b>	<b>113</b>
4.1 Evaluation der Fragebögen der 8. Jahrgangsstufe – Erste Befragung .....	113
4.2 Evaluation der Fragebögen der 8. Jahrgangsstufe – Zweite Befragung .....	121
4.3 Evaluation der Fragebögen der 10. Jahrgangsstufe – Erste Befragung .....	124
4.4 Evaluation der Fragebögen der 10. Jahrgangsstufe – Zweite Befragung .....	133
4.5 Evaluation der Fragebögen .....	137
4.5.1 Evaluation der Fragebögen aus der 8. Jahrgangsstufe .....	137
4.5.1.1 Erste Befragung .....	137
4.5.1.2 Zweite Befragung .....	141
4.5.2 Evaluation der Fragebögen aus der 10. Jahrgangsstufe .....	143
4.5.2.1 Erste Befragung .....	143
4.5.2.2 Zweite Befragung .....	147
<b>5 Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>150</b>
<b>6 Anhang .....</b>	<b>151</b>
6.1 Tafelbilder der 8. Jahrgangsstufe.....	151
6.2 Arbeitsblätter der 8. Jahrgangsstufe .....	156
6.3 Materialliste der Experimente der 8. Jahrgangsstufe.....	160
6.4 Sonstiges .....	161
6.5 Fragebögen .....	168
6.6 Tafelbilder der 10. Jahrgangsstufe.....	170
6.7 Arbeitsblätter der 10. Jahrgangsstufe .....	177
6.8 Folien der 10. Jahrgangsstufe .....	185
6.9 Materialliste der Experimente der 10. Jahrgangsstufe.....	188

6.10 Fragebögen der Evaluation .....	189
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>191</b>
<b>Danksagung.....</b>	<b>196</b>
<b>Erklärung nach §30, Abs. 6; LPO I (vom 07.11.02) .....</b>	<b>197</b>
<b>Impressum.....</b>	<b>198</b>

### Einleitung

Die deutsche Wirtschaft benötigt in den Bereichen Mathematik, Informatik, Natur- und Technikwissenschaften („Mint-Fächer“) zunehmend mehr Fachkräfte. Der Anteil der Mädchen und Frauen an Ausbildungs- und Studiengängen im MINT-Bereich ist jedoch relativ niedrig. Auch seitens des Bundesministeriums für Bildung und Forschung wurde am 17.06.2008 das Memorandum zum nationalen Pakt für Frauen in MINT-Berufen veröffentlicht. Ziel dieses Memorandums ist es, durch gezielte Maßnahmen den Anteil an Frauen in MINT-Berufen zu steigern. Hierzu gehören auch Maßnahmen vor und während des Studiums, um jungen Frauen die Studienorientierung zu erleichtern und die Abbruchquoten zu verringern. [[http://www.bmbf.de/pubRD/pakt\\_zu\\_mint\\_berufen.pdf](http://www.bmbf.de/pubRD/pakt_zu_mint_berufen.pdf)]

Betrachtet man hier die Ergebnisse des Statistischen Bundesamtes betreffend der Studienanfänger im Fach Physik im Sommersemester 2009 und folgendem Wintersemester, so beträgt die Anzahl der weiblichen Anfängerinnen nur ca. 22% und die der Absolventinnen ca. 19%. [<https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1026711>]

Bei der Zahl der Studienanfängerinnen im Wintersemester 2009/2010 für Lehramtsstudiengänge Physik lag der Frauenanteil bei ca. 31%. [<https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1026230>]

Wie kann man Mädchen für das Fach Physik begeistern? Hierzu wurden bereits mehrfach Studien von namhaften Instituten durchgeführt, von denen in dieser Arbeit auf vier Studien näher eingegangen wird.

Der Hauptteil der Arbeit beschäftigt sich jedoch mit der Frage, ob ein gezielt auf Mädchen ausgerichteter Physikunterricht das Interesse der Schülerinnen an diesem Fach wecken beziehungsweise verstärkt werden kann oder ob die ablehnende Haltung gegenüber der Physik bereits so stark durch ihren Alltag geprägt ist, dass auch durch einen speziell auf Mädchen abgestimmten Unterricht keine Änderung ihrer Haltung bewirkt.

Für den praktischen Teil meiner Arbeit standen mir drei Wochen reine Unterrichtszeit in zwei unterschiedlichen Jahrgangsstufen mit jeweils zwei verschiedenen Klassen zu Verfügung, in der eine veränderte Haltung der Schülerinnen gegenüber dem Physikunterricht festgestellt werden sollte.

## 1. Allgemeines zu Mädchen im Physikunterricht

Für viele Mädchen ist das Fach Physik das unbeliebteste Unterrichtsfach während der gesamten Schulzeit. Zudem stellt es für einige von ihnen sogar das Horrorfach schlechthin dar. [Kircher 2002, S. 27] Im Zusammenhang damit wurde im März 2005 eine Studie von der Frauenbeauftragten der Lehrkräfte am Studienseminar in Frankfurt am Main durchgeführt. Dazu wurden alle 22 Gymnasien in Frankfurt untersucht. Auffällig war, dass die Untersuchung der 12. Klasse ergeben hat, dass 77,0% der Schülerinnen und 42,4% der Schüler das Fach Physik bereits abgewählt haben und lediglich 3,3% der Schülerinnen und 17,2% der Schüler sich für die Wahl Physik als Leistungskurs zu belegen entschieden haben. Ähnliche Verhältnisse ergeben sich in der 13. Jahrgangsstufe, in der bereits 83,9% der Schülerinnen und 59,1% der Schüler das Fach Physik abgewählt haben. Auch im Hinblick auf die Wahl der Leistungskurse lässt sich erkennen, dass Physik vor allem für viele Mädchen nicht der Favorit ist. Folglich haben nur 2,6% der Schülerinnen und 15,7% der Schüler Physik als Leistungsfach gewählt. [Mikelskis 2006 S. 74]

Diese Situation spiegelte sich zum einen auch beim Bundeswettbewerb „Jugend forscht“ im Jahre 2001 wieder, bei dem insgesamt drei Schülerinnen und 16 Schüler teilnahmen und zum anderen bei der Internationales Physikolympiade des selben Jahres. Die deutsche Mannschaft setzte sich insgesamt aus nur fünf Teilnehmern zusammen, worunter nur ein Mädchen war. [Willer 2003, S. 55]

Generell besteht durch das frühzeitige Abwenden von der Physik für viele Mädchen eine Einschränkung in der späteren Berufswahl, [Kircher 2002 S. 27] was für die Politik besorgniserregend ist, da hierdurch ein Nachwuchsmangel entsteht. [Mikelskis 2006 S. 74] Hinzu kommt, dass sie bei vielen wichtigen Themen in der Gesellschaft und Politik nicht mitreden können und keinen Zugang zu einem wichtigen Teil unserer Kultur finden. Tendenziell lässt sich feststellen, dass Mädchen nicht nur geringeres Interesse an physikalischen Themen aufweisen als Jungen, sondern sie erzielen auch zum großen Teil schlechtere Leistungen als diese. Beispielhaft ist hier die TIMS-Studie zu nennen, die in der 8. Jahrgangsstufe Leistungsunterschiede zwischen den Mädchen und Jungen von einem Schuljahr in den alten Bundesländern und einem halben Schuljahr in den neuen Bundesländern erfasste. [Kircher 2002 S. 27/28] Trotz der großen Leistungsunterschiede seit Beginn der 8. Jahrgangsstufe lassen sich keine eindeutigen Hinweise auf geringere Fähigkeiten im Bereich naturwissenschaftlicher Probleme auf Seiten der Mädchen ausweisen. [Willer 2003 S. 49]

Dementsprechend werden die Gründe dieser ablehnenden Haltung der Mädchen gegenüber der Physik in anderen Bereichen zu suchen sein. Diese werden im Folgenden aufgezählt und näher erläutert.

### **1.1 Ursachen für unterschiedliche Leistungen im Physikunterricht**

#### **1.1.1 Allgemeines**

Als Hauptursache für das geringe Interesse an physikalischen Themen sowie die damit zusammenhängende schlechtere Leistung der Schülerinnen lässt sich durch die gesellschaftlich fest verankerten Geschlechtsstereotype erklären. [Kircher 2002 S. 28] „Geschlechtsstereotype sind kognitive Strukturen, die sozial geteiltes Wissen über die charakteristischen Merkmale von Frauen und Männern enthalten.“ [Eckes 2008] Sie entsprechen den gesellschaftlichen Vorstellungen über „Weiblichkeit“ und „Männlichkeit“, wonach sich Interesse an Physik und Weiblichkeit nicht vereinbaren lassen. Des Weiteren nehmen sie Einfluss darauf, wie Mädchen und Jungen erzogen werden, wie Lehrer und Lehrerinnen mit ihnen umgehen und welches Selbstbewusstsein sie entwickeln. [Kircher 2002 S. 28]

#### **1.1.2 Das unterschiedliche Interesse**

Wissenschaftliche Studien aus den 1980er und 1990er Jahren, durchgeführt von Hoffmann, Häussler und Lehrke am Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) in Kiel, zeigten, dass sowohl das Interesse der Mädchen, als auch das der Jungen am Physikunterricht zwischen dem 7. und 9. Schuljahr abnimmt. Dennoch bleibt das Interesse der Mädchen an dem Fach unter dem der Jungen. Verantwortlich hierfür sind zum einen der physikalische Kontext in dem das Thema eingebettet ist und zum anderen das Thema an sich. [Mikelskis 2006 S.75] Je nach Themengebiet kommt es sogar dazu, dass das Interesse der Mädchen an den physikalischen Inhalten größer ist als das der Jungen. Zu diesen Themen gehören beispielsweise Naturphänomene und medizinische Geräte, [Kessels 2002 S. 20] der Bezug zum Menschen, soziale Implikationen und die praktische Anwendung des Gelernten. [Hoffmann 1997 S. 19] Somit lässt sich aus dem Desinteresse am Physikunterricht nicht auf ein Desinteresse an physikalischen Themen schließen – das Fachinteresse entspricht nicht dem Sachinteresse. [Mikelskis 2006 S.75]

Grundsätzlich kommt es durch die Vorgabe der Lernthemen mittels des Lehrplans bereits am Ende der 5. Jahrgangsstufe bei den Mädchen zu einer Abnahme des Interesses an den meisten physikalischen Gebieten. [Hoffmann 1997 S. 19] Differenziert nach den Themen fällt auf, dass der stärkste Rückgang bei dem Thema Elektrizität und Elektronik sowie bei der Beschreibung von Bewegungen vorstatten geht. [Kessels 2002 S. 20] Betrachtet man die Häufigkeit, mit der die für die Mädchen uninteressanten Themen im Unterricht durchgenommen werden, so fällt auf, dass gerade diese Themen im Unterricht zum Tragen kommen [Hoffmann 1997 S. 21] und die interessanteren nur am Rande besprochen werden. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass es in der 7. Jahrgangsstufe zu einem Verlust des Interesses an Physik kommt. [Kessels 2002 S. 20]

### **1.1.3 Die unterschiedlichen Vorerfahrungen**

Insgesamt gesehen lässt sich sagen, dass Mädchen generell weniger Vorerfahrungen mit in den Physikunterricht bringen als Jungen. [Kircher 2002 S. 29] Verantwortlich hierfür sind zum einen die gesellschaftlichen Geschlechtsstereotype, die an Mädchen und Jungen immer noch unterschiedliche Erwartungen stellen. Infolgedessen werden Mädchen von ihrem Elternhaus her seltener dazu angeregt sich mit physikalischen Themen auseinander zu setzen als Jungen. [Mikelskis 2006 S. 75] Zudem werden sie darin bestärkt sich beispielsweise mit Puppen anstatt mit technischem Spielzeug, kleineren Reparaturen oder Physik und Technik zu beschäftigen, [Hoffmann 1997 S. 23] sodass sie mit weniger Erfahrung im Umgang mit physikalisch-technischen Gegenständen und Hantieren mit Werkzeugen in den Unterricht kommen. [Kircher 2002 S. 29] Letztendlich führt dies dazu, dass die Mädchen sich in ihrer Freizeit seltener über physikalische Themen informieren als Jungen, beispielsweise durch Fernsehsendungen, Bücher oder Zeitschriften. [Hoffmann 1997 S. 23]

Weiterhin problematisch ist, dass es für die Mädchen keine Identifikationsmöglichkeiten auf dem Gebiet der Naturwissenschaften gibt, da bedeutende Physikerinnen in den Medien als auch in den Schulbüchern nur am Rand behandelt werden. [Mikelskis 2006 S. 75]

### **1.1.4 Die ungleiche Interaktion der Lehrkräfte gegenüber Schülerinnen und Schülern**

Auf Grund des Pygmalion-Effektes kommt es zu einer veränderten Wahrnehmung der Schülerleistungen bei der Lehrkraft. Im Jahr 1965 haben die beiden US-amerikanischen Psychologen Robert Rosenthal und Loenore Jacobson dies in ihrem Oak School Experiment

nachgewiesen. Hierzu teilten sie den Lehrerinnen und Lehrern einer Elementarschule mit, dass einige namentlich genannte Schülerinnen und Schüler, den Ergebnissen eines standardisierten, nonverbalen Intelligenztests zufolge, einen großen Fortschritt in ihrer kognitiven Entwicklung erzielen werden. [Rost 2006] Im darauf folgenden Jahr wurde derselbe Test erneut durchgeführt und ergab dabei, dass die ausgewählten Schülerinnen und Schüler eine durchschnittliche Leistungssteigerung von 12,22 IQ-Punkten erzielt haben, wohingegen der Rest der Klasse einen Anstieg um 8,42 IQ-Punkte erreichte. Hieran wird deutlich, dass nicht immer eine natürliche Begabung zu einer Leistungssteigerung führen muss, sondern auch das Vorurteil der Lehrkraft gegenüber den Schülerinnen und Schülern einen Einfluss auf die Leistungen hat. Deutlich wird dies im Unterricht daran, dass der Lehrer bessere Unterrichtsbedingungen für den Schüler schafft, indem er ihm mehr Zeit zum Bearbeiten der Aufgaben lässt und seine anfangs schlechtere Schülerleistung auf mangelnde Begabung zurückführt. Infolgedessen geben einige Schülerinnen und Schüler ihre Bemühungen um eine Leistungsverbesserung auf, da sie von den Lehrkräften vermittelt bekommen, dass sie für das Fach unbegabt sind. [Willer 2003 S.43]

Zahlreiche Studien aus den 1980er Jahren zeigen, dass sich die Lehrkräfte gegenüber Schülerinnen und Schülern unterschiedlich verhalten. Dazu zählt unter anderem, dass die Schülerinnen für gute Leistungen weniger Lob erhalten als die Schüler [Mikelskis 2006 S. 77], im Unterricht seltener aufgerufen werden und weniger Lob erfahren [Hoffmann 1997 S. 26] und weniger Beachtung aber stattdessen mehr Anerkennung für soziales Wohlverhalten bekommen. [Kircher 2002 S. 29] Ebenfalls beurteilen Lehrkräfte die Mädchen trotz identischer Arbeiten meist als weniger begabt für naturwissenschaftliche Fächer als Jungen. [Hoffmann 1997 S. 26] Auch im Hinblick auf das Feedback bezüglich schlechter Leistungen wird den Schülerinnen häufig unterschwellig vermittelt, dass sie zwar fleißig, aber unbegabt sind. [Mikelskis 2006 S. 78] Zudem sind einige Lehrer oft der Meinung, dass gute Leistungen in Physik bei den Mädchen auf Fleiß und Sorgfalt zurückzuführen sind, bei den Jungen dagegen auf vorhandene Fähigkeiten. [Hoffmann 1997 S. 26]

### **1.1.5 Das Unterschiedliche Selbstbild**

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor auf das Interesse und die Leistungen im Physikunterricht ist das unterschiedliche Selbstvertrauen von Jungen und Mädchen. [Kircher 2002 S. 29] Bereits vor der ersten Physikstunde rechnen Mädchen damit, auf dem Zeugnis eine schlechtere Note zu bekommen als die Jungen. Im Folgenden sollen verschiedene

Gründe für dieses unterschiedliche Selbstkonzept von Mädchen und Jungen aufgezeigt werden.

Das Selbstvertrauen unterscheidet sich dahingehend, dass Mädchen weniger Vertrauen in ihre eigenen physikalischen Fähigkeiten haben [Mikelskis 2006 S. 78] und ihre eigenen Leistungen als geringer ansehen als die der Jungen. [Hoffmann 1997 S. 24] Nach Baumert ist das geringere Selbstvertrauen der Mädchen in ihre eigenen Leistungen besorgniserregend: „Anlass zur Besorgnis wiederum ist der Befund, dass Mädchen im Vergleich zu Jungen ihre allgemeinen schulischen Fähigkeiten und insbesondere ihre Fähigkeiten in den Fächern Mathematik und Physik systematisch unterschätzen. Bei gleicher Leistung schreiben sie sich geringere Fähigkeiten zu, während Jungen die eigenen fachlichen Fähigkeiten optimistisch überschätzen.“ [Mikelskis 2006 S. 77] Im Laufe der Schulzeit nimmt das Selbstvertrauen in die eigenen Leistungen noch einmal ab. Bereits 10-jährige Mädchen haben ein geringeres Selbstvertrauen als die gleichaltrigen Jungen, welches dann bis zum 10. Schuljahr noch weiter abnimmt. [Hoffmann 1997 S. 24]

Konkret wird dies, indem die Schülerinnen ihre Erfolge äußeren Faktoren zuschreiben, wie beispielsweise, dass sie Glück hatten, dass die Arbeit einfach gestellt war, [Kircher 2002 S. 29] der Beurteiler wohlwollend korrigiert hat und das sie sich genügend angestrengt haben. [Hoffmann 1997 S. 24] Erfolge führen sie also nicht auf ihre eigene Kompetenz zurück, sondern schreiben sich selbst keinen Einfluss auf die guten Leistungen zu. [Kircher 2002 S. 29] Entgegengesetzt verhält es sich dagegen bei den ungenügenden Leistungen. Hier wird der eigenen mangelnden Fähigkeit die Ursache für schlechte Leistungen zugeschrieben. [Hoffmann 1997 S. 24] Bei den Jungen verläuft dieses Muster genau entgegengesetzt. Erfolge schreiben sie ihrer eigenen Begabung zu, während sie Misserfolge auf äußere Umstände, wie beispielsweise eine schlechte Bewertung durch den Lehrer, zuschreiben. [Kircher 2002 S. 29] Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Mädchen häufig ihre eigenen Kompetenzen in Mathematik unterschätzen und daher seltener einen naturwissenschaftlich-technischen Beruf erlernen oder sich für die Wahl von Physik als Leistungskurs entscheiden. [Hoffmann 1997 S. 24]

Für die Interessenunterschiede zwischen Mädchen und Jungen machen Hoffmann und Häußler vor allem das geringe Selbstvertrauen der Mädchen verantwortlich. [Mikelskis 2006 S. 77] Daher gilt es, dieses Muster zu durchbrechen um die Mädchen für das Fach Physik zu begeistern. Ein erster Ansatzpunkt ist hierbei, dass die Lehrkräfte die Schülerinnen und Schüler in ihren Ansichten nicht noch verstärken. Denn dieses unterschiedliche Selbstbild

bestimmt maßgeblich, ob sich Abiturientinnen für ein naturwissenschaftliches Studium entscheiden oder nicht.

### **1.1.6 Die Unterrichtsgestaltung geht an den Mädchen vorbei**

Weiterhin verantwortlich für das frühzeitige Abwenden der Mädchen von der Physik ist, dass die interessierten Mädchen zu wenig Beachtung im Unterricht finden. Durchaus haben Mädchen Interesse an physikalischen Themen, jedoch reagieren sie sensibel darauf, in welchem Kontext das Thema im Unterricht steht. [Kircher 2002 S. 30] Im Gegensatz zu den Jungen liegt ihr Interessensschwerpunkt auf Naturphänomenen, medizinischen Geräten [Kessels 2002 S. 20], den Bezug zum Alltag und auf dem praktischen Anwenden des Gelernten. Obendrein bevorzugen sie andere Lernformen wie ihre männlichen Klassenkameraden, nämlich eine kooperative statt konkurrierende Lernform. Daher kann man nicht pauschal von einem mangelnden Fachinteresse der Mädchen sprechen sondern muss immer den Kontext mit einbeziehen, in dem das Thema eingebettet ist. [Kircher 2002 S. 30]

Schon in den frühen 1940er Jahren wurde mittels Grimsehl's Lehrbuch für Mädchenoberschulen versucht, Rücksicht auf die Interessen der Mädchen zu nehmen. Charakteristisch an diesem Schulbuch war, dass es Ausführungen für Mädchenschulen und Jungenschulen gab, die sich dahingehend unterscheiden, dass die Mädchenbücher versuchen, einen praktischen Bezug zum Alltag herzustellen. Hierfür werden für Themen wie „Die Zerlegung einer Kraft in die verschiedenen Komponenten“ Beispiele wie „Die Länge eines Stiels am Bohnerbesen“ angeführt, während die Parallelausgabe der Jungenschule Themen wie „Kampfflugzeuge“ oder „Die Flugbahn von Geschossen“ erörtern. Trotz der Bemühungen lassen solche Beispiele kaum auf überzeugende Grundsätze für mädchengerechte Physikbücher schließen. [Willer 2003 S. 57]

## **1.2 Ansatzpunkte um den Mädchen gerecht zu werden**

Anschließend an die Ursachenforschung schließt sich die Frage an, wie man den Physikunterricht gestalten kann, um wieder das Interesse der Mädchen zu wecken, sodass ihre Leistungen ansteigen. Hierfür gibt es verschiedene Möglichkeiten und Theorien, die im Folgenden vorgestellt und näher erläutert werden sollen.

### 1.2.1 Aufhebung der Koedukation

Im Laufe der 90er Jahre wurde darüber diskutiert, ob man die Koedukation aufheben sollte, um so die Mädchen bestmöglich an reinen Mädchenschulen in den Naturwissenschaften fördern zu können. Im Zusammenhang damit gibt es verschiedene Ansichten die Für beziehungsweise Gegen die Aufhebung der Koedukation sprechen.

Auf der einen Seite gilt es zwar als bewiesen, dass Mädchen an reinen Mädchenschulen besser gefördert werden, auf der anderen Seite sollte man die Koedukation lediglich im Anfangsunterricht des Physikunterrichts aufheben. Vielmehr muss speziell auf die Interessen der Mädchen eingegangen werden. [Kircher 2002 S. 31] Mit der Aufhebung der Koedukation geht einher, dass Mädchen-Physikkursen der Verdacht nahe gelegt wird, geringere Ansprüche an den Unterricht zu stellen als gemischte Kurse. Dies hat zur Folge, dass vor allem die Jungen die Mädchen-Physikkurse als Kurse für Unbegabte ansehen und sich dadurch darin bestätigt sehen, dass sie ihnen Überlegen sind. Letztendlich fühlen sich die Jungen in ihrem Vorurteil bestätigt, dass sie besser seien und die Mädchen resignieren vorzeitig und erkennen, dass sie nicht gut genug sind. Die Aufhebung der Koedukation hätte somit zur Folge, dass die Diskriminierung gegenüber der Mädchen eher gestärkt als abgeschwächt wird. [Willer 2003 S. 60]

Problematisch an der Koedukation ist hingegen, dass die Mädchen im gemischten Physikunterricht häufig von den Lehrkräften benachteiligt werden. Dies äußert sich beispielsweise darin, dass die Jungen durch ihr Imponiergehabe und den vermehrten Vorerfahrungen mehr Aufmerksamkeit von den Lehrkräften erhalten. Solange sie in ihrem aufdringlichen Verhalten von den Lehrkräften auch noch unterstützt werden, werden sie wohl kaum lernen, Rücksicht auf die Bedürfnisse und Interessen der Mädchen zu nehmen. Folglich werden sich die Mädchen immer mehr zurückhalten und nach und nach ihr Selbstvertrauen in ihre eigenen physikalischen Fähigkeiten verlieren. Unter Berufung auf eine Studie zum Mathematikunterricht von Beermann, Heller und Menacher wird den Jungen mehr Zeit gelassen die richtige Antwort zu finden als den Mädchen.

Auch im Hinblick auf die unterschiedlichen Rollenerwartungen lassen sich Probleme bei der Koedukation festmachen. Während Jungen der Ansicht sind, dass sie das Gelernte jetzt und später im Beruf und Hobby nutzen können, vertreten Mädchen die Ansicht, dass sie diese Kenntnisse nicht brauchen werden. Zudem kommt es auf Grund der unterschiedlichen Geschlechtsstereotypen gegenüber Jungen und Mädchen vermehrt bei den Mädchen zur Sorge

um Anerkennungsverlust wenn sie sich für physikalische Themen interessieren. [Willer 2003 S. 59]

Ein getrennt durchgeführter Physikunterricht könnte diese Befürchtungen der Mädchen beiseite schieben, sodass ihr Selbstwertgefühl wieder gesteigert wird und ihre Leistungspotenziale ausgeschöpft werden.

### **1.2.2 Lehrertraining**

Ein weiterer Ansatzpunkt ist die gezielte Sensibilisierung von Lehrerinnen und Lehrern für die Problematik der Mädchen. [Kircher 2002 S. 31] So appellierte Hannelore Faulstrich-Wieland an die Lehrer, dass sie die „Schule so lebendig gestalten, dass Schülerinnen und Schüler, Lehrerinnen und Lehrer in ihr eine breite Palette an Fähigkeiten, Fertigkeiten und Verhaltensweisen entfalten können.“. Ihrer Ansicht nach gibt es hier drei verschiedenen Ansatzpunkte. „Zum einen muss man an den Interessen der Jungen und Mädchen ansetzen, hinzu kommt, dass Mädchen und Jungen in der gesamten Breite möglicher Verhaltensweisen zu unterstützen sind und zuletzt, dass den Mädchen dabei geholfen werden muss, ihr Selbstvertrauen hinsichtlich ihrer Begabung auf physikalisch-technischem Gebiet zu stärken.“ [Willer 2003 S. 61]

### **1.2.3 Mädchenprojekte**

Anhand von Mädchenprojekten wird versucht, in geschlechtshomogenen Gruppen den Erfahrungsrückstand auszugleichen und so ein positiveres Selbstbild zu erstellen. Die Projekte bieten ihnen die Möglichkeit unbeobachtet von den Jungen eigene Erfahrungen mit den Naturwissenschaften zu machen, sodass sie sich im Umgang mit physikalischen Themen gestärkt fühlen. [Kircher 2002 S. 31]

## **1.3 Konkrete Unterrichtsvorschläge um den Mädchen gerecht zu werden**

### **1.3.1 Die Interessenstudie des IPN**

#### **Die Ausgangslage für die Erhebung**

Das Fach Physik ist bei vielen Schülerinnen und Schülern das unbeliebteste Unterrichtsfach während der Schulzeit. Im Laufe der letzten Jahrzehnte konnte dieses weltweit auftretende

Desinteresse anhand verschiedener Studien aufgezeigt werden. Jedoch gingen die Studien, die bis in die 80er Jahre erhoben wurden nicht über ein allgemeines Klagen hinaus. Auf Grund dessen lag es nahe eine Studie zu entwickeln, die genau diese Gründe für das Desinteresse aufdeckt und anschließend Maßnahmen für eine Besserung der Situation bereit stellt. [Hoffmann 1997 S. 9]

Daraufhin arbeitete eine Forschungsgruppe zwischen den Jahren 1984 und 1989 am Institut für „die Pädagogik der Naturwissenschaften“ an der Erstellung einer Interessenstudie Physik, [Willer 2003 S. 19] welche die Schülerinnen und Schüler über einen mehrjährigen Zeitraum in ihrer Interessenentwicklung begleitet. [Hoffmann 1997 S. 9] Diese wurde dann im Jahre 1998 veröffentlicht. Bei der IPN handelt es sich um ein Institut an der Universität Kiel, welches sich dadurch auszeichnet, dass die Mitglieder nicht zu regelmäßiger Lehre verpflichtet sind, sondern ihren Schwerpunkt auf der Forschung haben. [Willer 2003 S. 19] Charakteristisch für die durchgeführte Erhebung der Daten über das Schülerinteresse waren die neu geprobten Befragungsweisen. Vor allem bei der Erhebung von Lerninteressen bei 12-15-jährigen Schülern traten erhebliche Mängel auf, die im Zusammenhang mit der Curriculumsentwicklung für den Wahlpflichtunterricht in den Naturwissenschaften an Nordrhein Westfälischen Gesamtschulen durchgeführt wurde. [Willer 2003 S. 20] Bei der in den Jahren 1984 bis 1989 durchgeführten Studie handelt es sich um eine kombinierte Längs- und Querschnittstudie.

Zu Beginn der Studie im Jahr 1984 erfolgte die Erhebung in sechs Bundesländern jeweils zum Schuljahresende. Insgesamt nahmen an der Erhebung 51 Schulklassen der 5. Jahrgangsstufe teil, die aus 26 verschiedenen Schulen stammen. Davon waren vier Hauptschulen, acht Realschulen, acht Gymnasien, zwei Gesamtschulen, zwei Grundschulen aus Berlin und zwei Orientierungsstufen aus Niedersachsen beteiligt, wovon die Hälfte der Schulen aus Städten mit über 100.000 Einwohner stammen und die andere Hälfte aus ländlicheren Regionen mit weniger als 100.000 Einwohnern pro Stadt. [Willer 2003 S. 22] Des Weiteren wurden bei der Erhebung im Jahr 1984 weitere 24 Schulklassen der 6. bis 10. Jahrgangsstufe befragt, sodass diese mit den 51 Schulklassen der 5. Jahrgangsstufe eine Querschnitterhebung darstellte. Obendrein wurden schließlich 24 weitere Schulklassen der 9. Jahrgangsstufe pro Erhebungsjahr mit in die Befragung einbezogen, sodass zusätzlich ein Kohortenquerschnitt gebildet werden konnte.

Vorwiegend wurden bei der Interessenstudie die Daten der Längsschnitterhebung ausgewertet [Willer 2003 S. 20], welche sicherstellen soll, dass individuelle Interessenentwicklungen verfolgt werden und mit den Hintergrundvariablen in Verbindung gebracht werden.

[Hoffmann 1997 S. 11] Im Laufe der 5-jährigen Erhebung kam es zu einer Fluktuation der Schüler, sodass die Auswertung der Befragung auf Teil-Längsstudien beschränkt ist, die je zwei aufeinanderfolgende Jahrgangsstufen umfasst. Innerhalb der Teil-Längsstudie wurde darauf geachtet, dass jeweils die Daten derselben Schülerinnen und Schüler erfasst wurden. [Willer 2003 S. 23]

### Die Befunde der Erhebung

Hierbei muss zuerst einmal zwischen dem Fachinteresse und dem Sachinteresse unterschieden werden. Spricht man von dem Fachinteresse an dem Fach Physik, so handelt es sich dabei um das Interesse der Schülerinnen und Schülern unmittelbar am Fach Physik. Bei dem Sachinteresse hingegen handelt es sich um ein Interesse, das sich in außerschulischen Kontexten äußert, wie beispielsweise sich gerne mit physikalischen oder technischen Zusammenhängen zu beschäftigen. [Willer 2003 S. 19]

Obwohl die Schülerinnen und Schüler angeben, das Fach Physik als uninteressant anzusehen, darf dadurch kein Rückschluss auf ein fehlendes Interesse an physikalischen Themen geschlossen werden. An dieser Stelle ist es wichtig, dass man zwischen dem Fachinteresse und dem Sachinteresse unterscheidet. [Kircher 2002 S. 33]

International als eine der am besten abgesicherten Erkenntnisse ist, dass das Interesse der Schülerinnen und Schüler am Fach Physik im Laufe der Schulzeit stark abnimmt. [Willer 2003 S. 20] Differenziert man an dieser Stelle noch einmal zwischen den Mädchen und den Jungen, so lässt sich erkennen, dass die Mädchen ein signifikant geringeres Interesse am Fach Physik zeigen als die Jungen. [Hoffmann 1997 S. 21] Dieses nimmt bedenklich im Anfangsunterricht zwischen der 7. und 8. Jahrgangsstufe bei den Mädchen und Jungen ab [Willer 2003 S. 21], steigt hingegen bei den Jungen bis zum Ende der 10. Jahrgangsstufe wieder auf das Anfangsniveau an. [Hoffmann 1997 S. 21] Folglich nimmt die Kluft zwischen den Mädchen und Jungen von Jahr zu Jahr zu. [Kircher 2002 S. 33] Generell lässt sich feststellen, dass das Fach Physik bei den meisten Schülerinnen und einem Teil der Schüler nur wenig Beliebtheit findet. Zieht man hier einen Vergleich mit den anderen Naturwissenschaften und Mathematik heran, so erkennt man anschaulich, dass Physik vor allem bei den Mädchen mit Abstand das unbeliebteste Unterrichtsfach während der Schulzeit darstellt. Bei den Jungen erhält die Physik das größte Interesse, was zur Folge hat, dass dieses Fach hinsichtlich des Fachinteresses den größten Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern aufweist. [Willer 2003 S. 24] Des Weiteren beurteilen die Jungen alle naturwissenschaftlichen Fächer und Mathematik als annähernd gleich interessant, die

## Kapitel 1 – Allgemeines zu Mädchen im Physikunterricht

Mädchen dagegen favorisieren das Fach Biologie, gefolgt von jeweils großem Abstand die Fächer Mathematik, Chemie und Physik. [Hoffmann 1997 S. 21] Tendenziell lässt sich feststellen, dass die Geschlechtsunterschiede bezüglich der allgemeinen Interessen bei den Gymnasiasten deutlich geringer sind als bei den Hauptschülern. [Willer 2003 S. 24] Obwohl der Mathematikunterricht bei den Mädchen als auch bei den Jungen großes Interesse erfährt, gehört die Mathematisierung im Physikunterricht zu den unbeliebtesten und entmotivierendsten Themen. [Willer 2003 S. 28]

Mit Hilfe der IPN-Interessenstudie konnten weiterhin Unterschiede hinsichtlich des Sachinteresses bei Mädchen und Jungen aufgezeigt werden. Vor allem bei den Mädchen spielt es eine entscheidende Rolle, in welchem Kontext das Thema eingebettet ist [Kircher 2002 S. 33] oder um welches Themengebiet es sich allgemein handelt. Dies hat zur Folge, dass das was Jungen interessiert nicht auch unbedingt Mädchen interessiert. Konkret wird dies an Inhalten wie elektrische und elektronische Geräte bedienen [Willer 2003 S. 27] Die Erdölpumpe als Beispiel einer Pumpe oder Die Beziehung zwischen Masse und Trägheit verstehen. Bei den Mädchen ist das Interesse am Physikunterricht stark von dem Thema abhängig.

Im Zusammenhang damit hat sich herausgestellt, dass für Mädchen und Jungen gleichermaßen die Anbindung der physikalischen Themen an alltägliche Erfahrungen interessefördernd wirkt. Speziell bei den Mädchen jedoch nur, wenn sie dabei auf selbst gemachte Erfahrungen zurückgreifen können. [Kircher 2002 S. 33] Ferner werden von ihnen Inhalte, die mit einer emotional positiven Komponente verbunden sind als interessanter empfunden. [Hoffmann 1997 S. 31] Dazu zählen zum einen Aha-Erlebnisse, die zum Staunen anregen [Kircher 2002 S. 33], und zum anderen Naturphänomene wie der Regenbogen.

Grundsätzlich hohes Interesse haben vor allem die Mädchen mit zunehmendem Alter an physikalischen Themen, die eine gesellschaftliche Bedeutung für sie darstellen. Hierzu lässt sich zum Beispiel die Umweltbelastung durch Kernkraftwerke nennen. [Hoffmann 1997 S. 31] Ähnliche Ergebnisse ergeben sich auch für den Vergleich mit dem menschlichen Körper. Gerade bei den Mädchen ist das Interesse an einem Bezug zu dem menschlichen Körper besonders groß. Besonders die Anwendungen der medizinischen Diagnostik und Therapie, Gefährdung der Gesundheit und Erklärung der Funktionsweise von Sinnesorganen erfährt große Beliebtheit. [Kircher 2002 S. 33]

Ein spielerischer Umgang mit Physik und Technik in der Freizeit sowie das Interesse an einem physikalischen Beruf sind nur schwach entwickelt. [Willer 2003 S. 27]

Nicht nur die Kontexte, sondern auch die Tätigkeiten haben bei Mädchen und Jungen einen großen Einfluss auf das Interesse am Physikunterricht. Hohes Interesse wird den Tätigkeiten auf der praktischen Ebene zugewiesen, wozu unter anderem etwas bauen, einen Versuch aufbauen, ein Gerät konstruieren, einen Versuch selbst durchführen, Messungen machen, etwas ausprobieren und ein Gerät auseinander nehmen oder zusammensetzen zählen. Entgegengesetzt verhält es sich hingegen bei Tätigkeiten auf der theoretisch-konstruktiven Ebene wo etwas berechnen, Aufgaben lösen und sich ausdenken wie man eine bestimmte Vermutung durch einen Versuch prüfen kann zu nennen wären. [Kircher 2002 S. 34]

### 1.3.2 Der BLK-Modellversuch

#### **Die Ausgangslage für die Erhebung**

Ausgehend von der Tatsache, dass Mädchen sich außerhalb des Physikunterrichts nur selten mit physikalischen Themen beschäftigen und dadurch nur wenige Erfahrungen sammeln, wurde von den Initiatoren dieses Modellversuches gerade dem Anfangsunterricht Physik eine entscheidende Rolle für die Entwicklung des Schülerinteresses an physikalischen Themen zugewiesen. [Mikelskis 2006 S. 81] Dazu wurde der BLK-Modellversuch „Chancengleichheit – Veränderung des Anfangsunterrichts Physik/Chemie unter besonderer Berücksichtigung der Kompetenzen und Interessen von Mädchen“ entwickelt, der sich mit der Frage beschäftigt, wie sich ein Physikunterricht, der die Interessen der Mädchen berücksichtigt auf die Mädchen und die Jungen auswirkt. [Kircher 2009 S. 591] Eine der Hauptaufgaben war, herauszuarbeiten, ob ein derart gestalteter Unterricht in der Anfangsphase des Physikunterrichts die Benachteiligung der Mädchen im Bereich der Naturwissenschaften aufheben kann. [Willer 2003 S. 64] Im Zusammenhang damit wurde ein neues Curriculum für die 7. Jahrgangsstufe entwickelt, welches sich als Ziel gesetzt hat, die Inhalte des alltäglichen Lebens einzubeziehen [Kircher 2009 S. 591], die Interessen und Fähigkeiten der Mädchen zu berücksichtigen und ein zunehmendes Selbstvertrauen der Mädchen zu entwickeln. [Mikelskis 2006 S. 81] Konkret wird dies bereits in den Überschriften der jeweiligen Unterrichtseinheiten, die unter anderem folgende Überschriften tragen Wir bauen Musikinstrumente und messen Lärm, Wir untersuchen den Fahrradhelm und messen Geschwindigkeiten und Kräfte, Wärme und Wärmequellen bei Zubereiten von Speisen, Von einfachen Schaltungen und raffinierten Schaltern und Wir machen Bilder. [Kircher 2009 S. 591]

Innerhalb der IPN-Interessenstudie wurden eine Liste von 10 Gesichtspunkten entwickelt, welche nun als Grundlage für die Ausgestaltung der Themen diene. [Willer 2003 S. 64] Dabei wurden folgende 10 Punkte herausgearbeitet:

1. Wie wird Schülerinnen und Schülern Gelegenheit gegeben, zu staunen und neugierig zu werden, und wie erreicht, dass daraus ein Aha-Erlebnis wird?
2. Wie wird an außerschulische Erfahrungen angeknüpft, die zur Vermeidung geschlechtsspezifischer Dominanzen Mädchen und Jungen in gleicher Weise zugänglich sind?
3. Wie wird es Schülerinnen und Schülern ermöglicht, aktiv und eigenständig zu lernen und Erfahrungen aus erster Hand zu machen?
4. Wie wird erreicht, dass Schülerinnen und Schüler einen Bezug zum Alltag und zu ihrer Lebenswelt herstellen können?
5. Wie wird dazu angeregt, die Bedeutung der Naturwissenschaften für die Menschen und die Gesellschaft zu erkennen und danach zu handeln?
6. Wie wird der lebendpraktische Nutzen der Naturwissenschaften erfahrbar gemacht?
7. Wie wird ein Bezug zum eigenen Körper hergestellt?
8. Wie wird die Notwendigkeit und der Nutzen der Einführung und des Umgangs mit quantitativen Größen verdeutlicht?
9. Wie wird sichergestellt, dass den Formeln ein qualitatives Verständnis der Begriffe und ihrer Zusammenhänge vorausgeht?
10. Wie kann vorzeitige Abstraktion vermieden werden zugunsten eines spielerischen Umgangs und unmittelbaren Erlebens?

Des Weiteren wurde untersucht, ob neben der Neuerung des Curriculums auch weitere Maßnahmen zur Förderung der Mädchen beitragen. Darüber hinaus wurde der Einfluss durch die Sensibilisierung der Lehrkräfte für die Mädchenproblematik, die Halbierung der Klassen in jeder zweiten Physikstunde sowie die Halbierung der Klassen nach Geschlechtern getrennt in jeder zweiten Physikstunde untersucht. [Kircher 2009 S. 592] Mit der Halbierung der Klassen nach Geschlechtern wurde untersucht, ob die zeitweise Aufhebung der Koedukation im Anfangsunterricht der Physik die Mädchen nachweislich fördert. [Willer 2003 S. 66] Um dieser Fragestellung nachzugehen, wurden 16 teilnehmende Klassen in vier Untergruppen

## Kapitel 1 – Allgemeines zu Mädchen im Physikunterricht

geteilt, bei denen jeweils andere Maßnahmen verwirklicht wurden. Vorab lässt sich sagen, dass alle Klassen nach dem neuen Curriculum unterrichtet wurden.

	Neues Curriculum	Sensibilisierung der Lehrkräfte	Halbierung der Lerngruppe	Halbierung nach Geschlechtern
Gruppe 1	x			
Gruppe 2	x	x		
Gruppe 3	x	x	x	
Gruppe 4	x	x	x	x

**Abb.1:** Übersicht über die in den verschiedenen Untersuchungsgruppen eingesetzten Maßnahmen  
[Quelle: Kircher 2009, Seite 593]

Mit Ausnahme der ersten Gruppe wurden die Lehrkräfte der anderen drei Gruppen zu Beginn des Schuljahres in die besondere Problematik der Mädchen eingeweiht und teils in geeignete Verhaltensweisen geschult. [Kircher 2009 S. 591]

Innerhalb der zweiten Gruppe wurde der Unterricht durchgängig koedukativ im Klassenverband unterrichtet. [Mikelskis 2006 S. 82] Dagegen wurde in der dritten Gruppe in jeder zweiten Unterrichtsstunde eine Halbierung der Klasse in koedukativ unterrichtete Halbklassen vorgenommen. [Kircher 2009 S. 593] Ebenso wurde bei der vierten Gruppe vorgegangen, nur wurde die Klasse hier in einer Mischform aus koedukativem Unterricht im Klassenverband und monoedukativen Halbklassen unterrichtet. [Mikelskis 2006 S. 82] Zum Vergleich wurden sieben Kontrollklassen konventionell unterrichtet, ohne einer dieser vorgestellten Maßnahmen. [Kircher 2009 S. 593] Mit der zeitweisen Aufhebung der Koedukation in der vierten Untersuchungsgruppe wollte man erreichen, dass die Mädchen in Abwesenheit der Jungen die Gelegenheit bekommen, ihre fehlenden vor- und außerschulischen Erfahrungen auszugleichen und eigene Erfahrungen mit der Physik zu machen. Bei der Evaluation wurde auf zwei verschiedene Weisen vorgegangen. Zum einen wurde der kognitive Lernerfolg evaluiert, bei dem ausschließlich schriftliche Tests herangezogen wurden. Diese wurden zu Beginn der Unterrichtseinheit, direkt nach der Unterrichtseinheit und verzögert am Schuljahresende gestellt. Auf der anderen Seite wurde die affektiv-emotionale Förderung teils in Verbindung mit den Tests, teils durch extra Fragebögen ermittelt. Letztendlich wurden die betroffenen Lehrkräfte unter Einbezug von schriftlichen Befragungen und Interviews nach ihrer Einschätzung zum Modellversuch befragt. [Willer 2003 S. 66]

## Die Befunde des BLK-Modellversuches

Mit Hilfe des Modellversuches konnte der Einfluss von verschiedenen Maßnahmen auf das Interesse und die Leistungen von Schülerinnen und Schülern sowie auf deren Selbstkonzeptentwicklung veranschaulicht werden. [Kircher 2009 S. 593] Generell lässt sich feststellen, dass alle Klassen, in denen diese Maßnahmen eingesetzt wurden, im Vergleich zu den konventionell unterrichteten Klassen einen signifikant höheren Wissensstand beim verzögerten Nachtest am Ende des Schuljahres aufwiesen. [Willer 2003 S. 64] Grundsätzlich konnte das neue Curriculum, das sich an den Interessen der Mädchen orientiert, nicht den Interessenverlust der Mädchen oder Jungen entgegenwirken. [Kircher 2009 S. 593] Vielmehr führte es bei ihnen zu besseren Behaltensleistungen, die sich dadurch erklären lassen, dass die gelernten Inhalte im alltäglichen Leben häufiger aktualisiert werden. [Willer 2003 S. 65] Obendrein können die Schülerinnen und Schüler durch das Anknüpfen an ihre Interessen und Vorerfahrungen das neu erworbene Wissen besser mit bereits vorhandenem verknüpfen. [Mikelskis 2006 S. 83] Weiterhin bewirkten die Neugestaltung des Curriculums bei den Mädchen eine positive Einstellung hinsichtlich der Bedeutung der Physik für ihren Alltag sowie eine Steigerung des Selbstkonzeptes. [Willer 2003 S. 64] Entgegen der Annahme, dass das neue Unterrichtskonzept automatisch eine stärkere Motivierung bei den Mädchen hervorruft, erkannten die Initiatoren, dass eine Motivierung nur dann erreicht wurde, wenn die Lehrkräfte für die besondere Problematik der Mädchen sensibilisiert wurden. [Kircher 2009 S. 593] Betrachtet man die Auswirkungen des Modellversuches unter dem Aspekt der neu gestalteten Unterrichtsorganisation, so stellt man fest, dass die Mädchen in der zeitweise monoedukativ und zeitweise koedukativ unterrichteten Phase Leistungen erreichen, die weit über denen der anderen Mädchen- und Jungengruppen liegen. Weiterhin stellte diese Unterrichtsform die einzige Möglichkeit dar, den Interessenrückgang sowohl bei den Mädchen als auch bei den Jungen im Laufe eines Schuljahres zu stoppen [Kircher 2009 S. 594], sodass das Anfangsinteresse an Physik bei den Schülerinnen und Schülern erhalten blieb. [Willer 2003 S. 64]

Aus den Ergebnissen des BLK-Modellversuches „Chancengleichheit – Veränderung des Anfangsunterrichts Physik/Chemie unter besonderer Berücksichtigung der Kompetenzen und Interessen von Mädchen“ lässt sich folgern, dass ein Anfangsunterricht, der sich an den Interessen und Vorerfahrungen der Mädchen orientiert, auch den Jungen zugute kommt. [Lechte 2008 S. 53] Ferner wird dadurch ein Lernklima begünstigt, welches insbesondere bei den Schülerinnen signifikant höhere kognitive und affektive Lernerfolge bewirkt. [Willer 2003 S. 65] Diese Beobachtung lässt sich auch auf Martin Wagenschein zurückführen, der die

Ansicht vertritt: „Wenn man sich nach den Mädchen richtet, so ist es auch für die Jungen richtig; umgekehrt aber nicht.“ [Kircher 2009 S. 583]

### 1.3.3 Die Schweizer Koedukationsstudie

#### **Allgemeines und Kriterien der Studie**

Eine weitere Studie, die sich mit der Förderung der Mädchen im Physikunterricht beschäftigt ist die Interventionsstudie „Koedukation im Physikunterricht“ [Kircher 2009 S. 584] welche im Zeitraum von 1994 bis 1997 [Mikelskis 2006 S. 79] unter Leitung von Walter Herzog, Peter Labudde und Mitarbeitern [Kircher 2009 S. 594] an der Universität Bern durchgeführt wurde. Dabei bestand das Hauptanliegen darin, Strategien zur Verbesserung des koedukativen Physikunterrichts zu entwickeln und anschließend zu überprüfen. Vorab wurde der Frage nachgegangen welche Kriterien der Physikunterricht bezüglich Stoffauswahl, Integration von Präkonzepten und Unterrichtsmethoden beinhalten muss, um vor allem die Mädchen besser in den Unterricht integrieren zu können. [Mikelskis 2006 S. 79] Im Zusammenhang damit wurden sieben Kriterien entwickelt, die für einen mädchengerechten Physikunterricht unabdingbar sind. Im Folgenden werden diese in verkürzter Weise vorgestellt.

1. Zuerst einmal soll der Physikunterricht an die unterschiedlichen Vorerfahrungen im Bereich Physik und Technik der Schülerinnen und Schüler anknüpfen und die im Unterricht verwendeten Beispiele sollen an außerschulische Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler anknüpfen.
2. Ferner ist die Unterrichtssprache so zu wählen, dass sich beide Geschlechter gleichermaßen angesprochen fühlen und die physikalische Fachsprache in den Hintergrund rückt. Hier soll vor allem eine Sprache verwendet werden, die einen Übergang von der phänomenalen zur modellhaften Wirklichkeit ermöglicht.
3. Weiterhin sind die Themen und Inhalte so in den Unterricht einzubetten, dass sie einen Bezug zum Alltag darstellen, der den Schülerinnen und Schülern verdeutlicht, dass es sich bei der Physik um keinen abstrakten Gegenstand handelt.
4. Außerdem muss der Physikunterricht auf den kooperativen Lern- und Arbeitsstil der Mädchen Rücksicht nehmen.
5. Hervorzuheben ist weiterhin, dass der Physikunterricht kommunikativ und argumentativ gestaltet werden soll.

6. Ebenso dürfen Lehrkräfte nicht die Ansicht der Mädchen verstärken, dass ihre Misserfolge auf mangelnde Begabung und Erfolge auf günstige äußere Bedingungen zurückzuführen sind.
7. Letztendlich soll der Unterricht die Bedenken der Mädchen, dass eine aktive Mitarbeit im Widerspruch zur Entwicklung ihrer weiblichen Geschlechtsidentität steht, vermeiden.

[Kircher 2009 S. 594/595]

Unter Einbezug dieser sieben Kriterien wurden im Zusammenarbeit mit Lehrkräften [Mikelskis 2006 S. 79] für die 11 und 12 Klasse zwei unterschiedliche Unterrichtskonzepte zu den Bereichen Geometrische Optik und Kinematik entwickelt. [Kircher 2009 S. 595]

Bei der Wahl der Unterrichtseinheiten wurde auf eine interessante Themenwahl geachtet, sodass die Unterrichtseinheit Geometrische Optik die Überschrift Wir sehen und machen Bilder und die der Kinematik die Überschrift Bewegung ist Leben, Leben ist Bewegung tragen. [Mikelskis 2006 S. 79]

Anschließend wurde unter Berücksichtigung dieser sieben Kriterien 22 verschiedene Klassen unterrichtet, wobei einigen der Lehrkräfte eine zusätzliche Sensibilisierung für die Mädchenproblematik erhielten oder selbst an der Konzeption dieses Konzeptes beteiligt waren. Auch hier gab es wieder eine Kontrollgruppe die traditionell unterrichtet wurde, die sich aus neun Klassen zusammensetzt.

Für die Umsetzung im Unterricht hat Herzog eine Checkliste für die Lehrkräfte entworfen, die die wichtigsten Punkte eines mädchengerechten Lehrerverhaltens beinhalten.

**Checkliste für mädchengerechtes Lehrerverhalten (nach Herzog u.a. 1997)**

**1. Interaktionen, Rückmeldungen**

- Ich bemühe mich darum, den Schülerinnen gleich viel Aufmerksamkeit zukommen zu lassen wie den Schülern
- Ich mute den Mädchen ebenso viel physikalisch-technische Kompetenz zu wie den Jungen
- Ich achte darauf, die Schülerinnen nicht nur für Anstrengung und gutes Benehmen zu loben, sondern auch für ihre physikalische Begabung
- Ich gebe den Eltern guter Schülerinnen gezielt positive Rückmeldungen über die Leistungen ihrer Tochter und ermuntere sie, diese bei einer technisch-naturwissenschaftliche Berufswahl zu unterstützen

**2. Fragen-Antworten; Zeit**

- Ich bemühe mich darum, offene, nicht bereits von vornherein eindeutig zu beantwortende Fragen zu formulieren
- Ich achte darauf, auf eine Frage mehrere Antworten zu sammeln
- Ich bemühe mich darum, mich dem Lerntempo der Schülerinnen und Schüler anzupassen und den Schülerinnen etwas mehr Zeit (bei der Beantwortung einer Frage, beim Lösen von Aufgaben etc.) einzuräumen
- Bei einer falschen Antwort eines Mädchens gebe ich nicht sofort die richtige Lösung, sondern unterstütze nachfragend, d.h. ich achte darauf, (auch) die Schülerinnen nochmals aufzufordern, die Lösung zu finden, wenn sie zunächst gescheitert sind

**3. Selbstkonzept:**

- Ich bemühe mich darum, physikalisches Wissen so zu vermitteln, dass nicht der Eindruck entsteht, Physik sei nur etwas für Hochbegabte
- Ich versuche den Jungen auf nicht bloßstellende Weise zu verstehen zu geben, dass ihre Annahme, in physikalisch-technischen Belangen kompetenter zu sein als die Mädchen, oft auf einem oberflächlichen Wissen beruht
- Ich signalisiere den Mädchen, dass sie als Frauen nicht unattraktiver sind, wenn sie sich für Physik interessieren und gute Leistungen in diesem Fach erbringen
- Ich achte darauf, wie ich die Leistungen der Schülerinnen und Schüler erkläre:

durch Begabung, durch Anstrengung, durch Glück/Pech, durch die Schwierigkeit der Aufgabe. Mir ist bewusst, dass die Motivation der Schülerinnen und der Schüler am besten gefördert wird, wenn ihre schlechten Leistungen auf mangelnde Anstrengung oder Pech und ihre guten Leistungen auf Begabung zurückgeführt werden

- Ich bemühe mich, (auch) den Schülerinnen Identifikationsmöglichkeiten mit Vorbildern in physikalisch-technischen Berufsfeldern zu geben
- Ich setze mich mit meinen eigenen Geschlechtsstereotypen auseinander
- Ich bemühe mich darum, mich meiner unterschiedlichen Erwartungen an die Schülerinnen und Schüler bewusst zu werden und durch Abbau von Stereotypen zu ändern

#### **4. Unterrichtsinhalte:**

- Ich achte auf die (unterschiedlichen) Vorerfahrungen, die die Schülerinnen und Schüler in den Unterricht mitbringen
- Ich achte darauf, in meinem Unterricht Bezüge zu Menschen herzustellen
- Ich bemühe mich darum, bei der Verwendung von Aufgaben, Darstellungen, Skizzen, Testaufgaben usw. sowohl in quantitativer wie auch in qualitativer Hinsicht ein ausgewogenes Geschlechterverhältnis zu wahren (Rollenklischees vermeiden)
- Ich bemühe mich darum, in meinem Unterricht Bezüge zu Tagesaktualitäten herzustellen

#### **5. Lernformen; Lernklima**

- Ich achte darauf, in meinem Unterricht viele Gespräche zu führen, d.h. meinen Unterricht kommunikativ zu gestalten
- Ich führe verstärkt Gruppenarbeit durch und arbeite weniger im Klassenverband
- Bei Gruppenarbeit achte ich darauf, geschlechtshomogene Gruppen zu bilden
- Ich räume dem assoziativen Denken genügend Platz ein
- Ich bemühe mich darum, eine kooperative Lernumgebung zu schaffen und so wenig wie möglich offene Konkurrenzsituationen aufkommen zu lassen
- Ich achte auf eine „angenehme“ (auch die Mädchen ansprechende) Gestaltung des Unterrichtszimmers und bemühe mich darum, dass sich nicht nur die Jungen mit der Lernumgebung identifizieren können
- Ich gebe mich nicht nur als Physiklehrer bzw. als Physiklehrerin zu erkennen,

sondern auch als Mensch

**Allgemeines; Geschlecht; Berufsberatung:**

- Ich rede mit den Jugendlichen und ihren Eltern über die Vielfalt der Berufe und gebe den Mädchen Einblick in Berufe, bei denen physikalische Kenntnisse vorausgesetzt werden und die sie ansprechen könnten
- Ich bemühe mich darum, das Thema Geschlecht/Geschlechtsdifferenzen nicht zu forcieren. Ich greife das Thema dann auf, wenn ein manifester Anlass dazu besteht oder wenn die Schülerinnen und Schüler selbst dazu Anregungen geben.

