

# H<sub>2</sub>O WASSER – DER PHÄNOMENALE STOFF



**Wieweit greifen SchülerInnen der Poly-  
technischen Schule auf Vorwissen oder  
Präkonzepte im naturwissenschaftli-  
chen Bereich zurück?**

Eva-Maria Koss-Thosold  
Polytechnische Schule Wien 3

Wien, Juli 2011

# INHALTSVERZEICHNIS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....  | <b>2</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>1 EINLEITUNG</b> .....  | <b>4</b>  |
| 1.1 Hypothese und Forschungsfrage .....  | 4         |
| 1.1.1 Forschungsfragen .....   | 4         |
| 1.1.2 Schülervorstellungen – alternative Vorstellungen - Fehlvorstellungen und<br>Präkonzepte..... | 5         |
| <b>2 METHODE DER DATENERHEBUNG</b> .....   | <b>7</b>  |
| 2.1 Concept-Cartoons .....   | 7         |
| 2.2 Befragung .....  | 8         |
| 2.2.1 Inhalt und Aufbau der Befragung .....  | 8         |
| <b>3 GLIEDERUNG UND AUSWERTUNG DER BEFRAGUNGEN</b> .....   | <b>9</b>  |
| 3.1 Befragung 1 .....  | 9         |
| 3.1.1 Auswertung der Befragung .....   | 9         |
| 3.2 Befragung 2 .....  | 10        |
| 3.2.1 Auswertung der Befragung .....   | 10        |
| 3.3 Gliederung der Fragebögen und Antworten .....  | 11        |
| <b>4 LABORARBEIT</b> .....   | <b>28</b> |
| 4.1 Versuche.....  | 28        |
| 4.2 Laborarbeit P05 .....  | 30        |
| 4.2.1 Beobachtungen der FachlehrerInnen.....   | 30        |
| 4.3 Laborarbeit P04 .....  | 32        |
| 4.3.1 Beobachtungen der Tutoren .....  | 32        |
| 4.4 Auswertung der Versuchsprotokolle .....  | 33        |
| <b>5 RESÜMEE UND AUSBLICK</b> .....  | <b>40</b> |
| <b>6 LITERATUR</b> .....   | <b>43</b> |
| <b>7 ANHANG</b> .....  | <b>44</b> |

# ABSTRACT

„Frauen in die Naturwissenschaft“ ist ein Schlagwort, das sich in aller Munde befindet. Wie kann das Interesse von Mädchen aber auch Burschen auf diesem Gebiet verstärkt werden? Die SchülerInnen einer Polytechnischen Schule absolvieren ihr letztes Pflichtschuljahr (9. Schulstufe), um anschließend in das Berufsleben einzutreten. Der Grundstein für ein naturwissenschaftliches Denken muss zu diesem Zeitpunkt bereits gelegt sein.

In dieser Arbeit versuchte ich mit Hilfe von Concept-Cartoons Vorwissen, Vorstellungen, Fehlvorstellungen und Präkonzepte der Jugendlichen am Beispiel des phänomenalen Stoffes Wasser zu erkennen. Zunächst fand eine Befragung über das Interesse über Naturwissenschaften, über den Aufbau ihres Unterrichts als auch über die Möglichkeit des Selbstständigen Lernens in Form von Versuchen und Experimenten statt. Anschließend wurden mit Hilfe von 13 Concept-Cartoons die Aggregatzustände des Wassers, Phänomene wie die Kondensation als auch die Anomalie des Wassers „diskutiert“. An diesen theoretischen Teil wurde der praktische Teil im Labor mit 7 Versuchen zu diesen Themen durchgeführt und mit Versuchsprotokollen verschriftlicht. Durch dieses Instrument konnten einige SchülerInnenkonzepte festgehalten werden. Den Abschluss bildete die Wiederholung der Concept-Cartoons, wobei die Ergebnisse der beiden Arbeiten miteinander verglichen wurden.

Schulstufe: 9.Schulstufe

Fächer: Naturkunde und Ökologie

Kontaktperson: Eva-Maria Koss-Thosold

Kontaktadresse: [eva.koss-thosold@gmx.at](mailto:eva.koss-thosold@gmx.at)

# 1 EINLEITUNG

Jugendliche die eine Polytechnische Schule (PTS) besuchen, vor allem im Ballungsraum Wien, setzen sich zu einem großen Teil aus Jugendlichen mit Migrationshintergrund der ersten und zweiten Generation sowie jungen Menschen aus sozial benachteiligten Bevölkerungsgruppen zusammen. Vor der PTS besuchten sie vorwiegend eine Hauptschule (HS) oder eine Kooperative Mittelschule (KMS). Die Abschlusszeugnisse der 8. Schulstufe wiesen selten gute Noten (befriedigend) auf. Dies nicht nur in den Naturwissenschaftlichen Fächern sondern auch in den Sprachen, besonders in Deutsch.

Die PTS ist eine einjährige Schule in der die Schulpflicht vollendet wird (9 Pflichtschuljahre). Außerdem bietet sie die letzte Möglichkeit einen positiven Pflichtschulabschluss zu erarbeiten. Dieser ist für den Übertritt in die Berufswelt wichtig. Manche der AbsolventInnen möchten eine Weiterführende Schule besuchen.

Sowohl die Berufswelt als auch Weiterführende Schulen setzen ein Mindestmaß an Grundwissen in den Naturwissenschaften voraus. Verstärkt wird diese Forderung durch den Facharbeitermangel in diesen Bereichen, sowohl bei Burschen als auch immer häufiger bei Mädchen. Der Ruf nach „Frauen in die Technik“ wird immer lauter! Grundvoraussetzung ist jedoch ein verstehen von grundlegenden naturwissenschaftlichen Phänomenen und das Können dies in Worte zu fassen.

## 1.1 Hypothese und Forschungsfrage

### **Die SchülerInnen der Polytechnischen Schule greifen auf falsche Vorstellungen zurück**

Meine bisherigen Erfahrungen, sowohl in der Schule als Lehrerin als auch in der Privatwirtschaft als Lehrlingsausbildnerin, zeigten mir, im Zusammenhang mit naturwissenschaftlichen Phänomenen, wenig fachlich fundierte Kenntnisse.

Eine pädagogische Möglichkeit ihr Fachwissen zu erweitern sehe ich darin an motivierenden Alltagsphänomenen anzuknüpfen. Erschwerend gestaltet sich die Tatsache, dass diese Jugendlichen in ihrer sprachlichen Kompetenz sowie ihrer Konzentrationsfähigkeit stark eingeschränkt sind. Hervorgerufen teils durch die Problematik des sozialen privaten Umfelds und der immer weiter fortschreitenden Wortlosigkeit heutiger Jugendlicher. Dies ist nicht nur bei Jugendlichen mit Migrationshintergrund immer deutlicher festzustellen. Viele SchülerInnen der PTS zeigen große sprachliche Defizite sowohl im Ausdruck als auch in fachlich korrekter Ausdrucksweise.

Aufgrund von oben beschriebenen Dispositionen habe ich gezielte Überlegungen angestellt bzw. der Forderung nach fachlichbezogenen Sprachkompetenz und des Aufbaus eines Grundwissens folgende Forschungsfragen vorangestellt.

### 1.1.1 Forschungsfragen

Um Verständnisprobleme und Schwierigkeiten in der Darstellung physiko-chemischer Vorgänge und Phänomene zu erfassen habe ich gezielte Untersuchungen angestellt und die Ergebnisse festgehalten.

- Wie weit ist Interesse an Naturwissenschaftlichen Themen bei Jugendlichen in der PTS vorhanden?

- Wie weit greifen Jugendliche der PTS auf Präkonzepte zurück?
- Wie kann ich die Präkonzepte meiner SchülerInnen erkennen und sie dadurch positiv für meinen Unterricht nützen?
- Durch welche Methoden erkenne ich die Vorstellungen und das Vorwissen meiner SchülerInnen?
- Wie gehen SchülerInnen mit für sie nicht bekannten und geübten Impulsen (Concept Cartoons, Versuchen) um?
- Wieweit hindern ihre sprachlichen Fähigkeiten eine Verschriftlichung ihrer Vorstellungen?
- Wie weit ist es den SchülerInnen möglich, Vorwissen und neue Erkenntnisse miteinander zu verbinden?
- Wie weit ist es möglich neue Erkenntnisse nachhaltig zu verankern und falsche Vorstellungen richtig zu stellen?

### **1.1.2 Schülervorstellungen – alternative Vorstellungen - Fehlvorstellungen und Präkonzepte**

Durch eigene Beobachtungen entwickeln Jugendliche Erklärungen für naturwissenschaftliche Phänomene. Dafür ist kein spezielles Vorwissen notwendig. Sie sind daher auch nicht als falsch anzusehen, sondern werden als alternative Konzepte oder Präkonzept bezeichnet (vergleiche: Barke, Hans-Dieter; Chemiedidaktik, Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen: S. 21).

Im Laufe der Schullaufbahn der Jugendlichen werden Vorstellungen entwickelt, die vielfach leider mit fachlichen Fehlern behaftet sind. Diese sind nicht nur auf Präkonzepten zurückzuführen, sondern entstehen häufig durch falsch verstandene Stoffhalte des Naturwissenschaftlichen Unterrichts. Fehlkonzepte entstehen durch eine Zuordnung zu einer falschen ontologischen Kategorie. Diese dürfen jedoch nicht auf Präkonzepten zurückgeführt werden sondern entstehen eher bei „Vermittlungsfehlern“ im Unterricht. Nicht klar zu unterscheiden sind Fehlvorstellungen die von „nicht genau Zuhören“ oder tatsächlichen Vermittlungsfehlern entstanden. Durch die Komplexität vieler Themen können bei SchülerInnen Widersprüche auftreten. Die dadurch entstandenen Lücken werden durch eigene Vorstellungen zusammengeführt.

Präkonzepte herrschen vorwiegend im Alter von Kindergarten, Volksschule (Sachunterricht) vor und werden bei der Einführung der naturwissenschaftlichen Fächer: Biologie, Physik und Chemie (5. Schulstufe: Biologie, 7. Schulstufe: Physik; 8. Schulstufe Chemie) sichtbar.