[ Kircher 2009 S. 596/597]

### Ergebnisse der Interventionsstudie

Nachdem die 22 Klassen nach den neuen Kriterien unterrichtet wurden erfolgte die Auswertung der Ergebnisse. Zunächst einmal ließ sich feststellen, dass die eingesetzten Maßnahmen zur Förderung der Mädchen nur teilweise den erwarteten Erfolg erzielten. [Kircher 2009 S. 595] Der anschließende Optiktest ergab, dass die Schülerinnen und Schüler der Experimentalgruppe bessere Ergebnisse erzielten als die konventionell unterrichtete Kontrollklasse. Entgegengesetzt verhielt es sich hingegen bei dem Kinematiktest, bei dem die Kontrollklasse deutlich bessere Ergebnisse erreichte. [Mikelskis 2006 S. 80] Mittels detaillierter Fragebögen wurden die Schülerinnen und Schüler befragt, inwiefern die zuvor aufgestellten Kriterien für einen mädchengerechten Physikunterricht im Unterricht umgesetzt wurden. Erstaunlicherweise wurden diese zum Teil in den Kontrollklassen besser umgesetzt als in den Versuchsklassen, bei denen die Lehrkräfte speziell hierfür sensibilisiert wurden. Tendenziell ließ sich feststellen, dass die Schülerinnen und Schüler der Kontrollklassen mit ihrer Lehrkraft sowie mit dem gehaltenen Unterricht zufriedener waren als die Experimentierklassen. Dies führen die Initiatoren darauf zurück, „dass erstens die Maßnahmen von den Lehrkräften in den Experimentalgruppen nur zum Teil umgesetzt worden sind und zweitens die Lehrkräfte der Kontrollgruppe gewisse Maßnahmen ohne die Kenntnisse des Untersuchungsdesigns spontan umgesetzt haben“ [Herzog 1997, S. 205]

Anschließend wurden die verschiedenen Klassen in vier Gruppen geteilt, je nachdem wie viele Kriterien eines mädchengerechten Physikunterrichts aus Sicht der Schülerinnen und Schüler im Unterricht erfüllt wurden. Dazu bekamen die Schülerinnen und Schüler einen Fragebogen ausgehändigt, welcher 13 Fragen zu den eingangs genannten Kriterien beinhalten.

Daraufhin wurden die Klassen nach Anzahl der eingesetzten Kriterien in die vier Gruppen geteilt. Hierbei erfolgte eine Abfolge, bei der die erste Gruppe jene Gruppe bildete, die nur eine geringe Anzahl der Kriterien erfüllte bis hin zur vierten Gruppe, in der viele der genannten Kriterien umgesetzt wurden. [Kircher 2009 S. 598]

Es erfolgte nun eine zweite Analyse, bei der die erwarteten Effekte in einem erstaunlich hohen Maße eintrafen. [Mikelskis 2006 S. 80] Vor allem beim Optiktest erzielte die Gruppe vier, in der die meisten Kriterien eines mädchengerechten Unterrichts verwirklicht wurden, die besten Ergebnisse. Auffallend war dennoch, dass die Jungen bessere Leistungen als die Mädchen erzielten, wobei die Leistungen der Mädchen in den beiden Gruppe drei und vier, in denen viele Kriterien eingesetzt wurden, mit denen der Jungen aus den Gruppen eins und zwei vergleichbar waren. Daran anknüpfend konnte in der Gruppe vier die Motivation sowohl der Mädchen als auch der Jungen gesteigert werden. [Kircher 2009 S. 599] In Anbetracht dessen kann gefolgert werden, dass ein an Mädchen orientierter Unterricht sich positiv auf die Leistungen und Motivation der Mädchen auswirkt [Mikelskis 2006 S. 80] und letztendlich allen Schülerinnen und Schülern zugute kommt. Für die Motivierung der Schülerinnen und Schüler hat sich in besonderer Weise herausgestellt, dass eine Orientierung an das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler, sowie ein schülerorientierter, alltagsbezogener und phänomenbezogener Unterricht sich besonders förderlich auswirkt. [Kircher 2009 S. 599] Weiterhin wirken sich schülerzentrierte Aufgaben positiv auf die Einstellung sowie die Zeugnisnoten der Schülerinnen aus. [Mikelskis 2006 S. 80]

Abschließend lässt sich festhalten, dass ein mädchengerechter Unterricht auch einen besseren Unterricht darstellt. Die Studie ergab, dass wenn ein Unterricht viele Kriterien eines mädchengerechten Unterrichts erfüllt, die Schülerinnen und Schüler auch zufriedener mit der Lehrperson und dem Unterricht sind und sie die Erklärkompetenzen des Lehrers und deren Fähigkeiten zur Vermittlung von Lerninhalten höher einschätzen. [Kircher 2009 S. 599]

### 1.3.4 Der Realschul-Modellversuch

#### **Die Ausgangslage für die Erhebung**

Der Realschul-Modellversuch, welcher in der Zeit zwischen Februar 1990 und Dezember 1992 durchgeführt wurde, ist auch unter dem Namen BLK-Modellversuch „Förderung naturwissenschaftlich-technischer Bildung für Mädchen in der Realschule“ bekannt. [Hoffmann 1997 S. 35] Das Hauptziel der Studie war die Konzipierung eines Physikunterrichts, der die Interessen, Erfahrungen und Fähigkeiten der Mädchen berücksichtigt. Im Zusammenhang damit soll schließlich erreicht werden, dass die ablehnende Haltung der Mädchen gegenüber naturwissenschaftlich-technische Berufe abgebaut wird. [Willer 2003 S. 61] Insgesamt nahmen an dem Modellversuch sieben Schulen aus Münster und Oberhausen mit insgesamt 20 Klassen teil, [Hoffmann 1997 S. 35] was 607 Schülerinnen und Schüler sowie 13 Lehrkräfte entspricht. [Willer 2003 S. 62] Gemeinsam mit den Lehrkräften wurde für die 7. und 8. Jahrgangsstufen ein neuer Unterricht konzipiert, bei dem sich Praktikumsblöcke mit konventionellem Unterricht abwechseln. Im Rahmen der Neukonzipierung sind zwei Praktikumsblöcke zu den Themen Mechanik/Wärmelehre und Optik entstanden, für die im Unterricht 14 Unterrichtsstunden vorgesehen sind. Dazu lässt sich sagen, dass jeder dieser Blöcke aus sieben Versuchen besteht, die von den Schülerinnen und Schülern jeweils in geschlechtshomogener Partnerarbeit durchgeführt werden. Anschließend erfolgt eine Rotation innerhalb der einzelnen Gruppen. [Hoffmann 1997 S. 35] Bedingt durch den Wechsel zwischen den Praktikumsblöcken und dem konventionellen Unterricht kam es zu Verzögerungen, sodass eine zweite Untersuchungsphase in wenigen Klassen durchgeführt wurde. Wegen der geringeren Anzahl an Schulklassen konnte die zweite Untersuchung lediglich mangelhaft evaluiert werden. In besonderer Weise wurde jetzt darauf geachtet, dass die Themen mädchengerecht ausgewählt werden. Bei den neuen Themen für die Praktikumsblöcke handelt es sich um Elektromagnetismus und Betriebserkundung. [Willer 2003 S. 61] Weiterhin werden weibliche Auszubildende und Beschäftigte aus naturwissenschaftlich-technischen Berufen in die Schule eingeladen, um besonders den Schülerinnen aus ihrem beruflichen Alltag berichten zu können. Im Mittelpunkt steht hierbei, dass den Schülerinnen positive Identifikationsmöglichkeiten gegeben werden und sie somit eine positive Haltung gegenüber naturwissenschaftliche Berufe einnehmen. [Hoffmann 1997 S. 35]

## Die Befunde des Realschul-Modellversuchs

Trotz der sorgfältigen Planung eines neuen Unterrichtskonzeptes in Kooperation mit den Lehrkräften scheiterte das Projekt. Konkret wird dies darin, dass die Wahlen der Neigungsfächer nicht verstärkt auf die naturwissenschaftlichen und technischen Fächer fielen sowie bei der Berufswahl nicht verstärkt auf naturwissenschaftliche Fächer zurückgegriffen wird. Verantwortlich hierfür sind nach Meinung der Organisatoren zwei ausschlaggebende Argumente. Zum einen könne man nicht allein durch eine Verbesserung des Fachunterrichts die Einstellungen und Verhaltensweisen der Mädchen nachhaltig verbessern und zum anderen haben die von Fritz Langensiepen entwickelten Soester Boxen im praktischen Unterricht ihren Zweck nicht erfüllt.

Hauptsächlich richteten sich die Einwände gegen die Einführung der geschlechtshomogenen Praktikumsphasen im Unterricht. Dennoch brachte der Realschul-Modellversuch einige bemerkenswerte Ergebnisse hervor. Auffallend war, dass das Interesse am Fach Physik während des Praktikums bei allen Schülerinnen und Schülern deutlich abnahm. Bei den Schülerinnen ließ sich ein Rückgang von Rang 12 auf Rang 16 von insgesamt 17 Fächern und bei den Schülern von Rang fünf auf Rang 13 verzeichnen. Jedoch wurde das arbeitsteilige geschlechtshomogene Praktikum von den Schülerinnen deutlich positiver bewertet als von den Schülern. Hinzu kommt, dass die Mädchen mit dem selbstständigen Experimentieren besser zurecht kamen als die Jungen. Dies führte schließlich dazu, dass die Jungen nach Abschluss des Praktikums erkannten, dass die Mädchen in Unterricht gleich aktiv waren wie sie selbst. Die mit diesem Modellversuch verbundene Interessenabnahme der Jungen zeigte sich deutlich nach Ablauf des Praktikums. Bereits im folgenden konventionellen Unterricht konnte das Interesse am Fach Physik wieder stark ansteigen.

Ein entscheidender Faktor, der zu den nicht zufrieden stellenden Ergebnissen des Modellversuches geführt hat ist, dass bei der Unterrichtskonzeption kaum Rücksicht auf die Interessen der Mädchen genommen wurde. [Willer 2003 S. 63]

## **2. Didaktische Grundlagen**

Zu Beginn der 3-wöchigen Unterrichtsreihe zur Gestaltung eines mädcheninteressanten Physikunterrichts wurde in allen vier Klassen ein Fragebogen verteilt, der die aktuelle Situation sowie die Wünsche der Schülerinnen und Schüler an den zukünftigen Physikunterricht aufzeigen. Auf Grundlage der in Kapitel 1 beschriebenen Studien zur Förderung der Mädchen im Physikunterricht sowie der Auswertung der Fragebögen soll später ein Unterrichtskonzept speziell abgestimmt auf die Interessen der Mädchen konzipiert werden. Dieses verdeutlicht, wie man in Anlehnung an den jeweiligen Lehrplan und ohne Mehraufwand an Zeit und Geld einen Unterricht gestaltet werden kann, der die Interessen sowie Vorerfahrungen der Mädchen berücksichtigt. Insgesamt kann hierdurch eine Interessen- sowie Motivationszunahme von Seiten der Schülerinnen verzeichnet werden.

Im Folgenden Kapitel werden aus theoretischer Sicht die zentralen Aspekte der Physikdidaktik beschrieben. Dazu werden zuerst einmal die zu verwirklichenden fachlichen und methodischen Ziele mit Hilfe des niedersächsischen Lehrplan näher beschrieben und die beiden Jahrgangsstufen 8 und 10 in den Lehrplan eingeordnet. Anschließend werden die allgemeinen Ziele von Unterricht nach verschiedenen Klassen unterteilt und näher beschrieben und letztlich die speziellen Ziele des Physikunterrichts beschrieben.

Abschließend werden die vor allem die für die 8. Jahrgangsstufe relevanten Schülerversuche näher beleuchtet.

### **2.1 Der Niedersächsische Lehrplan**

Die Aufgabe des Physikunterrichts ist die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler anzuregen, zu unterstützen, zu fördern und zu sichern. Hierbei ist es von großer Bedeutung, dass an die unterschiedlichen Erfahrungsbereiche der Mädchen und Jungen angeknüpft wird sowie an ihren Interessenlagen, Lernvoraussetzungen und Lernprozessen.

„Im Physikunterricht erfahren die Schülerinnen und Schüler beispielhaft, in welcher Weise und in welchem Maße ihr persönliches und das gesellschaftliche Leben durch Erkenntnisse der Physik mitbestimmt wird.“ In Anbetracht dessen ist es wichtig, dass sie ein physikalisches Grundverständnis aufbauen um so in ausgewählten Bereichen Entscheidungen und Entwicklungen in der Gesellschaft im Bereich Naturwissenschaft begründen und beurteilen zu können. Besonders beim selbstständigen Experimentieren erfahren die Schülerinnen und Schüler, wie wesentlich genaues Arbeiten und ein gewisser Umgang mit Daten ist.

„Hierdurch werden erste fachliche Kriterien zur Bewertung wissenschaftlicher Ergebnisse bereitgestellt und das Verantwortungsbewusstsein der Schülerinnen und Schüler gestärkt.“ Sie erwerben beim selbstständigen Experimentieren zudem prozessbezogene Kompetenzen, und das eigenständige Erkunden, Problemlösen, Dokumentieren und Präsentieren wird gefördert. Nicht minder von Bedeutung ist, dass die Fähigkeit, Diagramme anzufertigen und zu interpretieren, ein unerlässlicher Baustein einer zeitgemäßen und sachgerechten Kommunikationsfähigkeit darstellt. Die Schülerinnen und Schüler gewinnen im Physikunterricht auf Grundlage der eigenständig durchgeführten Experimente neben einem gesicherten Basiswissen und der Beherrschung elementarer Fachmethoden auch die Erkenntnis, „dass die spezifische Art und Weise der physikalischen Naturuntersuchung immer nur aspekthafte Aussagen hervorbringen kann, die mitunter durch andere Betrachtungsweisen ergänzt werden müssen.“

### **2.1.1 Einordnung der Unterrichtseinheit der Jahrgangsstufe 8 in den G8-Lehrplan**

In der 8. Jahrgangsstufe sieht der Niedersächsische Lehrplan vor, dass die Schülerinnen und Schüler bereits bekannte Arbeitsmethoden wie Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten üben und vertiefen. Die dabei entdeckten physikalischen Zusammenhänge sowie Gesetzmäßigkeiten werden unter Verwendung der erforderlichen Fachbegriffe beschrieben.

Ferner erfahren sie beispielhaft, „in welcher Weise und in welchem Maße ihr persönliches und das gesellschaftliche Leben durch Erkenntnisse der Physik mitbestimmt wird.“

Sie erwerben die Fähigkeit, Vermutungen und Hypothesen aufzustellen und mit Hilfe von quantitativ auswertbaren Versuchen zu überprüfen.

Die Unterrichtseinheit „Stromstärke, Spannung, Leistung, Widerstand“ bildete das zweite Lehrplankapitel in dem Bereich der Elektrizitätslehre. Zuerst wird in diesem Kapitel die Elektrische Stromstärke eingeführt und experimentell in verzweigten und unverzweigten Stromkreisen untersucht. Dazu legen die Schülerinnen und Schüler geeignete Messtabellen an und präsentieren anschließend ihre Ergebnisse. Anschließend erfolgt eine Unterrichtssequenz, in der die Spannung eingeführt wird. Dazu kennzeichnen sie die elektrische Spannung als Maß für die je Elektron übertragbare Energie und verwenden für die Größenbezeichnung  $U$  die Einheit Volt und geben typische Größenordnungen an. Dabei stellt das richtige Verwenden eines Vielfachmessgeräts als Voltmeter oder als Amperemeter ein besonderes didaktisches Problem dar. Ferner sind sie in der Lage die Maschen- und Knotenregel zu

erläutern und wenden sie auf einfache Beispiele aus dem Alltag an. Zur Bewertung dieser Regeln erläutern sie die Zweckmäßigkeit der elektrischen Schaltungen im Haushalt.

Das Lernthema „elektrischer Widerstand und ohmsches Gesetz“ bildet das letzte Themengebiet in der Unterrichtseinheit „Stromstärke, Spannung, Leistung, Widerstand“. Hier wird damit begonnen, gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern die unterschiedlichen Definitionen des elektrischen Widerstandes und des ohmsches Gesetzes zu erarbeiten. Anknüpfend daran wird die Größenbezeichnung  $R$  für den Widerstand und dessen Einheit eingeführt. Die Schülerinnen und Schüler nehmen dazu entsprechende Kennlinien auf und werten die gewonnenen Daten mit Hilfe ihrer Kenntnisse über proportionale Zusammenhänge aus.

### **2.1.2 Einordnung der Unterrichtseinheit der Jahrgangsstufe 10 in den G8-Lehrplan**

Für die 10. Jahrgangsstufe sieht der Niedersächsische Lehrplan vor, dass die Schülerinnen und Schüler bereits in der Lage sind, Vermutungen auf der Basis experimenteller Befunde und theoretischer Überlegungen selbstständig zu formulieren und mit Hilfe von Diagrammen zu argumentieren. Darüber hinaus arbeiten sie zunehmend selbstständig unter Hinzuziehen von Konstruktionen, linearen Gleichungen und proportionalen Zusammenhängen.

Im Laufe des Schuljahres erwerben sie Kompetenzen wie mit Hilfe von Diagrammen lineare Funktionen, einfache Potenzfunktionen und Exponentialfunktionen argumentieren, bekannte Zusammenhänge auch in einem komplexen Umfeld erkennen und Analogien zur Problemlösung heranziehen.

Das Unterrichtsthema „Dynamik“ bildet das erste Lernplankapitel in der 10. Jahrgangsstufe. Zu Beginn des Themenkomplexes werden die verschiedenen Wurfarten wie „Der freie Fall“ und „Der waagerechte Wurf“ eingeführt. Mit Hilfe von  $t$ - $s$ -Diagrammen und  $t$ - $v$ -Diagrammen beschreiben sie die beiden Bewegungsformen und nutzen diese Kenntnisse anschließend zur Lösung ausgewählter Aufgaben. Im Zusammenhang damit führen die Schülerinnen und Schüler selbst Experimente durch und werten anschließend die gewonnenen Daten aus. Hierbei beschreiben sie die Idealisierenden, die zum Begriff „freien Fall“ führen und erläutern die Ortsabhängigkeit der Fallbeschleunigung. Es folgt die Identifikation des Ortsfaktors als Fallbeschleunigung.

Im weiteren Verlauf des Lernplankapitels Dynamik wird die gleichförmige Kreisbewegung mit Hilfe der Eigenschaften von Zentralbeschleunigung und Zentralkraft eingeführt. Charakteristisch ist hier, dass die Schülerinnen und Schüler die Entstehung der

Kreisbewegung mittels der richtungsändernden Wirkung der Zentralkraft begründen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass zwischen Alltagssprache und Fachsprache unterschieden wird. Diese gewonnenen Erkenntnisse nutzen sie anschließend zur Bewertung von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen im Straßenverkehr.

Abschließend wird der Energieerhaltungssatz der Mechanik formuliert und zur Lösung einfacher Aufgaben und Probleme unter Einbeziehung der kinetischen Energie genutzt. Dazu planen die Schülerinnen und Schüler einfache Experimente zur Überprüfung des Energieerhaltungssatzes, führen sie durch und dokumentieren parallel dazu ihre Ergebnisse. [[http://db2.nibis.de/1db/cuvo/datei/kc\\_gym\\_nws\\_07\\_nib.pdf](http://db2.nibis.de/1db/cuvo/datei/kc_gym_nws_07_nib.pdf)]

## **2.2 Ziele im Physikunterricht**

### **2.2.1 Allgemeines**

Eine intensive Beschäftigung mit den Zielen, die in einer Unterrichtsstunde verwirklicht werden sollen, ist aus vielerlei Hinsicht von großer Bedeutung. Zum einen organisieren und strukturieren sie den Unterricht maßgeblich, zum anderen bieten sie für Lehrer, Schüler, Eltern und Politiker Anhaltspunkte für die gemeinsame Kommunikation über die Schule. [Kircher 2009 S.83] Im Jahr 1979 teilte Westphal die unterschiedlichen Ziele in eine hierarchische Reihenfolge bestehend aus vier verschiedene Zielebenen ein. Dennoch lassen sich die einzelnen Zielebenen nicht trennscharf voneinander abgrenzen, sodass es zu einer Überlappung Zweier kommt. Vielmehr soll die Einteilung zu einer bestimmten Zielebene einen Hinweis darauf geben, welchen Stellenwert das Ziel für die weitere Schulbildung und das entsprechende Fach einnimmt. Dies führt schließlich dazu, eine Entscheidung zu treffen, wie intensiv das Thema im Unterricht behandelt und thematisiert wird. [Kircher 2009 S.92]

Parallel dazu lassen sich die unterschiedlichen Lernziele nach Christine Möllers Schema in Leitziel, Richtziel, Grobziel und Feinziel unterteilen. Dabei werden in den Leitzielen abstrakte, fächerübergreifende und pädagogische Zielsetzungen verankert. [Knoll 1978 S. 49]

### **2.2.2 Lernziele – Kategorisierung nach Abstraktionsgrad**

Betrachtet man die Zielebenen nach Westphal so lassen sich Leitziele, Richtziele, Grobziele und Feinziele unterteilen.

Als allgemeinstes Ziel innerhalb der vier Zielebenen bildet das Leitziel, welches sich in den Präambeln des Lehrplans wiederfindet. Darüber hinaus handelt es sich hierbei um die

## Kapitel 2 – Didaktische Grundlagen

allgemeinen Bildungs- und Erziehungsziele einer bestimmten Gesellschaft, die sich auf die verschiedenen Prinzipien des Grundgesetzes wie beispielsweise Verantwortungsgefühl, Verantwortungsbewusstsein oder Hilfsbereitschaft und Toleranz beziehen. Ferner werden die allgemeinen Schlüsselqualifikationen wie Kommunikationsfähigkeit, Problemlösen, Kritikfähigkeit und „Denken in Zusammenhängen“ hinzu gezählt. [Kircher 2009 S.92] Letztendlich bieten sich für die Lehrkraft verschiedene Möglichkeiten an, diese Leitziele in ihrem Unterricht zu verwirklichen. Hier sind zum einen die Auswahl und Interpretation der Inhalte, zum anderen die geeignete methodische Wahl, wie Gruppen- oder Projektunterricht und zuletzt die kritische und souveräne Nutzung verfügbarer Medien zu nennen.

Nach Möllers handelt es sich bei den Richtzielen um jene Ziele, bei denen die Schülerinnen und Schüler zur Aufgeschlossenheit für naturwissenschaftlichen Fragen sowie zum verantwortungsvollen Umgang mit der Technik erzogen werden. [Knoll 1978 S. 49]

Darüber hinaus nehmen die Richtziele einen eindeutigeren Stellenwert innerhalb der Zielebenen ein. Es handelt sich bei ihnen um die obersten fachspezifischen Ziele, die nach Westphal die allgemeinsten Inhalte der begrifflichen und methodischen Struktur der Naturwissenschaften beinhalten. [Kircher 2009 S.93] Für den Bereich der fächerübergreifenden Richtziele lassen sich in Anlehnung an Westphal folgende Ziele ausmachen – Bereitschaft Leistung zu erbringen; Fähigkeit, Abstraktionen und Symbole zu deuten und zuletzt die Fähigkeit zu rationalem Arbeiten.

Eine Stufe höher schließen sich die Grobziele des Unterrichts an. [Kircher 2009 S.94] Zu ihnen zählt man jene Ziele, die einen „mittleren Grad an Eindeutigkeit“ ausweisen und eine breite Palette von Alternativen offen lassen. Parallel dazu ist die Eindeutigkeit im Vergleich zu den Richtzielen größer und somit sind auch die Inhalte stärker festgelegt und eingeschränkt“. Sie dienen der Grobplanung einer Unterrichtseinheit. [Haubrich 2006 S. 22]

Die vierte Zielebene bilden die sogenannten Feinziele, die im Vergleich zu den anderen Zielen den höchsten Grad an Präzision beinhalten. Sie sollen operationalisiert formuliert sein, d.h. sie müssen beobachtbare Operationen bzw. Handlungen der Schüler angeben. Vor allem für die Beurteilung im Rahmen eines quantitativen Beurteilungssystem sind sie im Schulwesen von großer Bedeutung. Ihre Funktion ist dabei die Feinplanung einzelner Lernschritte einer Unterrichtsstunde. [Kircher 2009 S.94] Generell handelt es sich bei ihnen

um Ziele, die fachbezogene Zielsetzungen befolgen und durch ausgewählte Lerninhalte, -verfahren,- formen und Lernerfolgskontrollen gekennzeichnet sind. [Knoll 1978 S. 49]

### 2.2.3 Lernziele – Kategorisierung nach Zielklassen

Werden Lernziele für eine Unterrichtsstunde formuliert, so ist damit immer die Frage: „Welche Art von Ziele, welche didaktische Zielklasse ist gemeint?“ verknüpft.

Insgesamt werden vier verschiedene Zielklassen unterschieden, zu denen die Konzeptziele, Prozessziele, Soziale Ziele und Ziele über Einstellungen und Werte gehören. [Kircher 2009 S.95]

Nach Klopfer (1971) zählen die Konzeptziele des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu den kognitiven Zielen. [Kircher 2009 S.98] Konzeptziele „beziehen sich vornehmlich auf den Lernbereich 'der Ratio', d.h. auf Wissen und Erkenntnisse sowie die Erweiterung intellektueller Fähigkeiten wie Analyse eines Sachverhaltes.“ [Rinschede 2007 S. 151] Zu ihnen werden Fähigkeiten wie „Wissen von physikalischen Einzelheiten und Fakten“, „Wissen über Begriffe und Theorien“, „Wissen von Zusammenhängen“ sowie „höhere kognitive Fähigkeiten wie Hypothesen bilden oder ein Messergebnis bewerten“ zusammengefasst.

Unter den Prozessziele versteht man jene physikalischen und technischen Fähigkeiten die sich die Schülerinnen und Schüler im Laufe der Schulzeit aneignen sollen. Klopfer zählt hierzu vor allem physikalische Methoden von denen man im späteren Schulverlauf profitieren kann. Zu nennen sind hier unter anderem die Auswahl geeigneter Messinstrumente und die Beschreibung physikalischer Ausdrucksweisen, Aufstellen von Hypothesen sowie das Erzeugen und Interpretieren von Daten. [Kircher 2009 S.98] Prozessziele charakterisieren einen schülerorientierten Unterricht, bei dem sie Fertigkeiten wie einen souveränen Umgang und Bedienung von Geräten aller Art erlernen, die für das Experimentieren von Nöten sind.

Ebenfalls zu den vier Zielklassen werden die sozialen Ziele gezählt. Sie kennzeichnen sich dadurch aus, dass sie wünschenswertes, sinnvolles und nützliches Verhalten in der Gesellschaft beinhalten. Speziell für das Zusammenleben in einer Gesellschaft, zu der beispielsweise die Familie, die Schule, die Jugendgruppe oder der Verein zählen, wird das Einüben sozialen Wohlverhaltens immer bedeutsamer. Zu ihnen werden Kompetenzen wie die Rücksichtnahme auf Schwächere, Toleranz und Kooperationsbereitschaft, Hilfsbereitschaft bei Notleidenden und Höflichkeit gegenüber den Mitmenschen gezählt.

Für die Umsetzung im Unterricht bietet sich hier sehr gut der Gruppenunterricht an, da dieser die oben beschriebenen Kompetenzen fordert und fördert. [Kircher 2009 S.99]

Zum Abschluss lassen sich noch die Ziele über die Einstellungen und Werte ausmachen. Innerhalb dieser Zielklasse ist es von großer Bedeutung, Verantwortung gegenüber der belebten und unbelebten Natur zu übernehmen sowie einen souveränen Umgang mit Technik zu üben, da dieser für eine nachhaltige zukunftsorientierte Wirtschaft erforderlich ist. [Kircher 2009 S.100]

Da sie sich auf Einstellungen und Werthaltungen beziehen, deren Eintreten nur erhofft, aber nicht erzwungen werden kann, bezeichnet man sie auch als affektive Lernziele. [Rinschede 2007 S. 152] Hierzu zählen die erstrebenswerten Einstellungen wie Interesse, Freude und Spaß an der Physik sowie das Empfinden von Physik als Erlebnis. [Kircher 2009 S.101]

### **2.3 Schülerexperimente**

Experimente, in Form von Schülerversuchen, nehmen im Physikunterricht einen hohen Stellenwert ein. Zum einen zeigt sich dies in den jeweiligen Lehrplänen und zum anderen in der großen Anzahl an publizierten Aufsätzen, die dieses Thema behandeln. Um konkrete Forderungen an den mädchengerechten Unterricht zu stellen, werden hier zunächst grundlegende Begrifflichkeiten, Ziele und Probleme von Schülerexperimenten näher beschrieben.

#### **2.3.1 Bedeutung und Unterscheidung von Experimenten**

In Anlehnung an Bleichroth et. al. (1991) lassen sich Experimente im engeren und weiteren Sinne unterscheiden. Unter Experimente „Im engeren Sinne bezeichnet man spezielle apparative Anordnungen, die physikalische Vorgänge unter reproduzierbaren und variierbaren Bedingungen beobachtbar machen und die entwickelt werden, um Hypothesen oder Prognosen im Zusammenhang physikalischer Theorie zu prüfen.“ [Jonas-Ahrend 2003 S. 18] Im Schulunterricht werden zwei verschiedene Arten an Experimenten durchgeführt, zum einen sind das die Lehrerexperimente und zum anderen die Schülerexperimente. [Duit 1981] Dabei definiert man als Schülerexperiment all jene Experimente, bei denen die Schüler aktiv mitarbeiten. [Engeln 2004 S. 23]

Unter didaktischen Gesichtspunkt dienen Experimente der Veranschaulichung von Phänomenen sowie dem Aufbau von physikalischen Vorstellungen. Somit übernehmen sie

eine Mitteilungsfunktion und lassen sich unter mediendidaktischen Aspekten betrachten. [Kircher 2009 S. 245]

Aufgrund dieser Eigenschaften ist ihre Bedeutung in der Didaktik und in den Lehrplänen unumstritten. Bereits im Jahre 1905 wurde in den „Meraner Vorschlägen“ der Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte die Bedeutung der Schülerexperimente erkannt und berücksichtigt, sodass sie zu einem von drei Grundsätzen im Physikunterricht formuliert wurden. Auch heute noch heben die Lehrpläne die Bedeutung der Schülerexperimente hervor, wodurch die Lehrerinnen und Lehrer dazu angehalten werden, diese in ihrem Unterricht zu verwirklichen. [Engeln 2004 S. 28] Neben dem reinen Erkenntnisgewinn werden beispielsweise im Lehrplan der Sekundarstufe 1 des Nordrhein Westfälischem Gymnasiums die Ziele von Experimenten in der Motivation, Problemfindung- und abgrenzung und der Festigung und Erweiterung des Gelernten gesehen. [Jonas-Ahrend 2003 S. 18] Nach Kerr (1963) liegen die Absichten, mit denen Schülerexperimente im Unterricht eingesetzt werden, unter anderem in der Einführung in die naturwissenschaftliche Denkweise, der Entwicklung von experimentellen Fähigkeiten, dem Wecken von Interesse und dem Näherbringen von Phänomenen. [Engeln 2004 S. 30]

Insbesondere der hohe Grad an Selbstständigkeit bei der Durchführung und die eigenen Erfahrungen, die mit dem Experimentieren gemacht werden, lassen dem Experiment im Physikunterricht diese bedeutende Rolle zukommen. [Kircher 2002 S. 162] Bleichroth et.al (1991) bemerkt dazu, dass „Die verantwortliche Selbsttätigkeit bei Schülerversuchen weckt und fördert das Interesse und ruft eine starke Motivation hervor. Gerade dadurch erhält der Schülerversuch seine besondere, erzieherische und das Lernen fördernde Bedeutung im Physikunterricht.“ [Engeln 2004 S. 29] Versuche man das Schülerexperiment durch Abbildungen, Erklärungen und Beschreibungen zu ersetzen, so stößt man schnell an seine Grenzen. Denn durch das selbstständige Experimentieren werden die Sachkompetenzen erweitert. [Knoll 1978 S. 184] Schon 1979 wurde in der „Methodik des Physikunterrichts“ von Töpfer und Bruhn die Bedeutung des Experiments im Physikunterricht hervorgehoben. „Da die Physik als Naturwissenschaft gelehrt werden soll, nimmt das Experiment eine zentrale Stellung im Unterricht ein. Es erweist sich als wichtiges Teilstück der induktiven Methoden. Es muss daher im Unterricht eine zentrale Rolle spielen.“ [Jonas-Ahrend 2003 S. 23]

### **2.3.2 Vorteile und Probleme von Schülerexperimenten**

Dem Experiment wird in der heutigen Zeit nicht mehr allein durch seine Theorie eine herausragende Stellung im Physikunterricht zugeordnet. Vielmehr „sind es didaktische

Argumente, die dem Experiment eine Sonderstellung unter den Medien zukommen lassen... .“ Daher bezeichnet Duit sie sogar als „wichtigstes Medium im Physikunterricht“. Als Ziele der Experimente nennt er zum einen die Gewinnung von formaler Bildung, zum anderen die Entwicklung des kausalen und formalen Denkens und zuletzt die Einsicht in die Naturwissenschaften. [Duit 1981] Auch Hudson äußerte sich 1993 im Hinblick auf die Vorteilen der Experimente, die seiner Meinung nach darin liegen, dass die Schülerinnen und Schüler einen persönlichen Erfahrungsschatz aufbauen können und Kompetenzen im Gebrauch der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise entwickeln. Schülerexperimente müssen den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit bieten, sie selbstständig durchzuführen [Engeln 2004 S. 44] und dabei ihre eigenen Vorstellungen über die Physik zu prüfen. [Kircher 2009 S. 248] Kircher sieht die Vorteile von Schülerversuchen neben dem reinen Erkenntnisgewinn in „dem Erwerb experimenteller Fertigkeiten und fachspezifischer Arbeitsweisen“, „dem Erkennen und Verstehen physikalischer Gesetzmäßigkeiten und Zusammenhänge“ und in dem „Verbinden von Theorie und Praxis“. Ferner sind sie förderlich für die „Entwicklung des Sozialverhaltens innerhalb der Partner- oder Gruppenarbeit“, in der die Schülerinnen und Schüler Kompetenzen wie Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit erlernen sowie für eine „angemessene Einstellung und Werthaltung“ zu der Freude an der Physik, präzises und zielstrebiges Arbeiten und Ausdauer zählen. Schließlich machen die Schüler wichtige Erfahrungen im Überwinden von Schwierigkeiten und der erfolgreichen Datenerfassung.

Gegenüber den Demonstrationsversuchen haben Schülerexperimente den klaren Vorteil dass sie dem „Drang nach Eigentätigkeit entgegen wirken und einen Wechsel der Unterrichtsform ermöglichen“. [Kircher 2009 S. 259] Des Weiteren haben Schülerversuche das Potential, das Interesse der Schülerinnen und Schüler für die Naturwissenschaften zu wecken, sofern sie herausfordernd sind. [Engeln 2004 S. 45] Stellt man hier einen persönlichen Bezug zwischen dem Lerninhalt und den Mädchen her, so lässt sich ebenfalls mit einer Interessensteigerung der Mädchen rechnen. [Knoll 1978 S. 196] Nicht minder von Bedeutung ist, dass gelungene Experimente unterstützend bei dem Aufbau eines positiven Selbstkonzeptes wirken. [Engeln 2004 S. 45] Grundsätzlich haben die Schülerinnen und Schüler bei dem Demonstrationsversuch kaum unmittelbaren Kontakt mit dem Objekt, sodass sie sich meist weniger intensiv mit dem Thema beschäftigen. [Duit 1981] Knoll vertritt dabei die Ansicht, dass „... das, was man selbst tut, auch besser im Gedächtnis haftet, als das, was man hört oder sieht.“ Somit sollen die Schülerinnen und Schüler dem Lehrer nicht nur passiv zusehen, sondern selbstständig experimentieren und selbstständig probieren dürfen. Vor allem ist der

## Kapitel 2 – Didaktische Grundlagen

Erwerb von geistigen und manuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten als ein wesentliches Ziel des Physikunterrichts nicht voll gewährleistet, wenn Schülerinnen und Schüler nur dem Lehrerversuch zusehen dürfen. [Knoll 1978 S. 194/195] Vielmehr sind Schülerversuche dazu geeignet, Phänomene aufzuzeigen und einen Einblick in die naturwissenschaftliche Arbeitsweise zu vermitteln. Hierfür bieten sich Experimente mit realen Objekten an, da anhand dieser den Schülerinnen und Schülern die entsprechenden Phänomene am besten vertraut gemacht werden. [Engeln 2004 S. 45]

Konkret werden diese Vorteile bei der eingesetzten Gruppenarbeit. Die schwächeren Schüler der Gruppe können sich an den stärkeren orientieren und nachahmen, sodass sie dieselben Kenntnisse und Fertigkeiten erwerben. Durch ihr selbstständiges experimentieren bleibt das Interesse am Unterricht erhalten und die Lernziele werden optimal erreicht. [Knoll 1978 S. 205]

Obwohl der Einsatz von Schülerversuchen eine ganze Reihe Vorteile mit sich bringt, müssen bei der Durchführung einige wichtige Grundsätze befolgt werden. Geschieht dies nicht, können sie ihr Ziel verfehlen.

Zu Beginn der Durchführung muss man sich Knoll zufolge als Lehrkraft genau überlegen an welcher Stelle im Unterricht die Schülerexperimente zum Einsatz kommen. Nur wenn sie methodisch richtig eingesetzt werden, können sie einen positiven Stellenwert im Physikunterricht einnehmen. Zunächst einmal müssen sie an die unterschiedlichen Schülererfahrungen anknüpfen, sodass alle Schülerinnen und Schüler im Stande sind, die Experimente eigenständig in kleinen Gruppen durchzuführen. [Knoll 1978 S. 197]

Einige empirische Studien belegen, dass die Schülerinnen und Schüler beim Durchführen häufig nicht über den Sinn und Zweck des Versuches nachdenken [Engeln 2004 S. 41] und ihnen das Ziel oftmals nicht bekannt ist. [Engeln 2004 S. 42] Von daher ist es bei der Auswahl der Versuche umso wichtiger, dass der Versuch für die Schülergruppen ein klares und überzeugendes Bild von den Gesetzmäßigkeiten bietet. [Knoll 1978 S. 198]

Vielfach fehlt es den Schülerversuchen an Offenheit, wodurch den Schülerinnen und Schülern ein induktives Wissensmodell vermittelt wird. Obendrein werden sie in ihrem Glauben bestärkt, dass es eine Methode innerhalb der Naturwissenschaften gibt, mit der das Erreichen der richtigen Antworten garantiert wird. [Engeln 2004 S. 40] Infolge der teils großen Gruppengröße beim Experimentieren kann es Knoll zufolge dazu kommen, dass einige Schülerinnen oder Schüler sich zurücklehnen und nicht aktiv an der Durchführung beteiligt sind. Dadurch wird das Kontrollieren von qualitativen Experimenten erschwert. Gerhard

Kleining (1986): „Das qualitative Experiment ist der nach wissenschaftlichen Regeln vorgenommene Eingriff in einen (sozialen) Gegenstand zur Erforschung seiner Struktur. ...“ [Mayring 2002] wohingegen bei quantitativen Experimenten der Schwerpunkt auf Eigenschaften wie Genauigkeit, ernsthaftes Arbeiten und sinnvolle Ergebnisse liegt. [Knoll 1978 S. 198] Auch im Hinblick auf den Einsatz im Unterricht lassen sich einige Defizite ausmachen. So werden Schülerexperimente häufig nicht in den Unterricht eingebettet und bei der Durchführung wird zu selten Rücksicht auf die Alltagskonzepte und kognitiven Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler genommen. Konkret wird dies dann bemerkbar, wenn die Schülerinnen und Schüler den physikalischen Zusammenhang zu anderen Experimenten und bereits Gelerntem nicht erkennen, sondern die Ergebnisse als Einzelergebnisse auffassen. Vor allem wenn ihnen noch der theoretische Hintergrund fehlt ist ein sinnvolles Experimentieren und Deuten der Ergebnisse nicht möglich. Mögliche Probleme die sich daraus ergeben sind, dass sie ihre gewonnenen Ergebnisse falsch deuten, da sie diese an ihre Alltagsvorstellungen anpassen, dass sie bei der Durchführung andere Absichten verfolgen als vom Lehrer geplant war [Engeln 2004 S. 42] oder dass sie das Schülerexperiment als angenehmen Zeitvertreib ansehen. Häufig haben sie dann noch nicht erkannt, dass das Experiment kein Spiel innerhalb der Physik ist, sondern ein nützlicher Weg, Probleme zu lösen. [Knoll 1978 S. 198]

Es darf ferner nicht außer Acht gelassen werden, dass die Betreuung mehrerer Schülergruppen Probleme mit sich bringt, sodass es bedingt durch die Organisationsform zu Disziplinschwierigkeiten kommen kann. [Kircher 2009 S. 261]

### 2.4 Der Gruppenunterricht und als soziale Kooperationsform

Im Folgenden soll der Gruppenunterricht näher beschrieben werden. Dazu wird zuerst eine allgemeine Definition von Gruppenunterricht gegeben, daran anschließend werden die charakteristischen Merkmale erörtert, der Vorteil der Gruppenarbeit im Unterricht angesprochen und abschließend anhand einer kleiner Auswahl an positiven Auswirkungen des Gruppenunterrichts die Notwendigkeit einer solchen Unterrichtsform verdeutlicht.

Bereits im 19. Jahrhundert verwendete man den Begriff des Gruppenunterrichts für die soziale Unterrichtsform, bei der die Schülerinnen und Schüler eigenständig arbeiten. Es handelt sich hierbei um eine alte Unterrichtsform, die schon bei den damaligen ein- und zweiklassigen Landschulen praktiziert wurde. Dabei geht dieser Begriff auf Johann Friedrich Herbart zurück.

## Kapitel 2 – Didaktische Grundlagen

Kennzeichnend für diese Art der Unterrichtsform sind zum einen das gefühlsbetonte Handeln, die von allen Gruppenmitgliedern anerkannten Werte und Normen, die klar definierte Rollenverteilung sowie die Sensibilität für die Selbst- und Fremdwahrnehmung. Darüber hinaus wirkt die Gruppe erzieherisch auf die einzelnen Mitglieder, [Kircher 2009 S. 191] die Fähigkeit und Bereitschaft Konflikte zu lösen wird entwickelt, das Selbstbewusstsein der einzelnen Mitglieder wird gestärkt und sie lernen Rücksicht auf die anderen zu nehmen. Außerdem darf nicht außer Acht gelassen werden, dass der Gruppenunterricht die Kommunikations-, Kooperations-, Interaktions- und Handlungskompetenzen der Schülerinnen und Schüler fördert.

Meyer zufolge führt der Gruppenunterricht durch seine Ausweitung der Selbstständigkeit bei den Schülerinnen und Schülern zu mehr Selbstständigkeit im Denken, Fühlen und Handeln. Obendrein werden die Fähigkeit und die Bereitschaft zum solidarischen Handeln unterstützt und gestärkt sowie die Kreativität der einzelnen Schülergruppen angeregt. Dies lässt sich auf den phantasievollen Wechsel der Darstellungsformen und Handlungsweisen zurückführen. [Kircher 2009 S. 192]

Weitere Vorteile des Gruppenunterrichts lassen sich bei der freien Wahl der Gruppenbildung festmachen. Erfahrungsgemäß bilden die Schülerinnen und Schüler vorzugsweise geschlechtshomogene Gruppen, in denen vor allem die Schülerinnen häufiger zu Wort kommen als im Klassenverband. Innerhalb der Gruppen arbeiten die einzelnen Schülergruppen gleichwertig und gleichzeitig neben- und miteinander, egal ob es sich um eine Mädchen- oder Jungengruppe handelt. [Kreienbaum 1999 S. 42] Zudem erhalten die Mädchen in geschlechtshomogenen Gruppen häufiger die Gelegenheit, sich selbstständig mit Aufgabenbereichen auseinander zu setzen, die im konventionellen Unterricht eher von den Jungen übernommen werden. Beispiele hierzu sind zum Beispiel Arbeiten, die technische Vorerfahrungen voraussetzen. [Kreienbaum 1999 S. 43]

Daher ist der Gruppenunterricht im heutigen Physikunterricht nicht mehr wegzudenken. Verantwortlich hierfür sind unter anderem, dass die Schülerinnen und Schüler ein Zusammengehörigkeitsgefühl in der Gruppe entwickeln, angeregt werden sich aktiv am Unterricht zu beteiligen und eine größere Selbstständigkeit erhalten. Es lässt sich feststellen, dass durch den Einsatz von Schülerversuchen die Möglichkeit besteht, die Lebenswelt und den Alltag besser zu verstehen sowie fachliche und soziale Kompetenzen zu erwerben. [Kircher 2009 S. 196]

Somit lässt sich sagen, dass der Gruppenunterricht bei den Schülerinnen und Schülern eine Steigerung des Selbstbewusstseins hervorruft, jeder einzelne sich weniger unmittelbar für sein

Handeln verantwortlich fühlt und man in der Gruppe etwas erledigt, was man sich selbst nie zugetraut hätte. [Forgas Kapitel 15]

### 2.5 Medien im Unterricht

Betrachtet man die verschiedenen Medien die im Unterricht eingesetzt werden, so lässt sich ein breites Spektrum an unterschiedlichen Medienformen ausmachen. Die Bedeutung der Medien im Unterricht ist unumstritten, jedoch dienen sie nicht nur als Informationsquelle. Ebenso eignen sie sich als Motivierung, Veranschaulichung, Erarbeitung, Darstellung, Reproduktion, Wiederholung, Übung, Kontrolle, Feedback, Individualisierung und als Differenzierung. [Kircher 2009 S. 227]

#### **2.5.1 Die Wandtafel**

Die Vorteile der Wandtafel gegenüber vielen anderen Medien liegt darin, dass sie jederzeit in jedem Klassenzimmer verfügbar und leicht zu handhaben ist. Zum Beispiel können die Schülerinnen und Schüler die Entstehung des Tafelbildes nachvollziehen und der Ablauf der Unterrichtsstunde kann protokolliert werden. Weiterhin kann die Erarbeitung des Lernziels dokumentiert werden und die Tafel als Notizzettel verwendet werden und alle relevanten Schüleraussagen bereitstellen. Dennoch sollten bei der Verwendung der Tafel einige Aspekte berücksichtigt werden. Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass das Tafelbild übersichtlich gegliedert [Kircher 2009 S. 229] ist und die wichtigsten Aussagen durch Kästchenumrandung, anderer Farbe oder räumlichen Abstand gekennzeichnet werden. Abgesehen davon sollten die wichtigen Zusammenhänge und wechselseitigen Beziehungen durch Pfeile, Farbgebung oder Umrandung verbunden und dadurch besser erkennbar gemacht werden.

Letztendlich ist ein situationsbedingtes Anpassen an den Unterrichtsverlauf jederzeit möglich.

#### **2.5.2 Das Arbeitsblatt**

Das Arbeitsblatt lässt sich im Unterricht in den verschiedensten Phasen des Unterrichts einsetzen. Zunächst einmal kann im Unterricht das informierende Arbeitsblatt eingesetzt werden, welches Textmaterial und Bildmaterial ergänzend zum Schulbuch bereithält.

Neben dem informierenden Arbeitsblatt lässt sich noch das vertiefende Arbeitsblatt unterscheiden. Dieses fordert die Schülerinnen und Schüler dazu auf, Text- und Bild Darstellungen zu bearbeiten, es zu vervollständigen oder zu ergänzen. Generell ist der Einsatz dieses Arbeitsblattes während oder kurz nach der Erarbeitungsphase vorzusehen.

Letztendlich gibt es noch eine dritte Art des Arbeitsblattes, nämlich das kontrollierende Arbeitsblatt, welches das Prinzip der Rückkopplung realisiert, indem es Kontrollfragen zu dem zuvor Gelerntem stellt. [Kircher 2009 S. 230]

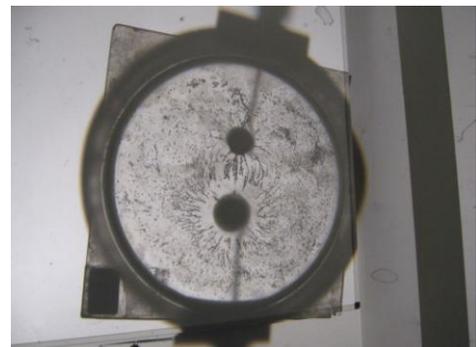
### 2.5.3 Das Schulbuch

Der Einsatz von Schulbüchern im Unterricht lässt sich vielseitig gestalten und erfüllt verschiedene Zwecke. Zuerst einmal sollen einige Zielsetzungen, die mit dem Einsatz des Schulbuches verknüpft sind, erläutert werden. Zum einen stellt es Material in Form von Bildern, Graphiken, Tabellen und Texten bereit, sodass ein selbstständiges Lernen angeregt und gefördert wird. Zum anderen stellt es Übungsaufgaben und Texte zum Wiederholen und Vertiefen des Gelernten bereit. [Kircher 2009 S. 233]

Somit kann es nach Merzyn (1994) zum Einsatz kommen, wenn ein neues Themengebiet im Unterricht eingeführt wird. Hierzu bieten sich die Abbildungen als motivierenden Einstieg an und abgebildete Diagramme oder Tabellen können mit der ganzen Schulklasse diskutiert werden. Weiterhin bieten sie häufig Anleitungen für das selbstständige Experimentieren in Schülergruppen an oder stellen gut formulierte oder historische Texte bereit.

### 2.5.4 Der Arbeitsprojektor

Der Arbeitsprojektor bietet sich im Unterricht besonders gut für visuelle Darstellungen an. Er zeichnet sich durch die einfache Herstellung und Bearbeitung von Arbeitsfolien aus sowie durch seine großflächige und lichtstarke Präsentation. Seine Vorteile gegenüber einigen anderen Medienformen liegt darin, dass ein schrittweises Entwickeln des Zusammenhangs während der Unterrichtsphase ermöglicht wird, sodass er sich hervorragend für die Wiederholungsphase im Unterricht anbietet. Hinzu kommt, dass kleinere Gegenstände, die auf der Glasscheibe liegen, durch den Schattenwurf vergrößert werden, sodass sie für alle Schülerinnen und Schüler sichtbar werden. [Kircher 2009 S. 235] Konkrete Beispiele sind lassen sich hierfür bei der Darstellung von Wasserwellen, Versuchen aus der Elektrizitätslehre und in der Darstellung von Feldlinienbildern finden.



**Abb.2:**Feldliniendarstellung

[Kircher 2009 S. 237] Entscheidet man sich im Unterricht für den Einsatz eines Arbeitsprojektors, sind bei der Gestaltung der Folien folgende Richtlinien zu beachten. Zum einen muss die Folie klar und übersichtlich strukturiert werden sowie kurze und treffende

Überschriften enthalten. Nach Alley (1996) sollte jede Folie ferner ein Bild enthalten, da diese besser im Gedächtnis haften bleiben, sowie ausformulierte Sätze beinhalten, da diese dazu führen, dass klare Aussagen formuliert werden müssen, die dann auch wiederum besser im Gedächtnis verankert bleiben. [Kircher 2009 S. 238]

### 2.5.5 Das Applet

Das Applet stellt eine Simulation der Realität dar. Generell arbeiten Simulationen auf der Basis von formal-logischen Modellen der betrachteten Fachthemen. Neben der realitätsnahen Darstellung des Sachverhaltes liegt ein weiterer Vorteil darin, dass Elemente, Relationen und Zusammenhänge im Programm variiert werden können, sodass die Bedeutung der verschiedenen Einflussfaktoren ersichtlich wird. [Kircher 2009 S. 424] Jedoch darf nicht außer Acht gelassen werden, dass Simulationen nur Teilaspekte der Realität wieder geben können und daher nur ein reduziertes Bild der Wirklichkeit zeigen. Vor allem deswegen bieten sie unter didaktischen Aspekten einen großen Vorteil, da dadurch die unwichtigen Faktoren ausgeblendet werden können und sich auf das Wesentliche beschränkt. [Kircher 2009 S. 425]

### 2.6 Spiele im Physikunterricht

Die ersten Publikationen über Spiele im Physikunterricht stammen von Dussler, der in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts zahlreiche Spiele im Hinblick auf ihren möglichen Einsatz im Physikunterricht untersuchte. [Kircher 2009, S.156] Bei Spielen handelt es sich um soziale Ereignisse, die jedoch meist selten ihren Einsatz im Unterricht finden. Sie erfordern soziale Kommunikation und Interaktion sowie Grundqualifikationen zu sozialem Handeln. Dazu zählen beispielsweise Einfühlungsvermögen, Flexibilität, Integrationsfähigkeit, Rücksichtnahme und Toleranz gegenüber den Mitspielern. [Kircher 2009, S.157] Aufgrund dieser Eigenschaften kann das Sozialverhalten der Jugendlichen z.B. durch Rollenspiele beeinflusst werden. [Kircher 2009, S.155]

Der besondere Vorteil der Spiele gegenüber herkömmlichen Methoden im Unterricht liegt darin, dass das Ungenaue, wenig Trennscharfe oder das naturwissenschaftliche Alltagswissen zum Vorschein kommen kann. Zudem kann das irrealere, träumerische oder auch phantastische zugelassen werden. In Anlehnung an Einsiedlers (1991) lassen sich vier Gruppen von Spielen klassifizieren. Dabei unterscheidet er die Gruppen der psychomotorischen Spiele, der Phantasie- und Rollenspiele, Bauspiele und der Regelspiele.

## Kapitel 2 – Didaktische Grundlagen

Für diese Arbeit sind nur die psychomotorischen Spiele von Bedeutung, sodass nur diese Gruppe näher beschrieben wird. Charakteristisch für diese Art der Spiele ist, dass die Schülerinnen und Schüler einen physikalischen Sachverhalt oder Analogien in Form von Spielen darstellen, wodurch abstrakte Begriffe oder Modellvorstellungen eine Anschaulichkeit erhalten. Im Allgemeinen geht den gespielten Analogien der physikalische Sachverhalt voraus. [Kircher 2009, S.157]

### **3 Das Unterrichtskonzept eines mädchengerechten Unterrichts**

In Anlehnung an die vorangegangenen Überlegungen soll nun in diesem Kapitel ein Unterrichtskonzept entwickelt werden, welches einem mädchengerechten Unterricht gerecht wird. Ausgehend von den Zielen werden didaktische Vorgehensweisen sowie eine Umsetzung der Themen im Unterricht vorgestellt, die für einen mädchengerechten Unterricht unbedingt zu beachten sind. Abschließend sollen noch einmal kurz die Schwierigkeiten und Probleme dieses Unterrichtskonzeptes beleuchtet werden.

#### **3.1 Begründung für die Wahl der 8. und 10. Jahrgangsstufe**

Das Unterrichtskonzept eines mädchengerechten Physikunterrichts wurde für die beiden Jahrgangsstufen 8 und 10 konzipiert. Die Wahl auf diese beiden Jahrgangsstufen ist wie folgt zu erklären:

Mit der Jahrgangsstufe 8 sollte untersucht werden, welchen Einfluss ein Physikunterricht, der speziell auf die Interessen und Bedürfnisse der Mädchen abgestimmt ist, auf das Interesse und die Motivation der Schülerinnen hat. Ursprünglich war die 7. Jahrgangsstufe vorgesehen, da diese jedoch gerade von drei Referendaren unterrichtet wurde und somit Ausbildungsunterricht stattfand, wurde dann die 8. Jahrgangsstufe gewählt. Generell handelt es sich bei der 8. Jahrgangsstufe noch halbwegs um einen Anfangsunterricht, da in den Jahren zuvor, vor allem in der 5. und 6. Jahrgangsstufe der Schwerpunkt des Physikunterrichts auf Beschreibungen von Phänomenen und Beobachtungen sowie dem selbstständigen Experimentieren lag. Beiden Jahrgangsstufen gemeinsam ist, dass noch keine physikalischen Formeln zum Einsatz kommen und alles nur phänomenologisch beschrieben wird. Bei der Wahl der beiden Jahrgangsstufen wurde ferner darauf geachtet, dass es sich dabei um Jahrgangsstufen handelt, bei der eine am Anfang der Pubertät steht und die andere sich schon mittendrin befindet. Dadurch sollte untersucht werden, ob der Einfluss eines mädchengerechten Unterrichts in beiden Jahrgangsstufen gleiche Wirkungen zeigt, oder ob diese zu Beginn der Pubertät noch am größten ist. Dadurch soll aufgezeigt werden, bis zu welcher Jahrgangsstufe ein mädchengerechter Physikunterricht das Interesse und die Motivation der Mädchen noch wecken kann.

Die Wahl auf die 10. Jahrgangsstufe lässt sich dadurch begründen, dass es sich hier um die letzte Pflichtjahrgangsstufe handelt, die Physik belegen muss. Zu Beginn der 11.

Jahrgangsstufe erhalten die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit dieses Fach abzuwählen. Daher soll untersucht werden, ob ein Physikunterricht, der sich an die Interessen der Mädchen orientiert, dazu beitragen kann, dass der Anteil der Mädchen, die Physik nach der 10. Jahrgangsstufe abwählen reduziert werden kann. Ein weiterer Schwerpunkt bei der Untersuchung liegt darin festzustellen, wie sich ein mädchengerechter Unterricht nach Jahren des Physikunterrichts auswirkt.

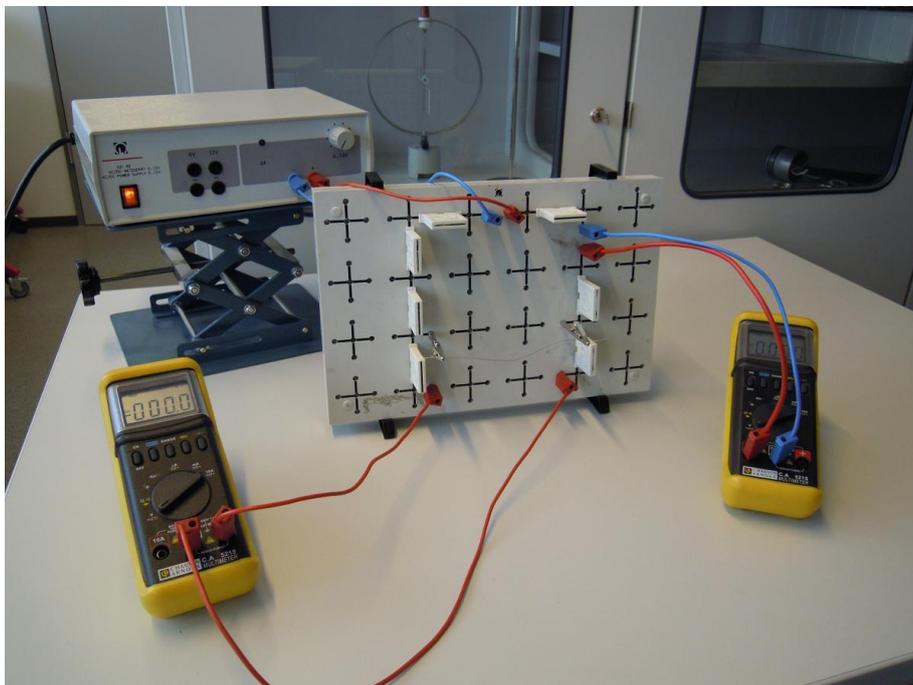
Erzielt ein mädchengerechter Unterricht nur in der Anfangsphase des Physikunterrichts seine volle Wirkung oder kann diese auch noch nach Jahren erzielt werden?

## I.3.2 Das Unterrichtskonzept zur Elektrizitätslehre in der 8. Jahrgangsstufe

### I.3.2.1 Vorstellen der durchgeführten Experimente

#### Das Ohmsche Gesetz

Zu Beginn des Experimentierens stecken die einzelnen Schülergruppen die nebenstehende Schaltung bestehend aus zwei Multimeßgeräten, einem Netzteil, Klemmen, Brückenkabel, Verbindungskabel, Steckbrett und einem Konstantendraht der Stärke 0,2mm zusammen. Dabei ist darauf zu achten, dass das Voltmeter parallel zum Stromkreis und das Amperemeter in Reihe geschaltet werden.



**Abb.3:** Versuchsaufbau zur Bestimmung des Widerstandes eines Konstantendrahtes

Die Schülergruppen beginnen ihre Messung bei eingestellten 0 Volt und lesen die entsprechende Stromstärke am Amperemeter ab. Anschließend erhöhen sie die Spannung in 1 Voltschritten bis zu einer maximalen Spannung von 5 Volt. Bei jeder dieser Messungen wird wie bekannt vorgegangen. Ein Schüler stellt den entsprechende Voltbereich ein, ein weiterer liest die Stromstärke ab und die anderen Beiden notieren die Stromstärke bei eingestellter Voltzahl.

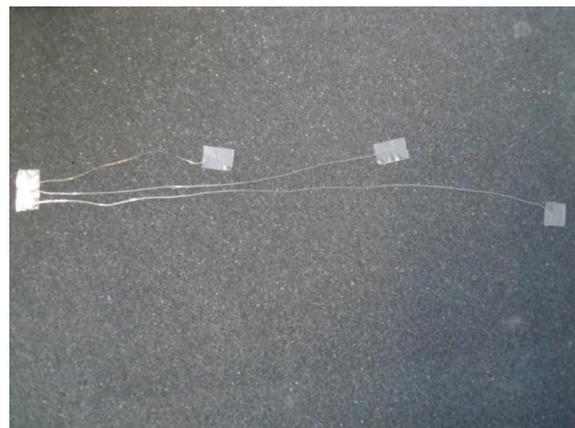
Nachdem die Messtabelle vollständig ausgefüllt ist, fertigt jede Schülerin und jeder Schüler ein U-I-Diagramm an und trägt die gemessenen Daten hinein. Durch das einzeichnen einer Ausgleichsgeraden erkennen die Schülerinnen und Schüler den proportionalen Zusammenhang zwischen der Stromstärke  $I$  und der Spannung  $U$ . Dies ist das charakteristische Merkmal des Ohmschen Widerstandes.

### Der spezifische Widerstand

Zur Ermittlung des spezifischen Widerstandes eines Drahtes werden verschiedene Versuchsteile durchgeführt:

#### *1. Variation der Drahtlänge*

Im ersten Versuchsteil wird die Länge des Drahtes variiert. Dazu erhalten die einzelnen Schülergruppen einen drei Konstantendrahte mit einem Durchmesser von 0,2mm. Die jeweiligen Drahtlängen betragen 10 cm, 20 cm und 30 cm. Als erstes spannen die Schülerinnen und Schüler den Konstantendraht der Länge 10 cm in ihren Stromkreis ein und lesen die Stromstärke bei eingestellter Spannung von 2 Volt ab. Abschließend entfernen sie den Draht und setzen den Zweiten mit der Länge 20 cm ein. Dabei

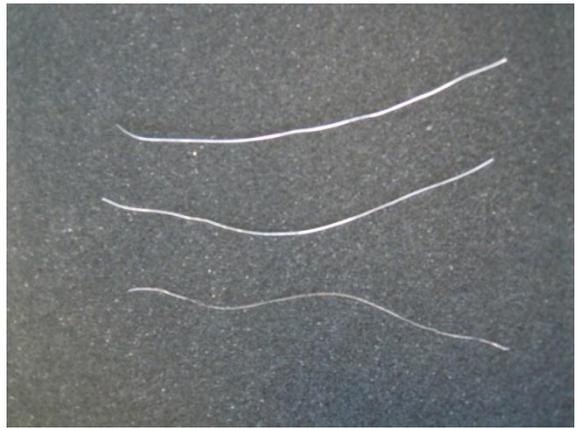


**Abb.4:** Variation der Drahtlänge

gehen sie bei der Messung gleichermaßen vor wie bei dem Draht zuvor. Zuletzt wird der Draht mit der Länge 30 cm in die Schaltung eingesetzt und die Stromstärke bei ebenfalls 2 Volt gemessen. Auch hier werden die gemessenen Daten wieder in eine Messtabelle eingetragen.

### *2. Variation des Drahtquerschnittes*

Im zweiten Versuchsteil wird der Drahtquerschnitt verändert, wozu die Schülergruppen drei verschiedene Konstantandrähte der Länge 10 cm erhalten. Je nach Draht beträgt der Durchmesser 0,2 mm, 0,35 mm und 0,5 mm. Nacheinander setzen die Schülergruppen die einzelnen Drähte in ihre Schaltung ein und bestimmen die Stromstärke bei eingestellter Spannung von 2 Volt. Ihre Messung beginnen sie dabei mit dem Draht mit dem



**Abb.5:** Variation des Drahtquerschnittes

Geringsten Durchmesser und enden bei dem Draht mit dem größten Durchmesser. Die gewonnenen Ergebnisse tragen sie wiederum in eine Messtabelle ein.

### *3. Variation des Drahtmaterials*

Im letzten Versuchsteil zur Bestimmung des spezifischen Widerstandes erhalten die Schülergruppen drei Drähte der Länge 10 cm aus verschiedenen Materialien. Der erste Draht ist dabei ein Eisendraht, der zweite ein Konstantandraht und der dritte ein Kupferdraht. Sie beginnen ihre Messung mit eingesetztem Eisendraht und lesen wieder die Stromstärke bei eingestellter Spannung von 2 Volt ab. Mit den beiden anderen Drähten verfahren sie gleichermaßen wie mit dem ersten. Parallel zur Messung tragen sie ihre Messergebnisse in die nebenstehende Messtabelle ein.

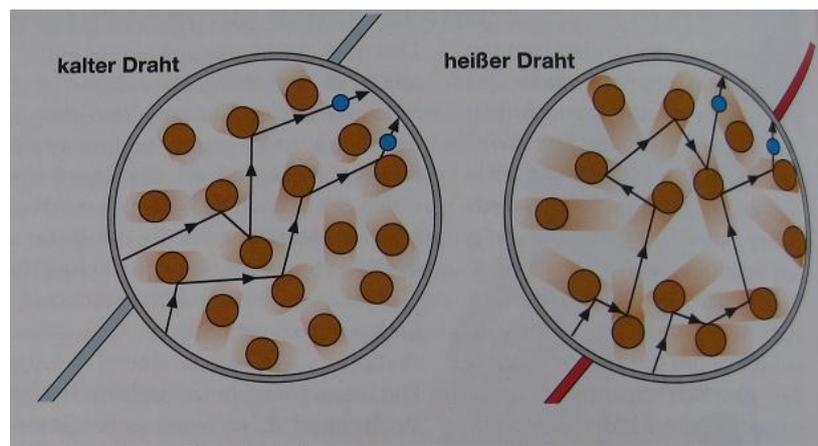
## **Spiel – Verdeutlichung der Elektronenbewegung im erhitzten Draht**

Um den Schülerinnen und Schülern den physikalischen Zusammenhang der Elektronenbewegung in einem Draht bei Zimmertemperatur und einem erhitzten Draht zu verdeutlichen wurde folgendes Spiel durchgeführt..

In einem ersten Durchlauf wurde die Elektronenbewegung in einem Draht bei Zimmertemperatur dargestellt. Nachdem freiwillige Spieler ausgewählt wurden, die entweder die Rolle der Elektronen oder Atome einnahmen, konnte das Spiel beginnen. Die Schülerinnen und Schüler der erste Gruppe, die die Atome darstellen, bewegen sich in kleinen Schwingungen um ihren festen Platz im Physikraum. Die Schülerinnen und Schüler der Gruppe die die Elektronen darstellen, bewegen sich nun durch die schwingenden Atome hindurch. Ohne große Abbremsung gelangen die Elektronen an den Atomen vorbei und erreichen die gegenüber liegende Seite. Es kommen viele Elektronen pro Zeiteinheit an der gegenüber liegenden Seite an, was eine hohe Stromstärke und Elektronenbewegung im Draht

einen kleinen Widerstand verdeutlicht.

Beim zweiten Durchlauf wurde die Elektronenbewegung in dem erhitzten Draht nachgespielt. Durch die Erwärmung schwingen die einzelnen Atome stärker um ihren Platz und behindern so das Durchkommen der Elektronen. Die Schülerinnen und Schüler der Elektronengruppe stoßen nun häufig mit ihren Klassenkameraden der Atomgruppe zusammen und werden durch sie abgebremst. Sie erfahren anschaulich, dass die Elektronen in diesem Fall abgebremst werden und eine längere Zeit brauchen um die gegenüber liegende Seite zu erreichen. Es kommen weniger Elektronen pro Zeiteinheit an der gegenüber liegenden Seite an, was dazu führt, dass die Stromstärke sinkt und der Widerstand ansteigt.



**Abb. 6:** Elektronenbewegung im Draht

### I.3.2.2 Sachanalyse

Um einen Einblick in die physikalischen Größen zu bekommen, die für die spätere Anwendung innerhalb der Elektrizität bedeutsam sind, werden im Folgenden die wichtigsten Grundgrößen knapp beschrieben. Die für das durchgeführte Unterrichtskonzept relevanten Grundgrößen elektrischer und spezifischer Widerstand werden an dieser Stelle etwas ausführlicher beschrieben. Eine ausführlichere Beschreibung des physikalischen Zusammenhangs des elektrischen Widerstandes und des spezifischen Widerstandes sind in vielen Fachbüchern nachzulesen. Dazu erfolgt eine Auflistung der Bücher im Literaturverzeichnis.

### Die Ladung Q

Materie hat die Eigenschaft, dass sie aus einer Vielzahl an Ladungen besteht. [Daniel 1997, S. 3] Dabei unterscheidet man zwei Arten von Ladungen, zum einen die positiven und zum anderen die negativen Ladungen. [Eichler, Kronfeldt u. Sahn 2006, S. 18] Eine wichtige

Eigenschaft dabei ist, dass gleichnamige Ladungen sich abstoßen und ungleichnamige Ladungen sich anziehen. Zwischen den Ladungen wirkt dabei die Coulombkraft, die sich wie die Gravitationskraft verhält. Charakteristisch ist weiterhin für sie, dass sie nicht beliebig klein werden können. Sie treten immer in ganzzahligen Vielfachen der Elementarladung  $e$  auf. [Daniel 1997, S. 3 u. 4]

**Die Einheit der Ladung ist:**

$$1 \text{ Coulomb} = 1\text{C} = 1 \text{ Ampere} \cdot \text{Sekunde} = 1 \text{ As}$$

[Das Neue Physikalische Grundpraktikum, S. 18]

### **Die elektrische Spannung U**

Die elektrische Spannung  $U$  ist ein Maß für die Arbeit, die aufgebracht werden muss, um eine Ladung  $Q$  in einem elektrischen Feld von einem Punkt zu einem anderen zu bringen. [Daniel 1997, S. 14 u. 15] Dabei entsteht immer eine Potentialdifferenz zwischen den beiden Punkten der dadurch zustande kommt, dass an dem Minuspol ein Überschuss an Elektronen herrscht. Diesen Überschuss nennt man elektrische Spannung  $U$ . [<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/grd/0201101.htm>]

**Die Einheit der elektrischen Spannung ist:**

$$1 \text{ Volt} = 1 \text{ V}$$

[Das Neue Physikalische Grundpraktikum, S. 18]

### **Die Stromstärke I**

Die Stromstärke  $I$  ist definiert als die Menge der elektrischen Ladung  $Q$ , die in der Zeit  $t$  durch einen Querschnitt des Leiters fließt. Dadurch fließt ein Strom mit der Stromstärke  $I$  [Eichler, Kronfeldt u. Sahn 2006, S. 18]

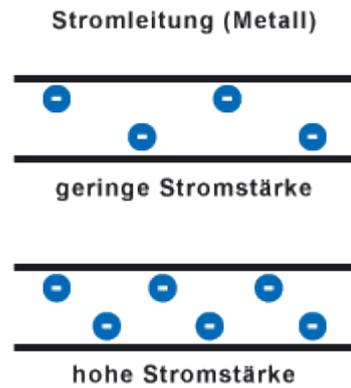
**Formel der Stromstärke**

$$I = \frac{\text{Ladungsmenge}}{\text{Zeit}} = \frac{Q}{t}$$

**Einheit der Stromstärke**

1 Ampere = 1 A

[Eichler, Kronfeldt u. Sahn 2006, S. 18]



**Abb.7:** Stromfluss im Metall

**Der elektrische Widerstand**

Das Ohmsche Gesetz geht auf den Physiker Georg Simon Ohm zurück, welcher im Jahr 1821 einen wichtigen Zusammenhang zwischen der Stromstärke, Spannung und dem Widerstand eines Leiters erkannte. Ihm zu Ehren wurde dieser Zusammenhang als Ohmsches Gesetz benannt. [ [http://www.leifiphysik.de/web\\_ph10/geschichte/04ohm/ohm.htm](http://www.leifiphysik.de/web_ph10/geschichte/04ohm/ohm.htm)]

Aus Sicht der Feldtheorie besteht eine große Ähnlichkeit zwischen dem Ohmschen Widerstand und einem Kondensator. Ähnlich wie beim Kondensator liegen hier zwei Elektroden vor, die nun jedoch nicht isoliert voneinander sind, sondern zwischen denen ein leitfähiges Material eingebracht ist. Lässt man durch die erste Elektrode einen Strom I fließen, so tritt dieser auf Grund des ersten Kirchhoffschen Gesetzes auf der anderen Seite wieder aus.

**1. Kirchhoffsches Gesetz**

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

Dies bewirkt im leitfähigen Material ein stationäres Strömungsfeld, welches wiederum einen Spannungsabfall U zwischen den beiden Elektroden hervorruft. [ Brandt u. Dahmen 2005, S. 112]

Bei vielen Leitern, wie beispielsweise Metalldrähten oder Elektrolytlösungen, lässt sich eine Proportionalität zwischen der angelegten Spannung U und der Stromstärke I erkennen. Liegt eine solche Proportionalität vor, so wird der elektrische Widerstand als Ohmscher Widerstand bezeichnet. Insgesamt erfüllt eine große Anzahl an Leitern das Ohmschen Gesetz, bei dem der Widerstand konstant ist und weder von der jeweiligen Temperatur noch von der angelegten Spannung oder Stromstärke abhängt. [Eichler, Kronfeldt u. Sahn 2006, S. 19] Jedoch lassen

sich Ausnahmen bei vielen Halbleitern und Gasentladungsstrecken finden, bei denen das Ohmsche Gesetz nicht erfüllt ist. [Meschede 2010 S. 342]

**Das Ohmsche Gesetz**

$$R = \text{const.}$$

Das Ohmsche Gesetz besagt, dass die Stromstärke  $I$  in einem Leiter und die Spannung  $U$  zwischen den Enden des Leiters direkt proportional sind

Zur Berechnung des Ohmschen Widerstandes wird folgende Formel verwendet:

**Der Ohmsche Widerstand**

$$R = \frac{U}{I}$$

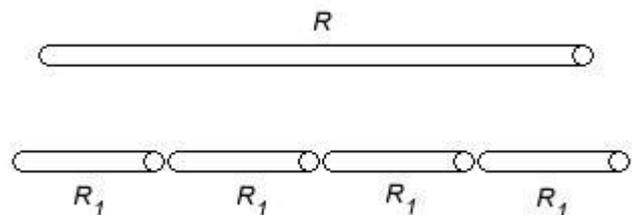
[Meschede 2010 S. 342]

**Der spezifische Widerstand**

Der Widerstand eines Materials hängt nicht allein von der angelegten Spannung  $U$  und der Stromstärke  $I$  ab, sondern zudem von der Querschnittsfläche, der Länge, dem Material und der Temperatur. Jedes Material nimmt dabei einen festen Wert für den spezifischen Widerstand ein, der sich aus der Atomdichte und der Anzahl der freien Elektronen zusammensetzt. Folglich handelt es sich bei dem spezifischen Widerstand um eine Materialkonstante. Der spezifische Widerstand eines bestimmten Materials wird immer auf Basis von einem Material der Länge 1 Meter,  $1\text{mm}^2$  Querschnittsfläche und einer gegebenen Temperatur von  $20^\circ\text{C}$  angegeben. [<http://www.elektronik-kompodium.de/sites/grd/1003191.htm>]

**Abhängigkeit des spezifischen Widerstandes von der Länge**

Die Veränderung der Drahtlänge kann man sich anschaulich vorstellen, indem die Länge des Drahtes durch Addition von weiteren Drahtstücken erhöht wird. Verantwortlich hierfür ist das Prinzip der Reihenschaltung von Widerständen. Die einzelnen Drahtstücke werden dabei wie eine Kette von Einzelwiderständen betrachtet, die durch Addition den



**Abb.8:** Veränderung der Drahtlänge

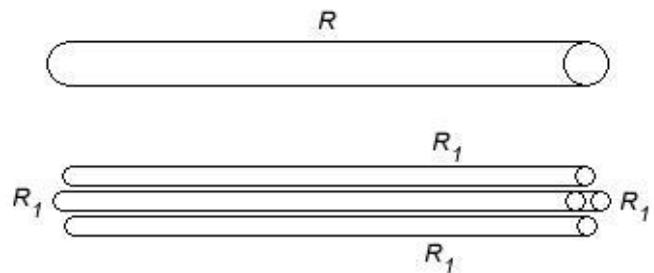
Gesamtwiderstand ergeben. Folglich gilt  $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 4 \cdot R_1$ . Dies führt dazu, dass eine Vervielfachung der Drahtlänge auch eine Vervielfachung des Widerstandes hervorruft.

Dadurch ergibt sich ein proportionalen Zusammenhang zwischen der Drahtlänge und dem Widerstand

**Proportionaler Zusammenhang:  $R \sim l$**

### Abhängigkeit des spezifischen Widerstandes von der Querschnittsfläche

Ähnlich verhält es sich bei der Veränderung der Querschnittsfläche. Hierzu wird die Querschnittsfläche eines Drahtes aus mehreren Stücken gleicher Fläche zusammengesetzt. Hierfür wird die Parallelschaltung von Widerständen angewendet, bei der sich der Kehrwert des Gesamtwiderstandes aus der Summe der Kehrwerte der einzelnen Widerstände zusammensetzt.



**Abb.9:** Veränderung der Querschnittsfläche

Folglich gilt  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = 4 \cdot \frac{1}{R_1}$ . Dies hat zur Folge, dass eine Vervielfachung der Querschnittsfläche eines Drahtes zu einer Abnahme des Widerstandes um ein Vierfaches führt.

Dadurch ergibt sich ein indirekt proportionaler Zusammenhang zwischen der Querschnittsfläche und dem Widerstand

**Indirekt proportionaler Zusammenhang:  $R \sim \frac{1}{A}$**

[<http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ph/14/ep/einfuehrung/elstromkreis/widerstand.vlu/Page/vsc/de/ph/14/ep/einfuehrung/elstromkreis/spezwiderstand1.vscml.html>]

### Abhängigkeit des spezifischen Widerstandes von der Temperatur

Mit zunehmender Temperatur T eines Metalls kommt es ebenfalls zu einer Zunahme seines Widerstandes. Anschaulich kann man sich dies vorstellen, indem man sich ein atomares Bild

des elektrischen Stromes vor Auge führt. Zunächst entsteht durch das Anlegen einer elektrischen Spannung  $U$  eine Bewegung der Elektronen im Material, die einen elektrischen Strom  $I$  hervorrufen. Dabei führen die einzelnen Atome Schwingungen um ihre Position im Metall aus, die die freie Bewegung der Elektronen einschränken. Infolge dessen kommt es zur Entstehung des elektrischen Widerstandes. Bei zunehmender Temperatur  $T$  schwingen die Atome stärker um ihre Position, was dazu führt, dass sie häufiger mit den Elektronen zusammen stoßen und der Widerstand zunimmt.

[[Eichler, Kronfeldt u. Sahn 2006, S. 203]

### **I.3.2.3 Lernvoraussetzungen**

#### **I.3.2.3.1 Anthropologisch-psychologische Voraussetzungen**

Das Gymnasium Nordhorn in Nordhorn ist ein sprachlich und naturwissenschaftlich-technologisches Gymnasium. In allen vier Klassen wird bereits nach dem neuen Lehrplan des achtstufigen Gymnasiums in Niedersachsen unterrichtet.

Die Klasse 8F bestand aus 12 Mädchen und 18 Jungen und war somit mit ihren 30 Schülern eine eher große Klasse. Sie zeichnete sich durch große Leistungsunterschiede im Unterricht aus. Die Lernbereitschaft der Mädchen unterscheidet sich dahingehend von der der Jungen, dass diese bei Versuchen und praktischen Übungen in der Unterrichtsstunde aktiv dabei sind, jedoch bei theoretischen Themen weniger bemüht sind. Die Jungen beteiligen sich dagegen zum größten Teil aktiv am Unterrichtsgeschehen. Unterschiede erkennt man auch in den Unterrichtsmitschriften, die von den Mädchen langsam, jedoch sehr sauber und ordentlich angefertigt werden, von den Jungen dagegen schnell und unordentlich.

In der Klasse gab es einen Wiederholer, für den der Physikunterricht kein Anfangsunterricht mehr ist und daher viele Versuchsausgänge bekannt sind. Dies zeigte sich darin, dass er manchmal bei der Besprechung der Versuchsdurchführung schon der Ergebnis vorwegnahm.

Die Klasse 8B bestand 29 Schülern und setzte sich aus 12 Mädchen und 17 Jungen zusammen. Zu der Mitarbeit lässt sich sagen, dass die Klasse vor allem durch ihre träge und nur schlecht zu motivierende Lernhaltung auffiel. Den meisten Schülern fehlt es an Eigeninitiative und selbst nach Aufforderung tragen sie nur wenig produktives zum Unterricht bei. Nur wenige Schüler beteiligen sich aktiv am Unterrichtsgeschehen, die anderen nur schlecht zu motivieren waren. Zudem mussten sie häufig gezielt angesprochen werden und

zur Ruhe aufgefordert werden. Zwei Schüler stellten ihre Unterhaltung trotz Ermahnen nicht ein und mussten anschließend auseinander gesetzt werden.

### I.3.2.3.2 Sozio-kulturelle-Voraussetzungen

In den Klassen 8B und 8F gab es jeweils einen Schüler bzw. eine Schülerin mit Migrationshintergrund. Mit fast allen Schülern war stets ein freundlicher Umgang möglich, sodass ein produktives und diskussionsfreudiges Lernklima zustande kam. In keiner der Klassen kam es zu singulären Disziplinproblemen und die Schüler verhielten sich freundlich gegenüber der Lehrkraft.

### I.3.2.3.3 Räumliche Voraussetzungen

Der Physikraum in dem die beiden 8. Klassen unterrichtet wurden befindet sich an der Außenstelle des Gymnasiums Nordhorn im 2. Stockwerk. Hierbei handelte es sich um einen Neubau, der erst vor 3 Jahren fertig gestellt wurde. Von daher war er technisch auf dem neusten Stand, was sich an der guten Ausstattung von Laptops, Beamer, Physiksammlung und Verdunkelungsanlage zeigte.

Das Lehrerpult steht am Kopf des Raumes neben der Tür zur Physiksammlung. Von hieraus sieht man auf die Schülertischreihen, die durch einen Mittelgang voneinander getrennt sind. Beidseits des Gangs stehen 4 Reihen mit jeweils 2 Tischen mit Platz für jeweils 4 Schüler. Vom Mittelgang und von der Fensterseite erreicht man alle Schülertische, sodass man als Lehrkraft bei Fragen oder Schülerversuchen die einzelnen Schüler immer erreichen kann. Aufgrund des quadratischen Schnitts des Physikraumes ist bei Demonstrationsversuchen eine gute Sicht auf den Versuch aus allen Schülerreihen möglich. Dies erleichtert die Durchführung von Lehrerversuchen, da nicht darauf geachtet werden muss, wo man den Versuch vorne am Pult aufbaut.

### I.3.2.3.4 Vorkenntnisse

Seit Beginn des 8. Schuljahres beschäftigen sich die beiden 8. Klassen mit der Unterrichtseinheit „Stromstärke, Spannung, Leistung, Widerstand“. Von daher sind ihnen die Begriffe Spannung und Stromstärke bekannt und sie sind im Umgang mit kleineren Versuchen vertraut.

### **I.3.2.4 Allgemeines über das Unterrichtskonzept**

Bei der Umsetzung im Unterricht wurde besonders Wert auf eine schülernahe, anwendungsorientierte und interessante Darstellung des Themas gelegt. Das Hauptziel hierbei lag darin, den Schülerinnen und Schülern einen Eindruck davon zu vermitteln, welchen Stellenwert die Elektrizitätslehre in ihrem Alltagsleben einnimmt. Darüber hinaus sollte das Interesse der Schülerinnen und Schülern an der Physik durch Schülerexperimente geweckt werden. Zudem ergab die Auswertung der Fragebögen, dass vor allem die Mädchen großes Interesse an der Durchführung von Schülerexperimenten haben, sodass im Hinblick auf das Thema der Arbeit das Interesse der Schülerinnen im Vordergrund steht.

Der Ablauf der Unterrichtseinheit erfolgte nach dem Niedersächsischen G8-Lehrplan, und behandelt zuerst die Grundlagen zum elektrischen Widerstand woran sich die Vertiefung mit dem spezifischen Widerstand anknüpft:

- 1. Das Ohmsche Gesetz*
- 2. Der spezifische Widerstand*
- 3. Der spezifische Widerstand*

In der ersten Stunde wurde das neue Themengebiet innerhalb der Elektrizitätslehre vorgestellt, indem zuerst ein kleines Gedankenexperiment durchgeführt wurde. Dabei wurde den Schülerinnen und Schülern schnell ersichtlich, wo im Alltag Widerstände eine Rolle spielen. Hierbei war ein großes Ziel, den Schülerinnen und Schülern einen Versuch vorzustellen, mit dem der Widerstand eines bestimmten Materialien berechnet werden kann. Nachdem die Stunde beendet ist, kennen die Schülerinnen und Schüler das Ohmsche Gesetz und können bei vorgegebener Spannung und Stromstärke verschiedene Widerstände berechnen.

Anschließend an die erste Physikstunde wurde dann in der nächsten Stunde näher auf den elektrischen Widerstand als Größe eingegangen. Hierbei wurde thematisiert, wie man den Widerstand eines Drahtes verändern kann, nämlich indem man seine Länge, seinen Querschnitt oder sein Material verändert. Um die aktive Mitarbeit der Schülerinnen und Schüler zu fördern und ihr Interesse an dem Thema aufrecht zu erhalten, wurden die drei Versuche – Veränderung der Drahtlänge, des Drahtquerschnittes und des Materials – als Schülerversuche durchgeführt.

Es folgte die letzte Stunde zu dem Thema Widerstände, die mit einem Lehrerdemonstrationsversuch begann, der den Schülerinnen und Schülern veranschaulicht, wie sich der Widerstand eines Drahtes bei zunehmender Temperatur verhält. Mit Hilfe von Übungsaufgaben wurde in der restlichen Unterrichtszeit der Stoff der letzten drei Wochen vertieft und gefestigt.

### **I.3.2.5 Darstellung der einzelnen Stunden**

#### **I.3.2.5.1 Stunde 1 – Das Ohmsche Gesetz**

##### **a) Ziele der Stunde**

###### Grobziel:

Das Grobziel der Stunde ist die Berechnung des ohmschen Widerstandes eines Konstantandrahtes

###### Feinziele:

Für die Unterrichtsstunde sind fünf Feinziele vorgesehen:

- einen Versuch kennen, mit dem man den Widerstand von verschiedenen Materialien ermitteln kann
- den Ohmschen Widerstand des Konstantandrahtes berechnen
- die gemessenen Daten in ein Diagramm zeichnen und Zusammenhänge erkennen
- die Bedeutung des Widerstandes kennen
- Unterschiede zwischen der Kennlinie des Konstantandrahtes und der Glühlampe erkennen und erklären

##### **b) Verlaufsplanung**

###### **Wiederholung und motivierender Einstieg: „Wozu brauchen wir im Alltag Widerstände“**

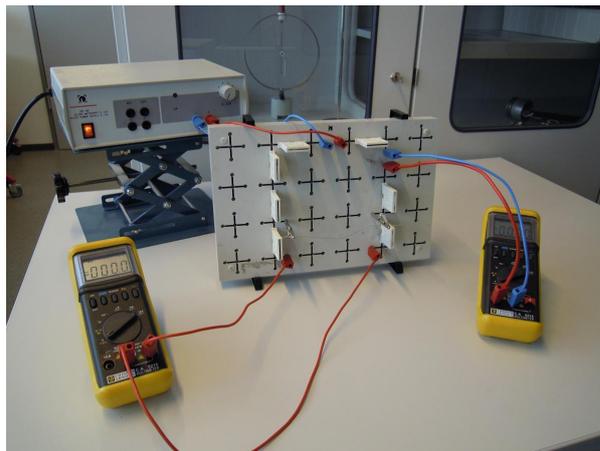
Zusammen mit den Schülerinnen und Schülern wird die Schaltung der Messgeräte in einem Stromkreis wiederholt. Parallel dazu wird zur besseren Verdeutlichung ein Stromkreis aufgebaut, der die einzelnen Messgeräte beinhaltet.

Nicht nur zur Motivation, sondern auch um ihnen ein Gefühl zu vermitteln wo Widerstände bei uns im Alltag eine Rolle spielen, werden einige Beispiele gegeben.

Dazu wird in der Klasse gemeinsam überlegt, was mit einer Batterie passieren würde, wenn der Stromkreis mit einem Draht geschlossen werden würde. Der elektrische Strom fließt so stark durch den Draht, sodass die Batterie sehr schnell leer werden würde. Würde ein Radio so funktionieren würde, wäre das ein teures Vergnügen. Hieran erkennen sie, dass ein elektrischer Widerstand einen Stromfluss begrenzt.

### Versuchsdurchführung 1: „Ohmscher Widerstand“

Im zweiten Abschnitt der Stunde werden Schülerversuche zum Thema „Das Ohmsche Gesetz“ durchgeführt. Vorab erklärt die Lehrerin den Schülerinnen und Schülern den Versuchsaufbau und baut parallel dazu die Schaltung auf dem Lehrerpult auf. Hierzu fertigt die Lehrerin eine Versuchsskizze sowie die spätere Messwerttabelle an der Tafel an, die von der Klasse in ihr Schulheft übernommen wird. Nachdem sie dies in ihr Heft übernommen



**Abb.10:** Versuchsaufbau der Messung

haben wird die Klasse für die Schülerversuche in 4er Gruppen eingeteilt. Anschließend kommen pro Gruppe immer zwei Schülerinnen oder Schüler nach vorne und nehmen vom Versuchswagen das benötigte Versuchsmaterial mit.

Während der gesamten Versuchsdurchführung bleibt die Musterschaltung auf dem Lehrerpult sichtbar stehen. So besteht für die Schülerinnen und Schüler bei aufkommenden Schwierigkeiten die Möglichkeit, sich die Schaltung noch einmal anzuschauen und identisch dazu aufzubauen.

Bei der Versuchsdurchführung wird folgendermaßen vorgegangen. Jede Gruppe baut ihren Konstantendraht in ihre Schaltung ein und liest bei eingestellter Spannung die passende Stromstärke ab. Die Messung wird bei einer eingestellten Spannung von 0 Volt gestartet und bis 7 Volt durchgeführt.

### Versuchsauswertung 1

Zu Beginn der Versuchsauswertung stellen die einzelnen Gruppen ihre Messwerte vor. Hier soll vor allem darauf geachtet werden, wie die Werte sich zueinander verhalten. Zur besseren Verdeutlichung erhalten die Schülerinnen und Schüler den Arbeitsauftrag ein U-I-Diagramm zu erstellen und anschließend drei Steigungsdreiecke einzuzeichnen und zu berechnen.

Zwischenzeitlich fertigt die Lehrerin ein solches Diagramm einschließlich Steigungsdreieck an der Tafel an. Anhand des Diagramms erkennen die Schüler anschaulich, dass sich für jedes Steigungsdreieck derselbe Wert ergibt. Die wichtigen Ergebnisse fasst die Lehrerin gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern an der Tafel zusammen und die Klasse übernimmt dies anschließend in ihr Heft.

Daran anknüpfend fragt die Lehrerin die Schülerinnen und Schüler, ob die Kennlinie für jeden Draht gleichermaßen verlaufen würde, worauf hin die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass sie anders verlaufen muss, da nun ja kein Konstantendraht verwendet wird.

### **Versuchsdurchführung 2: „Kennlinie einer Glühlampe“**

Direkt im Anschluss wird zur Vertiefung ein ebengleicher Versuch durchgeführt, bei dem wiederum die Stromstärke in Abhängigkeit der eingestellten Spannung abgelesen wird.

Im Unterrichtsgespräch werden vorab von Seiten der Schülerinnen und Schüler Vermutungen über die zu erwartende Beobachtung angestellt. Jede dieser Möglichkeiten, dass die Kennlinie flacher, steiler oder gekrümmt verläuft wird von der Lehrkraft an der Tafel als mögliche Beobachtungen festgehalten. Daraufhin wird jeder 4er Schülergruppe eine Glühlampe ausgehändigt die sie nun in ihren Stromkreis einbauen. Bei der nun folgenden Messung gehen die Schülerinnen und Schüler gleichermaßen vor wie bei der vorherigen Versuchsdurchführung.

### **Versuchsauswertung 2: „Kennlinie einer Glühlampe“**

Es folgt ein Lehrer-Schüler-Gespräch, bei dem die Frage im Vordergrund steht, ob der Widerstand bei diesem Versuchsteil ebenfalls konstant ist. Während der Messung erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass die Stromstärke in immer kleineren Abständen zunimmt, und daher der Widerstand nicht konstant sein kann. Zum Ende dieses Unterrichtsabschnittes erteilt die Lehrerin den Arbeitsauftrag die Werte des Stroms und der Spannung in ein U-I-Diagramm einzuzeichnen.

Auf diese Weise erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass die Kennlinie keinen linearen Verlauf aufweist, sondern eine Parabelform. Daher kann es sich bei diesem Versuchsteil nicht um das Ohmsche Gesetz handeln. Abschließend werden die gemachten Beobachtungen mit den zuvor aufgestellten Beobachtungen verglichen wobei die einzelnen Gruppen erkennen, dass sie den richtigen Ausgang des Versuches zuvor vorhergesagt haben.

### **Hausaufgabe**

Am Ende der Stunde verteilt die Lehrerin das Arbeitsblatt 1 und gibt die Aufgaben 4-6 als Hausaufgabe auf.

**c) Stundenmatrix**

<b>Artikulationsstufe</b>	<b>Erwartete Lehreraktivität</b>	<b>Erwartete Schüleraktivität</b>	<b>Sozialform und Medien</b>
<b>Einführung und Wiederholung</b>	<p>Die Lehrerin stellt das neue Themengebiet in der Elektrizitätslehre vor</p> <p>Die Lehrerin wiederholt mit den Schülern wie Spannungsmessgeräte und Strommessgeräte in den Stromkreis eingebaut werden müssen</p> <p>Parallel dazu wird von der Lehrkraft ein passender Stromkreis aufgebaut</p>	<p>Schüler beantworten die Fragen</p>	<p>Lehrer-Schüler-Gespräch</p> <p>Netzteil Voltmeter Amperemeter Klemmen Draht</p>
<b>Versuchsdurchführung 1</b> Ohmscher Widerstand	<p>Sie erklärt den Versuchsablauf und zeichnet die Versuchsskizze sowie die Messtabelle an die Tafel</p> <p>Danach teilt sie die Klasse in 4er Gruppen ein</p>	<p>Schüler übernehmen die Versuchsskizze und die Messtabelle in ihr Schulheft</p> <p>Pro Gruppe kommen zwei Schüler nach vorne und holen das benötigte Material</p> <p>Schüler messen die Stromstärke des Drahtes in Abhängigkeit der eingestellten Spannung</p>	<p>Erarbeitend</p> <p>Schülerversuche</p> <p>Netzteil Voltmeter Amperemeter Klemmen Konstantendraht (Ø 0,2mm)</p>
<b>Versuchsauswertung 1</b>	<p>Die Lehrerin fragt, ob den Schülern an den Werten etwas auffällt wenn sie die Werte vergleichen?</p> <p>Die Lehrerin fordert die Schüler auf, die Werte in ein U-I-Diagramm zu zeichnen</p>	<p>Wenn die Spannung U erhöht wird, dann erhöht sich auch die Stromstärke I</p> <p>Wenn die Spannung U verdoppelt wird, dann verdoppelt sich auch die Stromstärke I</p> <p>Es kommt für den Widerstand immer der gleiche Wert raus</p>	<p>Fragend – Erarbeitend</p> <p>Unterrichtsgespräch</p> <p>Tafel</p>

	<p>und drei verschiedene Steigungsdreiecke einzuzeichnen. Sie zeichnet das Diagramm mit einem Steigungsdreieck an die Tafel</p> <p>Die Lehrerin fasst die Ergebnisse an der Tafel zusammen</p> <p>Die Lehrerin fragt, ob die Kennlinie für jeden Draht so aussehen würde</p>	<p>Schüler übernehmen diesen Merksatz in ihr Schulheft</p> <p>Die Kennlinie sieht etwas anders aus, da wir jetzt keinen Konstantendraht haben</p>	<p>Darbietender Frontalunterricht</p> <p>Tafel</p>
<p><b>Versuchsdurchführung 2</b> Kennlinie einer Glühlampe</p>	<p>Die Lehrerin bringt nun die Glühlampe in den Stromkreis ein Sie lässt Vermutungen über die Beobachtung aufstellen</p> <p>Jede Schülergruppe bekommt von der Lehrkraft eine Glühlampe ausgeteilt und baut Sie in ihren Stromkreis ein</p> <p>Sie fragt, ob der Widerstand wieder konstant ist</p> <p>Die Lehrerin gibt den Arbeitsauftrag, die Werte des Stroms und der Spannung in ein Diagramm zu zeichnen</p>	<p>Die Kennlinie verläuft steiler oder flacher</p> <p>Oder sie ist vielleicht gekrümmt Schüler messen die Stromstärke in Abhängigkeit der Spannung</p> <p>Nein, denn die Stromstärke nimmt in immer kleineren Abständen zu Schüler erkennen, dass die Kennlinie keinen linearen Verlauf aufweist, sondern eine Parabelform</p>	<p>Erarbeitend Unterrichtsgespräch</p> <p>Netzteil Voltmeter Amperemeter Klemmen Glühlampe Schülerversuche</p> <p>Tafel</p> <p>Fragend – Erarbeitend</p> <p>Schüleraktivität</p>
<p><b>Hausaufgabe</b></p>	<p>Die Lehrerin teilt das Arbeitsblatt 1 auf und stellt die Hausaufgabe</p>	<p>Schüler notieren die Hausaufgabe in ihr Heft</p>	<p>Tafel</p>

### d) Unterrichtserfahrung und Fazit

#### Stundenbewertung der Klasse 8B

Die Physikstunde begann mit einer kurzen Wiederholung zur Schaltung von Spannungs- und Strommessgeräten. Dabei ging es um die Frage, wie diese beiden Messgeräte in einen Stromkreis eingebaut werden müssen, um die entsprechenden Messwerte bestimmen zu können. Auffallend war hier, dass sich die Wiederholung sehr schwierig gestaltete, da die

Schülerinnen und Schüler dieses Thema zuletzt in der 6. Klasse besprochen haben und daher das meiste vergessen hatten. Zwei Schüler beteiligten sich aktiv bei der Erarbeitung, jedoch waren beide der Ansicht, dass es keine Bedeutung spiele, wie die Messgeräte in den Stromkreis eingebaut werden. Daraufhin wurde von der Lehrkraft die Wiederholung als Lehrervortrag durchgeführt und zur besseren Verdeutlichung parallel dazu ein Stromkreis aufgebaut, der aus einem Netzteil, Strommessgerät, Spannungsmessgerät und einem Konstantendraht bestand.

Bei der anschließenden Versuchsdurchführung kam es weder bei den Mädchen noch bei den Jungen zu größeren Problemen. Anfangs gab es kleinere Fragen zum Aufbau, da in den vorherigen drei Schuljahren nur ein Schülerversuch im Physikunterricht durchgeführt wurde, diese klärten sich jedoch schnell durch kleine Hilfestellungen.

Nachdem die einzelnen Gruppen die Messung beendet hatten, wurden die Messpunkte in ein U-I-Diagramm gezeichnet und anschließend von einer Schülerin an der Tafel näher erklärt.

Zur großen Freude arbeiteten bei der Auswertung des Versuches vor allem die Mädchen aktiv mit und erkannten den proportionalen Zusammenhang zwischen der Spannung  $U$  und der Stromstärke  $I$ . Ferner erkannten sie, dass es sich hierbei um eine Ursprungsgerade handelt, bei der die Differenz zwischen der Spannung  $U$  und der Stromstärke  $I$  immer konstant ist. Im Anschluss an diese Erarbeitung folgte ein Tafelanschrieb, in dem die zuvor gewonnenen Ergebnisse festgehalten wurden.

Zur Sicherung des zuvor Erarbeiteten bekamen die Schülerinnen und Schüler den Arbeitsauftrag, ein Steigungsdreieck mit Hilfe der Ursprungsgeraden zu berechnen. Hierbei gab es große Schwierigkeiten, da dieses Thema im Mathematikunterricht gerade erst durchgenommen wurde. Vor allem der griechische Buchstabe  $\Delta$  bereitete ihnen große Probleme. Hier musste vor allem darauf eingegangen werden, dass es sich um eine Differenz „Endwert – Anfangswert“ handelt, was an einem Beispiel an der Gerade verdeutlicht wurde. Einer Schülerin war dennoch nicht ersichtlich, wie der Wert  $\Delta U$  aus dem Diagramm ermittelt werden kann, woraufhin die gesamte Klasse es zusammen noch mal erarbeitet hat. Abschließend berechnen die Schülerinnen und Schüler aus ihren gemessenen Werten in ihrer Messtabelle die fehlenden Werte für die einzelnen Widerstände  $R$ .

Zum Abschluss der Physikstunde bekamen die Schülerinnen und Schüler einen Arbeitszettel, auf dem sechs Aufgaben zum Ohmschen Widerstand standen. Gedacht war, dass die ersten drei Aufgaben in der Stunde und die restlichen drei Aufgaben als Hausaufgabe bearbeitet werden. Nachdem jedoch fünf Schülerinnen nach fünf Minuten die ersten drei Aufgaben gelöst hatten, durften alle, nachdem sie die ersten drei Aufgaben gelöst hatten, mit den

restlichen drei Aufgaben beginnen. Hausaufgabe war dann die Fertigstellung des Arbeitszettels.

Auffallend in dieser Klasse war, dass die Mädchen vor allem bei der Auswertung des Versuches aktiv mitgearbeitet haben und den Physikunterricht vorangetrieben haben. In dieser Phase haben sich die Jungen sehr zurückgehalten.

Weiterhin hatten die Schülerinnen großen Spaß und großes Interesse an den Schülerversuchen und haben bei Schwierigkeiten bei der Durchführung nach Hilfe gefragt, damit sie weiterarbeiten können und zu Ergebnissen kommen.

In der fünf-Minuten-Pause zwischen den beiden Unterrichtsstunden wollten die meisten Schüler und Schülerinnen durcharbeiten, damit sie ihr Diagramm noch fertig stellen konnten.

### **Stundenbewertung Klasse 8F**

Zunächst erfolgte eine einführende Wiederholung zur Schaltung von Spannungs- und Strommessgeräten in einem Stromkreis, wobei bei allen Schülerinnen und Schülern große Probleme auftraten. Verantwortlich hierfür war, dass letztmalig in der 6. Jahrgangsstufe mit Strom- und Spannungsmessgeräten experimentiert wurde und daher die wichtigen Zusammenhänge und Schaltungen in den Stromkreis vergessen wurden. Somit war die Schülerbeteiligung sehr rar was dazu führte, dass die Lehrkraft die Wiederholung als Lehrervortrag zu Ende geführt hat.

Bei der sich anschließenden Versuchsdurchführung kam es weder bei den Mädchen noch bei den Jungen zu größeren Schwierigkeiten. Die wenigen auftretenden technischen Probleme wurden dann zusammen mit der Lehrerin in der Schülergruppe besprochen, sodass anschließend keine Fragen offen waren und sowohl die Mädchen als auch die Jungen mit ihren Versuchsmessungen begonnen konnten. Insgesamt hat es allen Schülerinnen und Schülern großen Spaß bereitet selbstständig kleine Versuche durchzuführen, was sich an der aktiven Beteiligung bei der anschließenden Besprechung deutlich zeigte. Hierbei zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Mädchen und den Jungen.

Nachdem die einzelnen Gruppen die Messung beendet hatten, wurden die Messpunkte in ein U-I-Diagramm eingezeichnet und anschließend von einem Schüler erläutert. Die Schüler erkannten sofort den proportionalen Zusammenhang zwischen der Spannung  $U$  und der Stromstärke  $I$ , sodass dieser Zusammenhang schneller als erdacht bearbeitet wurde. Des Weiteren erkannte eine Schülerin recht schnell, dass es sich hierbei um eine Ursprungsgerade handelt, bei der die Differenz aus Spannung  $U$  und Stromstärke  $I$  immer konstant ist.

Zur Sicherung des zuvor erarbeiteten bekamen die Schülerinnen und Schüler den Arbeitsauftrag, ein Steigungsdreieck mit Hilfe der Ursprungsgeraden zu berechnen.

Hierzu stellte ein Freiwilliger in einem kleinen Schülervortrag seinen Klassenkameraden an der Tafel vor, wie man mit Hilfe des Steigungsdreieckes den Widerstand R berechnen kann. Angesichts des ausführlichen und verständlichen Schülervortrages kam es anschließend zu keinen weiteren Fragen von Seiten der Schüler.

In Partnerarbeit bearbeiteten die Schüler abschließend den Arbeitszettel 1 der sechs Aufgaben beinhaltet. Allen Aufgaben gemeinsam war, dass die Anwendung der zuvor erlernten Formel  $U = R \cdot I$  geübt werden sollte. Trotz der vorherigen genauen Erklärung und Erläuterung zur Herleitung der Formel kam es bei drei Schülerinnen und vier Schülern zu größeren Problemen, was dazu führte, dass sie die Aufgaben erst nach einer weiteren Wiederholung bearbeiten konnten. Dabei lagen die größten Schwierigkeiten in der Umstellung der Formel nach der gesuchten Größe. Viele Schüler neigten dazu, die Formelgrößen mit den Einheiten zu vertauschen, sodass ihre Formeln zur Berechnung der fehlenden Größe oft fehlerhaft waren. Daher erfolgt noch einmal eine detaillierte Wiederholung der Formelgrößen mit ihren dazugehörigen Einheiten.

Generell lässt sich sagen, dass es sich bei der Klasse 8F um eine sehr aktive Klasse handelt bei der die Mädchen sowie die Jungen gleichermaßen am Physikunterricht mitarbeiten. Ferner hatten alle Schülerinnen und Schüler großes Interesse und großen Spaß am selbstständigen Experimentieren, was sich an der aktiven Beteiligung bei der Besprechung der Schülerversuche zeigte. Fünf Schülerinnen arbeiteten die Fünfminuten-Pause durch, damit sie ihre Messtabelle noch vervollständigen konnten.

### I.3.2.5.2 Stunde 2 – Der spezifische Widerstand

#### a) Ziele der Stunde

##### Grobziel:

Das Grobziel der Stunde ist, dass die Schülerinnen und Schüler erkennen, von welchen Größen der Widerstand beeinflusst wird.

Feinziele:

Die Unterrichtsstunde beinhaltet vier Feinziele:

- die Schülerinnen und Schüler lernen einen Versuch kennen, mit dem sie den Widerstand von verschiedenen Materialien ermitteln können
- die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass der Widerstand eines Drahtes von dessen Länge, Querschnitt und Material abhängt
- sie können mit Hilfe von Schülerversuchen den spezifischen Widerstand verschiedener Materialien berechnen
- sie erkennen, dass Konstantendraht eine lineare Strom-Spannungs-Kennlinie und Eisen eine nicht lineare Strom-Spannungs-Kennlinie aufweist

## **b) Verlaufsplanung**

### **Motivation**

Zu Beginn der Stunde wird die Hausaufgabe der letzten Stunde besprochen wozu nacheinander drei Schülerinnen oder Schüler an die Tafel kommen und ihre Ergebnisse präsentieren. Anschließend erfolgt eine kleine Wiederholung der wichtigsten Erkenntnisse und Formeln der letzten Stunde. Dabei benennen die Schülerinnen und Schüler den proportionalen Zusammenhang bei dem Ohmschen Gesetz, sowie dass es sich um eine Ursprungsgerade handelt. Ferner wird die Formel  $R = \frac{U}{I}$  wiederholt.

Zur Motivation in das neue Thema wird ein Beispiel aus dem Alltag durchgenommen. Dazu bringt die Lehrerin verschiedene Kabel aus dem Haushalt mit bei denen man die einzelnen Adern gut erkennen kann. Zunächst einmal werden Schülermeinungen gesammelt, wozu man im Haushalt eigentlich so viele verschiedene Kabel benötigt. So kommt man im Lehrer-Schüler-Gespräch darauf, dass der Grund für die verschiedenen Kabel darin begründet ist, dass dünnere Kabel besser in kleinere Geräte passen als dicke Kabel und es davon abhängig ist wofür man sie verwendet. Für einen großen Widerstand braucht man dünnere Kabel, da die Elektronen hier stärker abgebremst werden.

Zusätzlich wird jetzt erarbeitet, von welchen Größen der Widerstand eines Drahtes abhängen kann, welche Größen man daher verändern muss um den Widerstand zu ändern. Daraufhin machen die Schülerinnen und Schüler die Vorschläge, dass man die Länge, den Durchmesser, das Material oder die Temperatur des Drahtes verändern kann um dadurch den Widerstand zu verändern.

### **Versuchsvorbereitung**

Im folgenden Verlauf der Stunde werden verschiedene Schülerversuche zur Variation des Widerstandes eines Drahtes durchgeführt. Zunächst einmal erteilt die Lehrerin den Schülerinnen und Schülern den Arbeitsauftrag, in der Gruppe die gleiche Schaltung wie in der letzten Woche aufzubauen. Anschließend werden pro Gruppe zwei verschiedene Drähte ausgeteilt, wobei sie zuerst den Draht mit dem Durchmesser von 0,01mm einspannen und anschließend den dickeren mit einem Durchmesser von 0,2mm. Bei angelegter Spannung von 6V erkennen die Schülergruppen deutlich, dass der dünnere Draht zuerst zu Glühen beginnt und anschließend durchbrennt, wohingegen der dickere Draht keine dieser Anzeichen zeigt. Auf die Frage nach der Ursache für diese unterschiedlichen Beobachtungen antworten die Schülerinnen und Schüler, dass der dünnere Draht bei viel kleineren Spannungen eine hohe Temperatur erreicht was dazu führt, dass er schneller durchbrennt als der dickere Draht.

### **Versuchsdurchführung 1: „Variation des Drahtquerschnittes“**

Beim ersten Teilversuch dieser Stunde wird die Stromstärke in Abhängigkeit der Spannung bei Variation des Drahtquerschnittes untersucht. Zuerst einmal werden jeder 4er-Gruppe drei verschiedene Drähte mit den Durchmessern von 0,20mm, 0,25mm und 0,35mm ausgeteilt, die sie nach und nach in ihre Schaltung einbauen. Anschließend lesen die Schülergruppen bei eingestellter Spannung von 1 Volt die Stromstärke ab und notieren sie in ihre Messwerttabelle und berechnen den dazugehörigen Widerstand.



**Abb.11:** Eine Schülergruppe beim Experimentieren

### **Versuchsauswertung 1**

Direkt im Anschluss fragt die Lehrerin nach den Beobachtungen und Erklärungen der Messergebnisse. Im Laufe des Unterrichtsgesprächs wird von den Schülerinnen und Schülern wiederholt, dass die Stromstärke bei Erhöhung des Drahtdurchmessers abnimmt – bei Verdoppelung des Drahtdurchmessers halbiert sich dann die Stromstärke.

Die Lehrerin führt nun an, dass auf der Drahtrolle immer der Durchmesser des Drahtes angegeben wurde und nicht der Querschnitt. Daher muss dieser erst mit Hilfe der Formel  $A = r^2 * \pi = \frac{d^2 * \pi}{4}$  berechnet werden. Nachdem die Schülergruppen den Querschnitt für jeden Draht berechnet haben wird im Lehrer-Schüler-Gespräch der Zusammenhang zwischen den beiden Größen Widerstand und Querschnitt besprochen. Auf Grund ihrer Vorkenntnisse wissen die Schülerinnen und Schüler, dass es sich hier um einen indirekt-proportionalen Zusammenhang handelt, bei dem gilt  $\frac{1}{A} \sim R$ .

Daran anknüpfend werden die Messergebnisse durch die Lehrkraft an der Tafel vervollständigt.

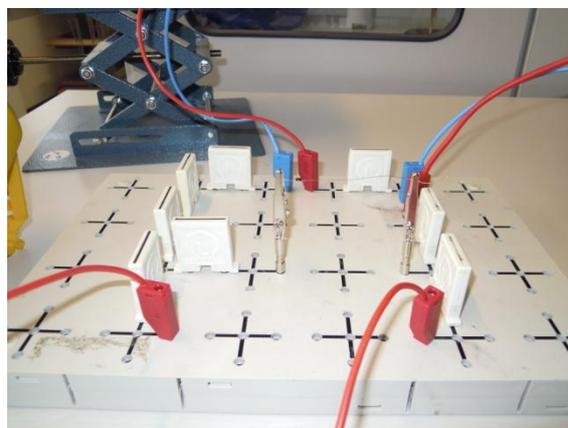
### Versuchsdurchführung 2: „Variation der Drahtlänge“

Im einem weiteren Versuchsteil wird die Drahtlänge variiert und anschließend die Stromstärke in Abhängigkeit der Spannung gemessen. Zuerst einmal werden jeder Schülergruppe drei unterschiedlich lange Konstantandrähte mit einem Durchmesser von 0,2mm ausgehändigt. Die Längen der einzelnen Drahtabschnitte betragen 10 Zentimeter, 20 Zentimeter und 30 Zentimeter.