Da SchülerInnen der Polytechnischen Schule ihre 9. Schulstufe absolvieren, kann bei ihren Konzepten nicht mehr von Präkonzepten gesprochen werden. Es wird daher eher von Fehlvorstellungen ausgegangen. Zusätzlich erschwert der hohe Migrationshintergrund der PTS-SchülerInnen gerade im Ballungsraum Wien das Verstehen naturwissenschaftlicher Phänomene geballt mit den mangelhaften Deutschkenntnissen. Die Anzahl der in Österreich verbrachten Schuljahre kann eine Auswirkung auf das naturwissenschaftliche Verständnis haben. Fanden die ersten naturwissenschaftlichen „Berührungen“ in der Muttersprache statt. Die mangelnden Deutschkenntnisse beeinflussen sowohl das Rezipieren als auch das Kommunizieren bzw. Verhalten im Unterricht.

Zusätzlich ist eine Transformierung der Alltagssprache in die Fachsprache und umgekehrt ein Problem, dass sich auch deutschsprachigen SchülerInnen stellt.

Im Konstruktivistischen Lernen, muss Vermutung (Annahme oder Vorstellung) mit der Suche nach Erklärungen (Experimente) und der Schlussfolgerung (Anwendung) verbunden werden. Der Lernende muss sein Wissen selbst aufbauen. Die Lehrkraft unterstützt durch geeignete Maßnahmen (ermöglicht durch Bereitstellung von Materialien) den Lernprozess. Lernen aus konstruktivistischer Sicht Klassenkiste I: Spectra Material; Verlag spectra.2005(S. 7).

Daher sollte Unterricht das selbstständige Denken von jungen Menschen anregen, sie auffordern eigene Schlüsse zu ziehen und diese Vermutungen auch äußern. Erklärungen für Phänomene suchen und mit Erlerntem verbinden. Der/die Lehrende unterstützt und schafft optimale Bedingungen für das Selbstständige Lernen.

Dieser Gedanke diene als Leitfaden für meine Beobachtungen.

In der konstruktivistischen Theorie ist die Vernetzung von ursprünglichen und wissenschaftlichen Vorstellungen nur möglich wenn:

- Menschen die Gelegenheit erhalten, eigene, individuelle Lernstrukturen aufzubauen.
- Jeder Lernende aktiv zur Eigentätigkeit angeregt wird.
- Ein „conceptual growth“ stattfindet (entsprechend der Assimilation nach Piaget) oder
- Ein „conceptual change“ (entsprechend der Akkodomation nach Piaget) vorherrscht.

*Zitat: Hans-Dieter Barke; Chemiedidaktik, Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen: 2006; Springer-Verlag; Berlin Heidelberg (S.27)*

## 2 METHODE DER DATENERHEBUNG

Um Vorstellungen und Fehlvorstellungen der SchülerInnen von Polytechnischen Schulen kennen zu lernen, wählte ich das Thema Wasser. Ein Thema, mit dem sich Jugendliche sicher schon öfter auseinandergesetzt haben. Ob als kleine Kinder, die mit Wasser spielen oder die Möglichkeit haben mit Wasser in der Natur in Kontakt zu treten. Zusätzlich wurde das Thema Wasser in der 7. Schulstufe in Physik erarbeitet.

### 2.1 Concept-Cartoons

Die Überlegungen zu dieser Arbeit führten zum „Hilfsmittel“ der Concept-Cartoons. Festgestellt sollen die Vor- und Fehlvorstellungen sowie die Präkonzepte der PTS-SchülerInnen im Bereich der Naturwissenschaften, im Bereich Wasser.

#### Was sind Concept-Cartoons?

- Mit Hilfe verschiedener Charaktere entstehen in Alltagssituationen „Streitgespräche“.
- Durch das Medium Bild werden wissenschaftliche Denkweisen angeregt.
- Als Anregung zur Diskussion wird die Bildsprache der Cartoons verwendet.

#### Merkmale von Concept-Cartoons:

- Wissenschaftliche Inhalte werden visualisiert.
- Kurze prägnante Texte (Cartoon-Sprache) beschreiben die Vorstellungen.
- Alternative Sichtweisen werden auf unterschiedliche Situationen angepasst.
- Abstrakte Ideen der Wissenschaft werden in alltägliche Situationen integriert.
- Unterschiedliche Alternativen weisen einen gleichen Status auf.
- Alternative Gesichtspunkte werden verdeutlicht.
- Die Lernmotivation soll gesteigert werden.
- Die Alphabetisierung wird durch die sprachliche Auseinandersetzung gefördert.
- Differenzierte Lernerfahrungen können gemacht werden.

Durch den Einsatz von Concept-Cartoons wurde den SchülerInnen die Ausdrucksmöglichkeit ohne Sprachbarrieren gegeben. Erleichtert wurde das Erkennen von Präkonzepten oder vorhandenen Fehlvorstellungen. Somit wurden die SchülerInnen eher „dort abgeholt wo sie stehen“ (vergleich: Stenzel, Eilks, „Gesprächsanlässe schaffen mit Concept-Cartoons“, Praxis-Magazin, 2005 S.44).

So wird es erleichtert den Wissensstand der Jugendlichen festzustellen und es kann besser auf den Vorstellungen aufgebaut werden. Durch positives Feedback wird das Selbstwertgefühl der jungen Menschen verstärkt, was wiederum zu einer Steigerung der Lernbereitschaft führt. Ziel ist es ja das Interesse an naturwissenschaftlichen Themen zu verstärken, besonders das der Mädchen, um sie verstärkt in technische Berufe führen zu können.

## **2.2 Befragung**

Sinnvoll kam mir die Befragung nach dem Interesse an Naturwissenschaftlichen Themen der Jugendlichen vor. Dabei wurde auf den Unterricht in der Unterstufe (5. bis 8. Schulstufe) in diesen Fächern eingegangen. Speziell auf die Frage nach der Möglichkeit zur eigenständigen Erarbeitung des Lehrstoffes mit Experimenten und Versuchen wurde Wert gelegt (Anhang 1).

### **2.2.1 Inhalt und Aufbau der Befragung**

Um einen umfassenden Überblick über die Fehl- und Vorstellungen, Präkonzepte und Kenntnisse der SchülerInnen zu bekommen, führte ich die Gesamtbefragung in 4 Schritten durch.

Am Beginn stand ein Fragebogen zum allgemeinen Interesse an naturwissenschaftlichen Themen und Unterricht (13 Fragen).

Anschließend erhielten die SchülerInnen 13 Concept-Cartoons, die sich mit dem Thema Wasser beschäftigen. Mit Hilfe dieser Concept-Cartoons wurden Fehl- und Vorstellungen sowie Präkonzepte der PTS-SchülerInnen erfasst.

Drei Wochen nach dieser Befragung wurden die SchülerInnen in Kleingruppen zu 3 – 4 Jugendlichen zusammengefasst. Diese erarbeiteten, mit Hilfe von schriftlichen Anleitungen und je einem/einer Physik-, Chemie- oder BiologielehrerIn Versuche zum Thema Wasser. Die Versuche veranschaulichten die in den Concept-Cartoons behandelten „Phänomene des Wassers“ (Aggregatzustände, Anomalie des Wassers, Oberflächenspannung, Dichte). Mit Hilfe der Erklärungen der Lehrkräfte und den schriftlichen Protokollen sollte das Thema Wasser genauer erarbeitet werden.

Nach weiteren drei Wochen wurde die Befragung mit Hilfe der Concept-Cartoons wiederholt und auf Veränderungen der Vorstellungen der SchülerInnen untersucht.



# 3 GLIEDERUNG UND AUSWERTUNG DER BEFRAGUNGEN

## 3.1 Befragung 1

Interesse an naturwissenschaftlichem Unterricht ANHANG: 1

An der Befragung nahmen 18 Mädchen und 16 Burschen aus zwei Klassen teil.

Angaben zu den zuvor besuchten Schultypen: 13 Hauptschule (HS), 19 Kooperative Mittelschule (KMS), 2 Allgemeinbildende Höhere Schule (AHS)

Frage 1 bis 3 beleuchtete den Technischen Werkunterricht, der als praktische Erklärung für physikalische Phänomene dienen soll.

Mit den Fragen 4 und 5 wurde genauer nach den naturwissenschaftlichen Fächern Physik, Chemie und Biologie gefragt. Sowohl nach den Interessen in diesen Fächern als auch nach Themen, die den SchülerInnen in Erinnerung geblieben sind und deren Zuordnung nach den Wissenschaften.

Die Fragen 6 bis 12 richteten sich nach den Unterrichtsmethoden in den letztbesuchten Schulen.

Da in der Polytechnischen Schule die naturwissenschaftlichen Fächer im Fach Naturkunde und Ökologie zusammengefasst wurden, zielt die Frage 13 darauf ab, wie dies von den SchülerInnen angenommen wurde und ob es als zielführend angesehen wurde.

### 3.1.1 Auswertung der Befragung

Hervorheben möchte ich folgende Ergebnisse (Anhang 2):

Die Mehrheit der SchülerInnen, sowohl Mädchen als auch Burschen hatten in ihrer Unterstufe (5. – 8. Schulstufe) technischen Werkunterricht. Der Inhalt der erarbeiteten Themen richtete sich jedoch wenig bis gar nicht nach physikalischen Erklärungen, eher nach Materialien und Bearbeitungstechniken.

Bei den SchülerInnen ist das Fach Biologie eindeutig am beliebtesten. 21 der Befragten nannte es als „am meisten gefallen“. Auffällig war, dass 11 der befragten Mädchen Biologie als ihr Lieblingsfach angaben. Drei konnten sich nicht zwischen den drei naturwissenschaftlichen Fächern entscheiden und kreuzten mehrere an. Vier der Mädchen gaben Chemie als das interessanteste naturwissenschaftliche Fach an. Lediglich ein Mädchen gab Physik als ihr Lieblingsfach an. Der Ruf „Frauen in die Technik“ dürfte hier leider nicht wirklich erhört werden!