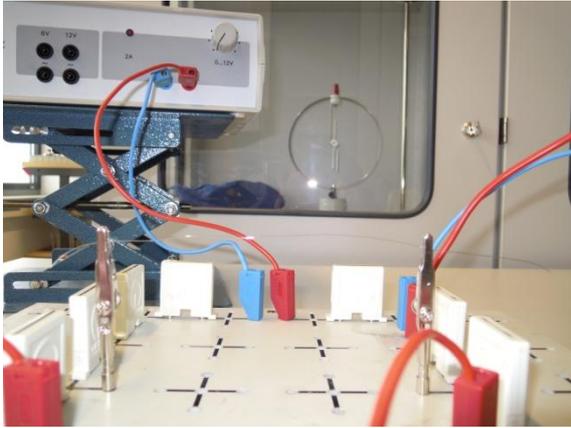
Beim Durchführen dieses Versuchsteils

gehen die einzelnen Schülergruppen

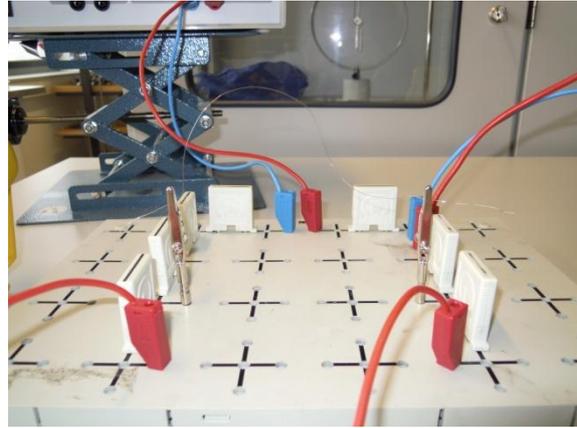
gleichermaßen vor wie bei dem Versuchsteil zuvor. Sie setzen jeden Draht nacheinander in die Schaltung ein und messen die Stromstärke in Abhängigkeit der angelegten Spannung. Um Aussagen über den physikalischen Zusammenhang machen zu können berechnen sie zuerst den elektrischen Widerstand und setzen ihn in Beziehung zu der entsprechenden Drahtlänge.



**Abb.12:** Versuchsaufbau mit eingesetztem Konstantendraht der Länge 10 cm



**Abb.13:** Versuchsaufbau mit eingesetztem Konstantendraht der Länge 20 cm



**Abb.14:** Versuchsaufbau mit eingesetztem Konstantendraht der Länge 30 cm

### Versuchsauswertung 2

Zunächst einmal erfolgt eine Besprechung der Versuchsbeobachtung bei der die Schülergruppen ihre Beobachtung erklären und ihre Messergebnisse vorstellen. Danach wird von den Schülerinnen und Schülern der physikalische Zusammenhang benannt, der hier vorliegt. Anhand der Werte für die Drahtlänge und den Widerstand erkennen sie, dass wenn sich die Drahtlänge verdoppelt sich auch der Widerstand verdoppelt was ein Anzeichen für einen proportionalen Zusammenhang ist.

Dies verdeutlicht die Lehrerin, indem sie zuerst die Messwerttabelle an der Tafel vervollständigt und anschließend den proportionalen Zusammenhang  $R \sim l$  daneben gut sichtbar schreibt.

Im Folgenden geht es um die Frage, wie aus diesen beiden proportionalen Zusammenhängen eine Gleichung gebildet werden kann. Man benötigt eine Konstante um die folgende Gleichung  $R = \frac{\rho \cdot l}{A}$  zu erhalten. Im Anschluss an die Versuchsauswertung erfolgt der letzte Versuchsteil, bei dem das Material des Drahtes verändert wird.

### Versuchsdurchführung 3: „Variation des Drahtmaterials“

Im letzten Versuchsteil erhalten die einzelnen Schülergruppen jeweils drei verschiedene Drähte aus unterschiedlichen Materialien. Alle drei Drähte haben eine Länge von 20 Zentimeter und einen Durchmesser von 0,2mm, jedoch bestehen sie aus Messing, Chrom-Nickel und Konstantan.

Es folgt die gleiche Messmethode wie bei den beiden vorherigen Versuchsteilen und anschließend werden die Messwerte in die Messwerttabelle übernommen. Auf diese Weise

erkennen die Schülerinnen und Schüler bei dem Messingdraht, dass sie bei der eingestellten Spannung von 1 Volt sehr kleine Stromstärken erhalten. Nach Beendigung der Messung erhalten die Schülerinnen und Schüler den Arbeitsauftrag die Widerstände für die drei verschiedenen Drähte zu berechnen und anschließend mit der zuvor ermittelten Gleichung den spezifischen Widerstand zu berechnen. Dabei stellen sie fest, dass sich für jedes Material ein andere spezifischer Widerstand ergibt. Die Lehrerin verdeutlicht den Schülerinnen und Schülern, dass der spezifische Widerstand angibt, wie groß der Widerstand eines ein Meter langen Drahtes mit einem Querschnitt von  $1\text{mm}^2$  des jeweiligen Materials ist. Die Einheit ist dabei  $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ .

### c) Stundenmatrix

Artikulationsstufe	Erwartete Lehreraktivität	Erwartete Schüleraktivität	Sozialform und Medien
<b>Hausaufgabenbesprechung und Motivation</b>	Die Lehrerin bespricht mit den Schülern die Hausaufgaben	Schüler kommen an die Tafel und stellen ihre Hausaufgaben vor	
	Sie wiederholt mit Ihnen die wichtigsten Erkenntnisse der letzten Stunde	Schüler antworten auf die Frage	
	Die Lehrerin zeigt die Kabel, bei denen man die einzelnen Adern gut erkennt	Man braucht verschiedene Kabel, da dünne Kabel besser in kleine Geräte passen als dicke Kabel	Fragend – Erarbeitend
	Die Lehrerin hat verschiedene Kabel mitgebracht. Sie stellt die Frage: „Warum braucht man so viele verschiedene? Reicht eines nicht aus?“	Das hängt davon ab, wofür man sie verwendet  Für einen großen Widerstand brauchen wir dünne Kabel, da die Elektronen schlechter durchkommen	Lehrer-Schüler-Gespräch  Verschiedene Kabel Starkstromkabel Stromkabel
	Die Lehrerin stellt die Frage, von welchen Größen der Widerstand anhängen kann	Die Schüler machen Vorschläge: Länge Durchmesser Material Temperatur	Unterrichtsgespräch  Fragend – Erarbeitend

<p><b>Versuchsdurchführung 1</b> Variation des Drahtquerschnittes</p>	<p>Die Lehrerin gibt den Schülergruppen der letzten Stunde den Arbeitsauftrag, die gleiche Schaltung wie in der letzten Woche aufzubauen</p> <p>Die Lehrerin fragt, welche Beobachtung sie machen konnten und wie kann man diese deuten kann Die Lehrerin teilt jeder Schülergruppe drei verschiedene Drähte mit den Durchmessern 0,20mm; 0,25mm und 0,35mm aus</p> <p>Sie erteilt den Arbeitsauftrag die Stromstärke bei eingestellter Spannung von 1 Volt abzulesen Anschließend berechnen sie den Widerstand R für jeden Drahtdurchmesser</p> <p>Die Lehrerin fragt nach der Beobachtung und Erklärung der Messergebnisse</p> <p>Die Lehrerin macht darauf aufmerksam, dass bisher nur der Durchmesser des Drahtes bekannt ist und nicht der Querschnitt</p> $A = r^2 * \pi = \frac{d^2 * \pi}{4}$	<p>Schüler bauen die gleiche Schaltung auf wie in der vorherigen Woche</p> <p>Schüler spannen zuerst den Draht mit Ø 0,01mm ein, danach den mit Ø 0,2mm. Sie bringen den dünneren Draht zum Glühen, anschließend zum Durchbrennen</p> <p>Der dünne Draht brennt bei viel kleineren Spannungen durch als der dickere Draht Bei höheren Spannungen muss man daher dickere Drähte verwenden Schüler notieren bei eingestellter Spannung von 1 Volt die Werte der Stromstärke.</p> <p>Dazu setzen sie nacheinander die verschiedenen Drähte ein und lesen die Stromstärke ab</p> <p>Wenn wir den Durchmesser des Drahtes erhöhen, steigt die Stromstärke an Wenn wir den Durchmesser verdoppeln, dann halbiert sich die Stromstärke</p> <p>Mit Hilfe dieser Formel berechnen die Schüler den Querschnitt A</p>	<p>Erarbeitend</p> <p>Schülerversuche</p> <p>Netzteil Voltmeter Amperemeter Klemmen 4Konstantandrähte (Ø 0,01mm; 0,2mm; 0,25mm; 0,35mm)</p> <p>Lehrer-Schüler-Gespräch</p> <p>Lehrer-Schüler-Gespräch</p> <p>Fragend/Erarbeitend</p>
---	---	--	--

	<p>Die Lehrerin fragt nach dem Zusammenhang der Größe die hier gilt?</p> $\frac{1}{A} \sim R$ <p>Auf der Rolle wird der Drahtdurchmesser angegeben und nicht der Querschnitt Daher müssen wir den Querschnitt zuerst noch berechnen</p> <p>Die Lehrerin vervollständigt die Messwerttabelle und fasst die wichtigsten Ergebnisse an der Tafel zusammen</p>	<p>Der Querschnitt A und der Widerstand R sind indirekt proportional zueinander</p>	<p>Tafel</p>
<p><b>Versuchsdurchführung 2</b> Variation der Drahtlänge</p>	<p>Jede Schülergruppe bekommt vom Lehrer drei verschieden lange Konstantandrähte mit dem Durchmesser 0,2mm</p>	<p>Schüler notieren bei eingestellter Spannung von 1,5 Volt die Werte der Stromstärke. Dazu setzen sie nacheinander die verschiedenen Drähte ein und lesen die Stromstärke ab und berechnen den Widerstand</p>	<p>Erarbeitend</p> <p>Schülerversuche</p> <p>Netzteil Voltmeter Amperemeter Klemmen 3 Konstantandrähte (l=0,1m; 0,2m; 0,3m)</p>
<p><b>Versuchsauswertung 2</b></p>	<p>Die Lehrerin fragt nach der Beobachtung und Erklärung der Messergebnisse</p> <p>Die Lehrerin fragt, wie man einen solchen Zusammenhang nennt?</p> <p>Die Lehrerin vervollständigt die Messtabelle an der Tafel und notiert den proportionalen Zusammenhang zwischen der Drahtlänge l und dem Widerstand R</p> $R \sim l$	<p>Wenn die Drahtlänge verdoppelt wird, dann verdoppelt sich auch der Widerstand Verdreifachen sich dagegen die Drahtlänge, dann verdreifacht sich auch der Widerstand</p> <p>Das ist ein proportionaler Zusammenhang zwischen der Drahtlänge l und dem Widerstand R</p>	<p>Lehrer-Schüler-Gespräch</p> <p>Fragend/Erarbeitend</p> <p>Tafel</p>

	<p>Wir haben jetzt zwei proportionale Zusammenhänge und wollen daraus eine Formel bilden. Wie gehen wir dabei vor?</p> $R = \frac{\rho * l}{A}$ <p>Für unsere Konstante werden wir nun noch einen letzten Versuch durchführen, bei dem wir das Material des Drahtes verändern</p>	<p>Wir brauchen eine Konstante, dann können wir aus den beiden proportionalen Zusammenhängen eine Formel bilden</p>	
<p><b>Versuchsdurchführung 3</b> Variation des Drahtmaterials</p>	<p>Jede Schülergruppe bekommt von der Lehrerin drei Drähte aus verschiedenen Materialien</p> <p>Die Drahtlänge beträgt jedes Mal <math>l=0,2</math> m und der Durchmesser ist 0,2mm</p> <p>Sie erteilt den Arbeitsauftrag: „Berechnet bitte wieder euren Widerstand für die drei Drähte Anschließend stellt ihr die Formel nach <math>\rho</math> um und berechnet den spezifischen Widerstand“</p>	<p>Schüler notieren bei eingestellter Spannung von 1 Volt die Werte der Stromstärke.</p> <p>Dazu setzen sie nacheinander die verschiedenen Drähte ein und lesen die Stromstärke ab</p> <p>Bei dem Kupferdraht erkennen die Schüler, dass sie mit einer geringeren Spannung arbeiten müssen</p> <p>Schüler berechnen zuerst die Widerstände für die drei verschiedenen Drähte Anschließend berechnen die Schüler den spezifischen Widerstand für die drei Materialien</p> <p>Sie stellen fest, dass sich für jedes Material ein anderer spezifischer Widerstand ergibt</p>	<p>Erarbeitend</p> <p>Schülerversuche</p> <p>Netzteil Voltmeter Amperemeter Klemmen Drei Drähte aus unterschiedlichem Material (Messing, Konstantan, Chrom-Nickel)</p> <p>Lehrer-Schüler-Gespräch</p>

	<p>Der spezifische Widerstand gibt an, wie groß der Widerstand eines 1m langen Drahtes mit einem Querschnitt von 1mm<sup>2</sup> des jeweiligen Materials ist Die Einheit ist <math>\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}</math></p>		
--	--	--	--

#### d) Unterrichtserfahrung und Fazit

##### Stundenbewertung der Klasse 8B

Bei der Wiederholung der letzten Stunde zeigten die Schülerinnen und Schüler eine rege Beteiligung. Vor allem der Anteil der aktiv mitarbeitenden Mädchen in der Klasse war sehr hoch. So kam es auch, dass die Wiederholung ausschließlich von drei Mädchen erfolgte. Dabei handelte es sich bei einer von ihnen um eine sonst eher zurückhaltende Schülerin die den Unterrichtsverlauf eher still verfolgt. Sie glänzten mit sehr gutem Wissen der letzten Stunde und war zudem in der Lage, die Formel und die Einheit des Widerstandes zu benennen. Dahingegen handelt es sich bei den anderen beiden Schülerinnen und die Klassenbesten, die stets aktiv mitarbeiten.

Den Schülerinnen und Schülern wurde anhand der Schülerversuche der letzten Stunde die Bedeutung des proportionalen Zusammenhangs zwischen der angelegten Spannung und der Stromstärke bewusst. Dadurch konnten Sie das Ohmsche Gesetz ohne Schwierigkeiten wiedergeben und ferner ein Anwendungsbeispiel benennen.

Es folgte anschließend die Besprechung der Hausaufgaben, welche von zwei Schülerinnen und einem Schüler durchgeführt wurde, die nacheinander an die Tafel kamen und ihre Ergebnisse der Klasse vorstellten. Hierbei kam es bei keinem der Schülerinnen oder Schüler zu Schwierigkeiten und die vier Schüler, die ihre Hausaufgaben vergessen haben, verfolgten aufmerksam die Rechnung an der Tafel und übernahmen sie in ihr Schulheft.

Insgesamt benötigte die Wiederholung weniger Zeit als veranschlagt, die dann später bei der Versuchsdurchführung hinzugefügt werden konnte.

Die mitgebrachten Kabel und der Vergleich mit dem praktischen Einsatz im Haushalt wirkte sehr motivierend auf die Schülerinnen und Schüler. Charakteristisch war hier, dass allesamt aktiv mitarbeiteten, sodass sich zeigte, dass bei vielen Schülerinnen und Schülern das Interesse an den elektrischen Widerstand geweckt wurde.

Den größten Teil der Stunde nahmen die Versuche zur Bestimmung des spezifischen Widerstandes ein. Positiv anzumerken ist auch hier wieder, dass der Anteil der aktiv

mitarbeitenden Mädchen überproportional hoch war. Nicht nur bei den Versuchsdurchführungen waren sie deutlich schneller und engagierter, auch bei der sich für jeden Versuch anschließenden Besprechung der Beobachtung und Erklärung arbeiteten sie aktiv mit. Jedoch erkannte keiner der Schülerinnen oder Schüler sofort den indirekt proportionalen Zusammenhang zwischen der Querschnittsfläche  $A$  und dem elektrischen Widerstand  $R$ . Dies konnte erst in einem Unterrichtsgespräch ermittelt werden. Da im Mathematikunterricht parallel der proportionalen Zusammenhang durchgenommen wurde, erkannten alle Schülerinnen und Schüler sofort den proportionalen Zusammenhang zwischen der Drahtlänge und dem elektrischen Widerstand. Größere Probleme gab es hingegen bei der Berechnung des spezifischen Widerstandes mit Hilfe der zuvor ermittelten Formel. Hierbei lagen die Probleme erstaunlicherweise bei der Umstellung der Formel, was zuvor keinerlei Schwierigkeiten bereitet hat, und bei der Eingabe in den Taschenrechner. Dadurch zog sich die Berechnung des spezifischen Widerstandes etwas in die Länge, da zwischenzeitlich eine Erklärung an der Tafel durch die Lehrkraft erfolgte. Nach anfänglichen Schwierigkeiten kamen jedoch alle Schülerinnen und Schüler auf die Werte für die spezifischen Widerstände der drei Materialien.

### **Stundenbewertung der Klasse 8F**

Bei der Wiederholung der wichtigsten Ergebnisse der letzten Stunde gab es von Seiten der Schülerinnen und Schüler keinerlei Unklarheiten wodurch sie sich mit großem Eifer beteiligten. Dabei kamen sie rasch auf den proportionalen Zusammenhang zwischen der angelegten Spannung  $U$  und der Stromstärke  $I$  zu sprechen, sodass die Wiederholung ohne weitere Erklärungen ablief. Die Bearbeitung der Hausaufgabe bereitete den Schülerinnen und Schülern wenig Probleme, sodass sich schnell eine Freiwillige und zwei Freiwillige fanden, die die zu Hause bearbeiteten Aufgaben an der Tafel kurz vorstellten. Allesamt verfolgten sie die Besprechung der Hausaufgaben aufmerksam und notierten sich teils die umgestellten Formeln neben ihre Rechnung.

Sehr motivierend wirkten auf die Schülerinnen und Schüler die mitgebrachten Kabel und der Vergleich mit dem praktischen Einsatz im Haushalt, da sie so einen anwendungsbezogenen Zusammenhang zwischen dem Alltag und dem Physikunterricht erkannten. Sie arbeiteten allesamt aktiv mit, sodass sich zeigte, dass bei vielen Schülerinnen und Schülern das Interesse an dem elektrischen Widerstand geweckt wurde.

Obendrein kamen die Schülerversuche bei den Schülerinnen und Schülern wieder gut an, sie experimentierten selbstständig ohne größere Fragen und kamen schnell zu ihren

Messergebnissen. Eine Mädchenschülergruppe und eine Jungenschülergruppe führten ihre Versuchsmessungen so schnell durch, dass sie im Anschluss bereits in der Gruppe die physikalischen Zusammenhänge besprachen. Dabei erkannten sie sofort den proportionalen Zusammenhang zwischen der Drahtlänge und dem elektrischen Widerstand, jedoch bereitete ihnen der indirekt proportionale Zusammenhang zwischen der Querschnittsfläche und dem elektrischen Widerstand Schwierigkeiten. Lediglich eine Schülerin erkannte den indirekt proportionalen Zusammenhang und versuchte ihn zu erklären, jedoch fehlte ihr noch die physikalische Fachsprache, sodass sie Unterstützung durch die Lehrerin benötigte. Anschließend erfolgte die Besprechung im Klassenverband, wobei es beim proportionalen Zusammenhang bei keinem der Schülerinnen oder Schüler zu Unklarheiten kam, ihnen hingegen der indirekt proportionale Zusammenhang deutlich schwerer fiel.

Daran anknüpfend wurde der spezifischen Widerstandes mit der zuvor ermittelten Formel berechnet, was den Schülerinnen und Schülern erstaunlicherweise große Schwierigkeiten bereitete. Vor allem das Umstellen der Formel gestaltete sich als sehr kompliziert. Nachdem die Umstellung der Formel gemeinsam mit den Schülern an der Tafel durchgeführt wurde, konnten alle die Werte für den spezifischen Widerstand der drei Materialien berechnen.

### I.3.2.5.3 Stunde 3 – Der spezifische Widerstand

#### a) Ziele der Stunde

##### Grobziel:

Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur und vertiefen die bereits gewonnenen Erkenntnisse und Formeln

##### Feinziele:

Für die Unterrichtsstunde sind fünf Feinziele vorgesehen:

- die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass der Widerstand eines Materials von der Temperatur abhängt
- sie erkennen, dass der Draht bei steigender Temperatur nicht mehr das Ohmschen Gesetz erfüllt
- die Schülerinnen und Schüler verstehen, wie sich die Atome und Elektronen im erhitzten Draht verhalten
- sie erlernen einen sicheren Umgang mit dem zuvor gelernten

- die Schülerinnen und Schüler lösen Aufgaben zum Ohmschen Gesetz und spezifischen Widerstand

## **b) Verlaufsplanung**

### **Wiederholung**

Zu Beginn der Stunde erfolgt in einem Lehrer-Schüler-Gespräch eine Wiederholung der wichtigsten Ergebnisse der letzten Physikstunde. Die wichtigsten Erkenntnisse werden an der Tafel als Wiederholung zusammen gefasst, die die Schülerinnen und Schüler in ihr Heft übernehmen.

### **Problemstellung**

Im Anschluss an die Wiederholung schließt sich eine Phase der Problematisierung an. Dafür greift die Lehrerin die Schüleridee der letzten Stunde wieder auf, bei der die Temperatur des Drahtes verändert werden soll und anschließend die Stromstärke in Abhängigkeit der Spannung abgelesen wird. So werden in einem Lehrer-Schüler-Gespräch Vermutungen über die möglichen Beobachtungen gesammelt und an der Tafel festgehalten.

### **Versuchsdurchführung : „Temperaturabhängigkeit des Widerstandes“**

Um den Schülern zu demonstrieren, dass der Widerstand eines Drahtes auch von dessen Temperatur abhängt, baut die Lehrerin den Konstantendraht in die Schaltung ein und erhitzt ihn mit Hilfe eines Feuerzeuges. Dabei lesen die Schülerinnen und Schüler die Werte für die Stromstärke in Abhängigkeit der Spannung ab und ermitteln wird auf gleiche Weise wie bei den vorherigen Versuchsteilen den Widerstand.

Die Lehrerin stellt nun an die Schülerinnen und Schüler die Frage, was sie gerade bei dem Versuch beobachten konnten, woraufhin sie in einem Lehrer-Schüler-Gespräch bearbeiten, dass die Stromstärke bei gleichbleibender Spannung abnimmt. Infolge der zunehmenden Temperatur kommt es zu einem Anstieg des Widerstandes.

### **Versuchsauswertung**

Nachdem die Schülerinnen und Schüler ihre Beobachtungen kund getan haben, wird gemeinsam im Klassenverband die Ursache für diese Beobachtung besprochen. Aus vorherigen Physikstunden wissen die Schülerinnen und Schüler , dass die Atome auf Grund der höheren Temperatur stärker schwingen und die Elektronen so häufiger mit ihnen

zusammenstoßen. Dies hat zur Folge, dass die Elektronen abgebremst werden, wodurch die Stromstärke abnimmt und der Widerstand kontinuierlich zunimmt.

Zur besseren Erklärung wird in der Klasse gemeinsam ein Text aus dem Schulbuch gelesen, der diese Beobachtung noch einmal anschaulich erklärt.

### **Spiel: „Verdeutlichung der Elektronenbewegung im erhitzten Draht“**

Um den Schülern diesen physikalischen Sachverhalt besser zu verdeutlichen, wird anschließend ein Rollenspiel durchgeführt, bei dem die Schülerinnen und Schüler die Rollen der Atome und Elektronen in einem Draht einnehmen. Die Lehrerin schildert vorab kurz, wie das Spiel ablaufen wird wählt acht Freiwillige aus, die an dem Spiel teilnehmen wollen. Zunächst einmal wird das Verhalten im Draht bei Zimmertemperatur dargestellt, wofür fünf Schüler die Rollen der Atome einnehmen und sich an ihrem Platz langsam hin und her bewegen. Die drei Schüler, die die Elektronen darstellen, bewegen sich nun durch die Atome hindurch und stoßen nur gelegentlich mit ihnen zusammen, wodurch sie nur leicht abgebremst werden. In einem zweiten Versuchsteil soll die Situation bei erhöhter Temperatur dargestellt werden. Aufgrund der zunehmenden Temperatur schwingen die Atome stärker an ihren Plätzen hin und her, sodass die sich durch den Draht bewegenden Elektronen stärker mit ihnen zusammenstoßen.

Abschließend sollen möglichst viele Schüler am Spiel teilnehmen, um direkt die Abbremsung der Elektronen zu erfahren.

### **Auswertung des Spiels**

In dem sich anschließenden Unterrichtsgespräch werden die eben gemachten Beobachtungen von den Schülerinnen und Schülern besprochen und der Frage nach der Erklärung für die Bewegung im erhitzten Draht nachgegangen. Daraufhin nennen die Schülerinnen und Schüler ihre Beobachtung und ihre Vorgehensweise beim Spiel.

Sie erkennen anschaulich, dass angesichts der höheren Temperatur sich die Atome stärker an ihrem Platz bewegen und dadurch häufiger und stärker mit den sich dadurch bewegenden Elektronen zusammenstoßen. Dementsprechend kommt es zu einer größeren Abbremsung der Elektronen im Draht und der Widerstand nimmt zu.

### **Übung**

Der Rest der Stunde wird dazu genutzt, das Gelernte der letzten drei Physikstunden zu vertiefen und anzuwenden. In diesem Sinne teilt die Lehrerin das Arbeitsblatt aus und gibt die

Bearbeitung des gesamten Übungszettels als Arbeitsauftrag für die Stunde auf. Hierfür arbeiten die Schülerinnen und Schüler in Partnerarbeit und stellen anschließend ihre Ergebnisse als Zweiergruppe an der Tafel vor. Die auftretenden mathematischen und physikalischen Probleme werden am Ende der Rechnung in einem Schülergespräch von Schüler zu Schüler geklärt.

**c) Stundenmatrix**

<b>Artikulationsstufe</b>	<b>Erwartete Lehreraktivität</b>	<b>Erwartete Schüleraktivität</b>	<b>Sozialform und Medien</b>
<b>Wiederholung</b>	Die Lehrerin lässt von den Schülern die wichtigsten Ergebnisse der letzten Stunde wiederholen und stellt dabei einige Fragen	Die Schüler antworten auf die Fragen	Erarbeitend - Aufgebend  Unterrichtsgespräch
<b>Problemstellung</b>	Die Lehrerin greift die Schüleridee der letzten Stunde wieder auf, die Temperatur des Drahtes zu verändern und anschließend den Widerstand zu berechnen	Schüler stellen Vermutungen über die Beobachtung auf	Lehrer-Schüler-Gespräch
<b>Versuchsdurchführung</b> Temperaturabhängigkeit des Widerstandes	Die Lehrerin baut den Konstantendraht in die Schaltung ein und erhitzt ihn mit einem Feuerzeug  Die Lehrerin fragt nach der Beobachtung	Die Schüler lesen die Werte für die Stromstärke ab und notieren sie in ihr Schulheft  Schüler fassen ihre Beobachtung zusammen Die Stromstärke nimmt bei gleichbleibender Spannung ab Der Widerstand nimmt daher zu	Darbietend  Lehrerdemonstrationsversuch  Netzteil Voltmeter Amperemeter Klemmen Konstantendraht (Ø0,2mm) Feuerzeug
<b>Versuchsauswertung</b>	Die Lehrerin erarbeitet mit den Schülern die Ursache dieser Beobachtung	Schüler beantworten die Frage  Die Atome schwingen bei höheren Temperaturen stärker und so kommen die Elektronen schlechter durch den Draht Die Stromstärke nimmt daher mit steigender Temperatur ab	Fragend – Erarbeitend  Lehrer-Schüler-Gespräch

<p><b>Spiel</b> Verdeutlichung der Elektronenbewegung im erhitzten Draht</p> <p><b>Auswertung des Spiels</b></p>	<p>Zur besseren Erklärung wird in der Klasse gemeinsam ein Text aus dem Schulbuch gelesen, der diese Beobachtung erklärt</p> <p>Die Lehrerin erklärt das Spiel und teilt die Rollen ein</p> <p>Frage: „Wie lässt sich die Bewegung der Elektronen im erhitzten Draht erklären?“</p>	<p>Fünf Schüler lesen jeweils einen Abschnitt des Textes laut vor</p> <p>Zunächst spielen acht Schüler und der Rest beobachtet aufmerksam Anschließend sollen möglichst viele Schüler am Spiel teilnehmen und die Beobachtung beschreiben</p> <p>Die Schüler nennen ihre Beobachtung und ihre Vorgehensweise beim Spiel</p>	<p>Schülergespräch</p> <p>Schulbuch</p> <p>Spiel</p> <p>Unterrichtsgespräch</p> <p>Tafel</p>
<p><b>Übung</b></p>	<p>Die Lehrerin teilt das Arbeitsblatt 2 aus und stellt die Übungsaufgabe für den Rest der Unterrichtsstunde</p>	<p>Schüler denken über die Aufgabe nach und bearbeiten in Partnerarbeit die Übungsaufgaben</p> <p>Anschließend kommt eine zweier Gruppe an die Tafel und stellt dem Rest der Klasse ihren Lösungsweg und das Ergebnis der Aufgabe dar</p>	<p>Partnerarbeit</p> <p>Arbeitsblatt 2</p> <p>Darbietend</p> <p>Partnerarbeit</p> <p>Schülergespräch</p> <p>Tafel</p>

### d) Unterrichtserfahrung und Fazit

#### Stundenbewertung der Klasse 8B

Die Wiederholung der Ergebnisse der letzten Stunde gestaltete sich in der heutigen Stunde sehr schwierig. Es handelte sich hierbei um die letzte Physikstunde vor den Herbstferien, sodass die Schülerinnen und Schüler mit ihren Gedanken schon weit von der Physik entfernt waren. Daher verlief die Wiederholung nur sehr schleppend und man musste viele Schülerinnen und Schüler gezielt aufrufen.

Erst nachdem die Schüleridee der letzten Stunde aufgegriffen wurde, den Konstantendraht zu erhitzen, wurde das Interesse der Schülerinnen und Schüler wieder geweckt. Hier war jetzt auch eine aktive Mitarbeit von Seiten der Schüler zu beobachten, sodass die

Versuchsdurchführung schnell durchgeführt werden konnte. Für die anschließende Besprechung des physikalischen Zusammenhangs wurde hier gezielt ein kleines Spiel gewählt, damit die Schülerinnen und Schüler sich erstens das Verhalten von Atomen und Elektronen in einem erhitzten Draht besser vorstellen können und zweitens eine lockere Arbeitsatmosphäre zu schaffen. Dies war gerade in dieser Stunde sehr wichtig um die Schüler gedanklich wieder zurück in den Physikunterricht zu holen.

Bei dem Spiel „Verdeutlichung der Elektronenbewegung im erhitzten Draht“ war es wichtig, dass die Schülerinnen und Schüler sich nicht zu schnell bewegen. Außerdem musste man als Lehrkraft darauf achten, dass sie nicht rumalbern und sich gegenseitig schubsen statt nur abubremsen. Insgesamt lässt sich aber sagen, dass das Spiel sehr gut funktioniert hat und nach anfänglichem Ermahnen vor allem der Jungen, anschaulich verdeutlicht wurde, wie die Bewegungen der Atome und Elektronen in dem erhitzten Draht ablaufen.

In Partnerarbeit wurden anschließend Rechenaufgaben bearbeitet, die den Schülerinnen und Schülern keine weiteren Probleme zu bereiten schienen. Für die Partnerarbeit wurde sich hier entschieden, da dadurch die Möglichkeit besteht sich mit seinem Nachbarn nebenbei zu unterhalten. Hätte man hier eine Stillarbeit gewählt, würde man wahrscheinlich keine Ergebnisse erhalten, da die Schülerinnen und Schüler in dieser Stunde sehr unruhig waren.

### **Stundenbewertung Klasse 8F**

Da in dieser Klasse in dieser Stunde die Klassenarbeit Nummer 1 geschrieben wurde, erfolgte hier kein Unterricht. In den letzten 15 Minuten des Unterrichts wurden dann als Abschluss Spiele gespielt.

## II.3.3 Das Unterrichtskonzept zur Dynamik in der 10. Jahrgangsstufe

### II.3.3.1 Vorstellen der durchgeführten Experimente

#### **Der freie Fall**

Zu Beginn der Versuchsdurchführung werden die einzelnen Rollen für die anschließende Versuchsdurchführung vergeben. Dazu werden mindestens fünf Schülerinnen oder Schüler benötigt, die im Erdgeschoss mit den Stoppuhren stehen und die Flugzeiten der einzelnen Metallkugeln messen. Ferner müssen drei Schülerinnen oder Schüler bestimmt werden, die die einzelnen Stockwerkhöhen ausmessen.

Zu der Versuchsdurchführung lässt sich sagen, dass hier die Möglichkeit besteht, den Großteil der Klasse aktiv mit einzubeziehen, sodass allen Schülerinnen und Schüler eine Aufgabe zugeteilt werden kann.

Nachdem die einzelnen Flugstrecken ausgemessen wurden, begeben sich alle Schülerinnen und Schüler, bis auf die fünf Schülerinnen und Schüler die im Erdgeschoss mit den Stoppuhren stehen, in das oberste Stockwerk. Der erste Freiwillige lässt eine Metallkugel senkrecht nach unten fallen und die Fünf im Erdgeschoss stoppen die Zeit, die die Kugel vom obersten Stockwerk bis ins Erdgeschoss benötigt. Anschließend geht die Klasse ein Stockwerk tiefer und führt den Versuch gleichermaßen fort. Dies wird so lange wiederholt, bis die Klasse im ersten Stockwerk angekommen ist.

## Der waagerechte Wurf



Für diesen Versuch wird die Versuchsanordnung (Abbildung) benötigt. Hierbei handelt es sich um eine Standvorrichtung, mit der der freie Fall und der waagerechte Wurf gleichzeitig durchgeführt werden können. Dazu wird die erste Holz­kugel zwischen das Holzbrett und den Holzhammer gelegt und die zweite auf die entgegengesetzte Seite des Holzbrettes. Lenkt man nun den Hammer aus und lässt ihn gegen das Holzbrett schlagen, so werden die beiden Kugeln in Bewegung versetzt. Die erste Holz­kugel, die zwischen Holzbrett und Holzhammer liegt, fällt dabei im freien Fall zu Boden und die zweite Kugel im waagerechten Wurf. Anhand dieses Versuches wird den Schülerinnen und Schülern

**Abb.15:** Versuchsaufbau zum waagerechten Wurf 1

anschaulich gezeigt, dass beide Kugeln gleichzeitig zu Boden fallen, unabhängig von ihrer Flugbahn. Für die praktische Umsetzung empfiehlt es sich, diesen Versuch mehrfach durchzuführen, sodass alle Schülerinnen und Schüler erkennen, dass beide Kugeln gleichzeitig am Boden aufkommen.



**Abb.16:** Versuchsaufbau zum waagerechten Wurf 2



**Abb.17:** Versuchsaufbau zum waagerechten Wurf 3

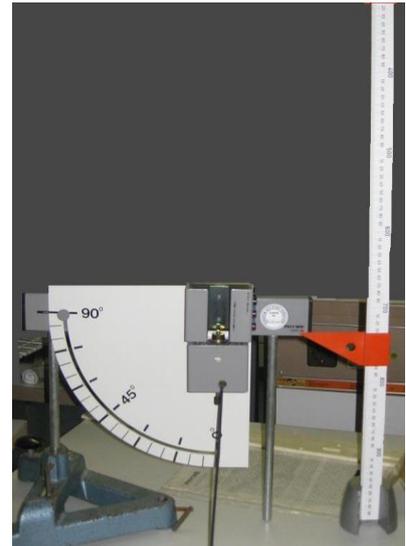
## Der senkrechte Wurf nach oben

Zur Bestimmung der Fluggeschwindigkeit beim senkrechten Wurf nach oben wird die Versuchsanordnung wie in nebenstehender Abbildung verwendet. Hierbei handelt es sich um eine Wurfvorrichtung, bei der der Abwurfwinkel individuell zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  eingestellt werden kann. Für das nachfolgende Experiment wird ein Abwurfwinkel von  $90^\circ$  gewählt.

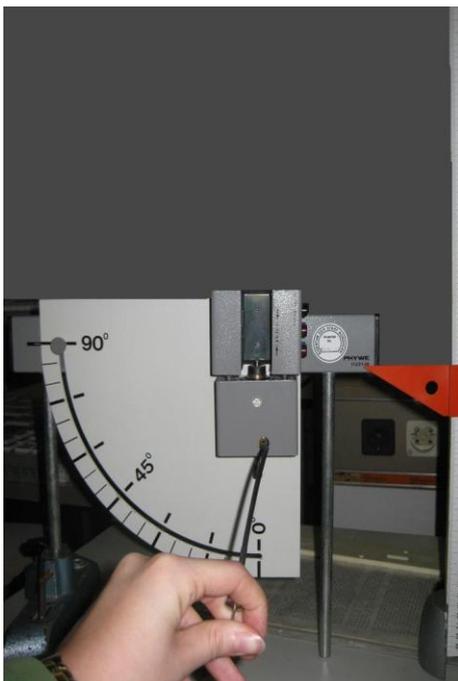
Unmittelbar neben der Wurfvorrichtung befindet sich eine Messlatte, mit der die maximale Wurfhöhe bestimmt werden kann.

Die anschließende Messung wird gestartet, indem die Feder mit Hilfe des Bandes gespannt wird, siehe Abbildung.

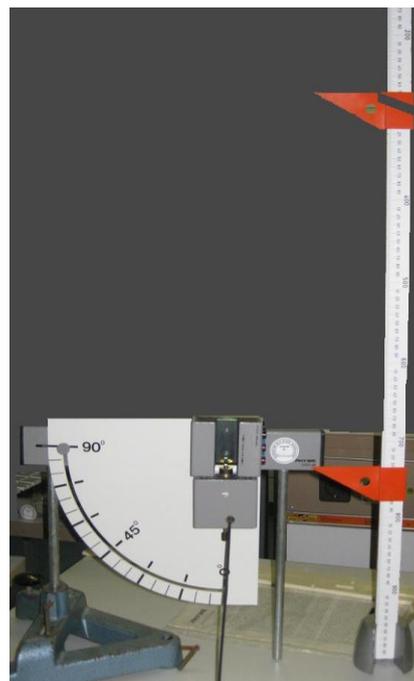
Dazu wird die Metallkugel in die Wurfvorrichtung gelegt und die Feder gespannt. Mit Hilfe des Druckknopfes lässt sich die Feder entspannen und die Metallkugel erfährt ihre Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$ .



**Abb.18:** Wurfvorrichtung zum senkrechten Wurf nach oben 1



**Abb.19:** Versuchsaufbau zum senkrechten Wurf nach oben 2



**Abb.20:** Versuchsaufbau zum senkrechten Wurf nach oben 3

Nun kann die Flughöhe anhand der Messlatte ermittelt werden, sowie die Flugzeit mit Hilfe einer Stoppuhr bestimmt werden. Die beiden roten Markierungspfeile dienen dabei der besseren Ablesung der Flughöhe.

### II.3.3.2 Sachanalyse und didaktische Reduktion

#### Der freie Fall

Erfahrungsgemäß weiß man, dass ein losgelassener Körper immer zur Erdoberfläche gezogen wird. Dabei wird seine Fallgeschwindigkeit um so größer, je größer die Strecken werden die er zurücklegt. Dadurch wird ersichtlich, dass es sich bei dem freien Fall um eine beschleunigte Bewegung handelt.

Führt man diesen Versuch nun mit zwei Kugeln unterschiedlichen Materials durch, beispielsweise Aluminium und Blei, so treffen beide Kugeln gleichzeitig am Erdboden auf. Bereits 1590 führte Galilei am schiefen Turm von Pisa ebensolche Versuche durch. Eine weitere Verdeutlichung des freien Falls kann mit drei Kugeln aus dem gleichen Stoff, gleicher Gestalt und gleicher Masse erfolgen. Dabei werden zwei Kugeln fest miteinander verbunden und zur gleichen Zeit losgelassen wie die einzelne Kugel. Auffallend ist hier, dass die Doppelkugel gleichzeitig am Boden aufkommt wie die Einzelkugel. Daraus lässt sich folgern, dass alle Körper gleich schnell fallen, unabhängig von ihrer Gestalt, Art und Gewicht.

Dennoch trifft dies im alltäglichen Leben nicht immer zu. Der Einfluss der Luftreibung sorgt dafür, dass unterschiedlich geformte Körper eine unterschiedliche Abbremsung erhalten. Lässt man beispielsweise eine Münze und ein Blatt Papier gleichzeitig zu Boden fallen, so kommt das Blatt Papier wegen seiner größeren Luftreibung später unten an. Auf Grund der größeren Angriffsfläche wird das Blatt Papier von der vorbeiströmenden Luft stärker abgebremst. Faltet man das Blatt anschließend zusammen und lässt es gleichzeitig mit der Münze los, so kommen beide Gegenstände wieder gleichzeitig am Boden auf. [Bergmann 1990, S. 42]

**Für den freien Fall gelten folgende Formeln:**

Für die Fallhöhe: $y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
---

Für die Geschwindigkeit: $v = g \cdot t$
--

Die Geschwindigkeit beim freien Fall steigt in jeder Sekunde um den gleichen Betrag an, sodass die Beschleunigung konstant ist. Dabei erreicht die Beschleunigung einen konstanten Wert von etwa  $10 \text{ m/s}^2$ . [Bergmann 1990, S. 44]

## Der waagerechte Wurf

Bei dem waagerechten Wurf handelt es sich um eine Wurfbewegung, bei der der Körper in horizontaler Richtung geworfen wird, wodurch der Abwurfwinkel  $\alpha = 0^\circ$  beträgt. Durch die Überlagerung der beiden Teilbewegungen  $x = v_0 \cdot t$  und  $y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$  erhält man die Bahnkurve. Sie ergibt sich zu

$$\text{Bahnkurve: } x^2 = \frac{2 \cdot v_0^2}{g} \cdot y$$

Anhand der Gleichung wird ersichtlich, dass es sich hierbei um eine Parabelform handelt, bei der der Scheitelpunkt im Abwurfpunkt liegt. Abbildung .. zeigt eine solche Parabelform beim waagerechten Wurf.

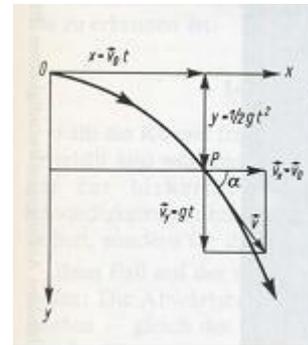


Abb.21: Waagerechter Wurf

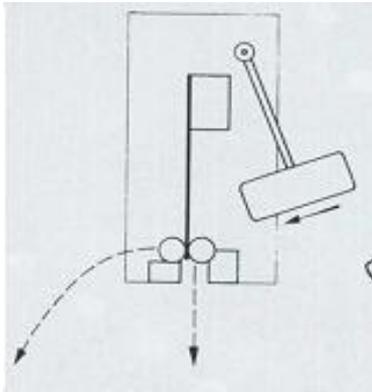
Die Geschwindigkeit beim waagerechten Wurf zur Zeit  $t$  setzt sich aus der Überlagerung der beiden Teilgeschwindigkeiten  $v_x = v_0$  und  $v_y = g \cdot t$  zusammen, welche rechtwinklig zueinander stehen. Insgesamt erhält man dadurch die Gesamtgeschwindigkeit

**Geschwindigkeit beim waagerechten Wurf:**

$$v = \sqrt{v_0^2 + g^2 \cdot t^2}$$

Betrachtet man die Neigung der Wurfbahn gegen die Horizontale, so erkennt man, dass diese durch  $\tan \alpha = \frac{g \cdot t}{v_0}$  gegeben. Mit zunehmender Fallzeit nimmt sie dabei immer größere Werte an.

Mit Hilfe der Versuchsapparatur wie in Abbildung ... dargestellt, kann anschaulich gezeigt werden, dass die vertikale Bewegungskomponente beim waagerechten Wurf unabhängig von der horizontalen Komponente ist. Demzufolge benötigt ein waagrecht abgeworfener Körper



dieselbe Zeit zum Zurücklegen eines vertikalen Höhenunterschiedes wie ein frei fallender Körper. Eine ausführliche Beschreibung der Versuchsdurchführung findet sich unter „II 3.3.1 Vorstellen der durchgeführten Experimente“. Dabei erkennt man, dass beide Kugeln gleichzeitig am Boden auftreffen, ganz gleich, wie groß die Anfangsgeschwindigkeit der waagrecht fallenden Kugel ist. [Bergmann u. Schäfer 1990, S. 51]

**Abb.22:** Anordnung zur Demonstration der gleichen Fallzeit beim waagerechten Wurf

### Der senkrechte Wurf nach oben

Bei dem senkrechten Wurf nach oben handelt es sich um eine Überlagerung von einer gleichförmigen Bewegung und dem freien Fall. Betrachtet man die Bewegung eines Körpers, der ohne Wirkung der Schwerkraft senkrecht nach oben geworfen würde, so wird er in einer gleichförmigen Bewegung nach oben fliegen bei der die Geschwindigkeit  $v_0$  konstant ist. Dabei gilt für die gleichförmige Bewegung nach oben:

<b>Gleichförmige Bewegung:</b> $s_0(t) = v_0 \cdot t$ $v(t) = const.$
---

Jedoch gibt es auf der Erde die Schwerkraft, sodass ein frei fallender Körper im freien Fall zu Boden fällt. Folglich handelt es sich bei dem freien Fall um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung mit der Fallbeschleunigung  $a = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

Wie unter II 3.3.2 Sachanalyse „Der freie Fall“ angeführt gilt für den freien Fall

<b>Für die Fallhöhe:</b> $y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
<b>Für die Geschwindigkeit:</b> $v = g \cdot t$

Da es sich bei dem senkrechten Wurf um eine Überlagerung beider Bewegungen handelt wird der nach oben geworfene Körper eine bestimmte Höhe erreichen und dann wieder im freien Fall zum Erdboden fallen. Entscheidend über die Fallhöhe ist dabei die Anfangsgeschwindigkeit, mit der der Körper nach oben geworfen wird.

Für die zurückgelegte Wegstrecke gilt dementsprechend:

$$\text{Wurfstrecke: } y(t) = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Die jeweilige Geschwindigkeit beträgt dabei:

$$\text{Geschwindigkeit: } v(t) = v_0 - g \cdot t$$

Entscheidend beim senkrechten Wurf nach oben ist, dass die Geschwindigkeit des Körpers im höchsten Punkt gleich Null ist. Nachdem er diesen Punkt erreicht hat fällt er im freien Fall wieder auf den Boden.

Demnach gilt für den höchsten Punkt:

$$\text{Höchster Punkt: } y(t) = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \quad ; \quad t = \frac{v_0}{g}$$
$$y = \frac{v_0^2}{2 \cdot g}$$

### II.3.3.3 Lernvoraussetzungen

#### II.3.3.3.1 Anthropologisch-psychologische Voraussetzungen

Die 10B bestand aus 11 Mädchen und 14 Jungen wovon keiner ein Wiederholer war. Die Klasse fiel vor allem durch ihre durchwachsenen Schülermitarbeit auf. Etwa die Hälfte der Schülerinnen und Schüler beteiligte sich aktiv am Unterrichtsgeschehen, wohin gegen die andere Hälfte eher durch ihre träge und nur schwer zu motivierende Lernhaltung auffiel.

Vor allem die beiden vorderen Jungenreihen fielen durch ihre positive Lernhaltung auf, sie verfolgten aufmerksam den Unterricht und bereichern ihn durch ihre Beiträge. Die Hausaufgaben wurden von fast allen Schülerinnen und Schülern sehr genau und ordentlich bearbeitet und bei aufkommenden Unklarheiten sofort angesprochen.

Bei der Klasse 10 D handelt es sich um eine überwiegend aus Mädchen bestehende Klasse, die sich aus 21 Mädchen und 5 Jungen zusammensetzt. Sie war genau wie ihre Parallelklasse mit 25 Schülern eine normal große Klasse. Das Leistungsniveau der Klasse im Physikunterricht ist etwas überdurchschnittlich, was sich an der sehr guten Mitarbeit fast aller Schülerinnen und Schüler zeigt. Vor allem die beiden vorderen Mädchenreihen tragen durch ihre qualitativ hochwertigen Beiträge zum Fortgang des Unterrichts bei. Bei ihnen liegt allen dieselbe Arbeitshaltung vor, sie bemühen sich eifrig um eine gute Mitarbeit, sind interessiert am Unterrichtsgeschehen beteiligt und stellen Fragen bezüglich weiter reichenden Themen, die zuvor in der Klasse noch nicht angesprochen wurden. Die 5 Jungen der Klasse arbeiten meist still und aufmerksam mit, die aktive Beteiligung ist jedoch gering.

### II.3.3.3.2 Sozio-kulturelle-Voraussetzungen

In keiner der beiden unterrichteten Physikklassen gab es Schülerinnen oder Schüler mit einem Migrationshintergrund. Weiterhin war mit allen Schülerinnen und Schülern ein freundlicher Umgang im Unterricht möglich, sodass ein produktives und diskussionsfreudiges Lernklima zustande kam.

### II.3.3.3.3 Räumliche Voraussetzungen

Der Physikunterricht der 10. Klassen erfolgt in dem Physikhörsaal an der Hauptstelle des Nordhorner Gymnasiums ebenfalls im 2. Stockwerk. Hier gibt es neben dem Hörsaal noch zwei weitere Physikräume und zwei Physiksammlungen. In dem langgestreckten Physikhörsaal steht das Lehrerpult am Kopf des Raumes von wo aus man eine gute Sicht auf die Schülerreihen hat. An der Fensterseite des Raumes, vom Lehrer aus gesehen rechts, stehen vier Bankreihen, an der bis zu drei Schüler Platz finden. Auf der gegenüberliegenden Wandseite stehen ebenfalls vier Bankreihen an denen jeweils 4 Schüler sitzen können. Zwar gibt es an der Wand- und Fensterseite einen kleinen Gang, der jedoch so schmal ist, dass er nicht zu begehen ist. Von daher ist ein Erreichen der Schüler nur über den Mittelgang möglich.

### II.3.3.3.4 Vorkenntnisse

Die beiden 10. Klassen bearbeiten zuvor das Thema „gleichförmige und gleichmäßig beschleunigte Bewegung“ im Unterricht. Daher konnte auf eine Fülle von relevantem Wissen und vorhandenen Formeln zurückgegriffen werden.

### II.3.3.4 Allgemeines über das Unterrichtskonzept

Bei der Umsetzung im Physikunterricht der 10. Jahrgangsstufe wurde besonders Wert auf eine alltagsnahe, anwendungsorientierte und interessante Darstellung des Themas gelegt. Das Hauptziel hierbei bestand darin, den Schülerinnen und Schülern zu vermitteln, dass die Physik einen wichtigen Einfluss auf unser tägliches Leben hat. Auf Grund des stark abnehmenden Interesses vor allem der Schülerinnen an dem Fach Physik wurde hier der Unterricht speziell für Sie gestaltet. Somit wurden im Unterricht viele Beispiele aus dem Alltag aufgegriffen, um ihnen so zu verdeutlichen, wo speziell die Dynamik im täglichen Leben von Bedeutung ist. Durch den direkten Bezug zum Alltag erkennen sie, dass die Physik nicht nur eine theoretische Wissenschaft ist die man in der Schule behandelt, sondern sie auch praktisch in unserem Leben auf uns Einfluss hat. Generell lässt sich sagen, dass das Unterrichtskonzept der 10. Klasse verstärkt Bezug zum Alltag nimmt und die Schülerversuche hinten anstellt. Deutlich wird dies bei der Betrachtung der hier durchgeführten Versuche, es handelt sich fast überwiegend um Lehrerdemonstrationsversuche, bei denen die Schülerinnen und Schüler lediglich Hilfestellungen geben. Ferner wird bei jedem durchgeführten Versuch ein Beispiel aus dem Alltag gegeben, sodass schon jeder Versuch einen Bezug zum Alltag darstellt.

Auf Grundlage des niedersächsischen G8-Lehrplans ergibt sich eine Stundensequenz die folgende Reihenfolge aufweist:

1. *Der freie Fall*
2. *Der waagerechte Wurf*
3. *Der senkrechte Wurf nach oben*

In der ersten Stunde wurde das neue Thema innerhalb der Dynamik vorgestellt, indem zuerst das Gedankenexperiment „Der Fallschirmspringer“ durchgeführt wurde. Dabei wurde den Schülerinnen und Schülern schnell ersichtlich, dass der Fallschirmsprung durch physikalische Gesetzmäßigkeiten zu erklären ist. Ein großes Ziel dabei war, den Schülerinnen und Schülern einen Versuch vorzustellen, mit dem sie die Fallbeschleunigung von verschiedenen Körpern bestimmen können. Hier wird ihnen anschaulich gezeigt, dass diese ohne den Einfluss der Luftreibung für jeden Körper auf der Erde gleich groß ist.

Daran anknüpfend wurde in der nächsten Stunde der freie Fall in Zusammenhang mit anderen Bewegungsformen gebracht. Neben dem freien Fall kamen bei den Versuchen zum waagerechten Wurf zusätzlich der Einfluss der gleichförmigen Bewegung hinzu. Zum einen erkannten die Schülerinnen und Schüler, dass sich der waagerechte Wurf aus einer Überlagerung beider Bewegungen zusammensetzt und zum anderen, dass diese beiden Bewegungen gleichzeitig ablaufen. Hierzu wurde ein Versuch durchgeführt, bei dem

gleichzeitig zwei Kugeln zum Fall gebracht werden, wobei eine Kugel im freien Fall nach unten fällt und die andere im waagerechten Wurf. Trotz des unterschiedlich langen Weges kamen beide Kugeln gleichzeitig unten am Boden an. Im weiteren Verlauf der Stunde wurde den Schülerinnen und Schülern ein Applet vorgespielt, bei dem verschiedene Größen variiert werden können. Dies hat den Vorteil, dass Versuchsdurchführungen simuliert werden können und die passenden Ergebnisse mit den eigenen Vorstellungen schnell überprüft werden können.

Die nächste Unterrichtseinheit begann mit einem Vergleich zwischen einer Kugel die senkrecht nach oben geschossen wird und dem Nordhorner Stadtpringbrunnen. Durch diese Parallelen erhalten die Schülerinnen und Schüler wieder einen Bezug zum Alltag und wissen, wo ihr erworbenes Wissen im Alltag eine Anwendung findet.

## II.3.3.5 Darstellung der einzelnen Stunden

### II.3.3.5.1 Stunde 1 – Der freie Fall

#### a) Ziele der Stunde

##### Grobziel:

Das Grobziel der Unterrichtsstunde ist die physikalische Beschreibung des freien Falls

##### Feinziele:

Für die Unterrichtsstunde sind drei Feinziele vorgesehen:

- die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihre Kenntnisse im Umgang mit der Durchführung von Experimenten
- die Schülerinnen und Schüler lernen ein Experiment zur Bestimmung der Fallbeschleunigung kennen und sind in der Lage dieses zu beschreiben und zu deuten
- sie bestimmen mit Hilfe eines v-t-Diagrammes die Fallbeschleunigung auf der Erde

#### b) Verlaufsplanung

##### **Motivierender Einstieg in das neue Themengebiet der Dynamik**

Zu Beginn der Stunde stellt die Lehrerin das neue Themengebiet innerhalb der Dynamik vor. Zur Motivation und zur besseren Beschreibung der Bewegungsformen führt sie mit den Schülerinnen und Schülern ein Gedankenexperiment zum Thema „Der Fallschirmspringer“ durch. Dieses Problem wird nun in einem Unterrichtsgespräch von den



**Abb.23:** Fallschirmspringer in der Luft

Schülerinnen und Schülern mit Hilfe eines mind maps näher bearbeitet. Durch diesen alltagsnahen Bezug des Fallschirmspringers wird vor allem den Schülerinnen verdeutlicht, dass Physik nicht nur eine theoretische Wissenschaft ist, die nur im Physikunterricht stattfindet, sondern einen großen Einfluss auf unseren Alltag und unsere Gesellschaft ausübt.

### **Versuchsvorbereitung „Treppenhausversuch“**

Dieses Problem soll nun in einem Schülerversuch genauer betrachtet werden. In diesem Sinne bespricht die Lehrerin mit den Schülerinnen und Schülern den Versuchsablauf und parallel dazu werden in einem Lehrer-Schüler-Gespräch die relevanten Größen zur Beschreibung der Bewegung eines Körpers wiederholt.

Anschließend wird in der Klasse der Versuchsaufbau an der Tafel festgehalten und eine Messwerttabelle erstellt. Die Lehrkraft wählt drei Freiwillige aus, die die einzelnen Etagenhöhen ausmessen und fünf Freiwillige die die Zeit messen, die die Metallkugeln für die einzelnen Wegstrecken benötigen.

### **Versuchsdurchführung**

Im Folgenden verlässt die Klasse den Physikhörsaal und begibt sich in den Treppenflur. Nun werden die einzelnen Etagenhöhen von den drei freiwilligen Schülerinnen oder Schülern ausgemessen, sodass im Anschluss mit der Messung begonnen werden kann. Zwischenzeitlich begeben sich die fünf Schülerinnen und Schüler mit den Stoppuhren in das Erdgeschoss um die Zeit messen zu können, die die Metallkugeln aus den einzelnen Stockwerken benötigen. Der Rest der Klasse versammelt sich zu Beginn der Messung im obersten Stockwerk. Von dort aus lässt eine Schülerin oder ein Schüler die erste Metallkugel durch das Treppenhaus fallen. Um den Klassenkameraden im Erdgeschoss anzukündigen wann die Messung beginnt, hält die Schülerin/der Schüler die Metallkugel über das Treppengelände und zählt von drei rückwärts nach unten. In diesem Moment starten die Fünf die Messung und stoppen die Zeit, bis die Kugel unten im Erdgeschoss ankommt.

Nachdem die Zeiten notiert wurden, versammelt sich die Klasse immer eine Etage tiefer und führt den gleichen Versuch erneut durch. Zunächst einmal wird auf jeder Etage ein neuer Freiwilliger ausgewählt, der die Kugel aus dem jeweiligen Stockwerk fallen lässt. Bei der Versuchsdurchführung wird dabei auf jeder Etage gleichermaßen vorgegangen.