Die Zuordnung der Themen nach der naturwissenschaftlichen Zuordnung fiel den Jugendlichen nicht leicht. So überschneiden sich viele der Angaben im chemischen und physikalischen Bereich. Genauer waren die Angaben zum Biologieunterricht. Hier war eine große Bandbreite der Themen gegeben. Ausgehend von der Natur – Pflanzen und Tierwelt über die Mineralogie bis hin zu Angaben zum menschlichen Körper. Dieser stellte einen hohen Stellenwert dar, der sich durch die oftmalige und genaue Nennung zum Ausdruck gebracht wurde. Ebenfalls oft genannt wurden die Themen Sexualkunde und die Entwicklung des menschlichen Körpers (Pubertät).

Bei den Fragen zum Aufbau des Unterrichts war eindeutig zu erkennen, dass das praktische Arbeiten im Physikunterricht im Vordergrund stand (11mal mit regelmäßig gekennzeichnet). Auch im Chemieunterricht war das Vorführen von Versuchen sehr stark ausgeprägt (9mal mit gelegentlich angegeben). In Biologie wurde wenig praktisch gearbeitet (15mal ganz selten).

Bei der Frage nach den Wünschen wie Unterricht stattfinden soll standen eindeutig Exkursionen und Versuche an der Spitze (Exkursionen 57, Versuche 43). Das ins Gespräch kommen mit den Lehrkräften erhielt ebenfalls eine hohe Zustimmung (40 Nennungen). Keine große Zustimmung erhielt die Möglichkeit des Abschreibens von der Tafel oder dem Buch (5 Nennungen).

Positiv fiel auf, dass sowohl das selbständige Erarbeiten von Lerninhalten (14 Nennungen) als auch den Lehrstoff mit Hilfe von Versuchen (14 Nennungen) den Schülerinnen näher zu bringen, ein häufiges Mittel der Stoffvermittlung war. Auch der Frontalunterricht war eine nach wie vor häufig verwendete Unterrichtsform (12 Nennungen).

Die Frage nach der Fächerkombination Naturkunde und Ökologie wurde von den SchülerInnen eher positiv beantwortet. So sah die Mehrheit diesen Zusammenschluss der naturwissenschaftlichen Fächer als interessant (14 Nennungen) an, weil es immer etwas gibt, was mir auch Spaß macht (19 Nennungen).

Manchen der SchülerInnen werden erst durch den Zusammenschluss die Zusammenhänge zwischen Physik, Chemie und Biologie klar (10 Nennungen).

## **3.2 Befragung 2**

Mit Hilfe von 13 Concept-Cartoons wurde Wasser von unterschiedlichen Seiten beleuchtet. (Anhang: 3)

Sieben der gestellten Fragen richteten sich nach den Aggregatzuständen des Wassers und den Aggregatzustandsänderungen. Sowohl die des Wassermoleküls mit dem Kugelstabmodells als auch die verbale Benennung der Elemente wurde abgefragt.

Sechs Fragen richteten sich nach physikalischen Eigenschaften des Wassers. Oberflächenspannung, Verhalten warmes im Verhältnis zu kaltem Wasser, die Anomalie des Wassers – Dichte und Volumen des Wassers im festen und flüssigen Zustand (Eiswürfel) als auch das Schwimmverhalten des Eises und die Emulsion Öl in Wasser.

### **3.2.1 Auswertung der Befragung**

An der Befragung nahmen zwei Klassen teil: P04 mit 16 SchülerInnen

P05 mit 17 SchülerInnen

Ich selbst unterrichtete die Klasse P05 in Naturkunde, die Klasse P04 kannte ich jedoch aus dem Mathematikunterricht.

Die Reihenfolge in der die Fragen beantwortet wurden ist den SchülerInnen überlassen. Jede/r SchülerIn hatte eine Schulstunde (50 Minuten) zur Beantwortung der Fragen Zeit. Manche der SchülerInnen nutzten die Zeit jedoch nicht wirklich aus und

gaben bereits nach wenigen Minuten die Concept-Cartoons ab. Lediglich 14 SchülerInnen arbeiteten ein wenig in die Pause hinein.

Alle Antworten wurden in einem extra dafür vorgesehenen Feld einzutragen. Bei einigen Fragen mit Worten, bei anderen mit Zeichnungen (Aufzeichnung der Teilchenanordnung). Die richtige Lösung der einzelnen Fragen war jeweils auf dem Angabeblatt vorhanden. Dennoch bestand die Möglichkeit eigene Lösungen anzugeben.

Die Anzahl der TeilnehmerInnen variierten, da für die Auswertung der Endbefragung nur jene Bögen herangezogen wurden, die auch im Labor (Versuche) teilgenommen hatten.

Dadurch wurden Antworten von 11 Mädchen und 9 Burschen für die Auswertung herangezogen (insgesamt 20 TeilnehmerInnen).

### 3.3 Gliederung der Fragebögen und Antworten

**Blatt 1: Wasser siedet (kocht) in einem Becher 30 Minuten lang. Woraus bestehen die entstehenden Blasen?**

Es stehen 5 Antworten zur Auswahl

Erstbefragung

Zweitbefragung

|          |                            | P04 | P05 | gesamt | P04 | P05 | gesamt |
|----------|----------------------------|-----|-----|--------|-----|-----|--------|
|          |                            | ♀/♂ | ♀/♂ |        | ♀/♂ | ♀/♂ |        |
| 1        | Luft                       | 0/0 | 0/0 | 0      | 0/0 | 0/0 | 0      |
| 2        | Sauerstoff und Wasserstoff | 1/1 | 0/0 | 2      | 2/2 | 2/1 | 7      |
| 3        | Sauerstoff                 | 2/3 | 1/1 | 7      | 0/0 | 2/1 | 3      |
| <b>4</b> | <b>Wasserdampf</b>         | 4/4 | 6/6 | 20     | 0/2 | 2/2 | 6      |
| 5        | Hitze                      | 0/1 | 2/0 | 3      | 1/0 | 2/1 | 4      |
|          | Keine Abgaben              | 0/0 | 0/0 | 0      | 0/0 | 0/0 | 0      |

Eigene Lösungsvorschläge: 0

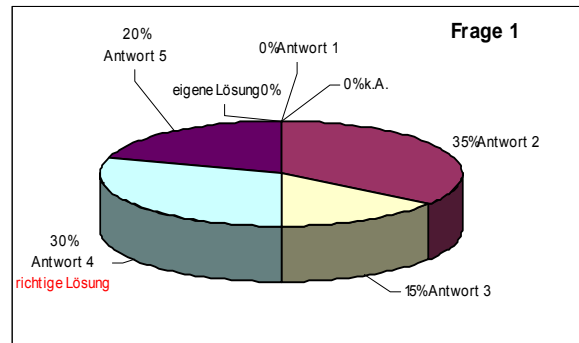
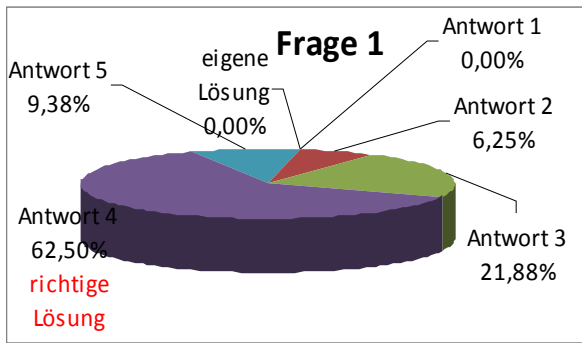
Richtige Lösung: **Antwort Nummer 4 – Wasserdampf**

Erstbefragung: 20 von 32 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Zweitbefragung: 6 von 20 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Die Wasserblasen entstehen, wenn Wasser in den gasförmigen Zustand übergeht. Das Wasser wird von der Wärmequelle ausgehend gasförmig. Da Gas leichter als Wasser ist, steigt es in Form von durchsichtigen Blasen an die Oberfläche.

Die Lösungsvorschläge wurden kurz in Schlagworten angegeben. Dies soll den SchülerInnen das Finden der richtigen Lösung erleichtern. Sprachbarrieren kamen nicht zum Tragen. Unterschiedliche Ideen und Vorstellungen wurden in einer einfachen Sprache „diskutiert“.



Durch die praktische Auseinandersetzung mit den Wassermolekülen und die dabei stattgefundenen Diskussionen hat sich diese Frage nicht für mehr Jugendliche geklärt. Die Anzahl der richtigen Beantwortungen ist prozentuell zurückgegangen (Erstbefragung: 20 von 32, Zweitbefragung: 5 von 20)

**Blatt 2: Verdunstung – die Verdunstung von Wasser  $H_2O$ . In einem verschlossenen Becher ist das Wasser vollständig verdunstet. Wie setzt sich der Dampf zusammen?**

Es stehen 4 Antworten zur Auswahl

|   |                                    | Erstbefragung |     |        | Zweitbefragung |     |        |
|---|------------------------------------|---------------|-----|--------|----------------|-----|--------|
|   |                                    | P04           | P05 | gesamt | P04            | P05 | gesamt |
|   |                                    | ♀/♂           | ♀/♂ |        | ♀/♂            | ♀/♂ |        |
| 1 | Luft                               | 1/1           | 1/0 | 3      | 1/0            | 2/0 | 3      |
| 2 | Sauerstoff und Wasserstoff         | 4/5           | 5/5 | 19     | 2/3            | 4/4 | 13     |
| 3 | <b>Wasser</b>                      | 2/0           | 2/0 | 4      | 0/1            | 1/0 | 2      |
| 4 | Wasser, Wasserstoff und Sauerstoff | 0/3           | 0/1 | 4      | 0/0            | 0/0 | 0      |
|   | Keine Angaben                      | 0/0           | 0/0 | 0      | 0/0            | 0/0 | 0      |

Eigene Lösungsvorschläge:

|  |  |
|--|--|
| Erstbefragung:<br>Wasser, Wasserstoff/ ♂1mal<br>Dampf / ♀1 mal | Zweitbefragung:<br>Sauerstoff /♀/♂ je 1mal |
|--|--|

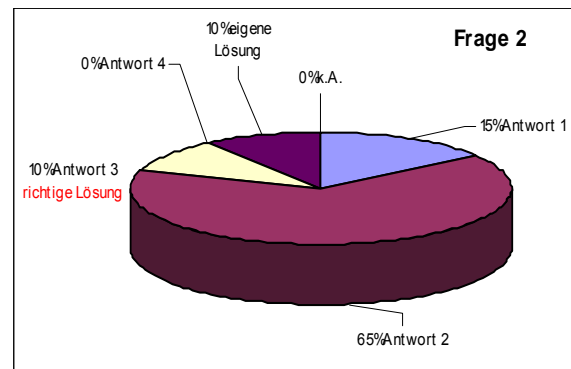
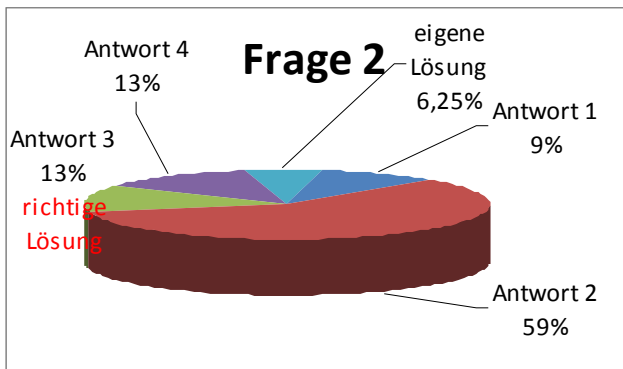
Richtige Lösung: **Antwort Nummer 3 – Wasser**

Erstbefragung: 4 von 32 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Zweitbefragung: 2 von 20 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Wenn Wasser ( $H_2O$ ) auf ca.  $100^\circ C$  erhitzt wird, geht es vom flüssigen in den gasförmigen Zustand über. Der Aufbau der Wassermoleküle ändert sich jedoch nicht.

Die Auswahl der Antwort wurde in Schlagworten formuliert.



Aufgrund der gegebenen Antworten kann geschlossen werden, dass die Jugendlichen davon ausgehen, dass Wasserdampf die Zerlegung von  $H_2O$  in seine Bestandteile ist. Die Anzahl der richtigen Beantwortungen ist prozentuell gesunken (richtige Antworten: Erstbefragung: 4 von 32, Zweitbefragung: 2 von 20).

### Blatt 3: Aggregatzustand des Wassers

Wie ist die Anordnung der Wasserteilchen im flüssigen Zustand?

Es stehen 4 Antworten zur Auswahl

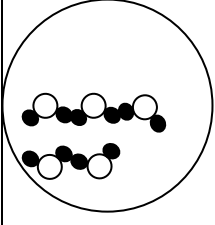
Erstbefragung

Zweitbefragung

P04 P05 gesamt P04P05gesamt


♀/♂ ♀/♂ ♀/♂ ♀/♂

|   |  |                        |     |     |   |     |     |   |
|---|--|------------------------|-----|-----|---|-----|-----|---|
| 1 |  |                        |     |     |   |     |     |   |
| 2 |  | <b>Richtige Lösung</b> | 2/3 | 0/3 | 8 | 0/1 | 3/1 | 5 |
| 3 |  |                        | 0/1 | 1/0 | 2 | 0/2 | 0/1 | 3 |

|   |   |     |     |    |     |     |   |
|---|---|-----|-----|----|-----|-----|---|
| 4 |  | 3/5 | 2/2 | 12 | 3/1 | 2/2 | 8 |
|   | Keine Angabe  | 0/0 | 0/0 | 0  | 0/0 | 1/0 | 1 |

Eigene Lösungsvorschläge:

|   |  |
|---|--|
| Erstbefragung:<br>○ Sauerstoffatome ♂4/1♀ | Zweitbefragung:<br>○ Sauerstoffatome 0/1♀♂ |
|---|--|

Richtige Lösung: **Antwort Nummer 2 – H<sub>2</sub>O: 2 Wasserstoffatome hängen mit 1 Sauerstoffatom zusammen** 

○ Sauerstoffatom

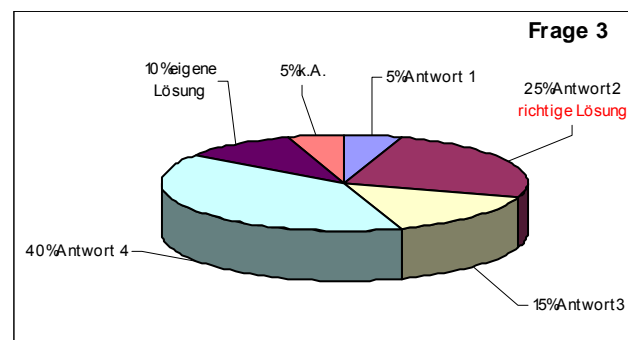
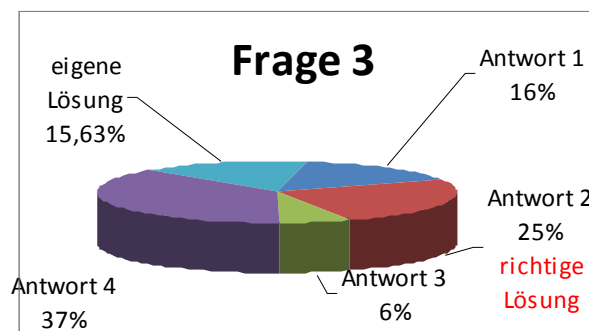
● Wasserstoffatom

Erstbefragung: 8 von 32 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Zweitbefragung: 5 von 20 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Das Wassermolekül besteht immer aus einem Sauerstoff- und zwei Wasserstoffatomen (H<sub>2</sub>O). Je nach Aggregatzustand liegen diese Wassermoleküle näher zusammen oder weiter auseinander. Die Geschwindigkeit in der sich die Moleküle bewegen variiert, je nach Aggregatzustand. In flüssiger Form bewegen sich die Moleküle nur sehr langsam.

Darstellung Nummer 1 zeigte eine Zerlegung von Sauerstoff- und den beiden Wasserstoffatomen. Darstellung Nummer 2 zeigte die richtige Lösung. Die Wassermoleküle bleiben bestehen. In der Darstellung Nummer 3 befanden sich sowohl Wassermoleküle H<sub>2</sub>O als auch zerlegte Sauerstoffatome und Wasserstoffatome. Darstellung Nummer 4 zeigte eine enge Aneinanderreihung der Wasseratome. Diese bilden in der Darstellung Ketten.



Die Anzahl der richtigen Antworten ist prozentuell gesehen gleich geblieben (Erstbefragung: 8 von 32 SchülerInnen, Zweitbefragung: 5 von 20 SchülerInnen).

**Blatt 4: Aggregatzustand des Wassers (H<sub>2</sub>O)**

**Wie ist die Anordnung der Wasserteilchen im gasförmigen Zustand?**

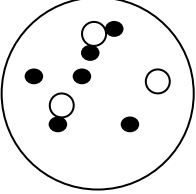
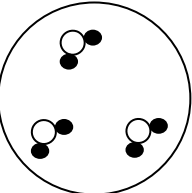
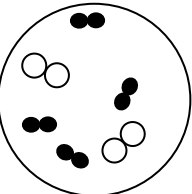
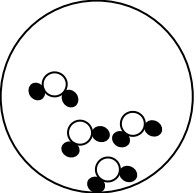
Es stehen 4 Antworten zur Auswahl

Erstbefragung      Zweitbefragung

P04P05 gesamt      P04P05gesamt

♀/♂ ♀/♂

♀/♂ ♀/♂

|   |  |  |     |     |    |     |     |   |
|---|--|--|-----|-----|----|-----|-----|---|
| 1 |                             |  | 0/1 | 0/1 | 2  | 1/0 | 0/1 | 2 |
| 2 | <br><b>Richtige Lösung!</b> |  | 2/0 | 1/3 | 6  | 0/2 | 3/0 | 5 |
| 3 |                            |  | 2/1 | 1/2 | 6  | 0/1 | 1/2 | 4 |
| 4 |                           |  | 3/7 | 6/1 | 17 | 2/1 | 4/1 | 8 |
|   | Keine Angabe   |  | 0/0 | 0/0 | 0  | 0/0 | 0/0 | 0 |

Eigene Lösungsvorschläge:

|   |  |
|---|--|
| <p>Erstbefragung:</p> <p><input type="radio"/> Sauerstoffatome / ♀ 1mal</p> | <p>Zweitbefragung:</p> <p><input type="radio"/> Sauerstoffatome / ♂ 1mal</p> |
|---|--|

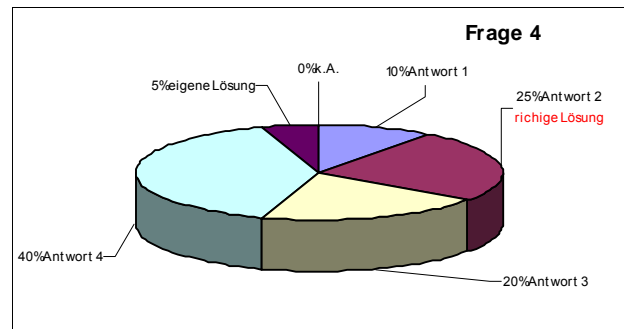
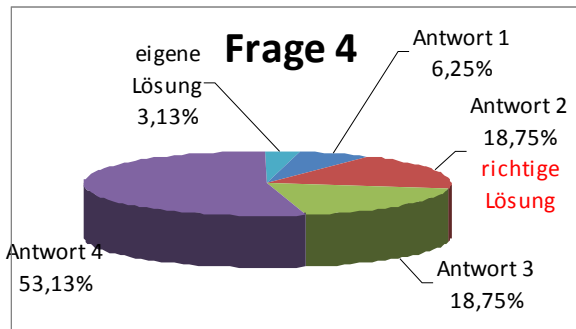
Richtige Lösung: **Antwort Nummer 2 – an einem Sauerstoffatom sind 2 Wasserstoffatome gebunden** (Thema Aggregatzustand des Wassers)

Erstbefragung: 6 von 32 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Zweitbefragung: 5 von 20 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Im gasförmigen Zustand bewegen sich die Moleküle schneller (siehe Frage 3).