### **Versuchsauswertung**

Nachdem die Schülerinnen und Schüler wieder in den Physikhörsaal zurückgekehrt sind, diktieren die fünf Schülerinnen und Schüler ihre Messzeiten, woraus diese anschließend die Mittelwerte bilden. Diese trägt die Lehrerin anschließend an der Tafel in der Messwerttabelle zusammen. Zur besseren Veranschaulichung der Bewegungsform erhalten die Schülerinnen und Schüler den Arbeitsauftrag ein s-t-Diagramm zu erstellen. Auf diese Weise erkennen sie selbst den parabelförmigen Anstieg und können so mit ihrem Vorwissen die Bewegungsform

erklären. In dem sich anschließenden Lehrer-Schüler-Gespräch präsentieren sie ihre Vermutung über die vorliegende Bewegungsform beim freien Fall. Diese Vermutungen fasst die Lehrerin an der Tafel zusammen und erarbeitet gemeinsam mit Ihnen die relevanten Formeln.

### **Vertiefung**

Differenziert man nun die Bewegung des Fallschirmspringers in einen Teil vor der Öffnung des Fallschirms und in einen Teil nach der Öffnung des Fallschirms, so stellt man fest, dass der zuvor durchgeführte Versuch mit anschließender Erklärung den ersten Teil der Bewegung des Fallschirmspringers darstellt. Für den zweiten Teil muss nun noch der Einfluss der Luftreibung berücksichtigt werden, sodass man die Bewegung des Fallschirmspringers vom Absprung aus dem Flugzeug bis zum Aufkommen auf der Erdoberfläche beschreiben kann. Mit Hilfe von einem glattem Blatt Papier und einem zerknülltem Blatt Papier wird nun der Unterschied zwischen dem geöffneten Fallschirm und dem geschlossenen Fallschirm simuliert. Abschließend wird von den Schülerinnen und Schülern die gesamte Bewegungsform des einführenden Gedankenexperimentes wiederholt.

### **Hausaufgabe**

Die neuen Erkenntnisse werden nun in einer kleinen Hausaufgabe geübt und gefestigt. Dazu legt die Lehrerin die Folie Nummer 1 auf den Overhead-Projektor. Bei dieser Aufgabe soll die Fallzeit eines vom Eiffelturm fallenden Paketes berechnet werden.

**c) Stundenmatrix**

<b>Artikulationsstufe</b>	<b>Erwartete Lehreraktivität</b>	<b>Erwartete Schüleraktivität</b>	<b>Sozialform und Medien</b>
<b>Einstieg</b> Gedankenexperiment „Fallschirmspringer“	Die Lehrerin stellt das neue Themengebiet innerhalb der Mechanik vor. Dazu führt sie mit den Schülern ein Gedankenexperiment durch  Frage: „Wie läuft die Bewegung beim Fallschirmsprung ab?“	Die Schüler machen sich Gedanken zu dem Experiment und erstellen ein mind map	Fragend – Erarbeitend  Unterrichtsgespräch  Tafel Schulheft
<b>Versuchsvorbereitung</b> „Treppenhausversuch“	Frage: „Welche Größen sind zur Beschreibung der Bewegung eines Körpers wichtig?“  Die Lehrerin bespricht mit den Schülern den Versuchsablauf und erstellt eine Messtabelle an der Tafel  Einteilung der Rollen bei der Versuchsdurchführung	Die Schüler nennen die Größen, die ihrer Meinung nach für die Beschreibung der Fallbewegung wichtig sind  Die Schüler übernehmen die Messtabelle in ihr Heft	Erarbeitend  Lehrer-Schüler-Gespräch  Tafel
<b>Versuchsdurchführung</b>	Lehrerin führt die Klasse in den Treppenflur	Drei Schüler messen die einzelnen Etagenhöhen aus  Fünf Schüler stehen mit Stoppuhren im Erdgeschoss des Gebäudes  Der Rest der Schüler steht in den einzelnen Stockwerken und immer ein Schüler lässt aus jeder Etage eine Metallkugel nach unten fallen	Schülerexperiment  5 Stoppuhren 5 Metallkugeln 1 Maßband
<b>Versuchsauswertung</b>	Die Lehrerin trägt die Messwerte in die Messwerttabelle an der Tafel ein  Arbeitsaufgabe: Erstellt bitte ein s-t-Diagramm	Schüler diktieren ihre Messergebnisse  Schüler erstellen ein s-t-Diagramm	Erarbeitend Lehrer-Schüler-Gespräch  Aufgebend Unterrichtsgespräch

	<p>Frage: „Um was für eine Form der Bewegung handelt es sich hierbei?“</p> <p>Die Lehrerin erarbeitet zusammen mit den Schülern die relevanten Formeln</p> <p>Die Lehrerin fasst die Erkenntnisse an der Tafel zusammen</p>	<p>Schüler erkennen anhand des proportionalen Zusammenhangs, dass es sich um eine Bewegung mit konstanter Beschleunigung handelt</p> <p>Die Schüler übernehmen die Ergebnisse in ihr Schulheft</p>	<p>Tafel</p>
<b>Vertiefung</b>	<p>Die Lehrerin stellt als Problem den freien Fall von einem glatten Blatt Papier und einem zerknülltem Blatt Papier dar Sie lässt Vermutungen aufstellen, welches Papierblatt zuerst am Boden aufkommt</p> <p>Sie führt den Versuch als Lehrerdemonstrationsversuch durch</p> <p>Die Lehrerin greift das Anfangsthema der Stunde mit dem Fallschirmspringer wieder auf</p>	<p>Die Schüler überlegen, welches Blatt zuerst am Boden ankommen könnte Dabei spielt die Luftreibung eine entscheidende Rolle</p> <p>Die Schüler beschreiben die Bewegung des Fallschirmspringers jetzt komplett, einschließlich Luftreibung</p>	<p>Fragend – Erarbeitend</p> <p>2 Blatt Papier</p> <p>Lehrerdemonstrationsversuch</p>
<b>Sicherung</b>	<p>Die Lehrerin stellt die Hausaufgabe für die nächste Woche Dazu legt sie die Folie Nr. 1 auf</p>	<p>Die Schüler notieren sich die Hausaufgabe</p>	<p>Overhead-Projektor</p>

## **d) Unterrichtserfahrung und Fazit**

### **Stundenbewertung Klasse 10 B**

Der Einstieg in das neue Thema über das Gedankenexperiment des Fallschirmspringers wirkte sehr motivierend auf die Schülerinnen und Schüler und weckte das Interesse an dem Thema.

Hierbei behandelten die Schülerinnen und Schüler den Flug eines Fallschirmspringers aus einem Flugzeug und beschrieben dessen Bewegung vom Absprung aus dem Flugzeug bis zum Landen auf der Erdoberfläche. Auffallend war hierbei, dass die Beteiligung am Unterricht von den Schülerinnen deutlich stärker war als es noch zuvor in den Stunden war, wodurch es zu einer ausgewogenen Mitarbeit zwischen den Jungen und Mädchen kam. Ihr gutes Verständnis über die einzelnen Bewegungsformen zeigte sich dahin, dass alle die Bewegung des Fallschirmspringers korrekt erklären konnten und auch weiterführende Fragen der Lehrerin ohne Probleme beantworten konnten. Hinzu kommt, dass sie die komplette Bewegungsform des Fallschirmspringers, also vom Absprung aus dem Flugzeug bis zur Landung auf der Erdoberfläche, korrekt beschreiben konnten. Sie erkannten allesamt, dass der Fallschirmspringer mit geschlossenem Fallschirm eine Bewegung mit konstanter Beschleunigung ausübt und sobald er den Fallschirm öffnet abgebremst wird. Bei geöffnetem Fallschirm ist seine Oberfläche größer, sodass der Luftwiderstand zunimmt.

Im Folgenden wurde dieses Problem im Unterricht näher untersucht. Dazu wurde im Treppenhaus ein Versuch durchgeführt, bei dem eine Metallkugel aus den einzelnen fünf Stockwerken fallengelassen wurde und die dafür benötigte Zeit gemessen wurde. Anfangs waren die Schülerinnen und Schüler etwas verhalten als es um die Rollenverteilung bei der Versuchsdurchführung ging. Im Laufe der Besprechung zur nachfolgenden Versuchsdurchführung meldeten sich immer mehr Freiwillige, die an der Messung teilnehmen wollen. So kam es schließlich, dass die Höhenmessung der einzelnen Stockwerke von drei Schülerinnen durchgeführt wurde und die Messung der Flugzeit von drei Schülerinnen und zwei Schülern gemessen wurde. Es folgte die Versuchsdurchführung, bei der die Mädchen wieder aktiv mitarbeiteten, indem sie die Metallkugel aus den einzelnen Stockwerken fallen ließen. Lediglich zwei Jungen meldeten sich freiwillig um die Kugel aus einem Stockwerk fallen zu lassen, sodass die Versuchsdurchführung zum überwiegenden Teil von dem Mädchen durchgeführt wurde.

Im Hinblick auf die Beteiligung bei der anschließenden Besprechung der Ergebnisse im Physikhörsaal lässt sich zwischen den Mädchen und Jungen kein Unterschied feststellen. Auf diese Weise kommt man im Unterrichtsgespräch gemeinsam auf die Beschreibung der

Bewegung des Fallschirmspringers. Darüber hinaus erarbeiteten die Schülerinnen und Schüler zusammen die Formel die diese Bewegung beschreibt. Grundsätzlich gab es weder bei den Schülerinnen noch bei den Schülern Probleme, jedoch gestaltete sich die Umstellung der Formel etwas schwieriger. Drei Schülerinnen war nicht ersichtlich, wieso man geteilt durch  $\frac{1}{2}$  auch als mal 2 darstellen kann. Dazu erfolgte eine kleine Erklärung, sodass alle Schülerinnen und Schüler die Umstellung der Formel vornehmen konnten.

### **Stundenbewertung der Klasse 10 D**

Der Einstieg in das neue Themengebiet über das Gedankenexperiment des Fallschirmspringers wirkte sehr motivierend auf die Schülerinnen und Schüler. Hierbei behandelten die Schülerinnen und Schüler den Flug eines Fallschirmspringers aus einem Flugzeug und beschrieben dessen Bewegung vom Absprung aus dem Flugzeug bis zum Landen auf der Erdoberfläche. Tendenziell ließ sich feststellen, dass die Mädchen aktiver am Unterrichtsgeschehen teil nahmen und den Unterricht durch ihre guten Beiträge voran brachten. Aus den vorherigen Physikstunden haben sie ein gutes Grundwissen mitgebracht und glänzten somit über ein sehr gutes Verständnis von Bewegungsvorgängen. Dies hatte zur Folge, dass der Sachverhalt von den Schülerinnen korrekt wiedergegeben wurde und auch kleinere Fragen der Lehrerin sie nicht verunsichern. Auch im Hinblick auf die gesamte Bewegungsform, also vom Absprung bis zur Landung, hatten die Schülerinnen ein sehr gutes Vorstellungsvermögen. Sie erkannten, dass der Fallschirmspringer zuerst konstant beschleunigt und sobald er den Fallschirm öffnet, wegen der größeren Oberfläche, wieder abgebremst wird.

Dieses Problem wurde nun in den Physikunterricht übertragen. Dafür wurde der Versuch mit der frei fallenden Kugel im Treppenhaus durchgeführt. Auffällig war hier, dass die zuvor aktiv mitarbeitenden Schülerinnen sich bei der Rollenvergabe zur Messung der Fallbeschleunigung stark zurück hielten. Infolge dessen haben drei Jungen die einzelnen Stockwerkhöhen ausgemessen sowie die Zeit gestoppt, die die Metallkugel benötigt um aus jedem Stockwerk im Erdgeschoss anzukommen. Lediglich zwei Mädchen meldeten sich freiwillig zur Messung der Fallzeit. Die Zurückhaltung der Mädchen bei der Messung spiegelte sich auch darin wieder, dass bei den fünf Versuchsdurchgängen, bei denen jeweils eine Kugel aus jedem der fünf Stockwerke fallen gelassen wird, sich nur zwei Mädchen trauten, die Kugel aus dem entsprechenden Stockwerk fallen zu lassen. Ganz anders verhielt es sich dann, als sich die Klasse wieder im Physikhörsaal zusammen gefunden hat und die gewonnenen Erkenntnisse besprochen hat. Hier arbeiteten die Schülerinnen wieder

aufmerksam mit und beteiligten sich auch regelmäßig am Unterricht. Demgegenüber hielten sich die Jungen etwas zurück und verfolgten die Erarbeitung im Unterricht eher still und aufmerksam.

Bei der anschließenden Frage nach der Bewegungsform schlug eine Schülerin vor, die Werte in ein s-t-Diagramm einzuzeichnen, da man dadurch den Verlauf der Bewegung gut erkennen kann. Auf Grund des parabelförmigen Anstieges der Messkurve erkannten alle Schülerinnen und Schüler, dass es sich bei dem freien Fall um eine Bewegung mit konstanter Beschleunigung handelt. Die anschließende Besprechung der Formel ergab keinerlei Probleme, da ihnen die Formel aus vorherigen Physikstunden schon bekannt ist. Obwohl das Verständnis über die vorliegende Formel ihnen keinerlei Schwierigkeiten bereitete, gab es kleinere Probleme bei der Umstellung der Formel nach der Fallbeschleunigung  $g$ , sodass dies in einem gemeinsamen Unterrichtsgespräch an der Tafel erarbeitet wurde. An die Erarbeitung anknüpfend wurde der Kreis wieder geschlossen und das eben erarbeitete auf unseren Fallschirmspringer angewendet. Dabei war die Beteiligung der Mädchen und der Jungen gleichermaßen, sie arbeiteten alle aufmerksam mit uns brachten mit ihren Beiträgen den Unterricht voran. Dadurch konnte der freie Fall schneller als geplant eingeführt werden, sodass zur Sicherung noch eine kleine Übungsaufgabe gestellt wurde. Diese Aufgabe wurde dann sofort gelöst und schien den Schülerinnen und Schülern auch keine Probleme zu bereiten.

### II.3.3.5.2 Stunde 2 – Der waagerechte Wurf

#### a) Ziele der Stunde

##### **Grobziel:**

Das Grobziel ist die physikalische Beschreibung des waagerechten Wurfes sowie die Berechnung einiger relevanter Übungsaufgaben

##### **Feinziele:**

Für die Unterrichtsstunde sind vier Feinziele vorgesehen:

- die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass der waagerechte Wurf sich aus der gleichförmigen Bewegung und dem freien Fall zusammensetzt
- die Schülerinnen und Schüler entwickeln eine Formel zur Berechnung des waagerechten Wurfes
- sie beschreiben, unter welchen Voraussetzungen zwei Körper gleich schnell fallen

- die Schülerinnen und Schüler üben den sicheren Umgang mit den neuen Formeln anhand von Aufgabenbeispielen

### **b) Verlaufsplanung**

#### **Wiederholung und Besprechung der Hausaufgabe**

Im ersten Teil der Stunde erfolgt in einem Lehrer-Schüler-Gespräch eine Wiederholung der wichtigsten Begriffe und Erkenntnisse der letzten Stunde. Dazu legt die Lehrerin die Folie 2 auf den Overhead-Projektor und sammelt die wichtigsten Formeln und Zusammenhänge. Anschließend legt Sie die Folie 1 auf den Overhead-Projektor und bespricht gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern die Hausaufgabe. Bei eventuell auftretenden Unklarheiten besteht an dieser Stelle die Möglichkeit einer kleinen Diskussion.

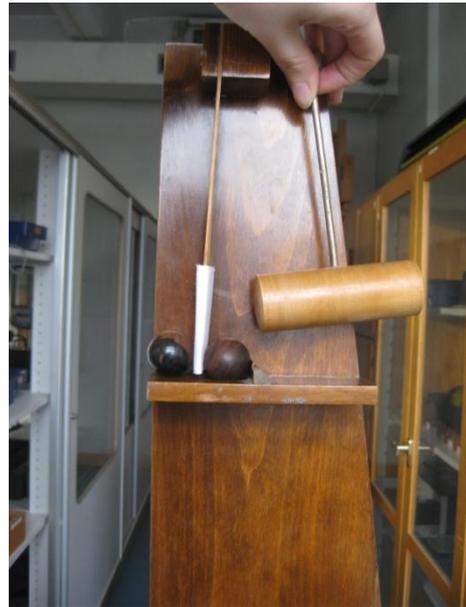
#### **Versuchsdurchführung „Wasserstrahl einer Wasserpistole“**

Die neue Bewegungsform „waagerechte Wurf“ veranschaulicht die Lehrerin, indem sie den Vergleich mit dem Zielen einer Wasserpistole anführt. Dazu schließt sie einen Gummischlauch an einen Wasserhahn an und lässt Vermutungen über die Bewegungsform aufstellen. Daraufhin dreht sie den Wasserhahn leicht auf, sodass der schmale Wasserstrahl parabelförmig im Waschbecken aufkommt. Anschließend öffnet Sie den Wasserhahn fast vollständig und lässt die Beobachtungen von den Schülern zusammenfassen. Die Schülerinnen und Schüler erkennen daran anschaulich, dass die Parabelform des Wasserstrahls von der Austrittsgeschwindigkeit des Wassers abhängt. Dieser Einstieg in das neue Thema wird angesichts seines praxisnahen Bezuges gewählt. Dadurch wird den Schülerinnen sowie Schülern verdeutlicht, dass Physik in unserem Alltag eine entscheidende Rolle einnimmt. Außerdem können sie ihr Physikwissen aus dem Unterricht im Alltag anwenden und Voraussagen zu bestimmten Sachverhalten machen.

#### **Versuchsdurchführung und –auswertung „Zwei Kugeln fallen gleichzeitig zu Boden“**

Im nächsten Stundenabschnitt wird an die zuvor besprochene Bewegungsform angeknüpft. Dazu führt die Lehrerin einen Demonstrationsversuch durch, bei dem zwei Kugel gleichzeitig zwei unterschiedliche Bewegungen ausführen und dennoch gleichzeitig am Boden ankommen. Die Kugel A fällt im freien Fall zu Boden, die Kugel B führt eine gleichförmige Bewegung aus. In einem Lehrer-Schüler-Gespräch geben die Schülerinnen und Schüler ihre Prognose ab, welche der beiden Kugeln zuerst am Boden aufkommt.

Jede dieser Möglichkeiten wird in einem Unterrichtsgespräch näher besprochen und als mögliche Beobachtungen an der Tafel festgehalten. Daraufhin führt die Lehrerin diesen Versuch nun durch und die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass die beiden Bewegungen unabhängig voneinander sind. Hier gilt also das Unabhängigkeitsprinzip. Abschließend werden die wichtigsten Ergebnisse von der Lehrkraft an der Tafel zusammen gefasst.



**Abb.24:** Versuchsaufbau zum waagerechten Wurf

### **Erarbeitung des physikalischen Zusammenhangs**

Im Anschluss werden nun in einem Unterrichtsgespräch die Bewegungsformen der beiden Kugeln analysiert. Dabei wird die Wurfbewegung in seine Bewegung in Richtung der x-Komponente und in Richtung der y-Komponente zerlegt. Die Schülerinnen und Schüler erkennen hier anschaulich, dass sich der waagerechte Wurf aus einer Überlagerung des freien Falls in vertikaler Richtung und einer gleichförmigen Bewegung in horizontaler Richtung zusammen setzt. Zum Abschluss der Versuchsauswertung wird das Tafelbild durch die wichtigsten Formeln und Zusammenhänge ergänzt.

### **Sicherung und Hausaufgabe**

Zur Vertiefung werden die letzten 30 Minuten des Unterrichts dazu genutzt, die eben erworbenen Erkenntnisse zu festigen. Dazu teilt die Lehrerin das Arbeitsblatt 1 aus, welches von den Schülerinnen und Schülern in Partnerarbeit bearbeitet wird. Sie behandeln allesamt den waagerechten Wurf, bei denen verschiedene Beispiele aus dem Alltag behandelt werden. Weiterhin soll das Verstehen einer überlagerten Bewegung sowie der Umgang mit den neuen Formeln gefestigt werden. Eventuell auftretende Probleme können dann in einem Lehrer-Schüler-Gespräch geklärt werden und die Ergebnisse anschließend von den Schülerinnen und Schülern an der Tafel präsentiert werden.

Die letzte Aufgabe auf dem Arbeitsblatt 1 wird von den Schülern als Hausaufgabe bearbeitet.

**c) Stundenmatrix**

<b>Artikulationsstufe</b>	<b>Erwartete Lehreraktivität</b>	<b>Erwartete Schüleraktivität</b>	<b>Sozialform und Medien</b>
<b>Wiederholung und Besprechung der Hausaufgabe</b>	Die Lehrkraft legt die Folie 1 der letzten Stunde auf und fragt nach den Ergebnissen  Sie wiederholt zusammen mit den Schülern die wichtigsten Ergebnisse der letzten Stunde und stellt dabei einige Fragen Dazu erarbeitet sie gemeinsam mit den Schülern die Folie 2	Die Schüler tragen ihre Ergebnisse vor  Schüler beantworten die Fragen	Fragend – Wiederholend  Lehrer-Schüler-Gespräch  Overhead-Projektor
<b>Versuchsdurchführung 1</b> Wasserstrahl einer Wasserpistole	Die Lehrerin lässt einen Wasserstrahl waagrecht in ein Wasserbecken laufen Sie fragt nach der Bewegungsform	Schüler beantworten die Frage  Parabelförmige Bewegung	Darbietend  Demonstrationsversuch  Wasser Gummischlauch
<b>Versuchsdurchführung 2</b> 2 Kugeln fallen gleichzeitig zu Boden	Die Lehrkraft beschreibt den nachfolgenden Versuch Kugel A fällt im freien Fall Kugel B führt eine Bewegung aus wie der Wasserstrahl	Schüler geben ihre Prognose ab welche Kugel zuerst unten am Boden ankommt Kugel A kommt zuerst unten an, da der Weg kürzer ist Kugel B kommt zuerst unten an, da das Unabhängigkeitsprinzip gilt	Darbietend  Demonstrationsversuch 2 Holzkugeln Abschussgerät
<b>Versuchsauswertung 2</b>	Die Lehrerin fragt nach den Beobachtungen und nach möglichen Gründen  Sie fasst die wichtigsten Ergebnisse an der Tafel zusammen	Lehrer fragt nach den Beobachtungen und nach möglichen Gründen  Er fasst die wichtigsten Ergebnisse an der Tafel zusammen	Fragend – Erarbeitend  Lehrer-Schüler-Gespräch Tafel
<b>Erarbeitung des physikalischen Zusammenhangs</b>	Die Lehrerin bespricht mit den Schülern die Bewegungsformen für jede Richtung	Schüler erkennen den freien Fall nach unten und die gleichförmige Bewegung entlang der horizontalen	Erarbeitend  Unterrichtsgespräch

	<p>Sie erarbeitet gemeinsam mit den Schülern die Formeln für die Bewegung in x- und y-Richtung</p> <p>Die Lehrkraft fasst das Wichtigste in einen Merksatz an der Tafel zusammen</p> <p>Zur besseren Veranschaulichung wird ein Applet am Laptop gezeigt</p>	<p>Schüler nennen die Formeln für die gleichförmige Bewegung und den freien Fall</p> <p>Schüler übernehmen den Merksatz in ihr Heft</p>	<p>Lehrervortrag</p> <p>Tafel</p> <p>Laptop</p> <p>Beamer</p>
<b>Sicherung und Hausaufgabe</b>	<p>Die Lehrerin teilt das Arbeitsblatt 1 aus und erklärt die Aufgaben</p> <p>Aufgabe 6 ist die Hausaufgabe zur nächsten Physikstunde</p>	<p>Schüler bearbeiten in Partnerarbeit den Übungszettel</p>	<p>Partnerarbeit</p> <p>Arbeitsblatt 1</p>

#### **d) Unterrichtserfahrung und Fazit**

##### **Stundenbewertung Klasse 10B**

Zu Beginn der Stunde erfolgte eine kleine Wiederholung der wichtigsten Ergebnisse und Formeln der letzten Stunde. Dabei fiel auf, dass vor allem die Mädchen wieder aktiv an der Bearbeitung der Wiederholungsfolie beteiligt waren. Unter Verwendung eines praxisnahen Beispiels wurde der Einstieg in das neue Thema durchgeführt. Dadurch gelang ein interessanter Einstieg in das neue Themengebiet, das Mädchen und Jungen gleichermaßen ansprach. Da sie die Bewegungsform der Wasserpistole aufgrund ihrer Kindheitserfahrungen sehr gut beschreiben konnten, haben alle Schülerinnen und Schüler den gleichen Wissensstand bezüglich des folgenden Versuches, sodass dieser ohne längerer Besprechung durchgeführt werden konnte. Anschließend wurde ein Versuch durchgeführt, bei dem zwei Kugeln gleichzeitig losgelassen werden und dabei zwei unterschiedliche Flugbahnen durchlaufen. Auffallend war hierbei, dass sehr viele Schüler ein sehr gutes Verständnis von der Physik hatten, sodass sie sofort erkannten, dass beide Kugeln auf Grund des Unabhängigkeitsprinzips gleichzeitig am Boden aufkommen müssen. Dennoch gab es wenige Schülerinnen und Schüler, die dieses Prinzip nicht erkannten und nach deren Meinung die Kugel A, die den kürzeren Weg zurück legt, auch zuerst am Boden ankommen muss. Bei der anschließenden Besprechung des Versuches teilt die Lehrerin den Versuch in zwei Bereiche ein, einmal wie der Versuch ablaufen würde ohne Schwerkraft und einmal mit Einfluss der Schwerkraft. Dabei gab es vor allem bei den Mädchen größere Schwierigkeiten, sich den

Versuch ohne Schwerkraft vorzustellen. Ihnen fehlte die Vorstellung, dass sich der Körper dann einfach ungestört in der horizontalen weiterbewegen wird. Die häufigste Vorstellung war hierbei, dass sich der Körper dann einfach langsamer zu Boden bewegt, also in einem größeren Bogen zu Boden fällt. Demgegenüber erkannten einige Jungen schnell, dass sich der Körper waagrecht weiter bewegen wird und nicht zu Boden fällt, wodurch er eine gleichförmige Bewegung ausübt. Betrachtet man hingegen die Flugbahn unter Berücksichtigung der Schwerkraft fällt die Kugel nach kurzer Zeit zu Boden, da auf sie die Schwerkraft wirkt. Insbesondere die Jungen erkannten hier, dass der freie Fall ebenfalls auf die Kugel wirkt und es sich somit um eine Überlagerung beider Bewegungen handeln muss. Zur Veranschaulichung wird von der Lehrerin ein Applet mit dem Laptop gezeigt, welches bei den Mädchen und Jungen gleichermaßen gut ankommt. Sie verfolgen aufmerksam das Applet und die verschiedenen Variationen die man dort einstellen kann.

Abschließend wird das Arbeitsblatt 1 ausgeteilt, welches die Schülerinnen und Schüler bearbeiten sollen. Die Aufgaben werden in Partnerarbeit sofort bearbeitet was dem Großteil der Schülerinnen und Schüler keine Schwierigkeiten bereitet. Lediglich zwei Mädchen und zwei Jungen haben bei der Umstellung der Formel ihre Probleme, die dann mit Hilfe der Lehrkraft am Schülerplatz geklärt werden. Bei der anschließenden Vorstellung der Aufgaben an der Tafel lässt sich deutlich feststellen, dass die Mädchen in dieser Phase aktiver am Unterricht mitarbeiten als die Jungen. Folglich melden sich die Schülerinnen häufiger freiwillig um ihre bearbeiteten Aufgaben an der Tafel vorzustellen als die Jungen. Somit kam es, dass von den fünf bearbeiteten Aufgaben der Stunde vier Aufgaben von den Mädchen präsentiert wurden und nur eine von einem Jungen.

### **Stundenbewertung Klasse 10D**

Die Unterrichtsstunde beginnt mit einer kurzen Wiederholung der wichtigsten Ergebnisse und Formeln der letzten Physikstunde. Hierbei fiel auf, dass der Großteil der Wiederholung von den Mädchen erfolgt und die Jungen dies eher still und aufmerksam verfolgen. Durch einen kleinen Vergleich aus dem Alltag wurde das neue Thema „Der waagrechte Wurf“ vorgestellt, wobei bei dieser Wahl auf einen praxisnahen Bezug Wert gelegt wurde. Dies ermöglichte allen Schülerinnen und Schülern sich an der Bearbeitung aktiv zu beteiligen, da ihnen dieses Phänomen aus ihren Kindertagen bekannt ist. Dieses Problem wurde nun im weiteren Verlauf der Stunde näher untersucht und diskutiert. Obwohl die Schülerinnen und Schüler bei der vorherigen Besprechung des Versuches alle aktiv mitgearbeitet haben, lässt sich jetzt erkennen, dass die Schüler eher zurückhaltender sind und sich den Versuch aus der

Ferne anschauen. Im Zusammenhang damit kam es, dass der Großteil der Bearbeitung des Stundenversuches von den Mädchen erarbeitet wurde. Auf Grund ihres guten Vorwissens aus den letzten Stunden erkannten sie schnell die Überlagerung der gleichförmigen Bewegung und des freien Falls. Obendrein konnten sie die relevanten Formeln benennen und erklären. Auch hier kam der Einsatz des Applets mit Hilfe des Laptops und Beamer bei allen Schülerinnen und Schülern sehr gut an. Sie verfolgten die verschiedenen Variationen bei der Durchführung am Applet und stellten Vermutungen über den Ausgang des Versuches an. Auch im Hinblick auf das folgende Arbeitsblatt gab es nur relativ weniger Probleme von Seiten der Schülerinnen und Schüler. Deutlich wurde dies dabei, dass sie die Aufgaben sofort bearbeitet haben und nur wenige und kleine Fragen zu der Bearbeitung gestellt haben. Zum Beispiel kam es bei drei Schülerinnen zu Schwierigkeiten bei der Formelumstellung zur Berechnung der Aufgabe und zwei Schüler taten sich schwer, die beiden Formeln der gleichförmigen Bewegung und des freien Falls beide bei einer Aufgabe anzuwenden.

### II. 3.3.5.3 Stunde 3 – Der senkrechte Wurf nach oben

#### a) Ziele der Stunde

##### **Grobziel:**

Das Grobziel der Physikstunde ist die physikalische Beschreibung des senkrechten Wurfes nach oben sowie das Erkennen der überlagerten Bewegung

##### **Feinziele:**

Für die Unterrichtsstunde sind 4 Feinziele vorgesehen:

- Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass der senkrechte Wurf sich aus der gleichförmigen Bewegung und dem freien Fall zusammen setzen
- Die Schülerinnen und Schüler entwickeln eine Formel zur Berechnung des senkrechten Wurfes
- Sie erkennen, dass die Fluggeschwindigkeit mit zunehmender Höhe abnimmt und sind im Stande dies zu erklären

#### b) Verlaufsplanung

##### **Wiederholung und Besprechung der Hausaufgabe**

Die Unterrichtsstunde beginnt mit einem Lehrer-Schüler-Gespräch, in dem die wichtigsten Ergebnisse der letzten Stunde wiederholt werden. Dabei wird bei der Bewegungsform des

waagerechten Wurfes nochmal besonders auf die Überlagerung des freien Falls und der gleichförmigen Bewegung eingegangen. Somit festigt sich das Wissen, dass bei dieser Bewegungsform immer beide Bewegungen gleichzeitig und unabhängig voneinander ablaufen. Desweiteren wiederholt eine Schülerin oder ein Schüler die Versuchsdurchführung und die Versuchsergebnisse der letzten Stunde. Parallel dazu wird auf dem Overhead-Projektor die Folie 3 erstellt, die die Schüler als Wiederholung in ihr Schulheft übernehmen. Im Anschluss wird von der Lehrerin die Aufgabe 6 vom Arbeitsblatt der letzten Stunde besprochen und die Schülerinnen und Schüler präsentieren ihre Ergebnisse der Aufgabe. Dazu wird ein Freiwilliger ausgewählt, der seine Ergebnisse an der Tafel vorstellt. Bei eventuell auftretenden Unklarheiten oder Problemen besteht hier die Möglichkeit zu einer kleinen Diskussion.

### **Einführung der neuen Bewegungsform:** „Der senkrechten Wurfs nach oben“

Im nächsten Teil der Stunde wird die neue Bewegungsform „senkrechter Wurf nach oben“ eingeführt. Dies wird von der Lehrerin wieder mit einem Vergleich aus dem Alltag durchgeführt. Sie veranschaulicht dies, indem sie als Problem die Bewegungsform des Nordhorer Stadtspringbrunnens thematisiert und den Schülern den Arbeitsauftrag erteilt, sich Gedanken über die neue Bewegungsform zu machen.



**Abb.25:** Der Nordhorer Stadtspringbrunnen

### **Erarbeitung**

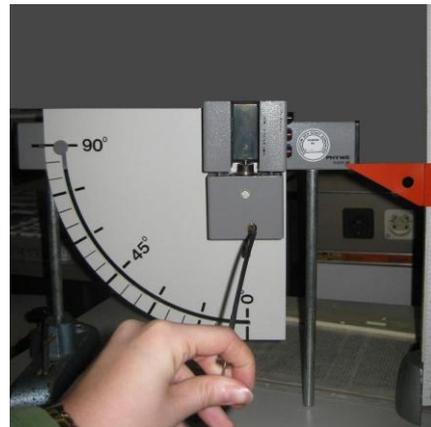
Anknüpfend an dieses Problem wird im nächsten Unterrichtsschritt das Arbeitsblatt 2 ausgeteilt, welches die Schülerinnen und Schüler in Einzelarbeit lesen und bearbeiten. Anhand des Arbeitsblattes erkennen die Schülerinnen und Schüler anschaulich, dass sich der senkrechte Wurf genau wie der waagerechte Wurf aus einer Überlagerung des freien Falls und einer gleichförmigen Bewegung zusammen setzt. In dem sich anschließenden Unterrichtsgespräch werden die wichtigsten Erkenntnisse zusammengefasst und diskutiert.

### **Versuchsvorbereitung** : „Senkrechter Wurf nach oben“

Zu Beginn des Versuches bespricht die Lehrerin mit den Schülern den späteren Versuchsaufbau und erstellt eine Messwerttabelle an der Tafel. Es folgt eine Einteilung der Assistenten für die Versuchsdurchführung durch die Lehrkraft – ein Assistent fängt die Kugel, ein Zweiter liest die Flughöhe ab und ein Dritter notiert die Flughöhe in Abhängigkeit der Anfangsgeschwindigkeit an der Tafel. Der Rest der Klasse unterstützt den Assistenten beim Ablesen der Flughöhe. Dadurch wird die gesamte Klasse in die Versuchsdurchführung mit eingebunden und ist somit später in der Lage den Versuch besser verfolgen zu können. Nachdem die Rollen verteilt und letzte Unklarheiten geklärt wurden übernehmen die Schüler die Messwerttabelle in ihr Heft.

### **Versuchsdurchführung**

Direkt im Anschluss führt die Lehrerin den Versuch als Lehrer-Schüler-Versuch durch. Dazu lässt sie die Kugel für jede der drei Anfangsgeschwindigkeiten drei Mal nach oben schießen. Zwischenzeitlich lesen die Schüler die Flughöhen ab und notieren sie an der Tafel.



**Abb.26:** Versuchsaufbau zur Bestimmung der Flugdauer

### **Versuchsauswertung**

Im folgenden Unterrichtsgespräch werden die gemachten Beobachtungen beschrieben und erklärt. Die Schülerinnen und Schüler erkennen gut, dass die Geschwindigkeit der Kugel mit der Höhe abnimmt, an seinem höchsten Punkt gleich null ist und anschließend wieder zunimmt, jedoch in die entgegengesetzte Richtung. Aufgrund ihrer Kenntnisse aus der letzten Stunde mit dem Thema „Der waagerechte Wurf“ können sie ihre Beobachtungen physikalisch begründen. Anschließend werden die wichtigen Ergebnisse an der Tafel festgehalten und von den Schülerinnen und Schülern in ihr Heft übernommen.

### **Ergebnissicherung**

Um diesen wichtigen Zusammenhang noch einmal zu festigen, erhalten die Schülerinnen und Schüler gruppenweise den Arbeitsauftrag, in der zuvor angefertigten Messwerttabelle die

fehlenden Fluggeschwindigkeiten und Flughöhen zu berechnen. Nachdem die Schüler die Werte berechnet haben, kommt aus jeder Gruppe ein Freiwilliger an die Tafel und vervollständigt mit seinen Werten die Messwerttabelle. Anhand der berechneten Werte für die Flughöhe und Fluggeschwindigkeit erkennen die Schülerinnen und Schüler anschaulich, dass ihre Vermutungen über den Ausgang des Versuches korrekt waren. Es lässt sich aus der Tabelle erkennen, dass die Geschwindigkeit am höchsten Punkt gleich null ist.

**c) Stundenmatrix**

<b>Artikulationsstufe</b>	<b>Erwartete Lehreraktivität</b>	<b>Erwartete Schüleraktivität</b>	<b>Sozialform und Medien</b>
<b>Wiederholung und Besprechung der Hausaufgabe</b>	Die Lehrerin fragt nach den Ergebnissen der Aufgabe 6  Sie legt die Folie 3 auf und wiederholt zusammen mit den Schülern den waagerechten Wurf	Die Schüler tragen ihre Ergebnisse vor  Schüler wiederholen die Versuchsdurchführung, Versuchsergebnisse und den physikalischen Zusammenhang	Lehrer-Schüler-Gespräch Overhead-Projektor  Fragend – Wiederholend  Folie 3
<b>Einführung</b> „Der senkrechten Wurfs nach oben“	Lehrerin führt den senkrechten Wurf nach oben ein, indem sie als Problem die Bewegungsform des Nordhorner Stadtpringbrunnens thematisiert	Schüler machen sich Gedanken über die Bewegungsform	Unterrichtsgespräch
<b>Erarbeitung</b>	Lehrerin teilt das Arbeitsblatt 2 aus Schüler bekommen den Arbeitsauftrag, das Arbeitsblatt zu lesen und die Bewegungsform des senkrechten Wurfs nach oben heraus zuarbeiten  Sie fragt nach den Ergebnissen und fasst die wichtigsten Ergebnisse an der Tafel zusammen	Schüler bearbeiten ihren Arbeitsauftrag  Schüler stellen ihre Ergebnisse in der Klasse vor	Erarbeitend – Aufgebend  Einzelarbeit Arbeitsblatt 2  Fragend – Erarbeitend Lehrer-Schüler-Gespräch Tafel
<b>Versuchsvorbereitung</b> Senkrechter Wurf nach oben	Die Lehrerin bespricht mit den Schülern den Versuchsablauf und erstellt eine Messtabelle an der Tafel	Die Schüler übernehmen die Messtabelle in ihr Heft	Erarbeitend Lehrer-Schüler-Gespräch

Kapitel 3 – Das Unterrichtskonzept eines mädchengerechten Unterrichts

	<p>Frage: „Wie wird die Flugbahn der Kugel aussehen?“</p> <p>Einteilung der Rollen bei der Versuchsdurchführung</p>	<p>Die Schüler beschreiben auf Grundlage ihrer Kenntnisse vom Arbeitsblatt 2 die Bewegungsform der Kugel</p> <p>Die Schüler stellen sich im Halbkreis vor dem Versuch auf          1 Schüler fängt die Kugel          1 Schüler liest die Flughöhe ab          1 Schüler notiert die Flughöhe in Abhängigkeit der Anfangsgeschwindigkeit an der Tafel</p>	<p>Tafel</p> <p>Fragend - Erarbeitend</p> <p>Darbietend</p>
<b>Versuchsdurchführung</b>	<p>Lehrerin lässt die Kugel für jede der drei Anfangsgeschwindigkeit drei mal nach oben schießen</p>	<p>Schüler lesen die Flughöhe ab und notieren sie an der Tafel</p> <p>Der Rest der Schüler unterstützt den Schüler beim Ablesen der Flughöhe</p>	<p>Erarbeitend</p> <p>Lehrer-Schüler-Experiment          Kleine Metallkugel          Versuchsaufbau          Zollstock          Tafel</p>
<b>Versuchsauswertung</b>	<p>Die Lehrerin fragt nach der Versuchsbeobachtung</p> <p>Die Lehrerin hält die Beobachtung an der Tafel fest</p> <p>Sie trägt die Messwerte in die Messwerttabelle an der Tafel ein</p> <p>Lehrerin erarbeitet zusammen mit den Schülern</p>	<p>Die Schüler beschreiben ihre Beobachtung</p> <p>Die Metallkugel fliegt senkrecht nach oben, ihre Geschwindigkeit nimmt mit der Höhe ab          Am höchsten Punkt ist die Geschwindigkeit gleich null          Danach fliegt sie senkrecht nach unten</p> <p>Schüler übernehmen die Beobachtung in ihr Schulheft</p>	<p>Fragend – Erarbeitend</p> <p>Lehrer-Schüler-Gespräch</p> <p>Tafel</p>

Kapitel 3 – Das Unterrichtskonzept eines mädchengerechten Unterrichts

	<p>die relevanten Formeln</p> <p>Anschließend fasst sie die Erkenntnisse an der Tafel zusammen</p>	<p>Schüler übernehmen die Ergebnisse in ihr Schulheft</p>	
<b>Ergebnissicherung</b>	<p>Arbeitsauftrag: „Vervollständigt bitte die Messtabelle, indem ihr die Fluggeschwindigkeit und die Flughöhe nach vorgegebenen Zeiten berechnet“</p> <p>Frage: „Wenn ihr euch jetzt die Ergebnisse an der Tafel mit unseren Vermutungen anschaut, was stellt ihr da fest?“</p> <p>Die Lehrerin zeigt den Schüler, wie sie zuvor die Zeit berechnet hat, nach der die Flughöhe maximal und die Geschwindigkeit minimal ist</p>	<p>Die Schüler berechnen Gruppenweise die Fluggeschwindigkeit und die Flughöhe</p> <p>1 Schüler schreibt die Ergebnisse für die Fluggeschwindigkeit an die Tafel, ein zweiter Schüler die Ergebnisse der Flughöhe</p> <p>Schüler antworten auf die Frage</p> <p>Wir lagen richtig! Die Geschwindigkeit nimmt mit der Höhe ab, ist am höchsten Punkt null und nimmt dann wieder zu Am höchsten Punkt ist ein Umkehrpunkt, die Metallkugel ändert ihre Richtung</p> <p>Schüler übernehmen die Rechnung in ihr Heft</p>	<p>Aufgebend</p> <p>Gruppenarbeit</p> <p>Tafel</p> <p>Fragend-Erarbeitend</p> <p>Unterrichtsgespräch</p> <p>Darbietend</p> <p>Lehrerdemonstrationsrechnung</p> <p>Tafel</p>

## **d) Unterrichtserfahrung und Fazit**

### **Stundenbewertung der Klasse 10B**

Zu Beginn der Stunde erfolgte eine kleine Wiederholung der wichtigsten Ergebnisse und Formeln der letzten Stunde. Dabei fiel auf, dass vor allem die Mädchen wieder aktiv an der Bearbeitung der Wiederholungsfolie beteiligt waren. Sie glänzten mit ihrem sehr guten Wissen sodass die Wiederholung rasch erfolgte. Obwohl fast alle Schülerinnen und Schüler ihre Hausaufgaben zu Hause bearbeitet haben, waren es hier vor allem wieder die Mädchen, die sich bei der Bearbeitung aktiv beteiligten, wohingegen die Jungen dies eher still und aufmerksam verfolgten. Lediglich zwei Schülerinnen und ein Schüler haben die Hausaufgaben nicht bearbeitet, da sie Probleme bei der Anwendung beider Formeln hatten.

Desweiteren hatten sie Probleme bei der Umstellung der Formel des freien Falls, sodass sie diese nicht in die Formel der gleichförmigen Bewegung einsetzen konnten.

Auch hier wurde der Einstieg in das neue Thema mit einem Vergleich aus dem Alltag eingeführt, nämlich mit der Bewegungsform des Nordhorer Stadtspringbrunnens. Somit gelang ein interessanter Einstieg in das Thema, der alle Schülerinnen und Schüler begeisterte.

In Partnerarbeit bearbeiteten die Schülerinnen und Schüler das Arbeitsblatt 2 und arbeiteten die Bewegungsform des senkrechten Wurfs nach oben heraus. Im Anschluss daran wurde die Bewegungsform in der Klasse besprochen, wobei sich die Mädchen und Jungen gleichermaßen an der aktiven Bearbeitung beteiligten. Ihr gutes Verständnis über die einzelnen Bewegungsformen – der gleichförmigen Bewegung und des freien Falls – sowie die Überlagerung dieser beiden Bewegungsformen bei dem senkrechten Wurf machte es ihnen möglich, den Arbeitszettel ohne weitere Probleme zu bearbeiten. Dies zeigte sich auch bei der anschließenden Besprechung der Bewegungsform, indem sie zum einen die Bewegung korrekt beschreiben konnten und zum anderen auch weiterführende Fragen der Lehrerin ohne Probleme beantworten konnten.

Auch im Hinblick auf die nachfolgende Versuchsdurchführung lässt sich sagen, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler aktiv am Unterrichtsgeschehen mitgewirkt haben. Hier meldeten sie sich freiwillig zur Unterstützung des Versuches, wobei zwei Schüler die Flughöhe ablasen und die Kugel wieder auffingen und eine Schülerin die Messergebnisse an der Tafel notierte. Der Rest der Klasse beteiligte sich ebenfalls an der Versuchsdurchführung, indem sie den Schüler beim Ablesen der Flughöhe unterstützten. Grundsätzlich ließ sich bei der anschließenden Besprechung der Ergebnisse kein Unterschied zwischen den Mädchen und Jungen feststellen. Dadurch kam man im Unterrichtsgespräch schnell auf die Beobachtung und Deutung des Versuches und konnte mit der anschließenden Besprechung der Formeln

fortfahren. Wie sich bei der Besprechung des Arbeitsblattes 2 schon gezeigt hat haben alle Schülerinnen und Schüler ein gutes Verständnis der Bewegungsformen, sodass die relevanten Formeln ohne größere Schwierigkeiten erarbeitet werden konnten.

Anschließend vervollständigen die Schülerinnen und Schüler in Gruppenarbeit die Messwerttabelle, in dem die eine Gruppe die Flughöhe zu vorgegebenen Zeiten berechnet und die andere die Fluggeschwindigkeit. Letztendlich wurden die Ergebnisse jeweils von einem Freiwilligen aus jeder Gruppe an der Tafel vorgestellt und ins Heft übernommen. Tendenziell ließ sich bei der Berechnung der Werte feststellen, dass es nur bei sehr wenigen Schülerinnen und Schüler zu Schwierigkeiten kam, so hatte beispielsweise eine Schülerin Probleme mit der Eingabe in den Taschenrechner und ein Schüler bei der Klammersetzung.

Eine abschließende Wiederholung der Versuchsdurchführung, -beobachtung und -auswertung zeigte, dass die Schülerinnen und Schüler die bewegungsform des senkrechten Wurfes nach oben verstanden haben und auch in der Lage sind, diesen physikalisch zu erklären.

### **Stundenbewertung Klasse 10 D**

Die Stunde begann mit einer kurzen Wiederholung der wichtigsten Ergebnisse und Formeln der letzten Stunde. Dazu wurde die Folie 3 erstellt, die größtenteils von den Schülerinnen erarbeitet wurde, die durch ihr gutes Wissen glänzten. Ebenso verhielt es sich bei der anschließenden Besprechung der Hausaufgabe. Zwar hatten bis auf fünf Schülerinnen und Schüler alle ihre Hausaufgabe zu Hause bearbeitet, jedoch meldeten sich bei der anschließenden Besprechung an der Tafel lediglich die Mädchen freiwillig um diese ihren Mitschülerinnen und Mitschülern zu präsentieren. Insbesondere die Umstellung der Formel zum freien Fall bereitete den Schülerinnen und Schülern Probleme, da sie bei der Formel  $y = \frac{1}{2} * g * t^2$  nicht wussten, wie sie das  $\frac{1}{2}$  der einen Seite auf die andere Seite bringen. Somit konnten sie die Formel nicht nach t eliminieren und nicht in die Formel zur gleichförmigen Bewegung einsetzen.

Anschließend daran wurde durch einen Vergleich mit dem Nordhorner Stadtpringbrunnens das neue Thema der Stunde eingeführt, welches die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler sofort weckte, da sie hier wieder lernen, ein Phänomen aus dem Alltag zu beschreiben. Dieses Problem wurde nun von den Schülerinnen und Schülern mit Hilfe des Arbeitsblattes 2 in Partnerarbeit bearbeitet, sodass sie anschließend die Formeln für den senkrechten Wurf nach oben herausgearbeitet haben. Auffällig war bei der anschließenden Besprechung wieder, dass vor allem die Mädchen sich aktiv an der Bearbeitung des Arbeitsblattes beteiligten. Obendrein hatten sie ein sehr gutes Verständnis über die

Bewegungsformen des freien Falls und der gleichförmigen Bewegung sowie über die gleichzeitige Abfolge beider Bewegungsformen beim senkrechten Wurf nach oben, sodass sie das Arbeitsblatt rasch bearbeitet haben. Ihr gutes Verständnis zeigt sich auch bei der anschließenden Besprechung der Bewegungsformen, indem sie die Beschreibung korrekt vornehmen und keinerlei Probleme haben. Dahingegen halten sich die Jungen zurück und verfolgen der Besprechung still aber aufmerksam. Eine ähnliche Situation ergibt sich bei der anschließenden Versuchsdurchführung, bei der sich überwiegend Mädchen freiwillig melden, um bei der Unterstützung des Versuches mitzuwirken. So kommt es, dass zwei Schülerinnen die Flughöhe ablesen und an der Tafel notieren und ein Schüler die Kugel wieder auffängt. Der Rest der Klasse verfolgt die Versuchsdurchführung teils aufmerksam, jedoch kommt es vereinzelt zu Unterhaltungen zwischen den einzelnen Schülerinnen und Schülern, sodass sie abgelenkt sind und den Versuch nur am Rande verfolgen. Differenzier nach Mädchen und Jungen ließen sich bei der anschließenden Besprechung des Versuches große Unterschiede verzeichnen. Während die Mädchen aktiv an der Beteiligung der Besprechung beteiligt sind, sitzen die fünf Schüler der Klasse in ihrer Bankreihe und verfolgen der Besprechung und es kommt nur ab und an zu eine Schülermeldung. Trotz der Zurückhaltung der Schüler kam man im Unterrichtsgespräch schnell zu der Beobachtung und Deutung des Versuches sowie zu den relevanten Formeln dieser Bewegungsform.

Im Folgenden vervollständigten die Schülerinnen und Schüler in Gruppenarbeit die Messwerttabelle, indem die eine Gruppe die Fluggeschwindigkeit bei vorgegebenen Zeiten berechnet und die andere die entsprechende Flughöhe. Diese wurden dann anschließend von einem Mädchen und einem Jungen an die Tafel notiert und diskutiert. Schnell bemerkten alle Schülerinnen und Schüler, dass zum einen die Fluggeschwindigkeit an dem höchsten Punkt Null ist und zum anderen, dass die Geschwindigkeit zuerst mit der Höhe abnimmt und nachdem sie den höchsten Punkt erreicht hat wieder zunimmt.

## 4. Evaluation der Fragebögen

Bei der Auswertung der Fragebögen der 8. und 10. Jahrgangsstufe wurden die Fragen in zwei Oberkategorien unterteilt. Die erste beinhaltet die Fragen nach der aktuellen Situation im Unterricht und die zweite die Wünsche an den neu konzipierten Physikunterricht.

Zuerst erfolgt die tabellarische Auswertung der Fragebögen, in der die absoluten Antworten der Schülerinnen und Schüler wiedergegeben werden. Die sich anschließenden Diagramme stellen einen prozentualen Vergleich zwischen den Antworten der Schülerinnen und Schülern dar.

Abschließend erfolgt eine schriftlich Evaluation der Fragebögen mit einem Vergleich zwischen den Ergebnissen der 8. und 10. Jahrgangsstufe.

### 4.1 Evaluation der Fragebögen der 8. Jahrgangsstufe - Erste Befragung

#### Aktuelle Situation im Unterricht

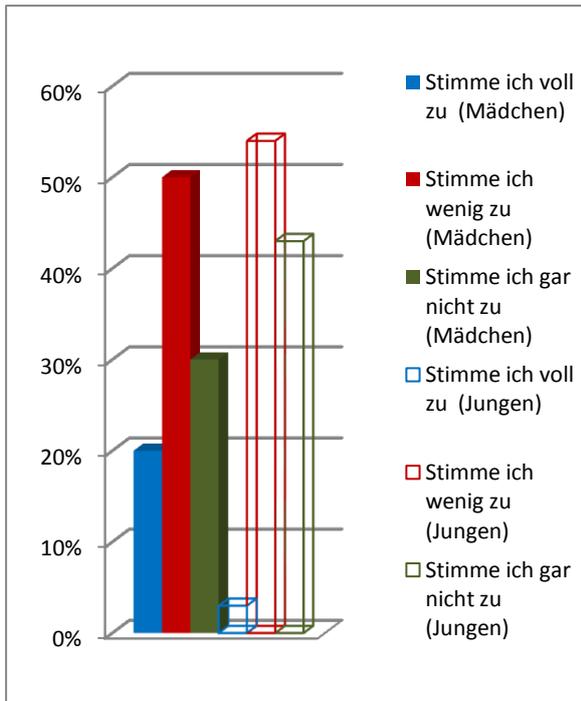
**Tab. 1:** Aktuelle Situation der Mädchen

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Kannst du dem Physikunterricht gut folgen?	5	12	7
Findest du den Physikunterricht anschaulich?	0	6	18
Findest du den Physikunterricht zu mathematisch?	9	14	1
Hast du Spaß am Physikunterricht?	0	12	12

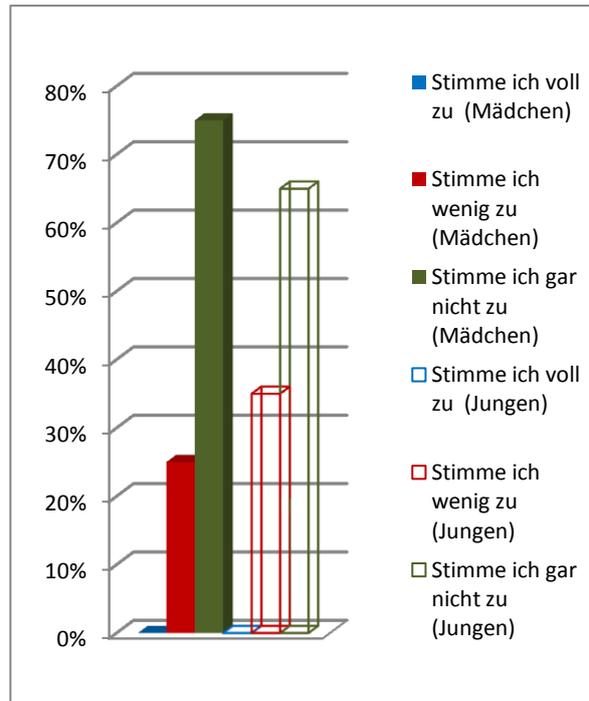
**Tab. 2:** Aktuelle Situation der Jungen

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Kannst du dem Physikunterricht gut folgen?	1	19	15
Findest du den Physikunterricht anschaulich?	0	12	23
Findest du den Physikunterricht zu mathematisch?	13	16	6
Hast du Spaß am Physikunterricht?	5	16	14

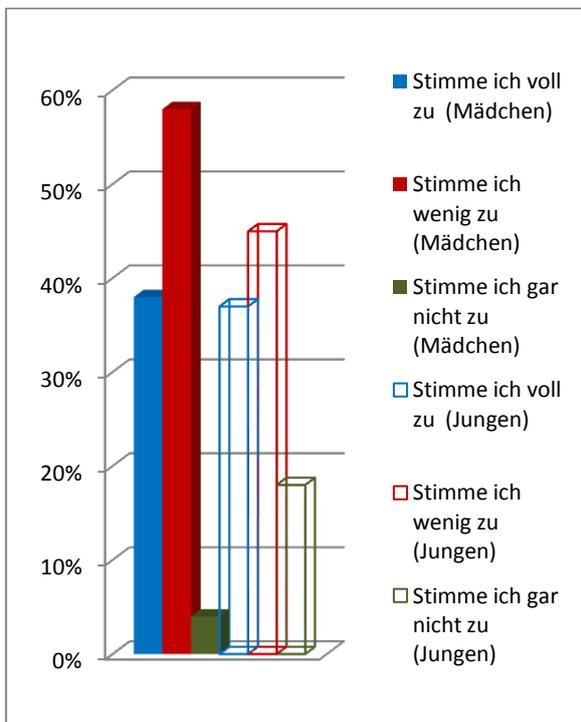
## Kapitel 4 – Evaluation der Fragebögen



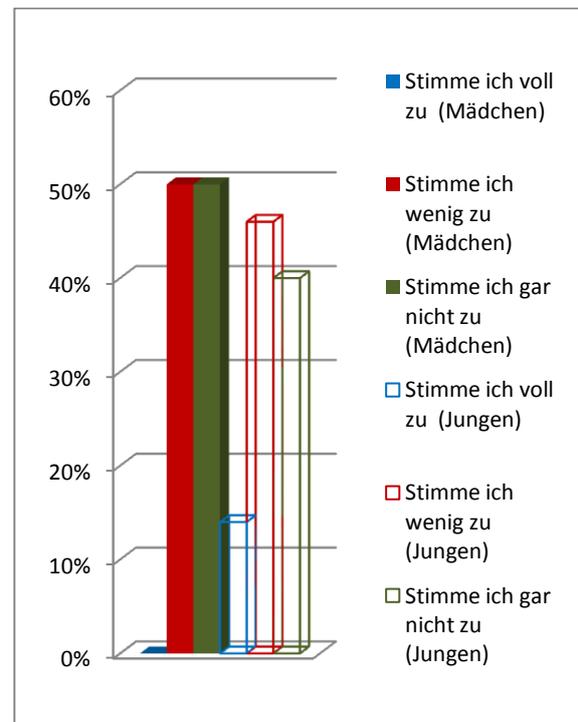
**Abb.27:** Kannst du dem Physikunterricht gut folgen?