Die Darstellung Nummer 1 zeigte einen „Mix“ aus Wassermolekülen, Sauerstoff- und Wasserstoffatomen sowie die Kombination aus einem Sauerstoff- mit einem Wasserstoffatom. Die richtige Darstellung Nummer 2 zeigte die Wassermoleküle. Darstellung Nummer 3 zeigte eine Zerlegung in jeweils 2 Sauerstoffatome und zwei Wasserstoffatome. Darstellung Nummer 4 zeigte eine hohe Dichte der Wassermoleküle.



Die Anzahl der richtigen Antworten nahm leicht zu. So gaben 25 % der Befragten (Zweitbefragung: 5 von 20 SchülerInnen) die richtige Antwort an (Erstbefragung: 6 von 32 SchülerInnen).

### Blatt 5: Aggregatzustand des Wassers – Wie ist die Anordnung der Teilchen im festen Zustand?

4 Antworten stehen zur Auswahl

Erstbefragung

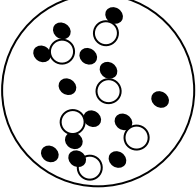
Zweitbefragung

P04 P05 gesamt P04 P05 gesamt

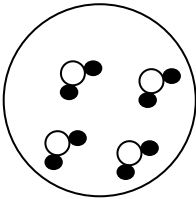
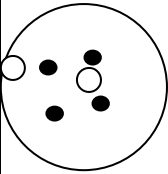
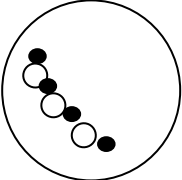
♀/♂ ♀/♂ ♀/♂ ♀/♂

| Antwort | Diagramm               | Erstbefragung |     |        | Zweitbefragung |     |        |
|---------|------------------------|---------------|-----|--------|----------------|-----|--------|
|         |                        | P04           | P05 | gesamt | P04            | P05 | gesamt |
| 1       |                        | 0/0           | 0/0 | 0      | 0/0            | 0/0 | 0      |
| 2       |                        | 0/1           | 0/0 | 1      | 1/0            | 1/0 | 2      |
| 3       | <b>Richtige Lösung</b> | 2/4           | 3/4 | 13     | 0/2            | 4/4 | 10     |



|   |   |     |     |    |     |     |   |
|---|---|-----|-----|----|-----|-----|---|
| 4 |  | 4/4 | 4/3 | 15 | 2/2 | 1/1 | 6 |
|   | Keine Angabe  | 0/0 | 0/0 | 0  | 0/0 | 0/0 | 0 |

Eigene Lösungsvorschläge:

|   |  |
|---|--|
| <p>Erstbefragung:</p> <p>○ Sauerstoffatome ♀/2mal</p>  <p>♀/1mal</p> | <p>Zweitbefragung:</p>  <p>♀/1mal</p>  <p>♀/1mal</p> |
|---|--|

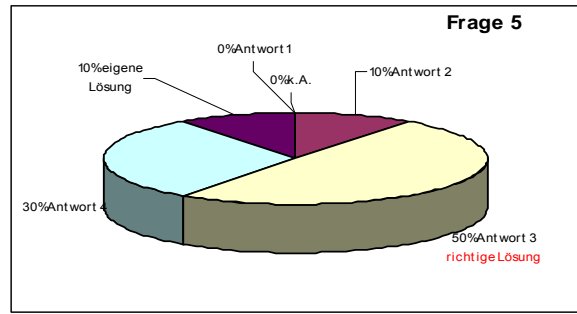
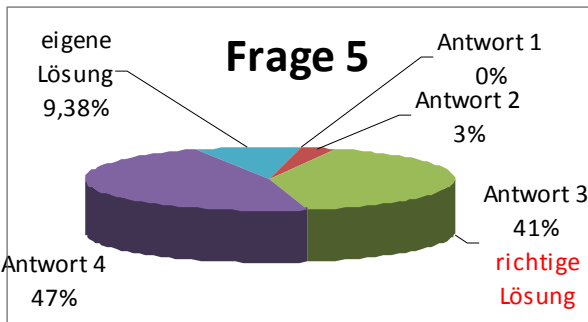
Richtige Lösung: **Antwort Nummer 3 – die Teilchen bilden ein kristallines, dreidimensionales Gitter** (Thema: Aggregatzustand des Wassers)

Erstbefragung: 13 von 32 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Zweitbefragung: 9 von 20 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

In fester Form bewegen sich die Wassermoleküle auf ihren Gitterplätzen kaum und haben einen geringen Abstand voneinander (siehe Frage 3 und 4 – Aggregatzustand des Wassers).

Bei Betrachtung der Darstellung Nummer 1 als richtig nahmen die SchülerInnen an, dass Wasser aus einzelnen Sauerstoffatomen und piatomaren H-Molekülen besteht. Sie betrachteten Sauerstoff und Wasserstoff nicht als elementare Bestandteile des Wassermoleküls, sondern als individuelle Teilchen. Darstellung Nummer 4 war eine Mischung von Wassermolekülen und einzelnen Atomen sowie nicht existenter OH-Teilchen.



Die Anzahl der richtigen Lösungen hat sich leicht erhöht (Zweitbefragung: 10 von 20 SchülerInnen, Erstbefragung: 13 von 32 SchülerInnen).

**Blatt 6:** Der Kreis bei Bild 1 zeigt uns das Bild von flüssigem Wasser in einem geschlossenen Behälter.

Was würde der Kreis bei Bild 2 zeigen, nachdem das Wasser verdunstet ist?

Es stehen 5 Antworten zur Auswahl

Erstbefragung

Zweitbefragung

P04 P05 gesamt

P04 P05 gesamt

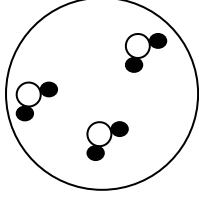
♀/♂

♀/♂

♀/♂


♀/♂

|   | Bild | Erstbefragung |     |        | Zweitbefragung |     |        |
|---|------|---------------|-----|--------|----------------|-----|--------|
|   |      | ♀/♂           | ♀/♂ | gesamt | ♀/♂            | ♀/♂ | gesamt |
| 1 |      | 1/0           | 0/0 | 1      | 0/1            | 0/0 | 1      |
| 2 |      | 3/4           | 1/1 | 9      | 1/2            | 3/0 | 6      |
| 3 |      | 3/1           | 3/0 | 7      | 0/1            | 1/2 | 4      |
| 4 |      | 0/2           | 0/3 | 5      | 0/0            | 2/2 | 4      |

|   |   |     |     |   |     |     |   |
|---|---|-----|-----|---|-----|-----|---|
| 5 |  <p><b>Richtige Lösung</b></p> | 0/2 | 2/2 | 6 | 2/0 | 1/1 | 4 |
|   | Keine Angabe  | 0/0 | 0/0 | 0 | 0/0 | 0/0 | 0 |

Eigene Lösungsvorschläge:

|  |  |
|--|--|
| <p>Erstbefragung:</p> <p><input type="radio"/> Sauerstoffatome ♀2mal/ ♂1mal</p> <p><input checked="" type="radio"/> Wasserstoffatome ♀1mal</p> | <p>Zweitbefragung:</p> <p>...ein paar Wassertropfen bleiben übrig</p> <p>♀1mal</p> |
|--|--|

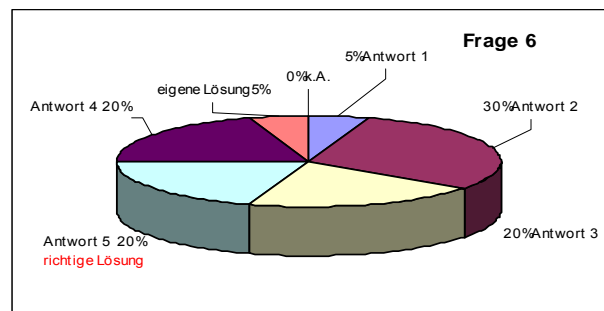
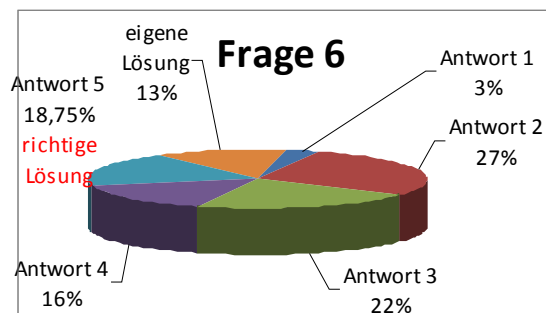
Richtige Lösung: **Antwort Nummer 5 – H<sub>2</sub>O**   
(Thema: Verdunstung)

Erstbefragung: 5 von 32 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Zweitbefragung: 4 von 20 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Der Aufbau der Wassermoleküle ist immer unverändert. Die Moleküle bleiben, egal in welchem Aggregatzustand sich das Wasser befindet als solche bestehen.

Bei der Darstellung Nummer 4 gingen die SchülerInnen davon aus, dass sich die Wassermoleküle in einzelne Sauerstoffatome und Wasserstoffatome zerlegten.



Eine leichte prozentuelle Erhöhung der richtig gegebenen Antworten ist festzustellen (Erstbefragung: 6 von 32 SchülerInnen – 18,75%, Zweitbefragung: 3 von 20 SchülerInnen – 20%).

**Blatt 7: Kondensation – Eine kalte, fest verschlossene Flasche Coca-Cola bildet Wasser auf der Flaschenaußenseite („schwitzt“).**

**Wie kommt das Wasser dort hin?**

Es stehen 4 Antwortet zur Auswahl

Erstbefragung      Zweitbefragung

|          |   | P04 | P05 | gesamt | P04 | P05 | gesamt |
|----------|---|-----|-----|--------|-----|-----|--------|
|          |   | ♀/♂ | ♀/♂ |        | ♀/♂ | ♀/♂ |        |
| 1        | Cola verdunstet und kondensiert auf der Außenseite der Cola-Flasche   | 2/1 | 4/0 | 7      | 2/1 | 2/1 | 6      |
| <b>2</b> | <b>Wasserdampf aus der Luft kondensiert auf der Flasche</b>   | 1/4 | 3/3 | 11     | 1/2 | 4/3 | 10     |
| 3        | Das Kohlendioxid im Cola vermischt sich beim Öffnen der Flasche mit der Luft und bildet Wassertröpfchen               | 1/3 | 2/3 | 9      | 0/1 | 2/0 | 3      |
| 4        | Die Flasche aus Glas funktioniert wie eine halbdurchlässige Hülle und erlaubt dem Wasser aus dem Cola „durchzukommen“ | 3/1 | 0/0 | 4      | 0/0 | 0/1 | 1      |
|          | Keine Angabe  | 0/0 | 0/0 | 0      | 0/0 | 0/0 | 0      |

Eigen Lösungsvorschläge:

|   |  |
|---|--|
| Erstbefragung:<br>...weil es zu viel Wasserdampf gibt und es muss irgendwo entweichen. Also auf der Flaschenaußenseite ♂ 1mal | Zweitbefragung:<br>Keine eigene Lösung |
|---|--|

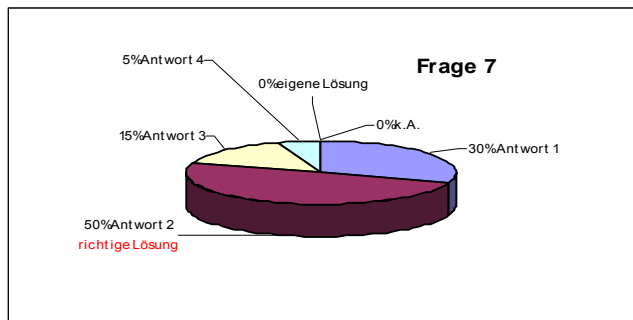
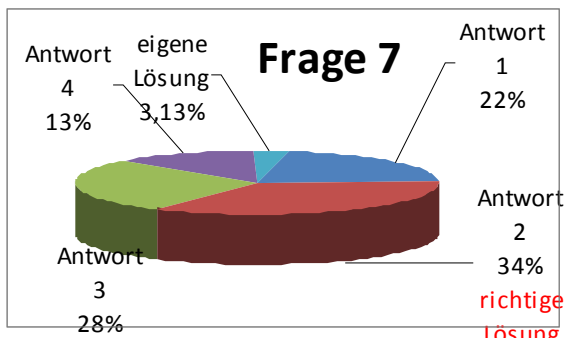
Richtige Lösung: **Antwort Nummer 2 – Wasserdampf aus der Luft kondensiert auf der Flasche** (Thema: Kondensation – Übergang von gasförmig zu flüssig)

Erstbefragung: 11 von 32 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Zweitbefragung: 10 von 20 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Wasserdampf ist in der Luft als Luftfeuchtigkeit vorhanden. Wenn er auf die kalte Flasche trifft, kühlt er wieder ab und wird zu Wasser.

Diese Frage stellte eine sprachliche Herausforderung an die SchülerInnen dar. So wurden Fachausdrücke wie Kondensation und Kohlendioxid (Chemie) verwendet.



Durch den praktischen Versuch hat sich die Anzahl der richtig gegebenen Lösungen auf 50% (10 von 20 SchülerInnen) erhöht.

### Blatt 8: Warum geht die Büroklammer nicht unter?

Es stehen 4 Antworten zur Auswahl

Erstbefragung

Zweitbefragung

|   |  | Erstbefragung |     |        | Zweitbefragung |     |        |
|---|--|---------------|-----|--------|----------------|-----|--------|
|   |  | P04           | P05 | gesamt | P04            | P05 | gesamt |
|   |  | ♀/♂           | ♀/♂ |        | ♀/♂            | ♀/♂ |        |
| 1 | ...weil die Büroklammer leicht genug ist                         | 0/3           | 2/2 | 7      | 1/2            | 2/1 | 6      |
| 2 | ... weil das Wasser die Büroklammer herausdrückt                 | 1/0           | 3/1 | 5      | 0/0            | 0/0 | 0      |
| 3 | <b>...weil das Wasser eine sehr hohe Oberflächenspannung hat</b> | 4/5           | 3/3 | 15     | 2/2            | 6/3 | 13     |
| 4 | ...weil die Büroklammer flach ist und deshalb nicht untergeht    | 2/1           | 0/0 | 3      | 0/0            | 0/0 | 0      |
|   | Keine Angabe   | 0/0           | 0/0 | 0      | 0/0            | 0/0 | 0      |

Eigene Lösungsvorschläge:

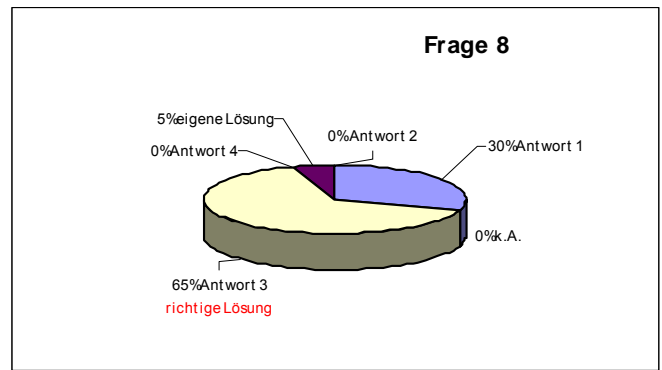
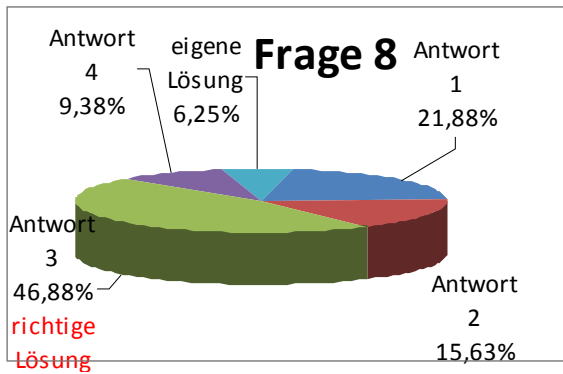
|  |  |
|--|--|
| <p>Erstbefragung:</p> <p>...weil die Klammer flach ist ♂, ♀ 1mal</p> | <p>Zweitbefragung:</p> <p>...weil Büroklammer flach ist und weil sie leicht genug ist ♂ 1mal</p> |
|--|--|

Richtige Lösung: **...weil das Wasser eine sehr hohe Oberflächenspannung hat.**

Erstbefragung: 16 von 32 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Zweitbefragung: 12 von 20 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Moleküle verschiedener Stoffe werden durch unterschiedliche Kräfte zusammengehalten. Wasser weist eine starke Kraft in das Innere des Wassers auf. Dadurch kann die Büroklammer schwimmen.



Durch den anschauliche Versuch konnte eindeutliche Steigerung der richtig gegebenen Antworten erzielt werden (Zweitbefragung: 12 von 20 SchülerInnen).

**Blatt 9: Wie wird sich das warme, gefärbte Wasser im Becken mit Leitungswasser (kälter) verteilen?**

Es stehen 4 Antworten zur Auswahl

Erstbefragung

Zweitbefragung

|   |   | Erstbefragung |     |        | Zweitbefragung |     |        |
|---|---|---------------|-----|--------|----------------|-----|--------|
|   |   | P04           | P05 | gesamt | P04            | P05 | gesamt |
|   |   | ♀/♂           | ♀/♂ |        | ♀/♂            | ♀/♂ |        |
| 1 | ...das gefärbte, warme Wasser sinkt ab          | 2/0           | 2/1 | 5      | 1/1            | 1/2 | 5      |
| 2 | ...das kalte Wasser sinkt ab                    | 0/2           | 4/2 | 6      | 0/1            | 1/0 | 2      |
| 3 | ...das kalte Wasser steigt auf                  | 1/1           | 1/1 | 4      | 1/0            | 4/1 | 6      |
| 4 | <b>...das warme, gefärbte Wasser steigt auf</b> | 4/6           | 2/3 | 15     | 1/2            | 2/2 | 7      |
|   | Keine Angabe                                    | 0/0           | 0/0 | 0      | 0/0            | 0/0 | 0      |

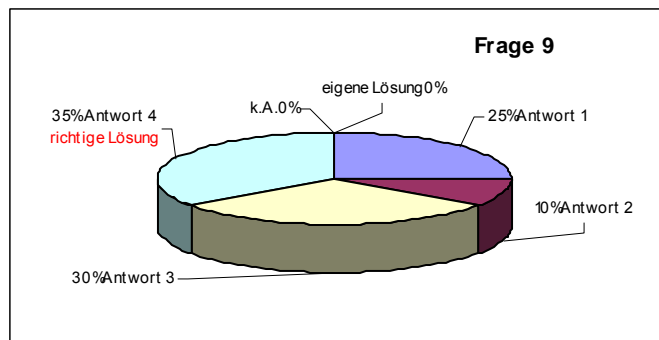
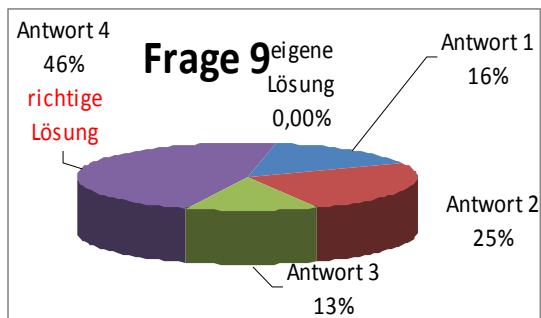
Eigene Lösungen: keine

Richtige Lösung: **Antwort Nummer 4 - ...das warme, gefärbte Wasser steigt auf**

Erstbefragung: 14 von 32 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Zweitbefragung: 8 von 20 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Da sich die Moleküle in warmen Flüssigkeiten schneller bewegen (mehr Energie gespeichert) steigt das warme, gefärbte Wasser sofort auf. Die Moleküle breiten sich weiter aus und müssen sich daher nach oben ausdehnen.