**Abb.28:** Findest du den Physikunterricht anschaulich?



**Abb.29:** Findest du den Physikunterricht zu mathematisch?



**Abb.30:** Hast du Spaß am Spaß am Physikunterricht?

**Wünsche an den Physikunterricht**

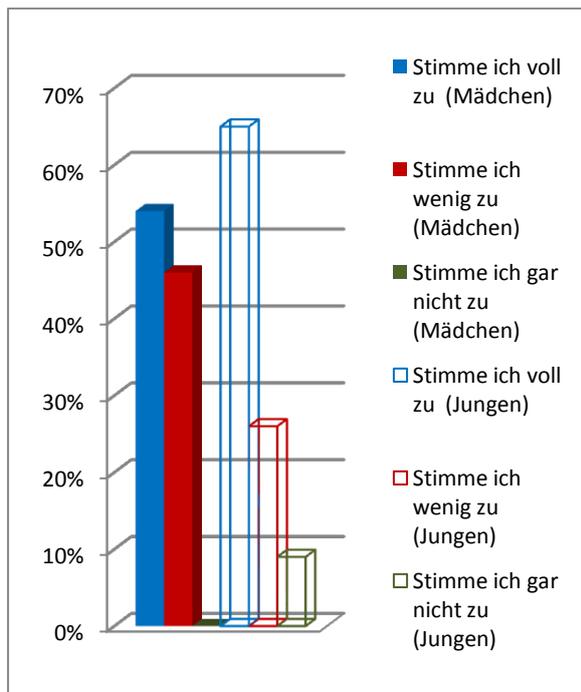
**Physikalischer Kontext im Unterricht**

**Tab. 3:** Wünsche der Mädchen für den physikalischen Kontext

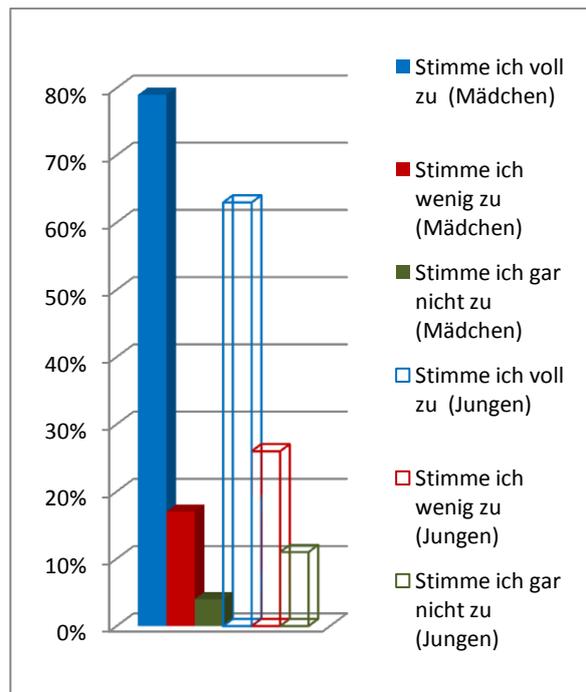
	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Wünschst du dir mehr Bezug zum Alltag?	13	11	0
Möchtest du Naturphänomene/Naturereignisse behandeln (Regenbogen, Gewitter,...)?	19	4	1

**Tab. 4:** Wünsche der Jungen für den physikalischen Kontext

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Wünschst du dir mehr Bezug zum Alltag?	23	9	3
Möchtest du Naturphänomene/Naturereignisse behandeln (Regenbogen, Gewitter,...)?	22	9	4



**Abb.31:** Wünschst du dir mehr Bezug zum Alltag?



**Abb.32:** Möchtest du Naturphänomene/ Naturereignisse behandeln?

**Umsetzung im Unterricht**

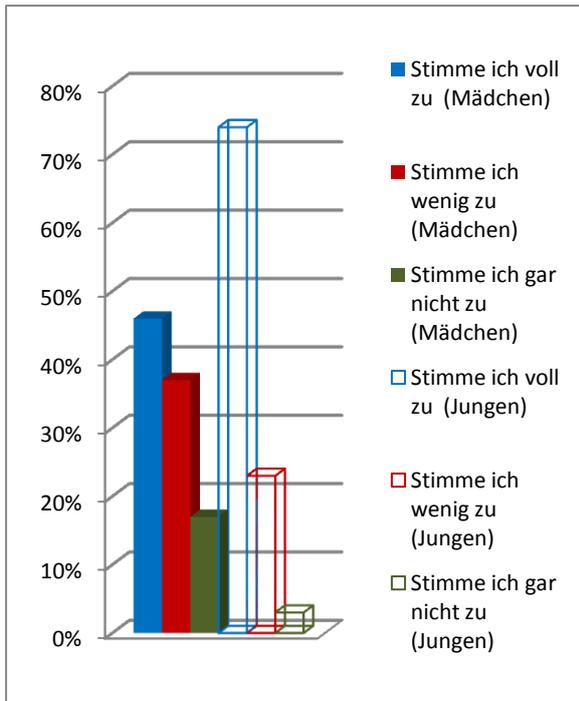
**Tab. 5:** Wünsche der Mädchen bezüglich der Umsetzung im Unterricht

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Möchtest du die Funktion technischer Geräte und Anlagen verstehen?	11	9	4
Kannst du dir vorstellen ein schwieriges Problem durch längeres Forschen und Diskutieren zu lösen?	13	9	2
Wünschst du dir den Ausgang eines Versuches anhand von physikalischen Gesetzen vorhersagen zu können?	7	14	3
Würdest du gerne physikalische Texte aus dem Schulbuch lesen?	10	4	10

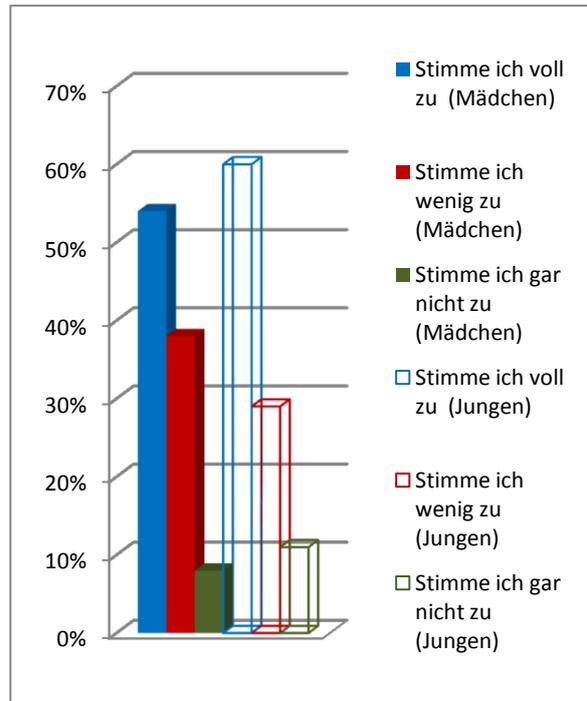
**Tab. 6:** Wünsche der Jungen bezüglich der Umsetzung im Unterricht

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Möchtest du die Funktion technischer Geräte und Anlagen verstehen?	26	8	1
Kannst du dir vorstellen ein schwieriges Problem durch längeres Forschen und Diskutieren zu lösen?	21	10	4
Wünschst du dir den Ausgang eines Versuches anhand von physikalischen Gesetzen vorhersagen zu können?	7	16	12
Würdest du gerne physikalische Texte aus dem Schulbuch lesen?	6	16	13

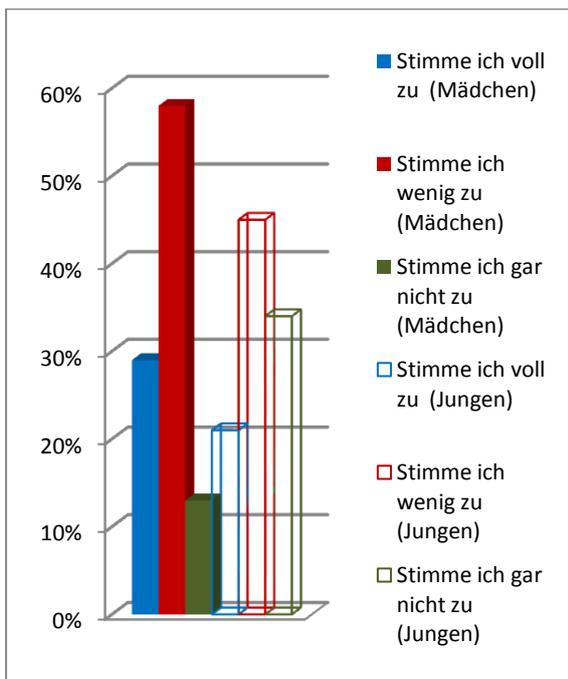
## Kapitel 4 – Evaluation der Fragebögen



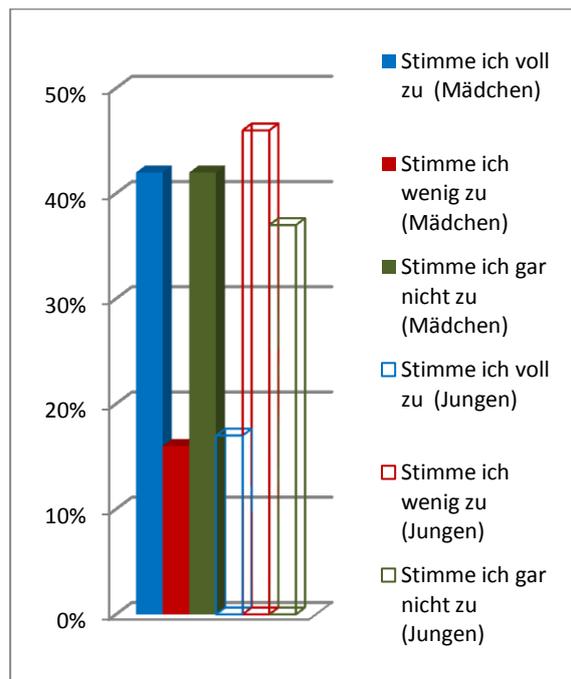
**Abb.33:** Möchtest du die Funktion technischer Geräte und Anlagen verstehen?



**Abb.34:** Kannst du dir vorstellen ein schwieriges Problem durch längeres Forschen und Diskutieren zu lösen?



**Abb.35:** Wünschst du dir den Ausgang eines Versuches anhand von physikalischen Gesetzen vorhersagen zu üben?



**Abb.36:** Würdest du gerne physikalische Texte aus dem Schulbuch lesen?

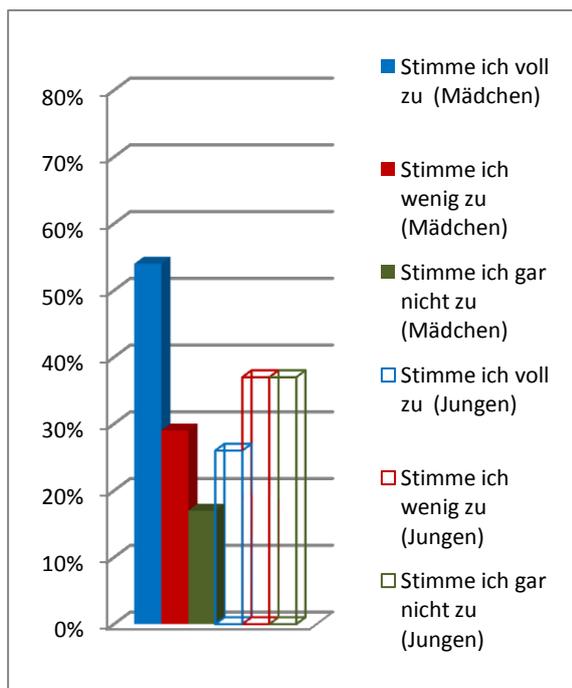
**Der Umgang mit Formeln**

**Tab. 7:** Wünsche der Mädchen bezüglich des Formeleinsatzes

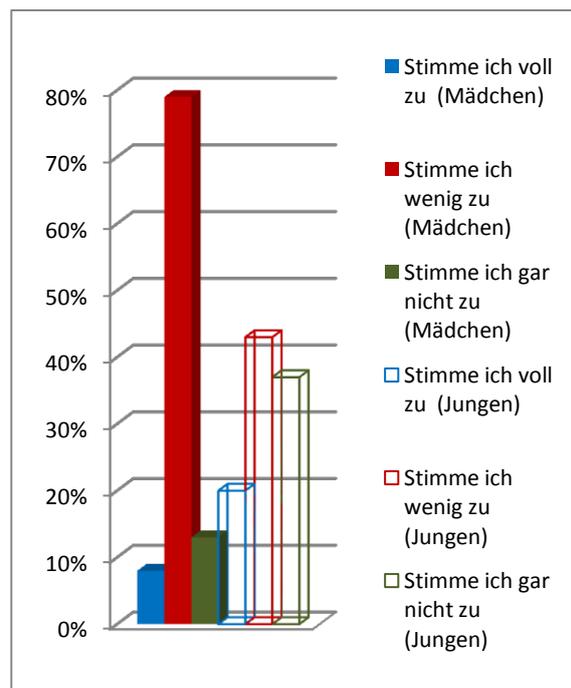
	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Möchtest du die Anwendung von Formeln üben?	13	7	4
Möchtest du mit Hilfe von Formeln vorausberechnen was bei einem Versuch passieren wird?	2	19	3

**Tab. 8:** Wünsche der Jungen bezüglich des Formeleinsatzes

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Möchtest du die Anwendung von Formeln üben?	9	13	13
Möchtest du mit Hilfe von Formeln vorausberechnen was bei einem Versuch passieren wird?	7	15	13



**Abb.37:** Möchtest du die Anwendung von Formeln üben?



**Abb.38:** Möchtest du mit Hilfe von Formeln vorausberechnen, was bei einem Versuch passieren wird?

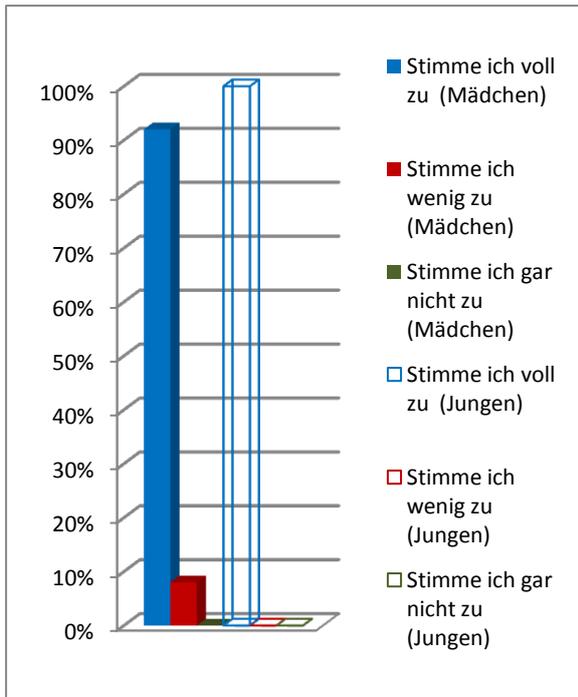
**Medien und Experimente im Physikunterricht**

**Tab. 9:** Wünsche der Mädchen bezüglich neue Medien und Experimente

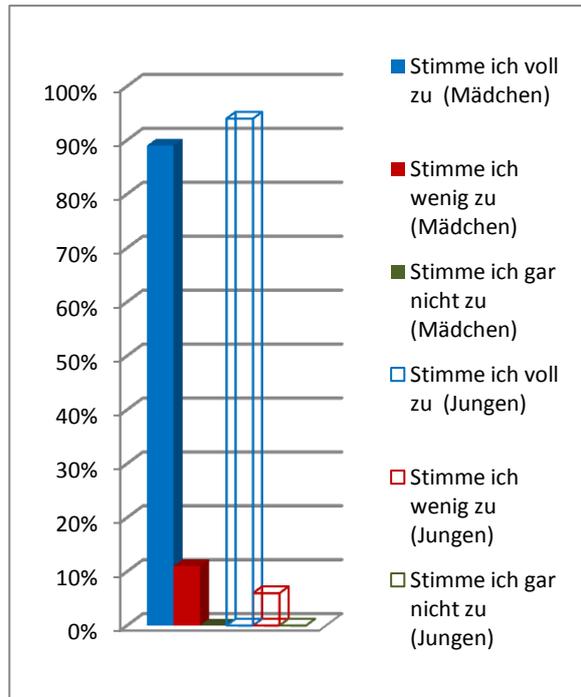
	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Wünschst du dir mehr neue Medien im Unterricht? (Computereinsatz, Beamer, Simulationen,...)	22	2	0
Wünschst du dir mehr Experimente im Physikunterricht?	21	3	0
– Möchtest du Experimente in Kleingruppen durchführen?	23	1	0
– Möchtest du einen Versuch eigenständig nach Anleitung durchführen?	10	7	7
– Möchtest du Experimente vom Lehrer beobachten?	6	14	4

**Tab. 10:** Wünsche der Jungen bezüglich neue Medien und Experimente

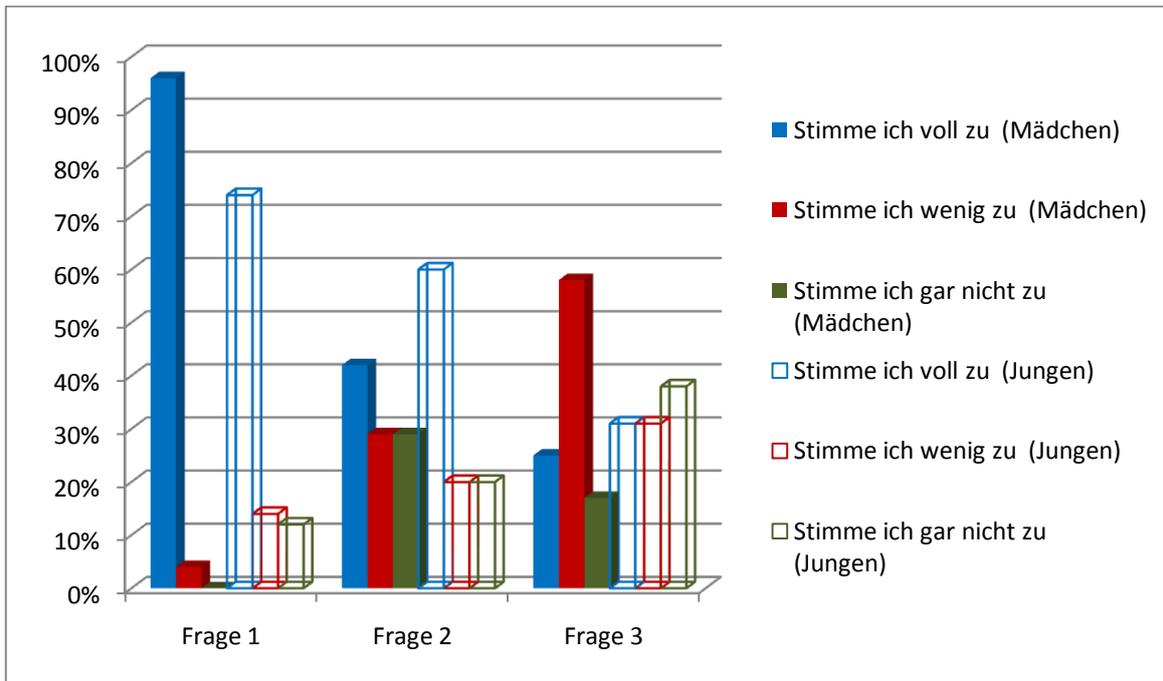
	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Wünschst du dir mehr neue Medien im Unterricht? (Computereinsatz, Beamer, Simulationen,...)	35	0	0
Wünschst du dir mehr Experimente im Physikunterricht?	33	2	0
– Möchtest du Experimente in Kleingruppen durchführen?	26	5	4
– Möchtest du einen Versuch eigenständig nach Anleitung durchführen?	21	7	7
– Möchtest du Experimente vom Lehrer beobachten?	11	11	13



**Abb.39:** Wünschst du dir mehr neue Medien im Unterricht?



**Abb.40:** Wünschst du dir mehr Experimente im Physikunterricht?



**Abb.41 :** Umsetzung der Experimente

**Frage 1:** Möchtest du Experimente in Kleingruppen durchführen?

**Frage 2:** Möchtest du einen Versuch eigenständig nach Anleitung durchführen?

**Frage 3:** Möchtest du Experimente vom Lehrer beobachten?

## 4.2 Auswertung der Fragebögen der 8. Jahrgangsstufe - Zweite Befragung

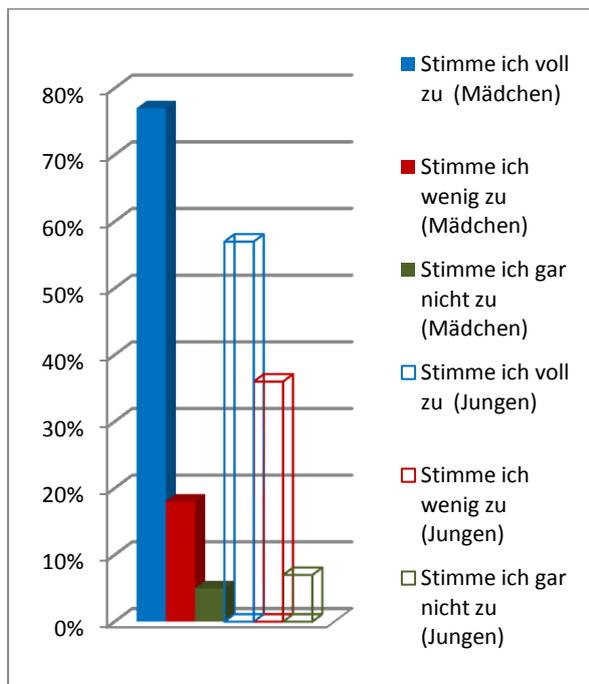
### Aktuelle Situation im Unterricht

**Tab. 11:** Bewertung der aktuellen Situation der Mädchen

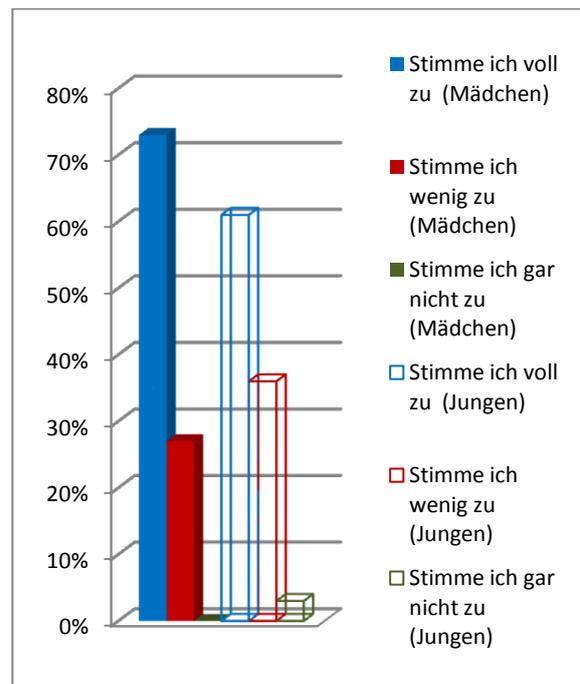
	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Konntest du dem Physikunterricht gut folgen?	17	4	1
Fandest du den Physikunterricht anschaulich?	16	6	0
Fandest du den Physikunterricht zu mathematisch?	2	17	3
Hattest du Spaß am Physikunterricht?	7	12	3

**Tab. 12:** Bewertung der aktuellen Situation der Jungen

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Konntest du dem Physikunterricht gut folgen?	16	10	2
Fandest du den Physikunterricht anschaulich?	17	10	1
Fandest du den Physikunterricht zu mathematisch?	7	17	4
Hattest du Spaß am Physikunterricht?	17	9	2



**Abb.42:** Konntest du dem Physikunterricht gut folgen?



**Abb.43:** Fandest du den Physikunterricht anschaulich?

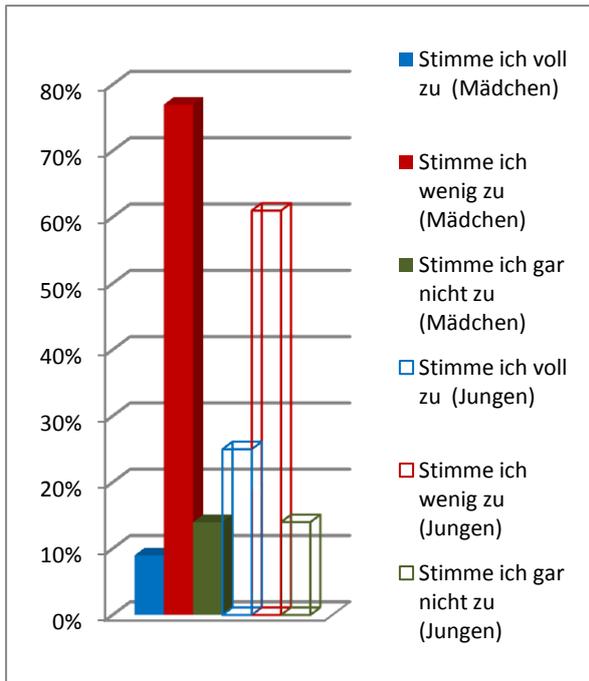


Abb.44: Fandest du den Physikunterricht zu mathematisch?

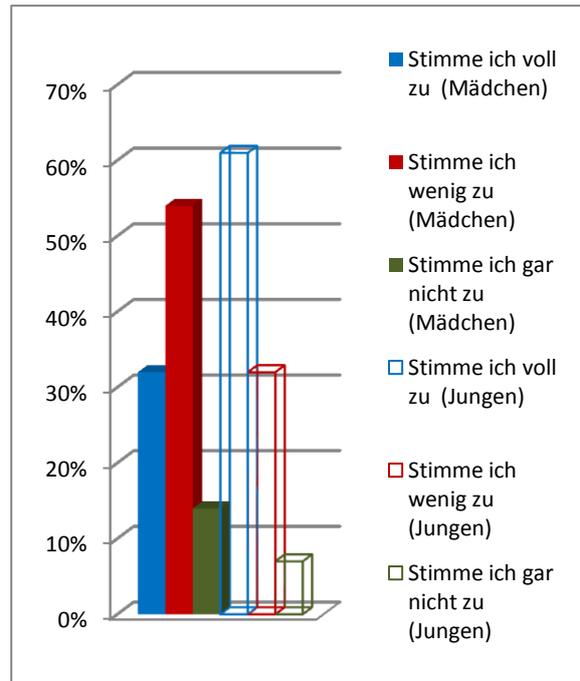


Abb.45: Hattest du Spaß am Physikunterricht?

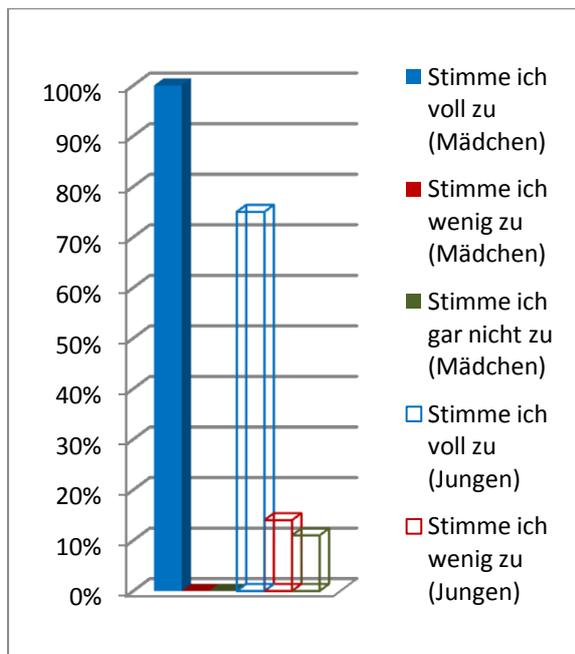
### Umsetzung im Unterricht

Tab. 13: Bewertung der durchgeführten Umsetzung von den Mädchen

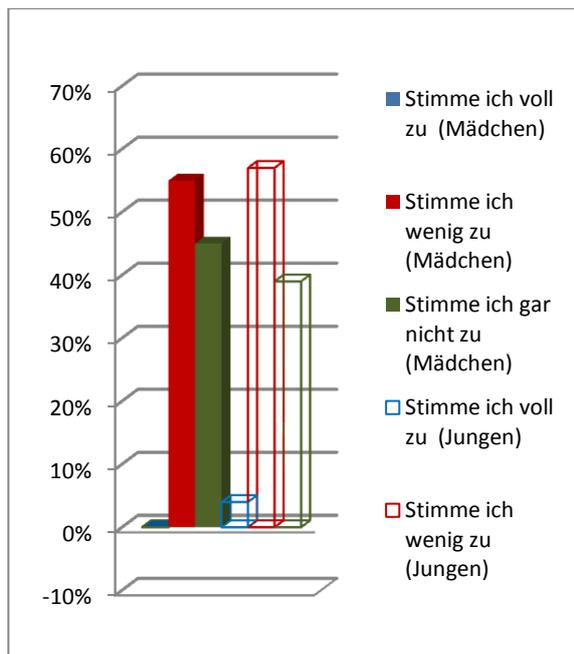
	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Gab es deiner Meinung nach genügend Versuche im Unterricht?	22	0	0
Wurde im Unterricht ein Bezug zum Alltag hergestellt?	0	12	10
Fandest du das Anwenden von Formeln hilfreich?	11	6	5
Sollte deiner Meinung nach der Physikunterricht von einer Frau gehalten werden?	19	3	0

**Tab. 14:** Bewertung der durchgeführten Umsetzung von den Jungen

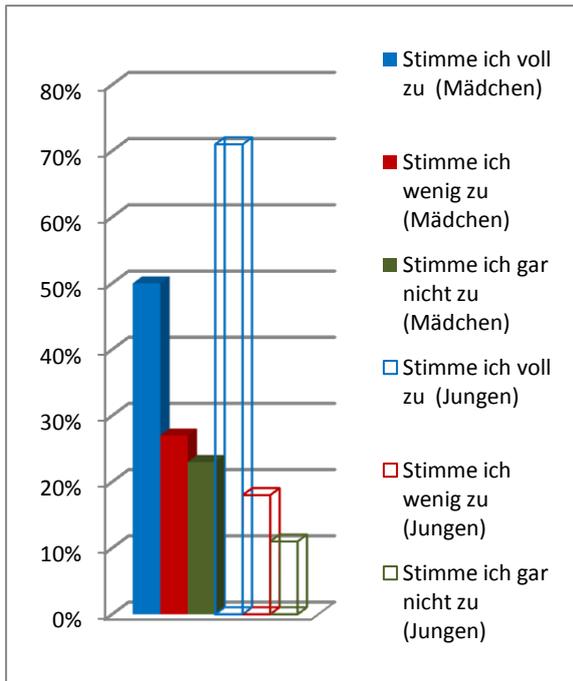
	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Gab es deiner Meinung nach genügend Versuche im Unterricht?	21	4	3
Wurde im Unterricht ein Bezug zum Alltag hergestellt?	1	16	11
Fandest du das Anwenden von Formeln hilfreich?	20	5	3
Sollte deiner Meinung nach der Physikunterricht von einer Frau gehalten werden?	9	19	0



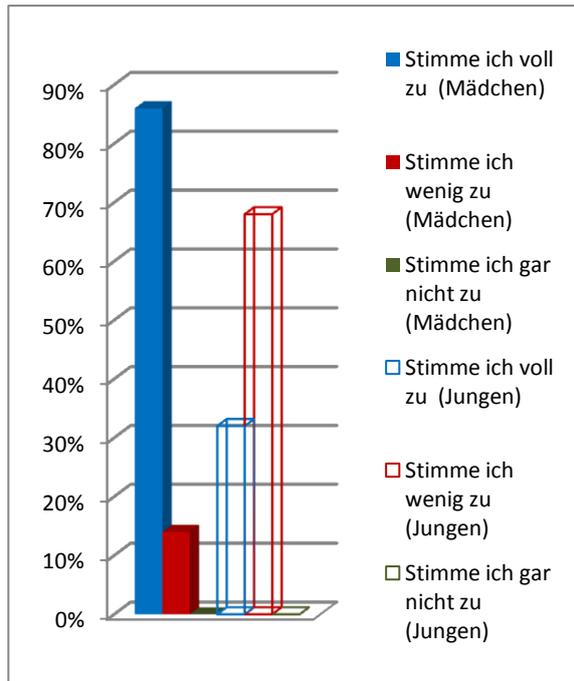
**Abb.46:** Gab es deiner Meinung nach genügend Versuche im Unterricht?



**Abb.47:** Wurde im Unterricht ein Bezug zum Alltag hergestellt?



**Abb.48:** Fandest du das Anwenden von Formeln hilfreich?



**Abb.49:** Sollte deiner Meinung nach der Physikunterricht von einer Frau gehalten werden?

### 4.3 Auswertung der Fragebögen der 10. Jahrgangsstufe - Erste Befragung

#### Aktuelle Situation im Unterricht

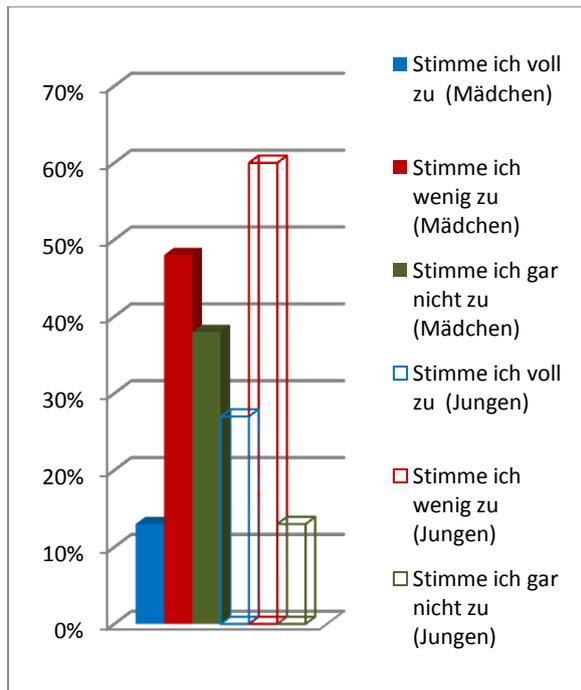
**Tab. 15:** Aktuelle Situation der Mädchen

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Kannst du dem Physikunterricht gut folgen?	4	15	12
Findest du den Physikunterricht anschaulich?	9	21	1
Findest du den Physikunterricht zu mathematisch?	7	20	4
Hast du Spaß am Physikunterricht?	9	18	4

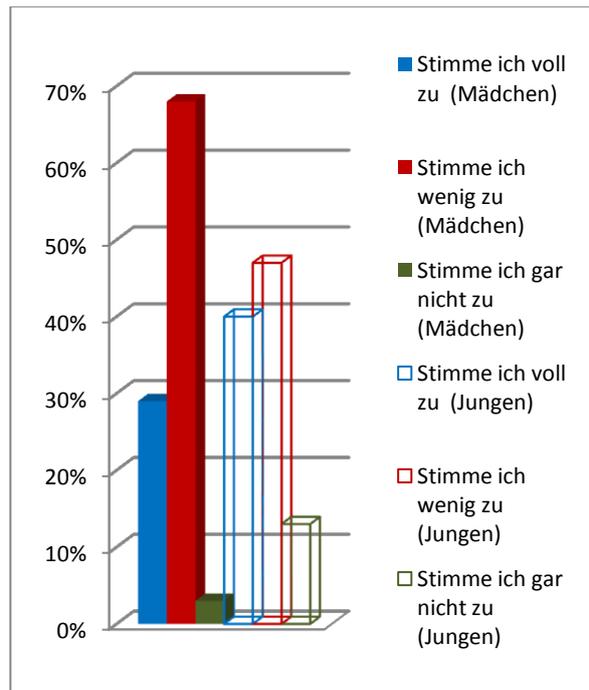
**Tab. 16:** Aktuelle Situation der Jungen

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Kannst du dem Physikunterricht gut folgen?	4	9	2
Findest du den Physikunterricht anschaulich?	6	7	2
Findest du den Physikunterricht zu mathematisch?	5	8	2
Hast du Spaß am Physikunterricht?	4	8	3

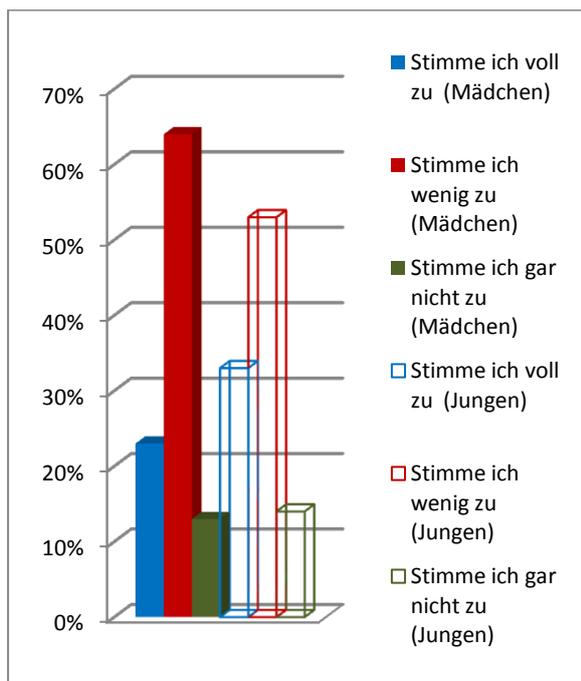
## Kapitel 4 – Evaluation der Fragebögen



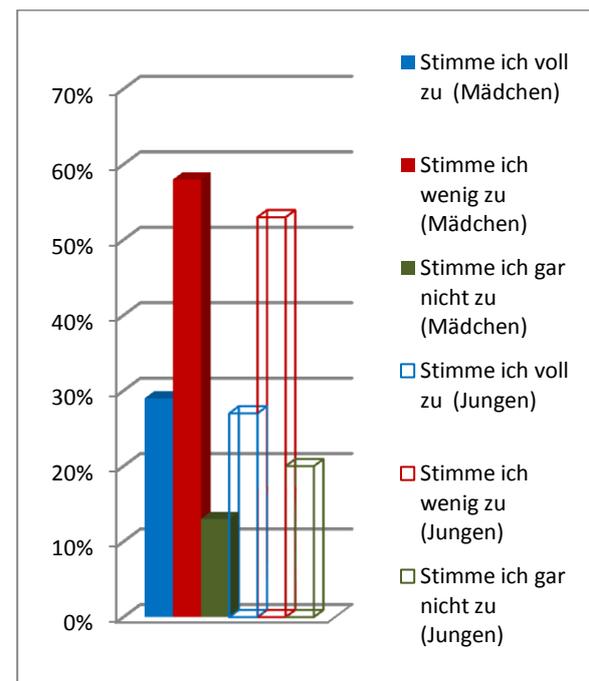
**Abb.50:** Kannst du dem Physikunterricht gut folgen?



**Abb.51:** Findest du den Physikunterricht anschaulich?



**Abb.52:** Findest du den Physikunterricht zu mathematisch?



**Abb.53:** Hast du Spaß am Physikunterricht?

## Wünsche an den Physikunterricht

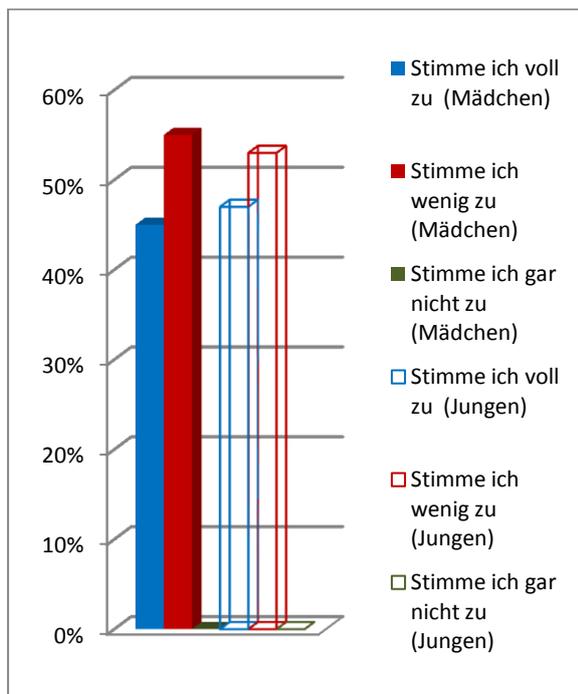
### Physikalischer Kontext im Unterricht

**Tab. 17:** Wünsche der Mädchen für den physikalischen Kontext

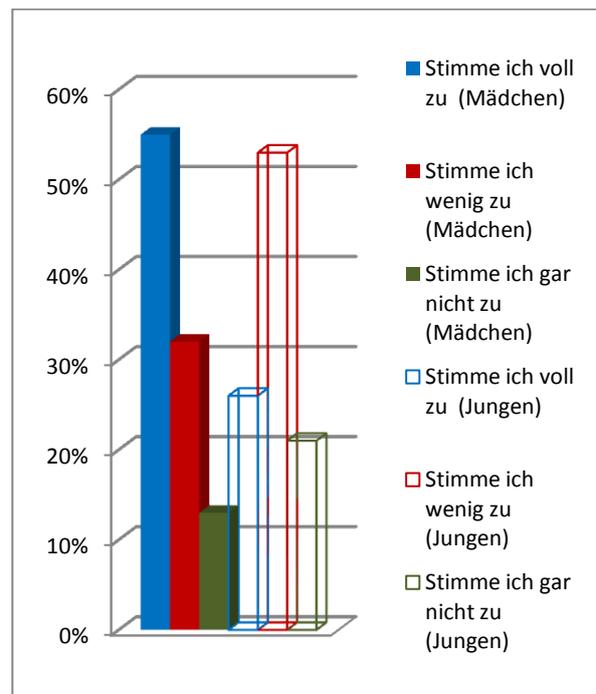
	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Wünschst du dir mehr Bezug zum Alltag?	14	17	0
Möchtest du Naturphänomene/Naturereignisse behandeln (Regenbogen, Gewitter,...)?	17	10	4

**Tab. 18:** Wünsche der Jungen für den physikalischen Kontext

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Wünschst du dir mehr Bezug zum Alltag?	7	8	0
Möchtest du Naturphänomene/Naturereignisse behandeln (Regenbogen, Gewitter,...)?	4	8	3



**Abb.54:** Wünschst du dir mehr Bezug zum Alltag?



**Abb.55:** Möchtest du Naturphänomene/Naturereignisse behandeln?

**Umsetzung im Unterricht**

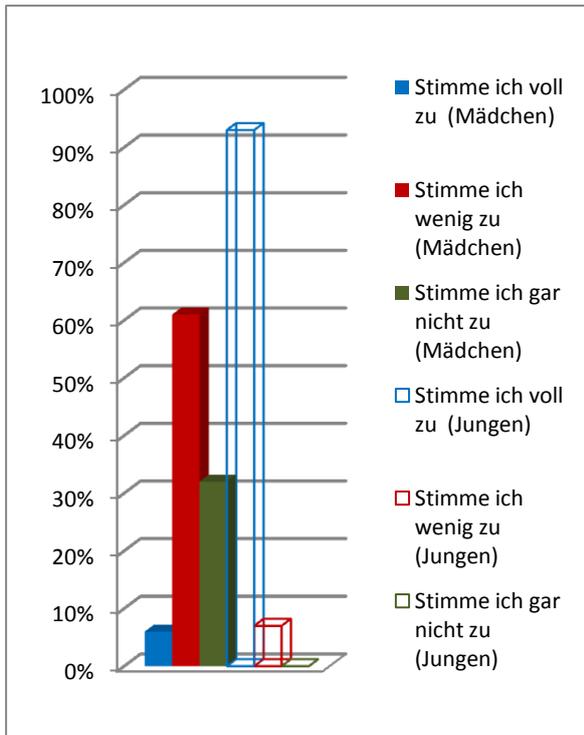
**Tab. 19:** Wünsche der Mädchen bezüglich der Umsetzung im Unterricht

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Möchtest du die Funktion technischer Geräte und Anlagen verstehen?	2	19	10
Kannst du dir vorstellen ein schwieriges Problem durch längeres Forschen und Diskutieren zu lösen?	13	9	9
Wünschst du dir den Ausgang eines Versuches anhand von physikalischen Gesetzen vorhersagen zu können?	3	16	12
Würdest du gerne physikalische Texte aus dem Schulbuch lesen?	1	6	24

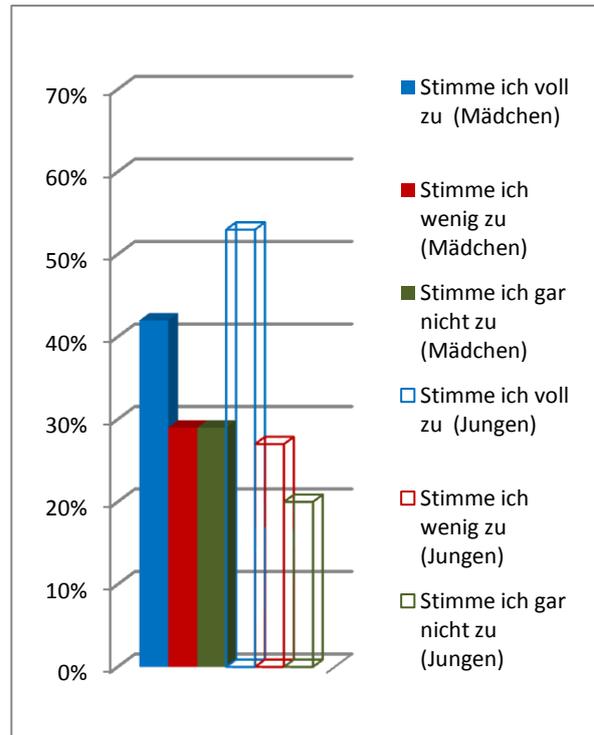
**Tab. 20:** Wünsche der Jungen bezüglich der Umsetzung im Unterricht

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Möchtest du die Funktion technischer Geräte und Anlagen verstehen?	14	1	0
Kannst du dir vorstellen ein schwieriges Problem durch längeres Forschen und Diskutieren zu lösen?	8	4	3
Wünschst du dir den Ausgang eines Versuches anhand von physikalischen Gesetzen vorhersagen zu können?	1	10	4
Würdest du gerne physikalische Texte aus dem Schulbuch lesen?	0	2	13

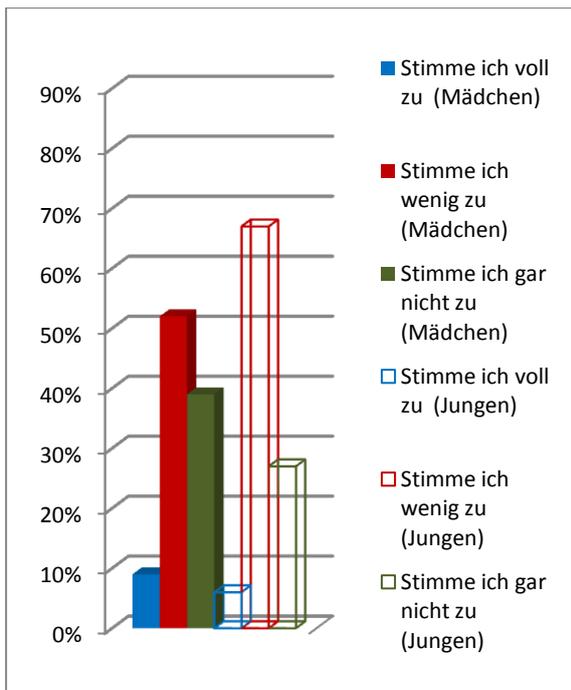
## Kapitel 4 – Evaluation der Fragebögen



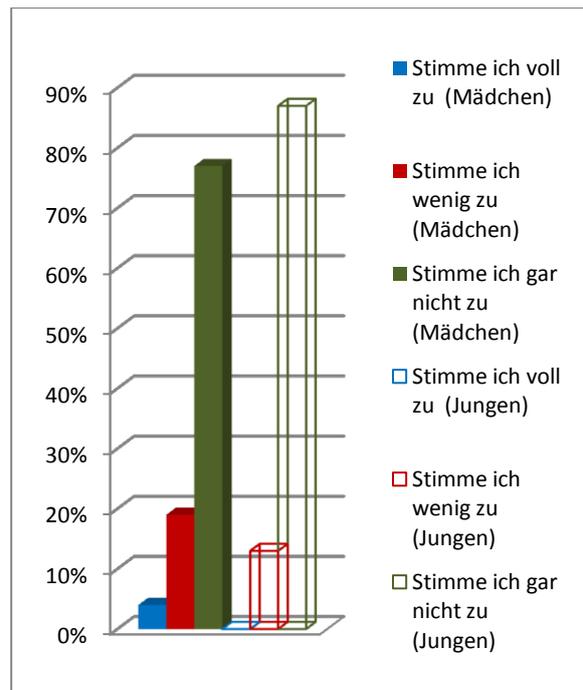
**Abb.56:** Möchtest du die Funktion technischer Geräte und Anlagen verstehen?



**Abb.57:** Kannst du dir vorstellen, ein schwieriges Problem durch längeres Forschen und Diskutieren zu lösen?



**Abb.58:** Würdest du die den Ausgang eines Versuches anhand von physikalischen Gesetzen vorhersagen zu können?



**Abb.59:** Würdest du gerne physikalische Texte aus dem Schulbuch lesen?

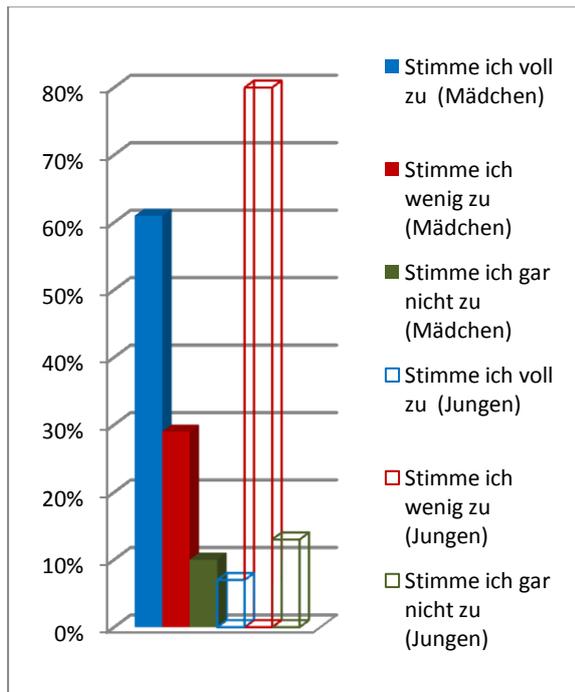
**Der Umgang mit Formeln**

**Tab. 21:** Wünsche der Mädchen bezüglich des Formeleinsatzes

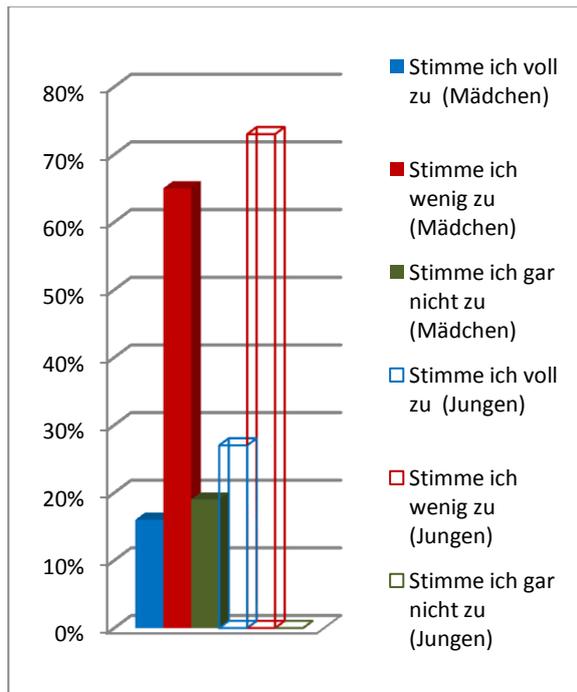
	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Möchtest du die Anwendung von Formeln üben?	19	9	3
Möchtest du mit Hilfe von Formeln vorausberechnen was bei einem Versuch passieren wird?	5	20	6

**Tab. 22:** Wünsche der Jungen bezüglich des Formeleinsatzes

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Möchtest du die Anwendung von Formeln üben?	1	12	2
Möchtest du mit Hilfe von Formeln vorausberechnen was bei einem Versuch passieren wird?	4	11	0



**Abb.60:** Möchtest du die Anwendung von Formeln üben?



**Abb.61:** Möchtest du mit Hilfe von Formeln vorausberechnen, was bei einem Versuch passieren wird?

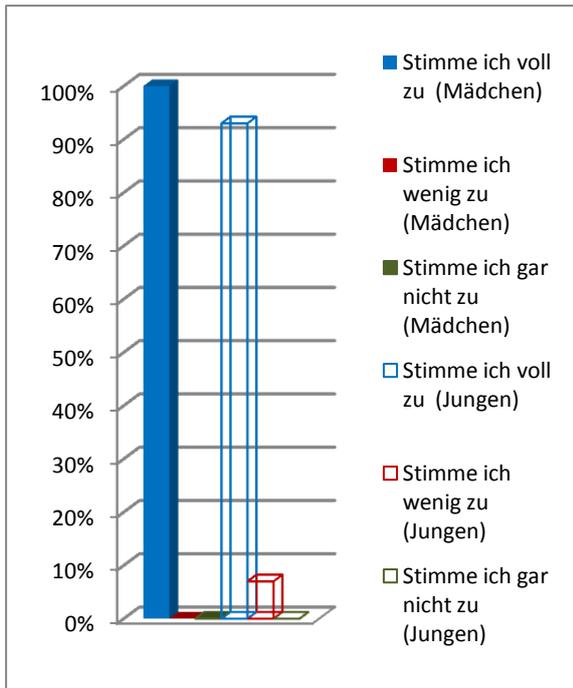
## Medien und Experimente im Physikunterricht

**Tab. 23:** Wünsche der Mädchen bezüglich neue Medien und Experimente

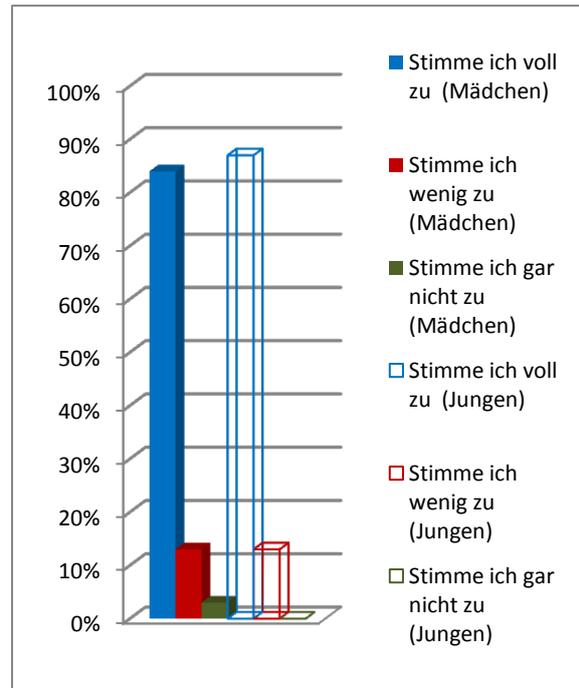
	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Wünschst du dir mehr neue Medien im Unterricht? (Computereinsatz, Beamer, Simulationen,...)	31	0	0
Wünschst du dir mehr Experimente im Physikunterricht?	26	4	1
– Möchtest du Experimente in Kleingruppen durchführen?	28	2	1
– Möchtest du einen Versuch eigenständig nach Anleitung durchführen?	13	14	4
– Möchtest du Experimente vom Lehrer beobachten?	7	20	4

**Tab. 24:** Wünsche der Jungen bezüglich neue Medien und Experimente

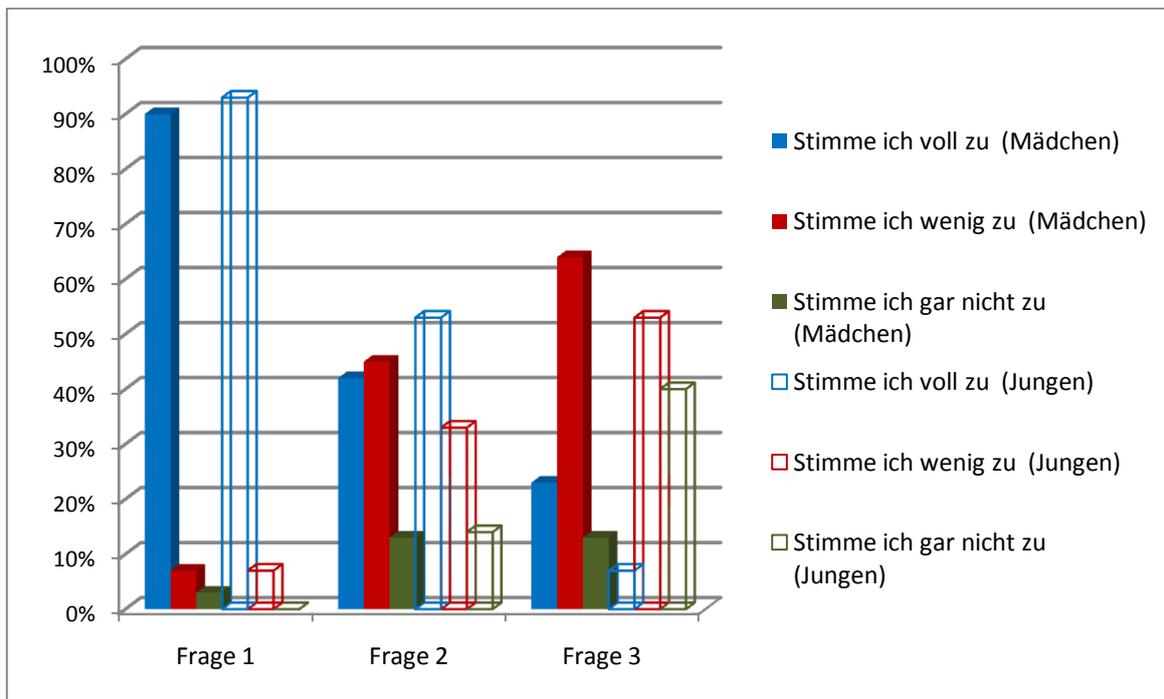
	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Wünschst du dir mehr neue Medien im Unterricht? (Computereinsatz, Beamer, Simulationen,...)	14	1	0
Wünschst du dir mehr Experimente im Physikunterricht?	13	2	0
– Möchtest du Experimente in Kleingruppen durchführen?	14	1	0
– Möchtest du einen Versuch eigenständig nach Anleitung durchführen?	8	5	2
– Möchtest du Experimente vom Lehrer beobachten?	1	8	6



**Abb.62:** Wünschst du dir mehr neue Medien im Unterricht?



**Abb.63:** Wünschst du dir mehr Experimente im Physikunterricht?



**Abb.64:** Umsetzung der Experimente

**Frage 1:** Möchtest du Experimente in Kleingruppen durchführen?

**Frage 2:** Möchtest du einen Versuch eigenständig nach Anleitung durchführen?

**Frage 3:** Möchtest du Experimente vom Lehrer beobachten?

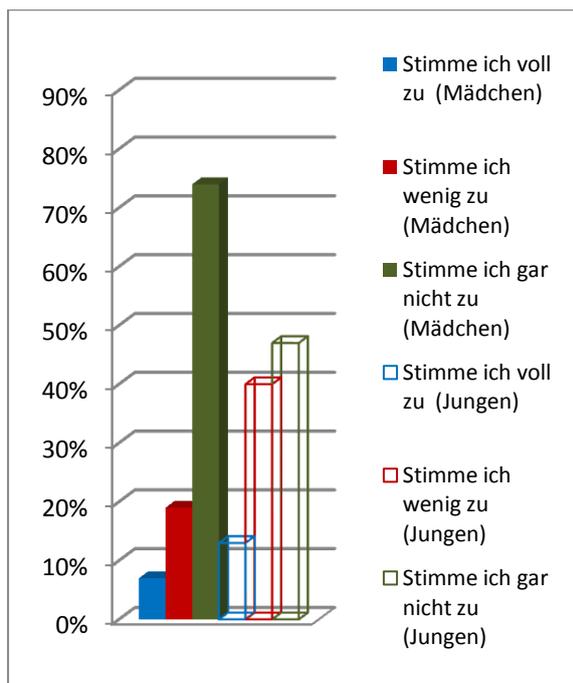
**Zukunft und Physik**

**Tab. 25:** Mädchen und die Zukunft der Physik

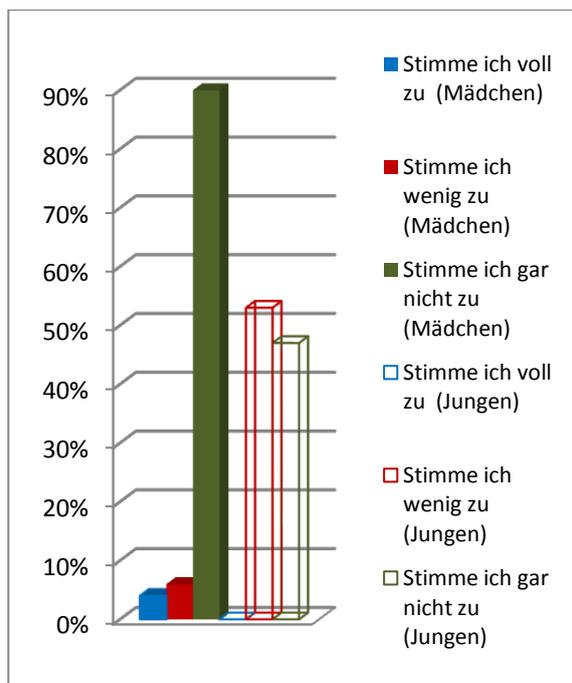
	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Kannst du dir vorstellen einen Physik-Leistungskurs zu belegen?	2	6	23
Kannst du dir vorstellen später einen physikalischen Beruf zu erlernen?	1	2	28

**Tab. 26:** Jungen und die Zukunft der Physik

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Kannst du dir vorstellen einen Physik-Leistungskurs zu belegen?	2	6	7
Kannst du dir vorstellen später einen physikalischen Beruf zu erlernen?	0	8	7



**Abb.65:** Kannst du dir vorstellen einen Physik-Leistungskurs zu belegen?



**Abb.66:** Kannst du dir vorstellen später einen physikalischen Beruf zu erlernen?

## 4.4 Auswertung der Fragebögen der 10. Jahrgangsstufe - Zweite Befragung

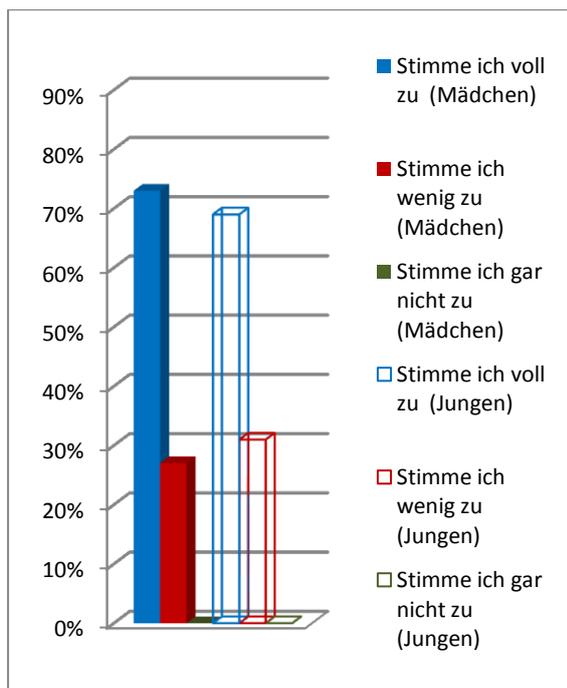
### Aktuelle Situation im Unterricht

**Tab. 27:** Bewertung der aktuellen Situation der Mädchen

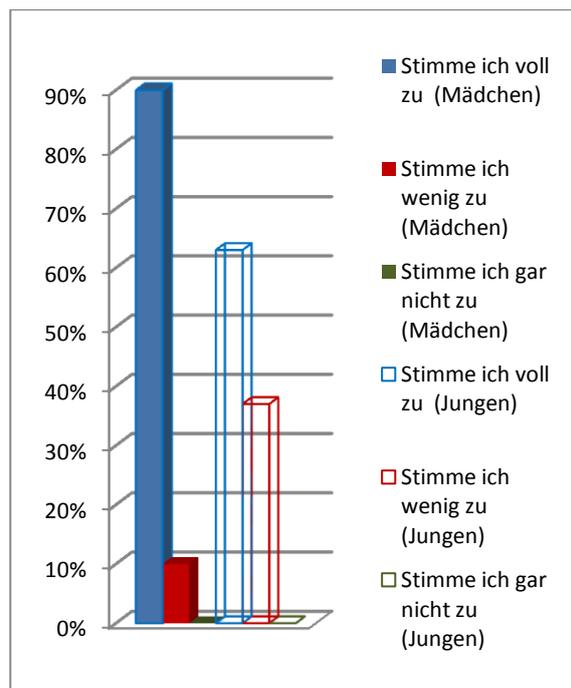
	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Konntest du dem Physikunterricht gut folgen?	22	8	0
Fandest du den Physikunterricht anschaulich?	27	3	0
Fandest du den Physikunterricht zu mathematisch?	5	17	8
Hattest du Spaß am Physikunterricht?	11	16	3

**Tab. 28:** Bewertung der aktuellen Situation der Jungen

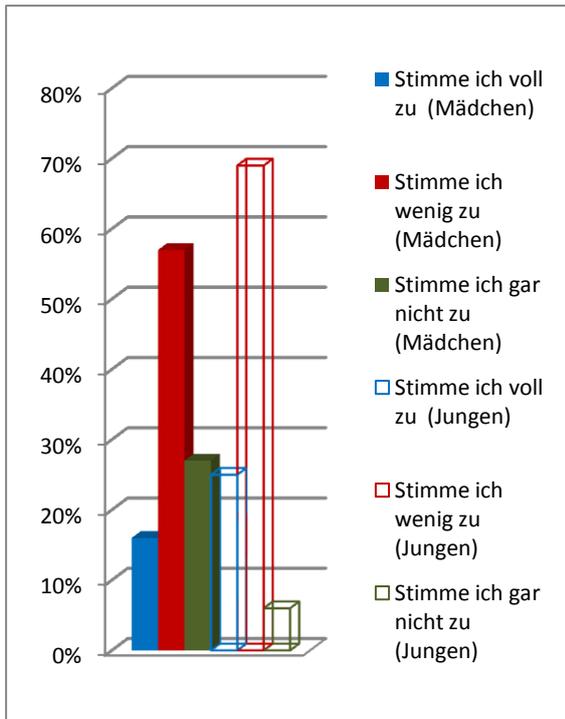
	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Konntest du dem Physikunterricht gut folgen?	11	5	0
Fandest du den Physikunterricht anschaulich?	10	6	0
Fandest du den Physikunterricht zu mathematisch?	4	11	1
Hattest du Spaß am Physikunterricht?	4	12	0



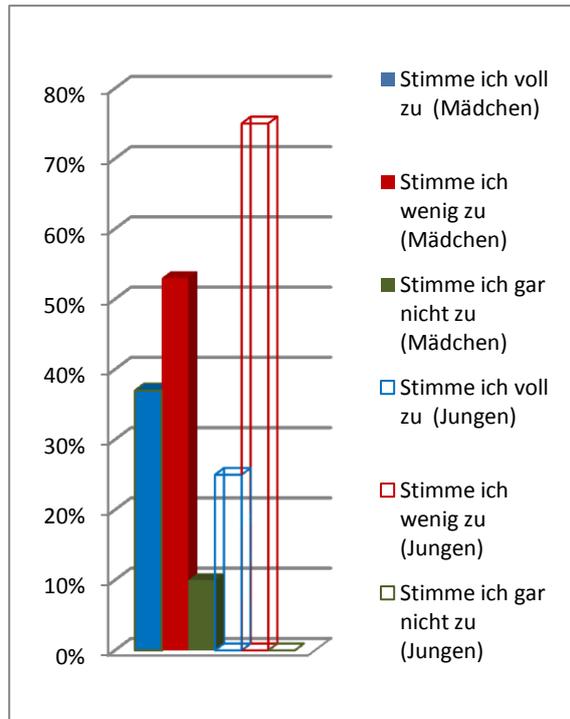
**Abb.67:** Konntest du dem Physikunterricht gut folgen?



**Abb.68:** Fandest du den Physikunterricht anschaulich?



**Abb.69:** Fandest du den Physikunterricht zu mathematisch?



**Abb.70:** Hattest du Spaß am Physikunterricht?

**Umsetzung im Unterricht**

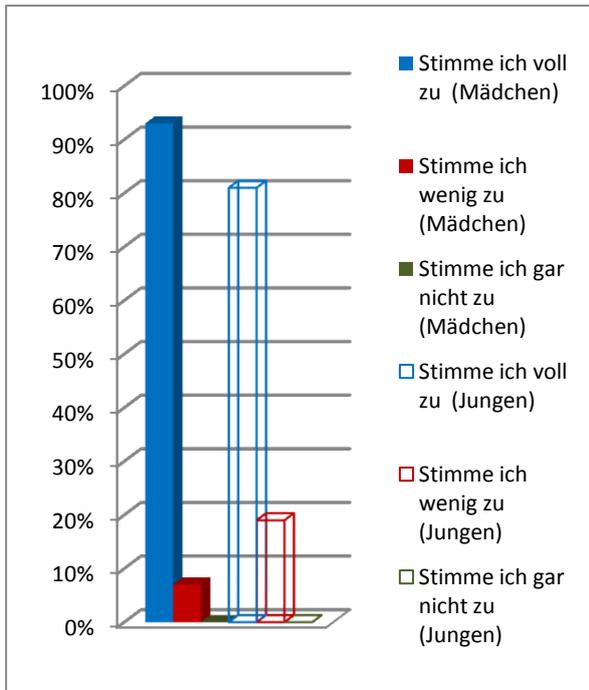
**Tab. 29:** Bewertung der durchgeführten Umsetzung von den Mädchen

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Gab es deiner Meinung nach genügend Versuche im Unterricht?	28	2	0
Wurde im Unterricht ein Bezug zum Alltag hergestellt?	17	13	0
Fandest du das Anwenden von Formeln hilfreich?	18	12	0

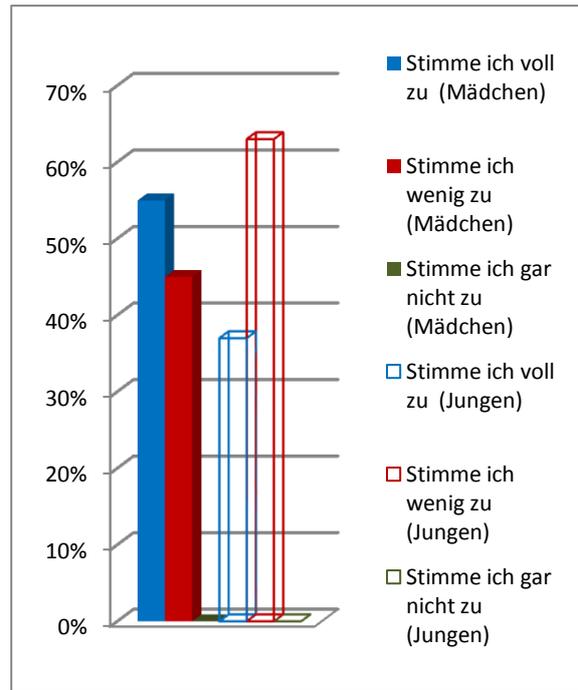
**Tab. 30:** Bewertung der durchgeführten Umsetzung von den Mädchen

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Gab es deiner Meinung nach genügend Versuche im Unterricht?	13	3	0
Wurde im Unterricht ein Bezug zum Alltag hergestellt?	6	10	0
Fandest du das Anwenden von Formeln hilfreich?	12	3	1

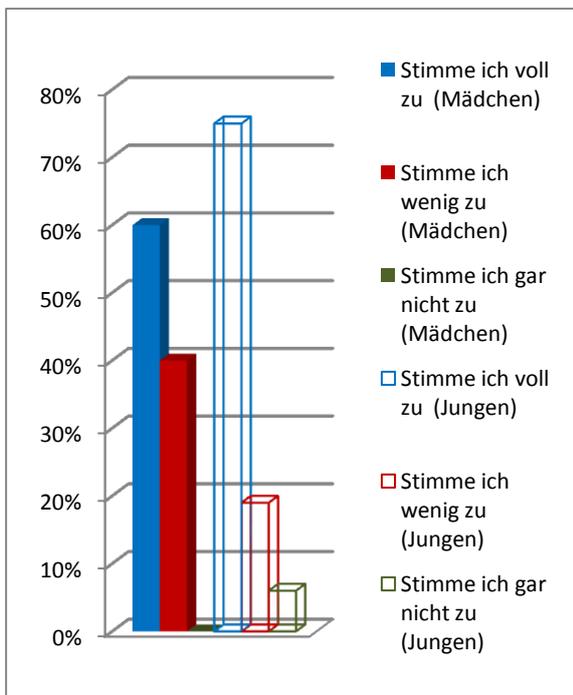
## Kapitel 4 – Evaluation der Fragebögen



**Abb.71:** Gab es deiner Meinung nach genügend Versuche im Unterricht?



**Abb.72:** Wurde im Unterricht ein Unterricht ein Bezug zum Alltag hergestellt?



**Abb.73:** Fandest du das Anwenden von Formeln hilfreich?

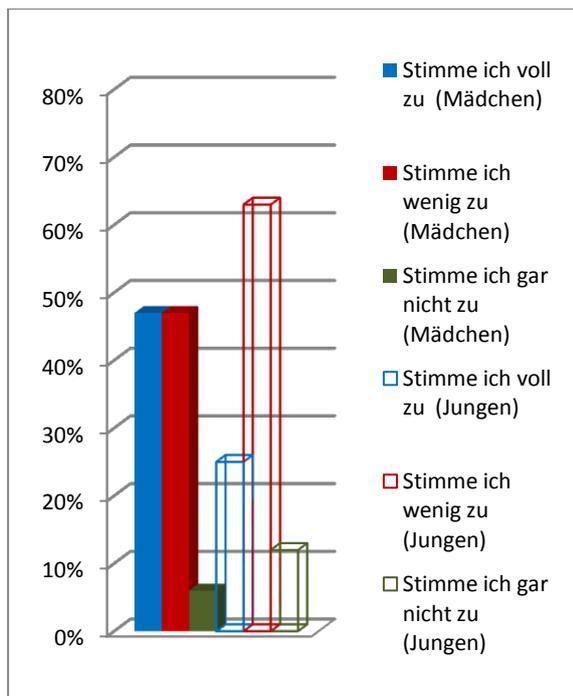
**Zukunft und Physik**

**Tab. 31:** Mädchen und die Zukunft mit der Physik

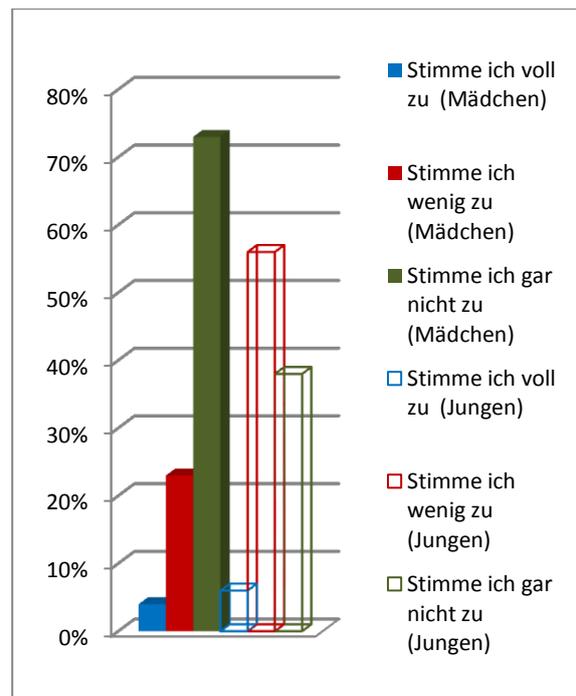
	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Sollte deiner Meinung nach der Physikunterricht von einer Frau gehalten werden?	14	14	2
Kannst du dir vorstellen einen Physikleistungskurs zu belegen?	1	7	22

**Tab. 32:** Jungen und die Zukunft mit der Physik

	Stimme ich voll zu	Stimme ich wenig zu	Stimme ich gar nicht zu
Sollte deiner Meinung nach der Physikunterricht von einer Frau gehalten werden?	4	10	2
Kannst du dir vorstellen einen Physikleistungskurs zu belegen?	1	9	6



**Abb.74:** Sollte deiner Meinung nach der Physikunterricht von einer Frau gehalten werden?



**Abb.75:** Kannst du dir vorstellen, einen Physikleistungskurs zu belegen?

## **4.5 Evaluation der Fragebögen**

Zur Evaluation der durchgeführten Unterrichtssequenz wurden zwei Fragebögen erstellt. Der erste Fragebogen bezieht sich auf den vorherigen Unterricht bei den jeweiligen Physiklehrern und der zweite Fragebogen auf den aktuellen Unterricht der vergangenen drei Wochen. Für das Ausfüllen des Fragebogens wurde den Schülerinnen und Schülern eine Bearbeitungszeit von fünf Minuten zur Verfügung gestellt, die auch in allen Klassen ausreichte. Bei der Konzeption lag der Schwerpunkt vor allem darin zu erkennen, wie die Schülerinnen die aktuelle Situation im Unterricht wahrnehmen und bewerten, sodass daran anknüpfend der Unterricht auf sie abgestimmt werden konnte. Hierfür wurden im ersten Teil Fragen zur aktuellen Situation gestellt, wohingegen im zweiten Teil die Wünsche an den Physikunterricht im Vordergrund standen. Da es sich hier um einen anonymen Fragebogen handelt, wurde zu Beginn nur nach dem Geschlecht, jedoch nicht nach dem Namen gefragt. Weiterhin wurde darauf geachtet, dass die Fragen kurz gehalten sind, eindeutig zu beantworten und dass alle relevanten Punkte für eine eventuelle Unterrichtsverbesserung angesprochen wurden, sodass später ein bestmöglichstes Ergebnis erreicht werden kann.

### **4.5.1 Evaluation der Fragebögen aus der 8. Jahrgangsstufe**

An der ersten Befragung haben 24 Schülerinnen und 35 Schüler der 8. Jahrgangsstufe teilgenommen, dagegen waren bei der zweiten Befragung nur noch 22 Schülerinnen und 28 Schüler im Unterricht anwesend.

#### **4.5.1.1 Erste Befragung**

Auffallend bei der Auswertung der ersten Befragung in der 8. Jahrgangsstufe ist, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler die aktuelle Situation im Physikunterricht nicht sehr positiv bewerten.

Wie in Abbildung 27 erkennbar ist, ist der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die dem Unterricht gut folgen können sehr gering. So gaben 30% der Schülerinnen und 43% der Schüler an, dass sie dem Unterricht nicht folgen können, wohingegen lediglich 20% der Mädchen und 3% der Schüler dem Unterricht folgen können. Generell lässt sich hier feststellen, dass die Schülerinnen dem Unterricht besser folgen können als die Schüler.

Es folgen die Fragen „Findest du den Physikunterricht anschaulich?“, „Findest du den Physikunterricht zu mathematisch?“ und „Hast du Spaß am Physikunterricht?“. Hierbei lassen

sich zwischen den Mädchen und Jungen kaum Unterschiede in der Wahrnehmung und Beurteilung ausmachen. Allen drei Fragen gemeinsam ist, dass sie bei der Bewertung wieder relativ schlecht abschneiden. Die Abbildung 28 zeigt eindrucksvoll, dass 75% der Schülerinnen und 65% der Schüler den Physikunterricht als nicht anschaulich empfinden. Lediglich 25% der Schülerinnen und 35% der Schüler stimmen dem ein wenig zu, jedoch wird dieser Frage von keinem der Schülerinnen oder Schüler zugestimmt. Dabei stellt dies die einzige Frage im Befragungsbogen dar, der von keinem der Befragten zugestimmt wird.

Die geringe Anschaulichkeit des Unterrichts sowie das schlechte Folgen des Unterrichtsverlaufes lässt sich vermutlich nicht auf die zu große Mathematisierung des Unterrichts schließen. Diese wurde von lediglich von 38% der Schülerinnen und 37% der Schüler als zu hoch angesehen. Die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler empfindet den mathematischen Grad des Unterrichts als angemessen, vgl. Abbildung 29.

Auffällig bei der abschließende Frage des ersten Teils der Befragung ist, dass die Jungen deutlich mehr Spaß am aktuellen Physikunterricht haben als die Mädchen. Während 0% der Schülerinnen Spaß am Physikunterricht haben sind es dagegen 14% der Jungen. Darüber hinaus teilen sich die Antworten der Mädchen bei der Befragung zu gleichen Teilen auf die Antworten „stimme ich wenig zu“ und „stimme ich gar nicht zu“. Bei den Jungen hingegen sind es 46% die wenig Spaß am Physikunterricht haben und 40% die gar keinen Spaß am Physikunterricht haben, vgl. Abbildung 30.

Charakteristisch für den zweiten Teil der Befragung ist, dass die große Mehrheit aller Schülerinnen und Schüler den vorgeschlagenen Verbesserungsvorschlägen für den Physikunterricht zustimmt. Dadurch spiegelt sich zum Teil der notwendige Verbesserungsbedarf des Physikunterrichts wieder. Dabei lassen sich keine nennenswerte Unterschiede zwischen den Mädchen und Jungen erkennen.

Im Bereich des physikalischen Kontextes im Unterricht lassen sich kaum Unterschiede zwischen den Schülerinnen und Schülern erkennen. Dies spiegelt sich in der Abbildung 31 wieder, die den Bezug zum Alltag darstellt. Insgesamt wünschen sich 54% der Mädchen und 65% der Jungen einen stärkeren Bezug zum Alltag. Trotz der großen Mehrheit die dem zustimmt, gibt es eine kleine Minderheit, die genau diesen Bezug zum Alltag ablehnt. Hier gaben 9% der Jungen an, dass sie dies nicht wünschen, jedoch keines der Mädchen. Die im Unterricht besprochenen Themen sollen demnach für die Meisten einen stärkeren Bezug zum Alltag erhalten, sodass die praktische Anwendung der Physik ersichtlich wird.

Im Zusammenhang damit gaben wie in der Abbildung 32 dargestellt 79% der Mädchen und 63% der Jungen an, dass sie im Unterricht gerne Naturphänomene oder Naturereignisse behandeln möchten.

Im Hinblick auf die Umsetzung im Unterricht lassen sich tendenziell nur kleine Unterschiede zwischen den Wünschen der Schülerinnen und Schüler verzeichnen. Diese beschränken sich lediglich in den prozentualen Angaben und nicht auf die Verteilung der Antworten.

Hervorzuheben ist, dass 46% der Schülerinnen und 74% der Schüler sich wünschen, die Funktion technischer Geräte und Anlagen zu verstehen. Dies verdeutlicht beispielsweise die Abbildung 33. Ferner lässt sich anhand der Abbildung erkennen, dass 37% der Schülerinnen und 23% der Schüler diesem Wunsch nur gering zustimmen und 17% der Schülerinnen und nur 3% der Schüler diesen Wunsch strikt ablehnen. Hier ergab sich eine Kluft von knapp 30% zwischen den Wünschen der Mädchen und der Jungen.

Die Auswertung der Frage, ob die Schülerinnen und Schüler sich vorstellen können ein schwieriges Problem durch längeres Forschen und diskutieren zu lösen, ergab, dass die Mehrheit dem zustimmte. So wünschen sich beispielsweise 54% der Schülerinnen und 60% der Schüler dies für ihren Unterricht. Der Anteil der Schülerinnen und Schüler, die dies ablehnen ist hingegen mit 8% der Schülerinnen und 11% der Schüler verhältnismäßig gering, vgl. Abbildung 34.

Bezüglich der Abbildung 35 ist zu sagen, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler sich nur mäßig wünschen, den Ausgang eines Versuches anhand von physikalischen Gesetzen vorhersagen zu können. Dies zeigt sich zum einen darin, dass 58% der Schülerinnen und 45% der Schüler dem wenig zustimmen, und zum anderen an dem relativ hohen Anteil der Jungen, die dies ablehnen. So beträgt der Anteil der Jungen die dies ablehnen 34% wohingegen er bei den Mädchen bei 13% liegt. Hier kommt es zu unterschiedlichen Abneigungsverhalten zwischen den Schülerinnen und Schülern.

Die Ergebnisse der abschließende Frage dieses Abschnittes, ob die Schülerinnen und Schüler gerne physikalische Texte aus dem Schulbuch lesen würden, ist in der Abbildung 36 dargestellt. Diese wurde von den Schülerinnen und Schülern sehr unterschiedlich beantwortet. Einerseits stimmten 42% der Schülerinnen dem zu, andererseits lehnen es ebenfalls 42% der Schülerinnen ab. Auf der anderen Seite waren es lediglich 17% der Schüler die dem zustimmen und 37% die dies ablehnen. Auffallend ist hier, dass die prozentuale Verteilung zwischen den Schülerinnen und Schülern verschoben ist. Während die Minderheit der Schülerinnen, nämlich 16% dem nur wenig zustimmen, ist es mit 46% die Mehrheit der Schüler die dies angab.

## Kapitel 4 – Evaluation der Fragebögen

Beim Anwenden von Formeln erkennt man, dass die Meinungen der Schülerinnen und Schülern wieder weit auseinander gehen. So gab beispielsweise mit 54% die Mehrheit der Schülerinnen an, dass sie die Anwendung von Formeln im Unterricht gerne üben wollen. Demgegenüber lehnt die Mehrheit der Schüler dies mit jeweils 37% zum Teil oder ganz ab.

Anhand der Abbildung 37 erkennt man weiterhin, dass ausschließlich 26% der Schüler die Anwendung von Formeln im Unterricht gerne üben möchten.

Obwohl die Mehrheit der Schülerinnen angab, das Anwenden von Formeln im Unterricht üben zu wollen, wünschen sie sich nicht, mit Hilfe von Formeln vorzuberechnen was bei einem Versuch passieren wird. Wie man der Abbildung 38 entnehmen kann, stimmen 43% der Schüler dem nur wenig zu, wohingegen der Anteil der Mädchen, die dies so sehen mit 79% etwa doppelt so hoch ausfällt. Hier lassen sich wieder große Differenzen zwischen den Wünschen der Mädchen und Jungen der 8. Jahrgangsstufe ausmachen. Hinzu kommt, dass nur 8% der Schülerinnen dem zustimmt jedoch sind es 20% der Jungen. Auch der Anteil der Mädchen die dies strikt ablehnen unterscheidet sich um 24% von dem der Jungen.

Der letzte Themenblock der ersten Befragung beschäftigt sich dem Medieneinsatz und den Experimenten im Unterricht. Tendenziell lässt sich hier feststellen, dass die Schülerinnen und Schüler hier gleiche Ansichten vertreten.

Konkret wird dies bei Betrachtung der Abbildung 39, die den Medieneinsatz im Physikunterricht widerspiegelt. Auffallend ist hier, dass alle Schüler sich einen vermehrten Einsatz von neuen Medien in Form von Computereinsatz, Beamer oder Simulationen wünschen und 92% der Mädchen dies ebenfalls so sehen. Lediglich 8% der Mädchen stimmen dem nur wenig zu. Daran kann man erkennen, dass Mädchen nicht grundsätzlich eine negative Haltung gegenüber der modernen Technik haben wenn sie den Umgang damit beherrschen. Computer gehören auch für sie zum Alltag.

Der Bereich der Experimente wurde im Folgenden zuerst allgemein behandelt und danach in drei Unterpunkte unterteilt. Die Auswertung der Befragungsergebnisse, ob die Schülerinnen und Schüler sich mehr Experimente im Physikunterricht wünschen, ist in der Abbildung 40 dargestellt. Beinahe alle Schülerinnen und Schüler gaben an, dass sie sich mehr Experimente im Unterricht wünschen. Dabei war der Anteil der Mädchen, die dem nur wenig zustimmen mit 11% geringfügig größer als der Anteil der Jungen der bei 6% lag.

Die Abbildung 41 spiegelt jetzt Umsetzung der Experimenten wieder. Es wurde bei der Frage 1 der Frage nachgegangen, ob die Schülerinnen und Schüler die Experimente in Kleingruppen durchführen möchten. Dabei fällt auf, dass 96% der Schülerinnen dem zustimmt, wohingegen

es nur 74% der Schüler sind. Weiterhin hat keine Schülerin dies abgelehnt jedoch lag der Anteil der Schüler die dies ablehnen bei 12%.

Auch im Hinblick auf das selbstständige Experimentieren nach Anleitung kam es wie in Frage 2 ersichtlich zu unterschiedlichen Ansichten zwischen Jungen und Mädchen. Diese weichen zudem stark von denen der Durchführung in Kleingruppen ab. Insbesondere liegt der Anteil der Schülerinnen die dem zustimmt mit 42% relativ gering. Die restlichen 59% der Schülerinnen stimmen dem zu gleichen Teilen nur wenig oder gar nicht zu. Bei den Schülern verhält es sich ähnlich, nur ist die prozentuale Verteilung etwas anders. Während 60% der Schüler sich wünschen, einen Versuch eigenständig nach Anleitung durchzuführen, stimmen dem 20% der Schüler nur wenig zu und 20% lehnen dies sogar ab.

Ebenfalls geringe Zustimmung erhält die Frage, ob die Schülerinnen und Schüler sich wünschen Experimente vom Lehrer zu beobachten. Anhand der Frage 3 lässt sich erkennen, dass jeweils nur ein geringer Prozentsatz der Schülerinnen und Schüler sich dies wünscht und die Mehrheit aller dies ablehnt.

Insgesamt gesehen ist der Wunsch nach mehr Experimenten im Physikunterricht bei allen Schülerinnen und Schülern groß. Dennoch darf die Art der Durchführung nicht vernachlässigt werden, denn hier liegen die Interessen der Schülerinnen und Schüler eindeutig auf den selbstständig durchgeführten Experimenten in Kleingruppen.

### 4.5.1.2 Zweite Befragung

Die zweite Befragung richtete sich an die speziell für die Mädchen abgestimmte Unterrichtsphase zu den beiden Themen „Das Ohmsche Gesetz“ und „Der spezifische Widerstand“.

Erfreulicherweise konnte bei den meisten Schülerinnen und Schülern ein gestiegenes Interesse am Physikunterricht verzeichnet werden.

Dies spiegelt sich zum einen in der Abbildung 42 wieder, die der Frage „Konntest du dem Physikunterricht gut folgen“ nachgeht. Hier wird anschaulich aufgezeigt, dass 77% der Schülerinnen und 57% der Schüler dem Physikunterricht gut folgen konnten. Bei der zweiten Befragung gaben nur 5% der Schülerinnen und 7% der Schüler an, dass sie dem Unterricht nicht gut folgen können. Folglich lässt sich hier feststellen, dass die Schülerinnen dem Physikunterricht besser folgen konnten als die Schüler.

Zum anderen zeigt die Abbildung 43, dass wiederum die Mehrheit aller Schülerinnen und Schüler den Physikunterricht als anschaulich empfanden. Während 0% der Schülerinnen und

## Kapitel 4 – Evaluation der Fragebögen

3% der Schüler dies nicht so empfanden, gaben 73% der Schülerinnen und 61% der Schüler an, dass der Unterricht anschaulich war.

Bezüglich der Abbildung 44 ist zu sagen, dass die Mehrheit aller Schülerinnen und Schüler den Physikunterricht als nicht zu mathematisch empfunden haben. So bewerteten beispielsweise 77% der Schülerinnen und 61% der Schüler den Unterricht als nicht zu mathematisch. Weiterhin gaben jeweils 14% der Schülerinnen und Schüler an, den Unterricht als nicht mathematisch zu empfinden. Lediglich 9% der Schülerinnen und 25% der Schüler sahen ihn noch als zu mathematisch an. Die abschließende Frage des ersten Abschnittes der zweiten Befragung zeigt eindrucksvoll, dass bei vielen Schülerinnen und Schülern der Spaß am Physikunterricht wieder geweckt werden konnte. Deutlich wird dies in der Abbildung 45, in der 32% der Schülerinnen und 61% der Schüler angaben, dass sie Spaß am Physikunterricht hatten. Zwar gaben immer noch 54% der Schülerinnen und 32% der Schüler an, dass sie nicht so großen Spaß am Physikunterricht haben, jedoch lässt sich hier ein großer Anstieg im Vergleich zur ersten Befragung erkennen.

Darüber hinaus lassen sich ähnliche Bewertungen bei den Schülerinnen und Schülern im zweiten Themenblock der Befragung erkennen. Konkret wird dies beispielsweise in der Abbildung 46, die die Frage ob es genügend Versuche im Physikunterricht gab aufgreift. Dieser Frage wurde von allen Schülerinnen und 75% der Schüler zugestimmt, einzig 25% der Schüler stimmten dem nur wenig oder gar nicht zu. Im Hinblick auf die Frage, ob ein Bezug zum Alltag hergestellt wurde, unterscheiden sich die Meinungen der Schülerinnen und Schüler nicht voneinander. Sie gaben beide gleichermaßen an, dass es nur einen geringen oder gar keinen Bezug zum Alltag gab, wie aus der Abbildung 47 ersichtlich wird. Obwohl vor allem die Schüler bei der ersten Befragung angaben, nicht so gerne das Anwenden von Formeln zu üben, waren es später die, die dieses Anwenden als hilfreich empfanden. Wie aus Abbildung 48 ersichtlich wird, waren 71% der Schüler und nur 50% der Schülerinnen der Ansicht, dass dies hilfreich war. Abschließend wurde danach gefragt, ob der Physikunterricht von einer Frau gehalten werden sollte oder nicht. Hier erkennt man vor allem, dass die Mädchen dem mit 86% zustimmten, wohingegen es nur 32% der Jungen waren, vgl. Abbildung 49. Den meisten Schülern war es nicht so wichtig wer den Unterricht hält, sondern nur wie er gehalten wird.

## 4.5.2 Evaluation der Fragebögen aus der 10. Jahrgangsstufe

An der ersten Befragung nahmen insgesamt 46 Schülerinnen und Schüler teil wobei der Anteil der Schülerinnen mit 31 Mädchen deutlich überwiegt. Demnach war der Anteil der Jungen mit 15 Schülern verhältnismäßig gering. Bei der zweiten Befragung haben wiederum 46 Schülerinnen und Schüler teilgenommen, die sich aus 30 Schülerinnen und 16 Schülern zusammen setzen. Aus krankheitsbedingten Gründen ist die Anzahl der Schülerinnen und Schüler, die bei den beiden Befragungen teilgenommen hat, verschieden.

### 4.5.2.1 Erste Befragung

Betrachtet man die Ergebnisse aus der ersten Befragung der 10. Jahrgangsstufe, so erkennt man, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler die aktuelle Situation im Unterricht als mittelmäßig einstufen. Sie bewerten die einzelnen Aspekte zu kleinen Teilen als positiv bzw. als negativ, jedoch empfindet die Mehrheit sie als mittelmäßig.

Der Abbildung 50 kann man entnehmen, dass die Schülerinnen dem Physikunterricht schlechter folgen können als die Schüler. Deutlich wird dies daran, dass lediglich 13% der Schülerinnen angaben, dem Physikunterricht gut folgen zu können wohingegen es 27% der Schüler angaben. Weiterhin ist der Anteil der Mädchen, die dem Unterricht gar nicht folgen können mit 38% deutlich höher als der der Schüler, welcher bei 13% liegt.

Auf der einen Seite liegt der Anteil der Schüler, die dem Unterricht gut folgen können mit 40% über dem der Schülerinnen mit 29%, auf der anderen Seite gaben aber auch 13% der Schüler an, dass sie den Unterricht nicht anschaulich finden. Dagegen waren es bei den Schülerinnen nur 3%. Zudem lässt sich auch anhand der Abbildung 51 ablesen, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler den aktuellen Physikunterricht als nur mittelmäßig anschaulich sehen.

Bei der anschließenden Frage, ob die Schülerinnen und Schüler den Unterricht als zu mathematisch empfinden, lassen sich kaum Unterschiede in der Wahrnehmung und Beurteilung ausmachen. Dies spiegelt sich auch in der Abbildung 52 wieder. Sowohl die Schülerinnen als auch die Schüler gaben mit jeweils 65% bzw. 53% an, dass der Physikunterricht nur mäßig mathematisch gestaltet ist. Ferner lag der prozentuale Anteil der Mädchen die den Unterricht nicht zu mathematisch finden mit 12% ähnlich hoch wie der der Jungen mit 14%. Ähnliche Ergebnisse liefert die letzte Frage, die danach fragt, ob die Schülerinnen und Schüler Spaß am Physikunterricht haben. Auch hier gibt es kaum Unterschiede in der Beurteilung zwischen den Schülerinnen und Schülern. So gaben 29% der Schülerinnen und 27% der Schüler an, dass sie Spaß am Physikunterricht. Auf der anderen

Seite sind es aber auch 13% der Schülerinnen und 20% der Schüler die keinen Spaß am Physikunterricht haben. Siehe dazu die Abbildung 53.

Im Rahmen des zweiten Teils der Befragung lassen sich teils erhebliche Unterschiede in den Wünschen der Schülerinnen und Schüler ausmachen. Während einigen Verbesserungsvorschlägen von einem Großteil aller Schüler zugestimmt wird werden andere wiederum stark abgelehnt. Auch lassen sich hier Unterschiede zwischen den Schülerinnen und Schülern erkennen.

Wie in Abbildung 54 erkennbar, wünschen sich 45% der Schülerinnen und 47% der Schüler einen stärkeren Bezug der durchgeführten Themen zum Alltag. Weitere 55% der Schülerinnen und 53% der Schüler gaben an, dass sie sich dies nur mäßig wünschen. Weder eine Schülerin noch ein Schüler lehnte diesen Wunsch, einen Bezug zum Alltag herzustellen, ab. Dadurch wird ersichtlich, dass für fast alle Schülerinnen und Schüler ein stärkerer Bezug zum Alltag hergestellt werden soll, sodass die praktische Anwendung der Physik im Alltag aufgezeigt wird. Demgegenüber gab es in der Art, wie der Bezug zum Alltag hergestellt werden soll, große Unterschiede zwischen den Schülerinnen und Schülern wie in der Abbildung 55 ersichtlich wird. Vor allem die Schülerinnen wünschen sich mit 55% die Behandlung von Naturphänomenen und Naturereignissen während dies nur 26% der Schüler angaben. Weitere 32% der Schülerinnen und 53% der Schüler stimmten diesem Vorschlag nur mäßig zu.

Die gravierendsten Unterschiede in der Beurteilung gab es bei der Frage, ob die Schülerinnen und Schüler die Funktion technischer Geräte und Anlagen verstehen möchten. Hier verhalten sich die prozentualen Angaben der Schülerinnen und Schüler genau entgegengesetzt. Während nur 6% der Schülerinnen angaben die Funktion technischer Geräte verstehen zu wollen, waren dies bei den Schülern 93%. Dagegen lehnten diesen Vorschlag 32% der Schülerinnen vehement ab jedoch 0% der Schüler. Weiterhin erkennt man anhand der Abbildung 56, dass 61% der Schülerinnen und 7% der Schüler diesem Vorschlag nur mäßig zustimmen. Die Auswertung der Frage, ob die Schülerinnen und Schüler sich vorstellen können, ein schwieriges Problem durch längeres Forschen und Diskutieren zu lösen, ergab, dass die die Mehrheit dem zustimmte. Insgesamt stimmten dem 42% der Schülerinnen und 53% der Schüler zu. Weitere 29% der Schülerinnen und 27% der Schüler stimmten dem nur mäßig zu und weitere 29% der Schülerinnen und 30% der Schüler lehnte dies ab. Vergleich dazu Abbildung 57.

Bezüglich der Abbildung 58 ist zu sagen, dass die Mehrheit aller Schülerinnen und Schüler sich nur mäßig vorstellen können, den Ausgang eines Versuches anhand von physikalischen Gesetzen vorher zu sagen. Dies zeigt sich deutlich darin, dass lediglich 8% der Schülerinnen und 6% der Schüler diesem Vorschlag zustimmten, jedoch 52% der Schülerinnen und 67% der Schüler dies nicht befürworteten.

Die Ergebnisse der letzten Frage des Abschnittes, ob die Schülerinnen und Schüler gerne physikalische Texte aus dem Schulbuch lesen würden, sind in der Abbildung 59 dargestellt. Hierbei lassen sich kaum Unterschiede in der Bewertung zwischen den Schülerinnen und Schülern erkennen. Sowohl 77% der Schülerinnen als auch 87% der Schüler gaben an, dass sie sich nicht wünschen, physikalische Texte aus dem Schulbuch zu lesen. Lediglich eine Minderheit der Schülerinnen und Schüler lehnte dies nicht strikt ab, sondern stimmte dem nur wenig zu und 3% der Schülerinnen stimmte dem sogar zu. Beim Anwenden von Formeln im Physikunterricht gibt es wie in Abbildung 60 verdeutlicht wieder große Unterschiede in der Ansicht zwischen den Schülerinnen und Schülern. Während die Mehrheit der Schülerinnen mit 61% angaben, dass sie sich dies wünschen würden waren es nur 7% der Schüler. Dagegen stimmten 29% der Schülerinnen dem nur mäßig zu, jedoch waren es hier 80% der Schüler. Auch wenn die Mehrheit der Schülerinnen angab, das Anwenden von Formeln im Unterricht üben zu wollen, wünschten sich dennoch nur 16% der Schülerinnen das Vorausberechnen eines Versuches anhand von physikalischen Formeln. Vergleich dazu Abbildung 61. Mehr als die Hälfte der Schülerinnen, nämlich 65%, stimmten dem nur mäßig zu und weitere 19% lehnten dies sogar strikt ab. Bei den Schülern verhielt es sich ähnlich, jedoch war die prozentuale Verteilung unterschiedlich. So gaben beispielsweise 27% der Schüler an, dass sie sich dies gerne im den Physikunterricht wünschen würden und weitere 73% stimmten dem nur mittelmäßig zu. Jedoch lehnte kein Schüler diesen Vorschlag ab.

Der nächste Themenblock der ersten Befragung geht der Frage nach dem Medieneinsatz und den Experimenten im Physikunterricht nach. Hier lässt sich anhand der Diagramme anschaulich erkennen, dass die Schülerinnen und Schüler gleiche Ansichten bezüglich dieser Methodik haben.

Deutlich wird dies zum einen in der Abbildung 62, die die Ergebnisse der Frage nach vermehrtem Medieneinsatz wie beispielsweise Computereinsatz, Beamer oder Simulationen darstellt. Auffallend ist hier, dass 100% der Schülerinnen und 93% der Schüler diesem Vorschlag zustimmen. Lediglich 7% der Schüler stimmen dem nur wenig zu.

## Kapitel 4 – Evaluation der Fragebögen

Der Bereich der durchzuführenden Experimente im Physikunterrichte wurde in vier Unterfragen gegliedert. Zu Beginn wurde allgemein nach dem Einsatz von Experimenten gefragt und anschließend wurden drei verschiedene Umsetzungsmöglichkeiten unterschieden. Zunächst werden in Abbildung 63 die Ergebnisse der Frage, ob die Schülerinnen und Schüler sich vermehrt Experimente im Unterricht wünschen, dargestellt. Hierbei gaben 84% der Schülerinnen und 87% der Schüler an, dass sie sich vermehrt Experimente im Physikunterricht wünschen. Nur 3% der Schülerinnen und 0% der Schüler stimmten dem nicht zu.

In der Abbildung 64 sind nun die Unterpunkt zu den Experimenten aufgezeigt. Dazu wurden bei der Frage 1 die Ergebnisse der Frage ob die Schülerinnen und Schüler Experimente in Kleingruppen durchführen möchten dargestellt. Weder bei den Schülerinnen noch bei den Schülern kam es hier zu einer ablehnenden Haltung gegenüber dieser Frage. So gaben 90% der Schülerinnen und 93% der Schüler an, dass sie vermehrt Experimente in Kleingruppen durchführen möchten. Beim eigenständigen Experimentieren nach Anleitung lassen sich in der Frage 2 kleine Unterschiede in den Ergebnissen erkennen. Während die Mehrheit der Schülerinnen mit 45% dem nur mäßig zustimmt ist es mit 53% der Schüler die Mehrheit die hier ihre volle Zustimmung gibt. Zwar stimmten dem immerhin noch 42% der Schülerinnen zu, jedoch überwiegt hier ihre leicht ablehnende Haltung. Abschließend werden in der Frage 3 die Ergebnisse der Frage „Möchtest du Experimente vom Lehrer beobachten“ dargestellt. Die Verteilung der Antworten ist bei den Schülerinnen und Schülern identisch, jedoch unterscheiden sie sich in ihrem prozentualen Anteil. Bei beiden Geschlechtergruppen gab die Mehrheit an, nur mäßiges Interesse an der Beobachtung von Lehrerversuchen zu haben. Hervorzuheben ist zudem, dass der Anteil der Schüler, die dies ablehnen mit 40% deutlich höher liegt als der der Schülerinnen mit 13%.

Charakteristisch für den letzten Teil der Befragung ist, dass die Meinungen und Ansichten der Schülerinnen und Schüler sich teils stark voneinander unterscheiden. Die Abbildung 65 zeigt eindrucksvoll, dass der Anteil der Schülerinnen die später einen Physikleistungskurs belegen wollen deutlich geringer ist als der der Schüler. So gaben 74% der Schülerinnen und 47% der Schüler an, diesen später belegen zu wollen. Demgegenüber stimmten dem nur 7% der Schülerinnen und 13% der Schüler zu. Auch im Hinblick auf die spätere Berufswahl lassen sich große Unterschiede zwischen den Schülerinnen und Schülern ausmachen wie in Abbildung 66 zu erkennen. Hierzu gaben 90% der Schülerinnen und 47% der Schüler an, später keinen physikalischen Beruf erlernen zu wollen, wohingegen 7% der Mädchen und

53% der Jungen dem nur mäßig zustimmten. Auffallend ist jedoch, dass trotz des großen Abneigungsverhaltens der Schülerinnen 3% der Schülerinnen sich vorstellen können einen physikalischen Beruf zu erlernen jedoch kein Schüler.

### 4.5.2.2 Zweite Befragung

Die zweite Befragung richtet sich an das speziell für die Mädchen konzipierte Unterrichtskonzept, bei dem der Bezug zum Alltag im Vordergrund stand. Dazu wurden unter dem Oberthema Dynamik die Themen „Der freie Fall“, „Der waagerechte Wurf“ und „Der senkrechte Wurf nach oben“ behandelt.

Durch das auf die Mädchen abgestimmte Unterrichtskonzept zur Dynamik konnte erreicht werden, dass sowohl die Mehrheit der Schülerinnen als auch der Schüler dem Physikunterricht gut folgen konnten. Anhand der Abbildung 67 erkennt man, dass 73% der Schülerinnen und 69% der Schüler dem Physikunterricht gut folgen konnten. Dennoch gab es einen kleinen Anteil an Schülern, die dem nur wenig zustimmten. So gaben 27% der Schülerinnen und auch 31% der Schüler an, dass sie dem Unterricht nur mäßig folgen konnten. Jedoch gab keine Schülerin oder Schüler an, dem Physikunterricht nicht folgen zu können. Erfreulich ist, dass der Physikunterricht gerade von den Schülerinnen als sehr anschaulich empfunden wurde. Insgesamt bewerteten 90% der Schülerinnen den Unterricht als sehr anschaulich und weitere 10% stimmten dem mäßig zu. Keine Schülerin gab an, den Physikunterricht nicht anschaulich zu finden. Bei den Schülern hingegen sah die Bewertung geringfügig anders aus. Immerhin gaben auch hier 63% der Schüler an, dass der Unterricht anschaulich gestaltet war, jedoch ist der Anteil der Schüler, die dem nur mäßig zustimmen, mit 37% deutlich höher als der der Schülerinnen. Vergleich dazu Abbildung 68.

Bezüglich der Abbildung 69 ist zu sagen, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler den Physikunterricht nicht zu mathematisch empfunden haben. So bewerteten auf der einen Seite lediglich 16% der Schülerinnen und 25% der Schüler den Unterricht als zu mathematisch auf der anderen Seite gaben aber auch 27% der Schülerinnen und 6% der Schüler an, den Physikunterricht nicht zu mathematisch zu empfinden. Die Mehrheit aller Schüler, nämlich 57% der Schülerinnen und 69% der Schüler stimmten dieser Frage nur wenig zu.

Die abschließende Frage des ersten Abschnittes der zweiten Befragung greift die Frage auf, ob die Schülerinnen und Schüler Spaß am Physikunterricht hatten. Die Ergebnisse dazu sind in der Abbildung 70 dargestellt. Hier lässt sich eine Steigerung auf Seiten der Schülerinnen erkennen. So gaben jetzt 37% der Schülerinnen an, dass sie Spaß am Physikunterricht hatten. Dennoch war der Anteil der Schülerinnen, die dem nur wenig zustimmen mit 53% noch

## Kapitel 4 – Evaluation der Fragebögen

relativ hoch. Bei den Schülern hingegen gaben 25% an, dass sie Spaß am Unterricht hatten und weitere 75% stimmten dem nur wenig zu.

Charakteristisch für den zweiten Themenblock der zweiten Befragung ist, dass die Mehrheit der Schülerinnen die aktuelle Situation im Unterricht positiv bewertet und die zuvor gewünschten Verbesserungsvorschläge auch ausreichend umgesetzt wurden.

Konkret wird dies zum einen in den Ergebnissen zu der Frage ob es genügend Experimente im Unterricht gab die in der Abbildung 71 dargestellt sind. Dem stimmten 93% der Schülerinnen zu, wobei die restlichen 7% dem nur mäßig zustimmten. Bei den Schülern hingegen waren es nur 81% die die Anzahl der Experimente im Unterricht ausreichend fanden. Die verbleibenden 19% der Schüler stimmten dem nur wenig zu. Auch die Frage, ob im Unterricht ein Bezug zum Alltag hergestellt wurde, wurde vor allem von den Schülerinnen positiv bewertet. Folglich gaben 55% der Schülerinnen an, dass die physikalischen Themen einen alltäglichen Bezug erhalten. Jedoch war der Anteil der Schülerinnen die dem nur wenig zustimmen mit 45% noch relativ hoch. Dennoch ist anzumerken, dass keine Schülerin und auch kein Schüler der Ansicht waren, dass kein Bezug zum Alltag hergestellt wurde. Bei den Schülern verhält es sich entgegengesetzt zu den Ansichten der Schülerinnen. Anhand der Abbildung 72 erkennt man dazu, dass 37% der Schüler einen Bezug zum Alltag erkannten, die verbleibenden 63% dieses jedoch nur mäßig erkannten. Anhand der Ergebnisse wird ersichtlich, dass die Schülerinnen hier sensibler auf den Bezug zum Alltag reagierten und ihn auch deutlicher erkannten.

Obwohl bei der ersten Befragung nur 7% der Schüler angaben, das Anwenden von Formeln üben zu wollen und weitere 80% dies nur mäßig so empfanden waren es bei der zweiten Befragung vor allem die Schüler, die dies als sehr hilfreich ansahen. Dies spiegelt sich in der Abbildung 73 anschaulich wieder. Hier gaben jetzt 75% der Schüler an, dass das Anwenden von Formeln für sie hilfreich war und lediglich 19% der Schüler fanden dies weniger hilfreich. Bei den Schülerinnen lassen sich kaum Unterschiede zwischen der ersten und der zweiten Befragung ausmachen. Zu Beginn gaben 61% der Schülerinnen an, dass sie sich das Anwenden von Formeln wünschen und im Endeffekt empfanden auch 60% der Schülerinnen dies auch sehr hilfreich.

Im Hinblick auf die Frage, ob der Physikunterricht von einer Frau gehalten werden sollte, unterscheiden sich die Meinungen der Schülerinnen und Schüler teils erheblich. Wie der Abbildung 74 zu entnehmen ist, vertreten 47% der Schülerinnen die Ansicht, dass der Physikunterricht von einer Frau gehalten werden sollte und weitere 47% stimmten dem nur

mäßig zu. Betrachtet man auf der anderen Seite die Ergebnisse der Schüler, so stellt man fest, dass hier lediglich 25% die Ansicht vertreten, dass der Unterricht von einer Frau gehalten werden sollte und die Mehrheit der Schüler, nämlich 63%, stimmten dem nur mäßig zu. Zudem ist der Anteil der Schüler, die sich nicht wünschen, dass der Physikunterricht von einer Frau gehalten wird, mit 12% doppelt so hoch wie der Anteil der Schülerinnen.

Anschließend werden in der Abbildung 75 die Ergebnisse der letzten Frage aufgezeigt. Hier wurde danach gefragt, ob die Schülerinnen und Schüler sich durch die Neukonzipierung des Physikunterrichts vorstellen können einen Physikleistungskurs zu belegen. Hier lassen sich kaum Veränderungen zu den Ergebnissen der ersten Befragung erkennen. Immer noch gab mit 73% die Mehrheit der Schülerinnen an, später keinen Physikleistungskurs belegen zu wollen. Weitere 23% können sich dies nur mäßig vorstellen und lediglich 4% stimmten dem zu. Ähnliche Ergebnisse liefert die Auswertung der Ergebnisse auf Seiten der Schüler. Zwar ist der Anteil der Schüler, die dies ablehnen mit 38% deutlich geringer, dennoch sind es hier auch nur 6% der Schüler, die sich dies später vorstellen können.