Trotz eines praktischen Versuchs konnte dieses Phänomen für die SchülerInnen nicht geklärt werden. Die Anzahl der richtigen Antworten nahm ab. So gaben bei der Erstbefragung 15 von 32 SchülerInnen die richtige Antwort, bei der Zweitbefragung 8 von 20 SchülerInnen (35%).

### Blatt 10: Wo befindet sich in einem Teich die Wasserschicht mit +4°C?

Es stehen 4 Antworten zur Auswahl

Erstbefragung

Zweitbefragung

|   |                                  | Erstbefragung |     |        | Zweitbefragung |     |        |
|---|----------------------------------|---------------|-----|--------|----------------|-----|--------|
|   |                                  | P04           | P05 | gesamt | P04            | P05 | gesamt |
|   |                                  | ♀/♂           | ♀/♂ |        | ♀/♂            | ♀/♂ |        |
| 1 | ...an der Wasseroberfläche       | 2/1           | 2/3 | 8      | 0/0            | 4/3 | 7      |
| 2 | ...am Boden                      | 0/1           | 1/0 | 2      | 0/0            | 0/0 | 0      |
| 3 | ...in der mittleren Tiefe        | 1/2           | 4/3 | 10     | 2/3            | 2/1 | 8      |
| 4 | <b>...an der tiefsten Stelle</b> | 4/5           | 2/1 | 12     | 1/1            | 1/1 | 4      |
|   | Keine Angabe                     | 0/0           | 0/0 | 0      | 0/0            | 0/0 | 0      |

Eigene Lösungsvorschläge:

|                |   |
|----------------|---|
| Erstbefragung: | Zweitbefragung:<br>Wasseroberfläche bis Anfang mittlere Tiefe<br>♀ 1mal |
|----------------|---|

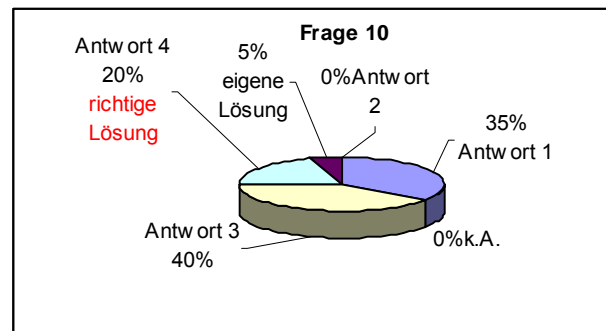
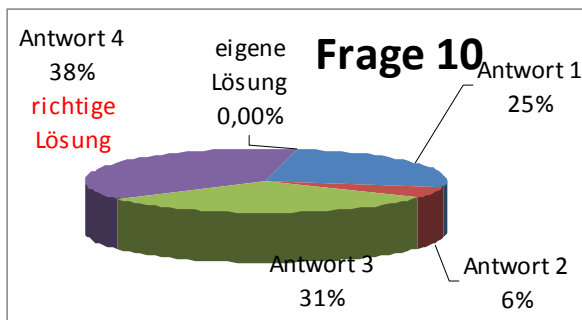
Richtige Lösung: **Antwort Nummer 4 - ...an der tiefsten Stelle**

(Thema: Anomalie des Wassers)

Erstbefragung: 12 von 32 SchülerInnen hatten diese Frage richtig beantwortet.

Zweitbefragung: 3 von 20 SchülerInnen hatten diese Frage richtig beantwortet.

Das Phänomen der „Anomalie des Wassers“ besagt, dass Wasser bei 4°C die höchste Dichte aufweist. Da dichtere Flüssigkeiten immer absinken, muss sich das Wasser mit 4°C ganz unten im Gewässer befinden.



Bei den Überlegungen der SchülerInnen wurde die Überlegung außer Acht gelassen, warum ein Teich zufrieren kann, sich aber trotzdem Fische und andere Lebewesen den Winter über darin befinden können.

Die Anzahl der richtig gegebenen Lösungsvorschläge war rückgängig. So gaben bei der Zweitbefragung lediglich 5 von 20 SchülerInnen die richtige Antwort.

**Blatt 11: Zwei Eiswürfel treiben im Wasser. Nachdem das Wasser geschmolzen ist wird der Wasserstand wie sein?**

| Es stehen 3 Antworten zur Auswahl |              | Erstbefragung |     |        | Zweitbefragung |     |        |
|-----------------------------------|--------------|---------------|-----|--------|----------------|-----|--------|
|                                   |              | P04           | P05 | gesamt | P04            | P05 | gesamt |
|                                   |              | ♀/♂           | ♀/♂ |        | ♀/♂            | ♀/♂ |        |
| 1                                 | ...höher     | 5/6           | 8/6 | 25     | 2/1            | 1/3 | 7      |
| 2                                 | ...niedriger | 1/3           | 0/1 | 5      | 0/0            | 1/0 | 1      |
| 3                                 | ...gleich    | 1/0           | 1/0 | 2      | 1/3            | 6/2 | 12     |
|                                   | Keine Angabe | 0/0           | 0/0 | 0      | 0/0            | 0/0 | 0      |

Eigene Lösungsvorschläge: keine

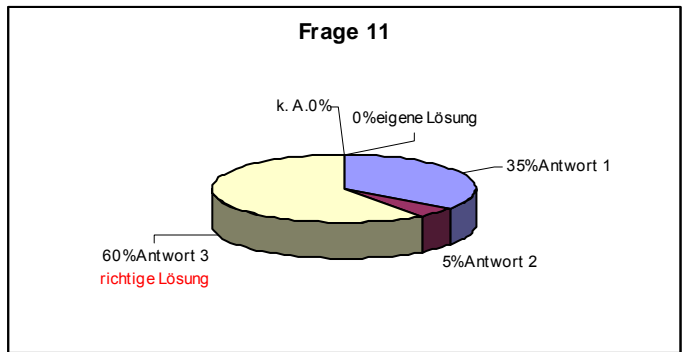
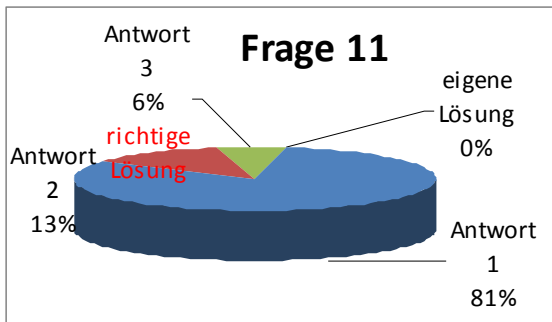
Richtige Lösung: **Antwort 3 – gleich**

Erstbefragung: 2 von 32 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Zweitbefragung: 12 von 20 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Gefrorenes Eis (Eiswürfel) weisen ein größeres Volumen auf als dieselbe Menge Wasser. Die Verdrängung des Wassers durch die Eiswürfel ist gleich der Menge des geschmolzenen Wassers.





Die Veranschaulichung durch den Versuch brachte eine eindeutige Verbesserung des Verständnisses. So gaben 12 von 20 SchülerInnen bei der Zweitbefragung die richtige Lösung an.

### Blatt 12: Ein Eisberg schwimmt...

Es stehen 4 Antworten zur Auswahl

|          |   | Erstbefragung |     |        | Zweitbefragung |     |        |
|----------|---|---------------|-----|--------|----------------|-----|--------|
|          |   | P04           | P05 | gesamt | P04            | P05 | gesamt |
|          |   | ♀/♂           | ♀/♂ |        | ♀/♂            | ♀/♂ |        |
| 1        | ...auf dem Wasser                           | 1/1           | 1/1 | 4      | 2/0            | 1/0 | 3      |
| 2        | ...unter der Wasseroberfläche               | 0/0           | 2/1 | 3      | 0/0            | 0/0 | 0      |
| <b>3</b> | <b>...mit dem größten Teil unter Wasser</b> | 2/5           | 4/3 | 14     | 1/3            | 6/4 | 14     |
| 4        | ...mit dem größten Teil über dem Wasser     | 4/3           | 2/2 | 11     | 0/1            | 1/1 | 3      |
|          | Keine Angabe                                | 0/0           | 0/0 | 0      | 0/0            | 0/0 | 0      |

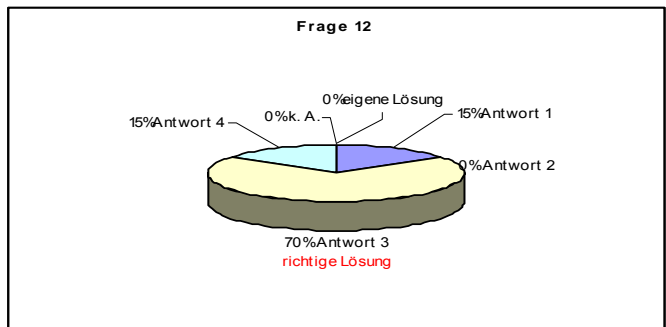
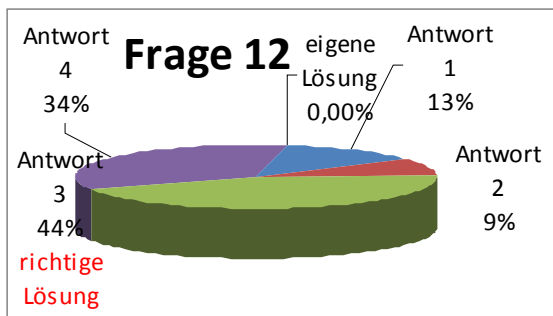
Eigene Lösungsvorschläge: keine

Richtige Lösung: **Antwort Nummer 3 - ...mit dem größten Teil unter Wasser**  
(Thema: Anomalie des Wassers)

Erstbefragung: 14 von 32 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet

Zweitbefragung: 14 von 32 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Eis weist eine geringere Dichte als Wasser auf, da sich im kristallinen Aufbau Luft-einschlüsse befinden. Daher ist Eis leichter und schwimmt. Es sinkt zum größten Teil unter die Wasseroberfläche im Verhältnis 1 : 10. Es wird zu wenig H<sub>2</sub>O verdrängt damit Eis an der Wasseroberfläche schwimmen kann.