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Zieht man nun ein Resümee aus der Befragung, so stellt man fest, dass in allen Klassen die aktuelle Situation der Mädchen im Unterricht deutlich verbessert wurde. Durch das speziell auf sie abgestimmte Unterrichtskonzept konnten sie dem Unterricht besser folgen, fanden ihn anschaulicher und hatten Spaß am Unterrichtsgeschehen. Von daher ist es von großer Bedeutung, dass vor allem im Physikunterricht Rücksicht auf die Interessen und unterschiedlichen Kooperationsformen der Mädchen Rücksicht genommen wird. Denn so ist es möglich, sie wieder für den Physikunterricht zu begeistern.

Dennoch sollte mit der Umstellung des Physikunterrichts auf die Interessen der Mädchen bereits vor der Pubertät beispielsweise in der 8. Jahrgangsstufe begonnen werden. In dieser Phase ist das Desinteresse an physikalischen Themen noch nicht so stark ausgeprägt, sodass hier noch größere Interessensteigerungen auf Seiten der Mädchen möglich sind. Mit Hilfe dieses Unterrichtskonzeptes konnte erzielt werden, dass der Anteil der Mädchen, die Spaß am Physikunterricht haben, deutlich gesteigert werden konnte. Parallel dazu nahm der Anteil der Schülerinnen, die keinen Spaß am Physikunterricht haben deutlich ab.

Die zweite Befragung in der 10. Jahrgangsstufe zeigt eindrucksvoll, dass die Mädchen dem auf ihre Interessen abgestimmten Physikunterricht besser folgen konnten und ihn auch anschaulich empfanden. So gaben neun von zehn Schülerinnen bei der zweiten Befragung an, dass sie den Physikunterricht anschaulich fanden. Dennoch führte diese Verbesserung im Unterricht nicht automatisch zu einer Steigerung am Spaß am Physikunterricht. Betrachtet man die Anzahl der Schüler, die zu Beginn des Themas Spaß am Physikunterricht hatten und die Anzahl derer, die danach Spaß hatten, so lassen sich keine gravierenden Unterschiede erkennen. Weiterhin ließen sich keine Unterschiede bezüglich der Wahl der Leistungskurse erreichen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass ein speziell auf die Interessen der Mädchen abgestimmter Physikunterricht vor allem im Anfangsunterricht der Physik wirksam ist. Dies lässt sich damit erklären, dass das Desinteresse an physikalischen Themen noch nicht so stark ausgeprägt ist als in höheren Jahrgangsstufen. Trotz der neuen Konzeption des Physikunterrichts konnte in den 10. Jahrgangsstufen nur eine geringe Steigerung des physikalischen Interesses erreicht werden. Ob das Interesse dieser Schülerinnen anders aussähe, wenn sie von Beginn an einen speziell auf ihre Bedürfnisse abgestimmten Physikunterricht erfahren hätten, konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht ermittelt werden. Dazu wäre eine Langzeitstudie erforderlich, die die Schülerinnen von Beginn der 7. Jahrgangsstufe bis zum Abitur begleitet.

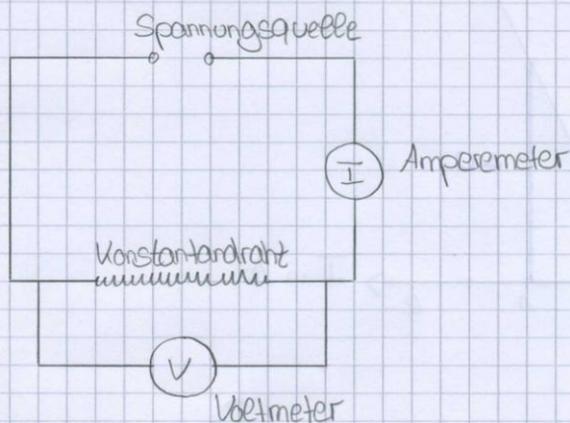
## 6. Anhang

### 6.1 Tafelbilder

#### Stunde 1 – Das Ohmsche Gesetz

#### Tafelbild zum Ohmschen Gesetz

#### Versuchsaufbau:

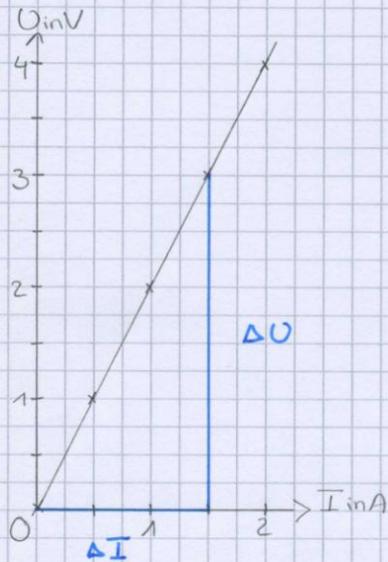


#### Messung:

U in V	0	1	2	3	4
I in A	0	0,48	0,94	1,43	1,89
R in $\Omega$	0	2,08	2,13	2,10	2,12

#### Beobachtung und Auswertung:

- Die Messpunkte liegen auf einer Gerade
- Diese Gerade verläuft durch den Ursprung
- Strom und Spannung sind proportional zueinander



Merksatz:

Bei Leitern, die als Kennlinie eine Ursprungsgerade besitzen, bei denen also Strom und Spannung zueinander proportional sind, gilt das **Ohmsche Gesetz**:

$$U \sim I \quad \text{oder} \quad \frac{U}{I} = \text{const.}$$

elektr. Widerstand =  $\frac{\text{Spannung der Quelle}}{\text{elektr. Stromstärke}}$

$$R = \frac{U}{I}$$

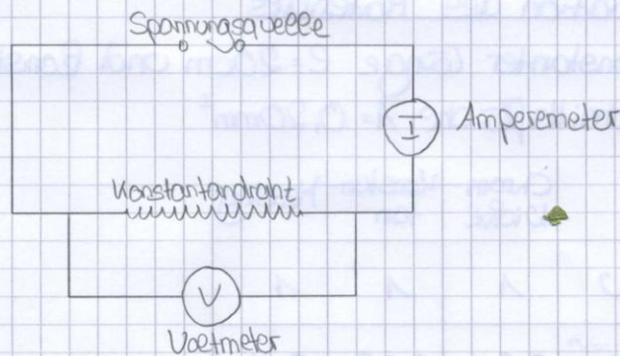
Stunde 2 – Der spezifische Widerstand

Tafelbild zum spezifischen Widerstand

Der Widerstand eines Drahtes hängt von folgenden Größen ab:

- Drahtlänge
- Drahtquerschnitt
- Material
- (Temperatur)

Versuchsaufbau:



a) Variation der Drahtlänge  $l$

Bei konstantem Querschnitt von  $0,2 \text{ mm}^2$  und gleichem Material (Konstantan)

Länge	10cm	20cm	30cm
U in V	2	2	2
I in A	2,72	1,43	0,94
R in $\Omega$	0,74	1,40	2,13

$R \sim l$

b) Variation des Drahtquerschnittes A

Bei konstanter Länge von  $l = 20\text{cm}$

$A$ in $\text{mm}^2$	0,20	0,35	0,50
$U$ in $\text{V}$	1,50	1,50	1,50
$I$ in $\text{A}$	0,54	0,76	1,20
$R$ in $\Omega$	2,78	1,97	1,25

$$R \sim \frac{1}{A}$$

c) Variation des Materials

Bei konstanter Länge  $l = 20\text{cm}$  und konstanter Querschnittsfläche  $A = 0,20\text{mm}^2$

	Chrom- Nickel	Konstan- tan	Messing
$U$ in $\text{V}$	1	1	1
$I$ in $\text{A}$	0,21	0,72	0,14
$R$ in $\Omega$	4,76	1,39	7,14

Um aus diesen beiden Proportionalitäten eine Gleichung zu bekommen, führt man eine Proportionalitätskonstante  $\rho$  ein.

In ihr sind die Eigenschaften des verwendeten Drahtmaterials enthalten

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

Die Größe  $\rho$  heißt spezifischer Widerstand.

Es gilt:

$$\rho = \frac{R \cdot A}{l}$$

Die Einheit ist:

$$[\rho] = \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

## 6.2 Arbeitsblätter

### Arbeitsblatt 1 – Übungsaufgaben zum ohmschen Gesetz

#### Aufgabe 1:

Durch einen ohmschen Verbraucher fließt bei einer Spannung von 6 V ein elektrischer Strom mit der elektrischen Stromstärke 0,5A.

- a) Welche Spannung muss eine Quelle haben, damit die in diesem Verbraucher eine elektrische Stromstärke von 2,5A hervorrufen kann?

$$\text{Widerstand: } R = \frac{U}{I} = \frac{6V}{0,5A} = 12\Omega$$

$$U = R \cdot I$$

$$U = 12\Omega \cdot 2,5A$$

$$U = 30V$$

- b) Wie groß ist die elektrische Stromstärke, wenn der Verbraucher an eine Monozelle mit der Spannung 1,5V angeschlossen wird?

$$I = \frac{U}{R}$$

$$\frac{1,5V}{12\Omega} = I = 0,125A$$

Die gesuchte Stromstärke beträgt 0,125A

#### Aufgabe 2:

Berechne den Widerstand einer Spule, wenn bei angelegten 9,0 V eine Stromstärke von 0,60 A gemessen wird

$$R = \frac{U}{I} \Rightarrow R = \frac{9,0V}{0,60A} = 15\Omega$$

#### Aufgabe 3:

Eine Warmhalteplatte hat bei Betriebstemperatur den Widerstand 90Ω. Welche Stromstärke fließt durch das Gerät? V=230V

$$\frac{U}{R} = I \Rightarrow I = \frac{230V}{90\Omega} = 2,55A$$

## Arbeitsblatt 2 – Übungsaufgaben zum Thema das Ohmsche Gesetz und der spezifische Widerstand

### Aufgabe 1:

Eine Warmhalteplatte hat bei Betriebstemperatur den Widerstand  $90\Omega$ . Welche Stromstärke fließt durch das Gerät? Die Warmhalteplatte wird an 230V angeschlossen.

$$R = 90 \Omega ; \quad U = 230 V$$

$$I = \frac{230 V}{90 \Omega}$$

$$I = 2,56 A$$

### Aufgabe 2:

Berechne den Widerstand einer Spule, wenn bei angelegten 9,0 V eine Stromstärke von 0,60 A gemessen wird.

$$U = 9,0 V ; \quad I = 0,6 A$$

$$R = \frac{9,0 V}{0,6 A}$$

$$R = 15 \Omega$$

### Aufgabe 3:

Ein Leiter mit dem Widerstand von  $1 \text{ k}\Omega$  wird an eine Spannung von 6V angelegt. Wie groß ist die Stromstärke?

$$R = 1000\Omega ; \quad U = 6 V$$

$$I = \frac{6 V}{1000 \Omega}$$

$$I = 0,006 A$$

### Aufgabe 4:

Durch einen ohmschen Verbraucher fließt bei einer Spannung von 6 V ein elektrischer Strom mit der elektrischen Stromstärke 0,5A.

## Kapitel 6 - Anhang

- a) Welche Spannung muss eine Quelle haben, damit sie in diesem Verbraucher eine elektrische Stromstärke von 2,5A hervorrufen kann?

$$U = 6 \text{ V} ; \quad I = 0,5 \text{ A}$$

$$R = \frac{6 \text{ V}}{0,5 \text{ A}}$$

$$R = 12 \, \Omega$$

- a)  $I = 2,5 \text{ A} ; \quad R = 12 \, \Omega$

$$U = 12 \, \Omega \cdot 2,5 \text{ A}$$

$$U = 30 \text{ V}$$

- b) Wie groß ist die elektrische Stromstärke, wenn der Verbraucher an eine Monozelle mit der Spannung 1,5V angeschlossen wird?

$$U = 1,5 \text{ V} ; \quad R = 12 \, \Omega$$

$$I = \frac{1,5 \text{ V}}{12 \, \Omega}$$

$$I = 0,125 \text{ A}$$

### Aufgabe 5:

Es wird der Widerstand von Drähten gleicher Länge ( $l = 1,00\text{m}$ ) und Querschnittsfläche ( $A = 0,20 \text{ mm}^2$ ) untersucht:

Material	Konstantan	Chrom-Nickel	Messing
Strom I in A	0,54	0,5	0,10
Spannung U in V	1,5	2,7	0,70

Berechne aus den obigen Versuchsdaten den spezifischen Widerstand der drei Materialien.

1. Konstantan:

$$\rho = \frac{R \cdot A}{l} = \frac{U \cdot A}{I \cdot l}$$

## Kapitel 6 - Anhang

$$\rho = \frac{1,5 \cdot 0,2}{0,54 \cdot 1,00} \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$\rho = 0,56 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

### 2. Chrom-Nickel

$$\rho = \frac{R \cdot A}{l} = \frac{U \cdot A}{I \cdot l}$$

$$\rho = \frac{2,7 \cdot 0,2}{0,50 \cdot 1,00} \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$\rho = 1,1 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

### 3. Messing

$$\rho = \frac{R \cdot A}{l} = \frac{U \cdot A}{I \cdot l}$$

$$\rho = \frac{0,7 \cdot 0,2}{0,1 \cdot 1,00} \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$\rho = 1,4 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$$

## 6.3 Materialliste

### **Stunde 1 – Das Ohmsche Gesetz**

1 Voltmeter  
1 Amperemeter  
Klemmen  
Steckbrett  
1 Spannungsquelle  
Verbindungskabel  
Konstantendraht

### **Stunde 2 – Der spezifische Widerstand**

1 Voltmeter  
1 Amperemeter  
Klemmen  
Steckbrett  
1 Spannungsquelle  
Verbindungskabel  
Konstantendraht mit der Querschnittsfläche  $0,2\text{mm}^2$ ,  $0,35\text{mm}^2$  und  $0,5\text{mm}^2$   
Kuperdraht und Eisendraht

6.4 Sonstiges

Klausur vom 06.10.2010

**Physikklassenarbeit Nr. 1**

Name: \_\_\_\_\_

Klasse 8F

Punkte: \_\_\_\_\_

Note: \_\_\_\_\_

**Aufgabe 1:**

An einen Konstantendraht wird eine Spannungsquelle angeschlossen. Der Strom durch den Draht wird in Abhängigkeit von der angelegten Spannung gemessen. Dabei ergibt sich folgende Messreihe:

U in V	0	1	2	3	4	5	6
I in mA	0	126	259		518	650	777

- Zeichne dazu ein I-U-Diagramm. (Trage auf die Y-Achse die Spannung  $1\text{V} = 1\text{cm}$  und auf die X-Achse die Stromstärke  $100\text{mA} = 1\text{cm}$ )
- Lies aus dem Graphen den fehlenden Wert für die Stromstärke ab.
- Zeige für diesen Versuch, dass das Ohmsche Gesetz gilt.
- Berechne den Widerstand mit Hilfe des Steigungsdreiecks.
- Kreuze an, welche der folgenden Aussagen zutrifft!

<input type="checkbox"/>	Je größer die Spannung, umso größer die Stromstärke.
<input type="checkbox"/>	Je kleiner der Widerstand, umso kleiner die Stromstärke.

**Aufgabe 2:**

Durch einen ohmschen Verbraucher fließt bei einer Spannung von 12V ein elektrischer Strom mit der Stromstärke 1,3A.

- Berechne den Widerstand.
- Berechne unter Berücksichtigung von 2a) die elektrische Stromstärke, wenn der Verbraucher an eine Monozelle mit der Spannung 1,5V angeschlossen wird!

**Aufgabe 3:**

Der Fotokopierer einer Schule benötigt im Standby-Betrieb eine elektrische Leistung von 320W.

- Wie viel elektrische Energie (Angabe in kWh) könnte gespart werden, wenn der Fotokopierer nicht erst um 19:00 Uhr sondern schon um 13:30 abgeschaltet werden würde?

Rechne mit 220 Schultagen im Schuljahr.

- b) Wie viel Geld könnte man in einem Schuljahr sparen, wenn für eine Kilowattstunde 20 Cent zu bezahlen ist?

**Aufgabe 4:**

Auf einem ungeladenen Elektroskop liegt die Metallkugel eines Konduktors A. Ein positiv geladener Konduktor B wird nun in die Nähe gebracht. Das Elektroskop zeigt einen Ausschlag (Abb. 1). Hinweis: Die Ladungstrennung in einem Körper durch Anziehungskräfte eines geladenen Körpers ohne Berührung nennt man elektrische Influenz.

- 1.1 Begründe diesen Vorgang unter Beachtung der Beweglichkeit von Ladungen in Metallen und nenne den Fachbegriff für diesen Vorgang!
- 1.2 Was beobachtet man am Elektroskop, wenn man den Konduktor B ohne Berührung von A wieder entfernt? Erkläre diese Beobachtung!
- 1.3 Man nähert nun erneut den geladenen Konduktor B ohne Berührung des Konduktors A und des Elektroskops. Nun entfernt man den Konduktor A und dann den Konduktor B. Beschreibe das Verhalten des Elektroskops und begründe es!

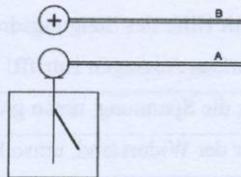


Abb. 1

**Zusatzaufgaben zur Auswahl**

**Entweder Aufgabe Z1**

Ergänze die fehlenden Größen!

I	0,2 A	100 mA		0,40 A
Q		0,07 C	80 Ah	1800 Ah
t	10 min		1,2 h	

**Oder Aufgabe Z2**

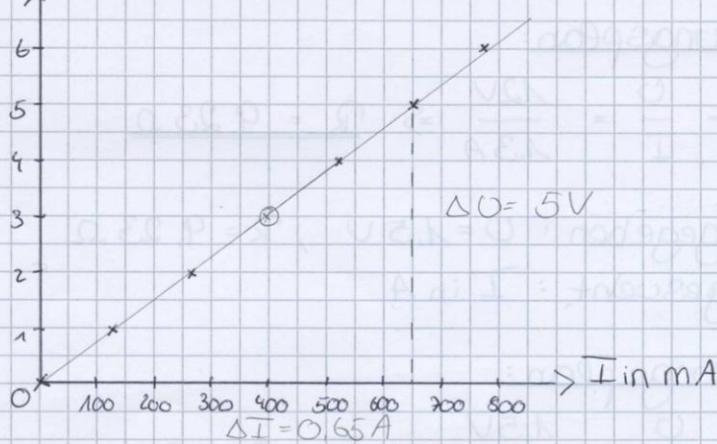
Ergänze die fehlenden Größen!

U = 230V	I = 0,2A	R =
R = 70Ω	U = 41V	I =
I = 0,3A	R = 1kΩ	U =
U = 12V	R = 120Ω	I =

Musterlösung Klausur Nr. 1

Aufgabe 1

a)  $U$  in V



b) Der fehlende Wert für die Stromstärke ist  $I = 390 \text{ mA}$ .

c) Es gilt das Ohmsche Gesetz, da

- wir eine Ursprungsgerade haben
- Spannung und Stromstärke proportional zueinander sind

d)

$$\underline{R} = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{5 \text{ V}}{0,65 \text{ A}} = \underline{7,69 \Omega}$$

e) Je größer die Spannung, umso größer die Stromstärke.

Aufgabe 2

a) gegeben:  $U = 12\text{ V}$  ;  $I = 1,3\text{ A}$   
 gesucht:  $R$  in  $\Omega$

Lösungsplan:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{12\text{ V}}{1,3\text{ A}} \Rightarrow \underline{R = 9,23\ \Omega}$$

b) gegeben:  $U = 1,5\text{ V}$  ;  $R = 9,23\ \Omega$   
 gesucht:  $I$  in  $\text{A}$

Lösungsplan:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{1,5\text{ V}}{9,23\ \Omega} \Rightarrow \underline{I = 0,163\text{ A}}$$

Aufgabe 3

a) gegeben:  $P = 320\text{ W}$  ;  $t = 5,5\text{ h}$   
 gesucht:  $W_{el}$

Lösungsplan:

$$\begin{aligned} W_{el} &= P \cdot t \\ &= 320\text{ W} \cdot 5,5\text{ h} \\ &= 0,320\text{ kW} \cdot 5,5\text{ h} \end{aligned}$$

$$W_{el} = 1,76\text{ kWh} \quad \text{pro Tag}$$

220 Tage

$$W_{el} = 1,76\text{ kWh} \cdot 220$$

$$\underline{W_{el} = 387,2\text{ kWh}}$$

b) gegeben: 1 kWh kostet 20 Cent  
 gesucht: Wie viel Geld kann man sparen

Lösungsplan

$$1 \text{ kWh} = 0,20 \text{ €}$$

$$387,2 \text{ kWh} \cdot 0,20 \text{ €} = \underline{77,44 \text{ €}}$$

Aufgabe Z1

$$I = \frac{Q}{t} \quad ; \quad t = \frac{Q}{I} \quad ; \quad Q = I \cdot t$$

I	0,2 A	100 mA	66,7 A	0,40 A
Q	120 C	0,07 C	80 Ah	1800 Ah
t	10 min	0,7 s	1,2 h	4500 h

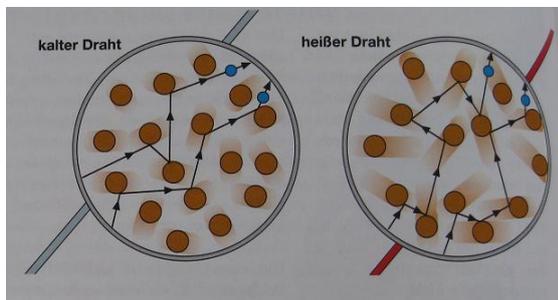
## Text aus dem Schulbuch über die Erhitzung eines Drahtes

### Elektrischer Widerstand und Temperatur

Wie lässt sich der Widerstand im Teilchenbild verstehen und welchen Einfluss hat dabei das Material des Drahtes?

In der Zeichnung ist die Bewegung zweier Elektronen dargestellt.

Die Elektronen werden durch Zusammenstöße mit den Atomen in ihrer Bewegung mehrfach behindert. Diese Hemmung ist umso stärker und damit die Elektronenbewegung umso langsamer, je mehr Zusammenstöße stattfinden. Von der Anordnung der Atome und ihren Wechselwirkungen mit den Elektronen hängt es ab, wie groß der Widerstand des Leiters ist, Damit wird zunächst einmal verständlich, warum verschiedene Metalle den elektrischen Strom unterschiedlich gut leiten.



**Abb. :** Elektronenbewegung im kalten und heißen Draht

Wird der Widerstand von Drähten mit gleichen Längen und gleichen Querschnittsflächen ermittelt, so ergibt sich für jeden Draht ein charakteristischer Wert. Die Tabelle zeigt einige Beispiele. Wie lässt sich der Einfluss der Temperatur des Leiters auf seinen Widerstand im Teilchenmodell erklären

**Tab. :** Widerstandswerte bei vorgegebenen Material

Material	Widerstand
Silber	0,016 $\Omega$
Kupfer	0,017 $\Omega$
Aluminium	0,027 $\Omega$
Platin	0,1 $\Omega$
Konstantan	0,49 $\Omega$
Drahtlänge 1 m, Querschnitt 1 mm <sup>2</sup>	

## Kapitel 6 - Anhang

Die Atome schwingen um ihren Platz im Metallgitter, und zwar umso heftiger, je höher die Temperaturen. Sie werden bei höheren Temperaturen also stärker gehemmt. Deshalb ist der elektrische Widerstand von metallischen Leitern bei höheren Temperaturen größer als bei niedrigen.

6.5 Fragebögen

Fragebogen 1

	Mädchen		Junge			
	Sollte es für Mädchen und Jungen getrennten Physikunterricht geben?					
	Kannst du dem Physikunterricht gut folgen?					
	Findest du den Physikunterricht anschaulich?					
	Findest du den Physikunterricht zu mathematisch?					
	Hast du Spaß am Physikunterricht?					
	Wünschst du dir mehr Bezug zum Alltag?					
	Möchtest du Naturphänomene/Naturereignisse behandeln (Regenbogen, Gewitter,...)?					
	Möchtest du die Funktion technischer Geräte und Anlagen verstehen?					
	Kannst du dir vorstellen ein schwieriges Problem durch längeres Forschen und Diskutieren zu lösen?					
	Wünschst du dir den Ausgang eines Versuches anhand von physikalischen Gesetzen vorhersagen zu können?					
	Möchtest du die Anwendung von Formeln üben?					
	Möchtest du mit Hilfe von Formeln vorausberechnen was bei einem Versuch passieren wird?					
	Würdest du gerne physikalische Texte aus dem Schulbuch lesen?					
	Wünschst du dir mehr neue Medien im Unterricht? (Computereinsatz, Beamer, Simulationen,...)					
	Wünschst du dir mehr Experimente im Physikunterricht?					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möchtest du Experimente in Kleingruppen durchführen?</li> </ul>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möchtest du einen Versuch eigenständig nach Anleitung durchführen?</li> </ul>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möchtest du Experimente vom Lehrer beobachten?</li> </ul>					

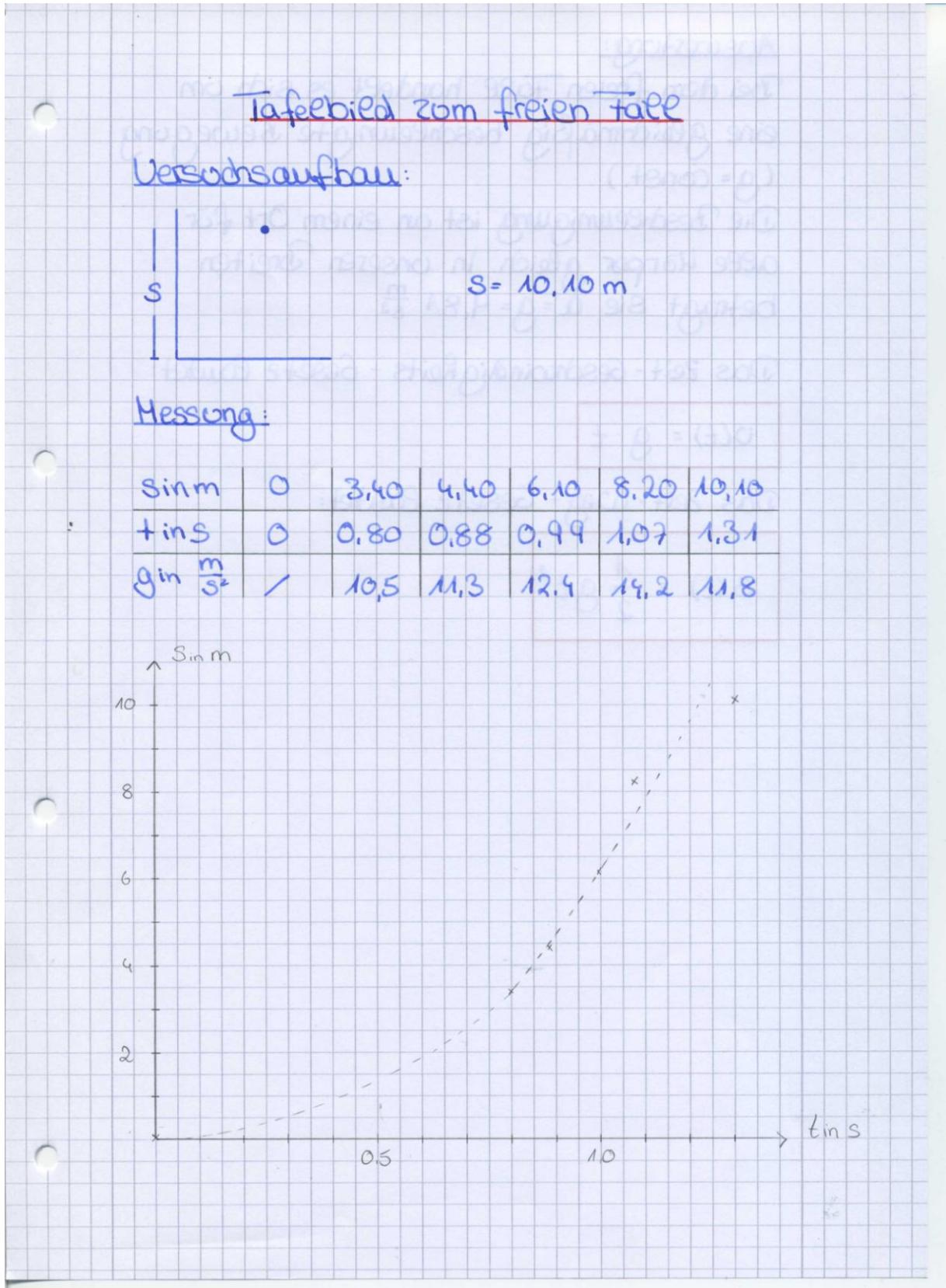
**Fragebogen 2**

	<b>Mädchen</b>		<b>Junge</b>			
--	----------------	--	--------------	---	---	---

Konntest du dem Physikunterricht gut folgen?			
Fandest du den Physikunterricht anschaulich?			
Fandest du den Physikunterricht zu mathematisch?			
Hattest du Spaß am Physikunterricht?			
Gab es deiner Meinung nach genügend Versuche im Unterricht?			
Wurde im Unterricht ein Bezug zum Alltag hergestellt?			
Fandest du das Anwenden von Formeln hilfreich?			
Sollte deiner Meinung nach der Physikunterricht von einer Frau gehalten werden?			

## 6.6. Tafelbilder

### Stunde 1 – Der freie Fall



Absorption:

Bei dem freien Fall handelt es sich um eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung ( $g = \text{const.}$ )

Die Beschleunigung ist an einem Ort für alle Körper gleich. In unseren Breiten beträgt sie  $a = g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

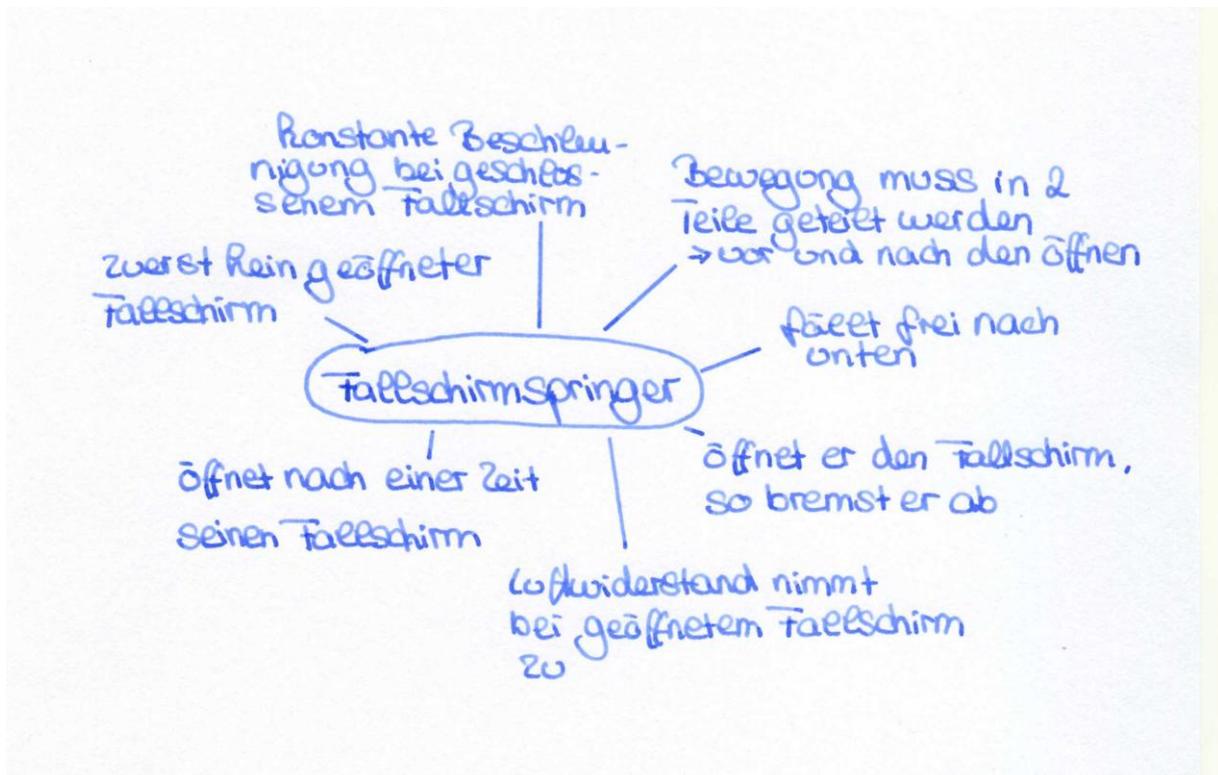
Das Zeit-Geschwindigkeits-Gesetz lautet:

$$v(t) = g \cdot t$$

Das Zeit-Weg-Gesetz lautet:

$$s(t) = \frac{1}{2} g t^2$$

**Mind map zum Gedankenexperiment „Der Fallschirmspringer“**



## Stunde 2 – Der waagerechte Wurf

### Tafelbild zum waagerechten Wurf

Versuch:

Versuchsaufbau:



Beobachtungen:

- beide Kugeln haben die gleiche Form, das gleiche Material und Gewicht
- beide Kugeln kommen gleichzeitig am Boden auf
- die Kugel A fällt im freien Fall, Kugel B vollzieht den waagerechten Wurf
- Kugel B hat eine Anfangsgeschwindigkeit

Auswertung:

Ein waagerechter Wurf entsteht durch die Überlagerung einer gleichförmigen Bewegung in horizontaler Richtung und dem freien Fall in vertikaler Richtung.

Dabei laufen die beiden Bewegungsformen unabhängig voneinander und zeitgleich ab.

→ Unabhängigkeitsprinzip bei Bewegungen

Bewegung in x-Richtung:  
(gleichförmige Bewegung)

$$x(t) = v_0 \cdot t$$

$v_0$  = Anfangsgeschwindigkeit

Bewegung in y-Richtung: (freier Fall)

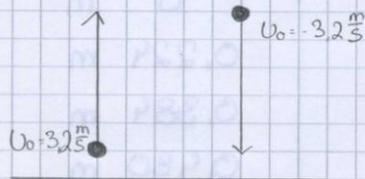
$$y(t) = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Stunde 3 – Der senkrechte Wurf nach oben

Tafelbild

Der senkrechte Wurf nach oben

Versuchsaufbau:



Messung:

Messung 1 :  $u_0 = 2,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   $\rightarrow h = 18 \text{ cm}$

Messung 2 :  $u_0 = 2,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   $\rightarrow h = 33 \text{ cm}$

Messung 3 :  $u_0 = 3,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   $\rightarrow h = 55 \text{ cm}$

Auswertung:

Bestimmung der maximalen Flughöhe und Bestimmung der Geschwindigkeit bei veränderlicher Höhe.

Anfangsgeschwindigkeit :  $u_0 = 3,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Es gelten folgende Bewegungsgleichungen:

$\rightarrow v(t) = u_0 - g \cdot t$

$\rightarrow h(t) = u_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$

Wertetabelle:

Zeit $t$	Geschwindigkeit $v(t)$	Steighöhe $h(t)$
0 s	3,2 $\frac{m}{s}$	0 m
0,08 s	2,4 $\frac{m}{s}$	0,224 m
0,16 s	1,6 $\frac{m}{s}$	0,384 m
0,24 s	0,8 $\frac{m}{s}$	0,480 m
0,32 s	0 $\frac{m}{s}$	0,512 m
0,40 s	-0,8 $\frac{m}{s}$	0,480 m
0,48 s	-1,6 $\frac{m}{s}$	0,384 m
0,56 s	-2,4 $\frac{m}{s}$	0,224 m
0,64 s	-3,2 $\frac{m}{s}$	0 m

→ Nach 0,32 s hat die Kugel ihre maximale Steighöhe von 0,512 m erreicht. Die Geschwindigkeit im Umkehrpunkt beträgt  $0 \frac{m}{s}$ .

Für die Gipfelbedingung des Wurfes gilt:  
 $v(t) = 0$

$$0 = v_0 - g \cdot t$$

$$0 = 3,2 \frac{m}{s} - 10 \frac{m}{s^2} \cdot t$$

$$t = \frac{3,2 \frac{m}{s}}{10 \frac{m}{s^2}}$$

→  $t = 0,32 s$

## 6.7 Arbeitsblätter

### Arbeitsblatt Nummer 1 – Der waagerechte Wurf

#### Aufgabe 1:

Eine Kugel wird horizontal mit  $v_0 = 4 \frac{m}{s}$  abgeschossen und fliegt 6m weit hinaus bis sie aufschlägt.

Aus welcher Höhe wurde sie abgeschossen?

$$v_0 = 4 \frac{m}{s} \quad , s_x = 6m$$

#### Berechnung der Abwurfhöhe:

$$s = v_0 \cdot t$$

$$t = \frac{s}{v_0} = \frac{6 m}{4 \frac{m}{s}}$$

$$\Rightarrow t = 1,5 s$$

#### Aufgabe 2:

Eine Kugel wird horizontal mit  $v_0 = 2 \frac{m}{s}$  abgestoßen.

- Nach welcher Zeit schlägt sie auf dem 0,8 m tieferen Erdboden auf?
- Wie weit fliegt sie dabei in horizontaler Richtung (x-Richtung)?

$$v_0 = 2 \frac{m}{s} \quad , y = 0,8 m$$

#### Berechnung der Fallzeit:

$$a) y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot y}{g}} = \frac{1,6 m}{9,81 \frac{m}{s^2}}$$

$$\Rightarrow t = 0,40 s$$

**Berechnung der Flugstrecke:**

$$b) s = v_0 \cdot t$$

$$s = 2 \frac{m}{s} \cdot 0,40 s$$

$$\Rightarrow s = 0,80 m$$

**Aufgabe 3:**

Eine Kugel wird horizontal mit  $v_0 = 4 \frac{m}{s}$  abgeschossen und trifft nach 1s auf. Aus welcher Höhe wurde sie abgeschossen und wie weit flog sie?

$$v_0 = 4 \frac{m}{s} \quad , t = 1 s$$

**Berechnung der Flugstrecke:**

$$s = v_0 \cdot t$$

$$s = 4 \frac{m}{s} \cdot 1 s$$

$$\Rightarrow s = 4 m$$

**Berechnung der Abwurfhöhe:**

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$y = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot (1 s)^2$$

$$\Rightarrow y = 4,90 m$$

**Aufgabe 4:**

Aus einem Gartenschlauch tritt das Wasser mit einer Geschwindigkeit von  $v_0 = 8,0 \frac{m}{s}$  aus.

Wie hoch muss der Gärtner den Schlauch mindestens waagrecht halten, wenn er ein 6m entferntes Beet wässern möchte?

$$v_0 = 8,0 \frac{m}{s} \quad , s = 6 m$$

**Berechnung der Flugzeit:**

$$s = v_0 \cdot t$$

$$t = \frac{s}{v_0} = \frac{6 \text{ m}}{8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$\Rightarrow t = 0,75 \text{ s}$$

**Berechnung der Abwurfhöhe:**

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$y = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,75 \text{ s})^2$$

$$\Rightarrow y = 2,76 \text{ m}$$

**Aufgabe 5:**

Ein Pilot, der in einem Flugzeug mit  $v_0 = 540 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  fliegt, wirft eine Ladung Hilfsgüter ab. Die Flughöhe beträgt 80 m.

- Um wie viel Meter verfehlt der Pilot sein Ziel, wenn er die Ladung genau über der Zielmarkierung fallen lässt?
- Wie viele Sekunden vor dem Überfliegen der Zielmarkierung hätte er die Ladung abwerfen müssen?

$$v_0 = 150 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad , y = 80 \text{ m}$$

**a) Berechnung der Flugzeit:**

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot y}{g}} = \sqrt{\frac{160 \text{ m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

$$\Rightarrow t = 4,04 \text{ s}$$

**Berechnung der Flugstrecke:**

$$s = v_0 \cdot t$$

$$s = 150 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 4,04 \text{ s}$$

$$\Rightarrow s = 606 \text{ m}$$

**b) Berechnung der Flugzeit:**

Rechnung siehe a) erster Teil

$$\Rightarrow t = 4,04 \text{ s}$$

**Aufgabe 6:**

Ein Auto rast mit seiner maximalen Geschwindigkeit von  $v_0 = 120 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  auf einen Abgrund zu. Auf der anderen Seite des Abgrunds könnte es weiterfahren, wenn es nur weit genug fliegen würde. Die andere Seite befindet sich  $h = 5\text{m}$  tiefer als das Niveau, auf dem sich das Auto momentan befindet. Der Abgrund hat eine Breite von  $y = 33\text{m}$ .

- Welche Höhe hat das Fahrzeug bei  $s_x = 10\text{m}$ ,  $20\text{m}$ ,  $33\text{m}$ ?
- Zeige mit einer Rechnung, dass der Sprung gelingen wird
- Berechne, wie schnell das Fahrzeug sein müsste, wenn sich die andere Seite  $2\text{m}$  unter dem Niveau des Autos befinden würde ( $h = 2\text{m}$ ).

$$v_0 = 33,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad , \quad y = 5 \text{ m} \quad , \quad s_x = 33 \text{ m}$$

**a) Berechnung der Flughöhe bei  $s_x = 10 \text{ m}$ :**

$$s = v_0 \cdot t$$

$$t = \frac{s}{v_0}$$

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{s}{v_0}\right)^2 = \frac{1}{2} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \left(\frac{100 \text{ m}}{33,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}}\right)^2$$

$$y = \frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2 \cdot \left(33,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} \cdot (10 \text{ m})^2$$

$$\Rightarrow y = 0,44 \text{ m}$$

**Berechnung der Flughöhe bei  $s_x = 20 \text{ m}$ :**

$$y = \frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2 \cdot \left(33,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} \cdot (20 \text{ m})^2$$

$$\Rightarrow y = 1,77 \text{ m}$$

**Berechnung der Flughöhe bei  $s_x = 33 \text{ m}$ :**

$$y = \frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2 \cdot \left(33,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} \cdot (33 \text{ m})^2$$

$$\Rightarrow y = 4,81 \text{ m}$$

**b) Zeigen, dass der Sprung gelingt**

**Berechnung der Sprungzeit:**

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot y}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4,81 \text{ m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

$$\Rightarrow t = 1,01 \text{ s}$$

**Berechnung der Flugstrecke:**

$$s = v_o \cdot t$$

$$s = 33,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1,01 \text{ s}$$

$$\Rightarrow s = 33,66 \text{ m}$$

**c) Geschwindigkeit des Flugzeuges:**

**Berechnung der Sprungzeit:**

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot y}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \text{ m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}}$$

$$\Rightarrow t = 0,64 \text{ s}$$

**Berechnung der Geschwindigkeit:**

$$s = v_0 \cdot t$$

$$v_0 = \frac{s}{t} = \frac{33 \text{ m}}{0,64 \text{ s}}$$

$$\Rightarrow v_0 = 51,56 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 185,62 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

## Arbeitsblatt 2

### **LEBEN IN EINER WELT OHNE SCHWERKRAFT**

Stelle dir vor, es gäbe keine Schwerkraft

Was würde mit einem Ball geschehen, den du nach oben wirfst?

- Er würde in einer **gleichförmigen Bewegung** nach oben fliegen und schließlich die Erde in Richtung Weltraum verlassen

Etwa das ähnliche passiert, wenn Astronauten in einem Raumschiff, etwa der ISS, einen Ball nach oben werfen. Dort herrscht auch beinahe Schwerelosigkeit – also das Fehlen von Schwerkraft.

**Für eine gleichförmige Bewegung nach oben gelten folgende Gesetze**

$$\begin{array}{l} s(t) = v_o * t \\ v_o = const. \end{array}$$

Die zurückgelegte Wegstrecke und die Geschwindigkeit sind positiv, da sie nach oben gerichtet sind

### **NUN GIBT ES DIE SCHWERKRAFT ABER DOCH**

Wenn du den Ball einfach nach unten fallen lässt, dann führt er einen **freien Fall** aus

Der freie Fall ist eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung mit der Fallbeschleunigung  $g=9,81\frac{m}{s^2}$ .

Auf dem Mond ist die Schwerkraft nur  $\frac{1}{6}$ -mal so groß wie auf der Erde.

**Für den freien Fall gelten folgende Gesetze:**

$$s(t) = -\frac{1}{2} * g * t^2$$
$$v(t) = -g * t$$

Das negative Vorzeichen berücksichtigt, dass die Bewegung nach unten erfolgt.

## **DER WURF NACH OBEN IST EINE ÜBERLAGERUNG BEIDER BEWEGUNGEN**

Wenn du einen Ball nach oben wirfst, wird er eine gewisse Höhe erreichen, für einen sehr kurzen Moment zur Ruhe kommen und dann wieder herunterfallen.

Wie hoch der Ball dabei fliegt, hängt davon ab, welche Anfangsgeschwindigkeit er bekommt.

**Für die zurückgelegte Wegstrecke gilt dann:**

$$s(t) = s_0(t) + s_1(t)$$
$$s(t) = v_0 * t - \frac{1}{2} * g * t$$

**Für die Geschwindigkeit zum jeweiligen Zeitpunkt gilt:**

$$v(t) = v_0 + v_1(t)$$
$$v(t) = v_0 - g * t$$

[verändert nach [www.Schule-bw.de](http://www.Schule-bw.de). Landesbildungsserver Baden-Württemberg]

## 6.8 Folien

### Folie 1 – Übungsaufgabe zum freien Fall

#### Übungsaufgabe

Von der Spitze des Eiffelturm  $s$  ( $s = 300\text{m}$ )  
wird ein Paket fallengelassen.

Wie lange braucht es, bis es auf der  
Erdoberfläche ankommt?

Rechne mit  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

**Folie 2 – Wiederholung zum freien Fall**

Wiederholung : Der freie Fall

- Bewegung mit konstanter Beschleunigung
- Zeit-Geschwindigkeitsgesetz:

$$\underline{v(t) = g \cdot t}$$

- Zeit-Weggesetz:

$$\underline{s(t) = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2}$$

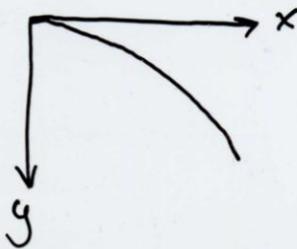
- $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Folie 3 – Wiederholung zum waagerechten Wurf

Wiederholung

„Der waagerechte Wurf“

- setzt sich zusammen aus:  
gleichförmiger Bewegung + freier Fall



- Bewegung in x-Richtung:  
→ gleichförmige Bewegung

$$s = v \cdot t$$

- Bewegung in y-Richtung:  
→ freier Fall

$$y = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

## 6.9 Materialliste

### **Der freie Fall**

5 Stoppuhren

1 Maßband, Mindestlänge 3 Meter

mehrere Metallkugeln gleicher Größe und gleichen Gewichts

Stift und Papier zum notieren der Fallzeiten

### **Der waagerechte Wurf**

Standvorrichtung wie in der Abbildung 15

2 Holzkugeln gleicher Größe und Materials

### **Der senkrechte Wurf nach oben**

Messapparatur wie in der Abbildung 18

2 Metallkugel

1 Stoppuhr

1 Zollstock

## 6.10 Fragebögen

### Fragebogen 1

	Mädchen		Junge			
	Hast du Spaß am Physikunterricht?					
	Kannst du dem Physikunterricht gut folgen?					
	Findest du den Physikunterricht anschaulich?					
	Findest du den Physikunterricht zu mathematisch?					
	Sollte es für Mädchen und Jungen getrennten Physikunterricht geben?					
	Wünschst du dir mehr Bezug zum Alltag?					
	Möchtest du Naturphänomene/Naturereignisse behandeln (Regenbogen, Gewitter,...)?					
	Möchtest du die Funktion technischer Geräte und Anlagen verstehen?					
	Kannst du dir vorstellen ein schwieriges Problem durch längeres Forschen und Diskutieren zu lösen?					
	Wünschst du dir den Ausgang eines Versuches anhand von physikalischen Gesetzen vorhersagen zu üben?					
	Möchtest du die Anwendung von Formeln üben?					
	Möchtest du mit Hilfe von Formeln vorausberechnen was bei einem Versuch passieren wird?					
	Würdest du gerne physikalische Texte aus dem Schulbuch lesen?					
	Wünschst du dir mehr neue Medien im Unterricht? (Computereinsatz, Beamer, Simulationen,...)					
	Wünschst du dir mehr Experimente im Physikunterricht?					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möchtest du Experimente in Kleingruppen durchführen?</li> </ul>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möchtest du einen Versuch eigenständig nach Anleitung durchführen?</li> </ul>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möchtest du Experimente vom Lehrer beobachten?</li> </ul>					
	Kannst du dir vorstellen einen Physik-Leistungskurs zu belegen?					
	Kannst du dir vorstellen später einen physikalischen Beruf zu erlernen?					

**Fragebogen 2**

	<b>Mädchen</b>		<b>Junge</b>			
--	----------------	--	--------------	---	---	---

Konntest du dem Physikunterricht gut folgen?			
Fandest du den Physikunterricht anschaulich?			
Fandest du den Physikunterricht zu mathematisch?			
Hattest du Spaß am Physikunterricht?			
Gab es deiner Meinung nach genügend Versuche im Unterricht?			
Wurde im Unterricht ein Bezug zum Alltag hergestellt?			
Fandest du das Anwenden von Formeln hilfreich?			
Sollte deiner Meinung nach der Physikunterricht von einer Frau gehalten werden?			
Kannst du dir vorstellen einen Physik-Leistungskurs zu belegen?			

## Literaturverzeichnis

Bergmann, Ludwig u. Schaefer, Clemens (1990)

Lehrbuch der Experimentalphysik. Mechanik, Akustik, Wärme

Berlin: Walter de Gruyter & Co.

Brandt, S. u. Dahmen H.D. (2005)

Elektrodynamik. Eine Einführung in Experiment und Theorie

Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Daniel, Herbert (1997)

Physik 2. Elektrodynamik, Relativistische Physik

Berlin: Walter de Gruyter & Co.

Duit, Reinders; Häusler, Peter u. Kircher, Ernst (1981)

Unterricht Physik. Materialien zur Unterrichtsvorbereitung

Köln: Aulis-Verlag Deubner

Eichler, H.J; Kronfeldt, H.-D. u. Sahm, J. (2006)

Das Neue Physikalische Grundpraktikum

Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Engeln, Katrin (2004)

Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken

Berlin: Logos Verlag

Gudjons, Herbert (2007)

Frontalunterricht – neu entdeckt: Integration in offene Unterrichtsformen

Bad Beilbrunn: Utb Verlag Klinkhorst

Haubrich, Hartwig (2006)

Geographie unterrichten lernen. Die neue Didaktik der Geographie konkret

München, Oldenburg Verlag

## Literaturverzeichnis

Hoffmann, Lore; Häußler Peter u. Peters-Haft, Sabine (1997)

An den Interessen von Mädchen und Jungen orientierter Physikunterricht. Ergebnisse eines BLK-Modellversuchs

Kiel

Hopf, Martin (2007)

Problemorientierte Schülerexperimente

Berlin: Logos Verlag GmbH

Jonas-Ahrend, Gabriela (2003)

Physiklehrervorstellungen zum Experiment im Physikunterricht

Berlin: Logos Verlag

Kessels, Ursula (2002)

Undoing Gender in der Schule. Eine empirische Studie über Koedukation und Gesellschaftsidentität im Physikunterricht

Weinheim und München: Juventa Verlag

Kircher, Ernst u. Schneider, Werner B. (2002)

Physikdidaktik in der Praxis

Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Kircher, Ernst; Girwidz, Raimund u. Häußler, Peter (2009)

Physikdidaktik Theorie und Praxis

Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Kreienbaum, Maria Anna (1999)

Schule lebendig gestalten. Reflexive Koedukation in Theorie und Praxis. Dokumentation der zweiten landesweiten Tagung „Frauen & Schule NRW e.V.“ September 1998

Bielefeld: Kleine Verlag GmbH

## Literaturverzeichnis

Lechte, Mari-Annukka (2008)

Sinnbezüge, Interesse und Physik. Eine empirische Untersuchung zum Erleben von Physik aus Sicht von Schülerinnen und Schülern

Opladen, Verlag Barbara Budrich

Mayring, Philipp (2002)

Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken

Weinheim u. Basel: Beltz Verlag

Meschede, Dieter (2010)

Gerthsen Physik

Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Mikelskis, Helmut F. (2006)

Physik-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II

Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co. KG

Rinschede, Gisbert (2007)

Geographiedidaktik

Paderborn, Schöningh

Rost, Detlef H. (2006)

Handwörterbuch pädagogische Psychologie

Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union

Willer, Jörg (2003)

Didaktik des Physikunterrichts

Frankfurt am Main: Wissenschaftlicher Verlag Harri Deutsch GmbH

## Internetseiten

Bildungsministerium für Bildung und Forschung

Memorandum zum nationalen Pakt für Frauen in MINT-Berufen

[http://www.bmbf.de/pubRD/pakt\\_zu\\_mint\\_berufen.pdf](http://www.bmbf.de/pubRD/pakt_zu_mint_berufen.pdf)

letzter Zugriff am 13.01.2011

ChemgaPedia

<http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ph/14/ep/einfuehrung/elstromkreis/widerstand.vlu/Page/vsc/de/ph/14/ep/einfuehrung/elstromkreis/spezwiderstand1.vscml.html>

letzter Zugriff am 03.01.2011

Elektronik Kompendium

<http://www.elektronik-kompendium.de/sites/grd/0201101.htm>

letzter Zugriff am 19.01.2011

Elektronik Kompendium

<http://www.elektronik-kompendium.de/sites/grd/1003191.htm>

letzter Zugriff am 19.01.2011

Leifi Physik

Rupprecht Gymnasium München

[http://www.leifiphysik.de/web\\_ph10/geschichte/04ohm/ohm.htm](http://www.leifiphysik.de/web_ph10/geschichte/04ohm/ohm.htm)

letzter Zugriff am 25.11.2010

Niedersächsisches Kultusministerium

Der Niedersächsische Lehrplan

[http://db2.nibis.de/1db/cuvo/datei/kc\\_gym\\_nws\\_07\\_nib.pdf](http://db2.nibis.de/1db/cuvo/datei/kc_gym_nws_07_nib.pdf)

letzter Zugriff am 16.01.2011

## Literaturverzeichnis

Statistisches Bundesamt

Studierende an Hochschulen – Wintersemester 2009/2010 Fachserie 11 Reihe 4.1 2010

<https://www.ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1026230>

letzter Zugriff am 13.01.2011

Statistisches Bundesamt

<https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur,vollanzeige.csp&ID=1026711>

letzter Zugriff am 13.01.2011

### Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mir bei der Erstellung meiner Arbeit so tatkräftig zur Seite standen. Ganz gleich wie, ohne Euch hätte ich das hier niemals geschafft.

Besonderer Dank gebührt Herrn Prof. Dr. Thomas Trefzger, der mir bei der Erstellung dieser Arbeit immer beratend zur Seite stand. Vielen Dank, dass sie sich jederzeit die Zeit genommen haben meine Fragen und Zwischenergebnisse mit mir zu besprechen. Ihre wertvollen Tipps und Ergänzungen haben mir immer sehr weitergeholfen.

Weiterhin möchte ich mich bei der Direktorin Frau Woltmann des Gymnasium Nordhorn herzlich bedanken, die es mir erneut ermöglicht hat, praktische Unterrichtserfahrungen an ihrer Schule zu sammeln und den praktischen Teil für meine Arbeit an dieser Schule durchzuführen.

Besonderer Dank gilt Herrn Leutenantsmeyer, Herrn Dr. Lüdicke und Herrn Norder, die es mir ermöglicht haben, mein Unterrichtskonzept in ihren Physikklassen durchzuführen. Danke für die umfangreiche Hilfe bei den Versuchsvorbereitungen und der Beratung bei meiner Unterrichtsvorbereitung. Die wertvollen Besprechungen nach meinen durchgeführten Unterrichtsstunden werden mir im weiteren Verlauf an der Schule sehr behilflich sein.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Dr. Lüdicke noch einmal für das bedingungslose Vertrauen in meine Fähigkeiten danken. Es war mir eine große Ehre, gemeinsam mit ihnen die Physik Klausur der 8. Klasse zu konzipieren und anschließend auch zu korrigieren.

Meinen Eltern danke ich für ihre große Unterstützung während meines gesamten Studiums. Auch in den Momenten während des Studiums, in denen ich an meinen Fähigkeiten gezweifelt habe, habt Sie nie aufgehört an mich zu glauben. Ohne ihren Rückhalt und Ermutigungen würde ich jetzt nicht hier stehen wo ich bin. Zudem danke ich ihnen für das Korrekturlesen meiner Arbeit sowie meinem Vater bei der tatkräftigen Unterstützung bei der Erstellung der Diagramme.

### **Erklärung nach §30, Abs. 6, LPO I (vom 07.11.02)**

Hiermit versichere ich, dass ich die Arbeit in allen Teilen selbstständig gefertigt und keine anderen als die in der Arbeit angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Soweit nicht anders angegeben, wurden alle Abbildungen selbst erstellt.

Würzburg, den 24.01.2011

---

Larissa Pintz

## **Impressum**

Larissa Pintz

Weingartenstraße 41

97072 Würzburg

Matrikelnummer: 1556064

E-Mail: [Larissa.Pintz@gmx.de](mailto:Larissa.Pintz@gmx.de)