Eine signifikante Erhöhung der richtigen Anzahl der Lösungen war nach der Laborarbeit festzustellen. So gaben 14 von 20 SchülerInnen (70%) die richtige Antwort auf diese Frage.

### Blatt 13: Was geschieht wenn du Wasser und Öl gemeinsam in ein Glas gibst?

Es stehen 4 Antworten zur Auswahl

Erstbefragung

Zweitbefragung

|   |   | Erstbefragung |     |        | Zweitbefragung |     |        |
|---|---|---------------|-----|--------|----------------|-----|--------|
|   |   | P04           | P05 | gesamt | P04            | P05 | gesamt |
|   |   | ♀/♂           | ♀/♂ |        | ♀/♂            | ♀/♂ |        |
| 1 | ...Wasser und Öl vermischen sich zu einer Flüssigkeit   | 0/1           | 0/0 | 1      | 0/0            | 0/0 | 0      |
| 2 | ...Wasser „schwimmt“ auf dem Öl   | 0/0           | 2/1 | 3      | 1/1            | 1/1 | 4      |
| 3 | <b>...Wasser geht unter und sinkt auf den Boden des Glases</b>  | 0/3           | 5/2 | 10     | 0/0            | 4/2 | 6      |
| 4 | ...Öl „schwimmt“ auf dem Wasser. Es bildet sich eine dünne Schicht, da mischen sich die Flüssigkeiten | 7/5           | 2/4 | 18     | 2/3            | 3/2 | 10     |
|   | Keine Angabe  | 0/0           | 0/0 | 0      | 0/0            | 0/0 | 0      |

Eigene Lösungen:

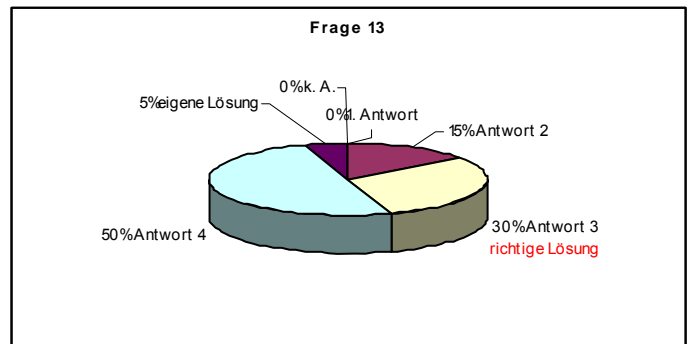
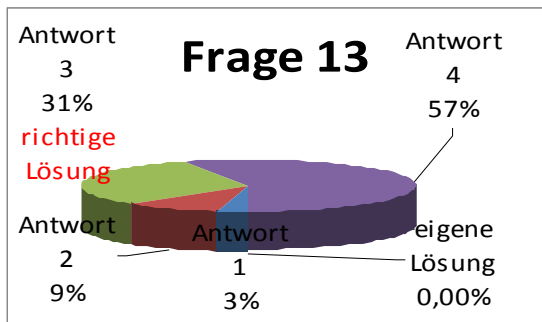
| Erstbefragung:   | Zweitbefragung:  |
|--|--|
| Das Öl schwimmt auf dem Wasser weil es leichter ist ♂ 1mal | Das Öl schwimmt auf dem Wasser weil es leichter ist ♂ 1mal |

Richtige Lösung: **Antwort Nummer 3 - ...Wasser geht unter und sinkt auf den Boden des Glases.**

Erstbefragung: 10 von 32 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Zweitbefragung: 6 von 20 SchülerInnen hatten die Frage richtig beantwortet.

Öl weist eine geringere Dichte als Wasser auf. Daher sinkt Wasser zu Boden.



Der Versuch mit Öl und Wasser und den punten Tintentropfen konnte nicht zur Klärung der Frage beitragen. So nahm die Anzahl der richtigen Lösungen nicht zu (Erstbefragung: 10 von 32 SchülerInnen, Zweitbefragung: 6 von 20 SchülerInnen).

## 4 LABORARBEIT

Jede der zwei Klassen hatte getrennt die Möglichkeit der Laborarbeit. Leider konnte nur die Klasse P05 mit der Unterstützung der FachlehrerInnen arbeiten. Die Klasse P04 hatte eingeschulte SchülerInnen als Unterstützung (Tutoring-System). Für das praktische Arbeiten waren 7 Versuche vorbereitet, die in Kleingruppen zu 3-4 SchülerInnen in einer Doppelstunde im bestens ausgestatteten Physiksaal erarbeitet wurden. Die Zusammensetzung der Gruppen wurde von der Fachlehrerin durchgeführt. Dabei wurde darauf geachtet, dass es sich um geschlechtsgemischte Gruppen handelte. Die Beobachtungen und Erkenntnisse wurden in Laborberichten schriftlich festgehalten. (Anhang: 4)

### 4.1 Versuche

Es wurden 7 Versuche zum Thema Wasser zusammengestellt. Diese richteten sich inhaltlich nach den abgefragten Schwerpunkten der Konzept-Cartoons. Beide der Versuchsklassen hatten jeweils zwei zusammenhängende Schulstunden für die praktische Arbeit zur Verfügung.

#### **Versuch 1: Oberflächenspannung des Wassers**

Wie viele Wassertropfen haben auf einer 5c-Münze Platz?

Welcher der Gruppenmitglieder bekam die meisten Tropfen auf seine Münze. Die anschließende Diskussion sollte zum Ergebnis führen, dass durch die hohe Oberflächenspannung des Wassers, bei vorsichtiger Handhabung, so viele Tropfen auf die Münze passten, dass sich eine „Halbkugel“ bildete.



#### **Versuch 2: Vulkan (Temperaturströmungen)**

In ein Becken mit kaltem Leitungswasser wird ein kleineres Glas mit gefärbtem, warmem Wasser gestellt. Wie verteilt sich das Wasser?

Durch die Ausdehnung des warmen Wassers steigt das gefärbte Wasser rasch an die Wasseroberfläche. Es entsteht der Eindruck eines „Vulkanausbruchs“.

Gezeigt wird, dass warmes Wasser leichter als kaltes Wasser ist. Daher steigt warmes Wasser auf. Temperatur gleicht sich in kurzer Zeit aus.



### Versuch 3: Bunter Tropfen (Dichte)

In ein schmales Gefäß wird zunächst Wasser, anschließend vorsichtig Öl eingefüllt. Nach einer Wartezeit von mehreren Minuten scheiden sich die beiden Flüssigkeiten. Öl „schwimmt“ auf dem Wasser auf Grund seiner geringeren Dichte. Zur Verdeutlichung werden bunte Tintentropfen auf die Ölschicht geträufelt. Beobachtet wird das Durchwandern der Tintentropfen durch die Ölschicht, anschließend in das Wasser und letztlich die Auflösung der Tintentropfen im Wasser.



### Versuch 4: Büroklammer (Oberflächenspannung)

Kann eine Büroklammer auf der Wasseroberfläche schwimmen? Warum kann sie dies?

Ja sie schwimmt, da das Wasser eine sehr hohe Oberflächenspannung aufweist.



### Versuch 5 und 6: Eisberg (Anomalie des Wassers)

In ein großes Gefäß mit Wasser werden mehrere große Eiswürfel gelegt. Der Wasserstand wird anschließend gemessen und markiert. Wird der Wasserstand, wenn die Eiswürfel geschmolzen sind, steigen, gleich hoch bleiben oder sinken?

Gleichzeitig kann beobachtet werden, dass ein Eiswürfel (Eisberg) mit dem größten Teil unter Wasser schwimmt.

Dieser Versuch wurde während eines längeren Zeitraumes beobachtet, um dann festzustellen, dass sich der Wasserstand nicht verändert. Die Menge an verdrängtem Wasser durch das Volumen des Eises entspricht der geschmolzenen Menge an Wasser.



## Versuch 7: Buntes Wasser (Kondensation)

Fest verschlossene Flaschen mit gefärbtem Wasser wurden stark gekühlt.

An der warmen Luft bilden sich Wassertropfen an der Flaschenoberfläche. Wie kommen diese an die Flasche?

Durch den Temperaturunterschied kondensiert das gasförmige Wasser an der kühlen Flasche. Sie verlieren an Geschwindigkeit. Die Energie geben sie an die Flasche ab (diese erwärmt sich).

Auf jedem der Arbeitsplätze befanden sich Modelle von Wassermolekülen, die dazu einladen sollten, sich über die Zusammensetzung des Wassers Gedanken zu machen. Auch eine Diskussion über Wasser in den unterschiedlichen Aggregatzuständen (fest, flüssig, gasförmig) war mit den Fachleuten möglich.



## 4.2 Laborarbeit P05

Durch die Mitarbeit von Lehrkräften aus dem Naturwissenschaftlichen Fächerkanon hatte jede der Kleingruppe (5 Gruppen zu je 3 Jugendlichen) eine eigene Betreuung. Drei Gruppen bestanden aus einem Mädchen und zwei Burschen, zwei Gruppen hatten je zwei Mädchen und einen Burschen. Begonnen wurde mit einem kleinen Wettkampf. Dadurch sollte das Interesse der Schülerinnen geweckt werden.

### 4.2.1 Beobachtungen der FachlehrerInnen

Mit Hilfe von 6 Fragen wurden die Arbeitsweise und die Ergebnissuche der Schülerinnen von ihren Versuchsleitern (FachlehrerInnen) festgehalten. ANHANG: 5; Originalzitate der LehrerInnenprotokolle ANHANG: 6

Folgende Beobachtungskriterien wurden festgehalten:

1. Zusammenarbeit und Arbeitseinstellung
2. Arbeiten nach Arbeitsanleitung
3. Gespräche neben dem Arbeiten
4. Hilfestellungen der Fachlehrkräften
5. Verschriftlichung der Beobachtungen

## **1. Zusammenarbeit und Arbeitseinstellung**

Mädchen arbeiteten selbstständiger und rascher. Sie begannen rascher mit der Arbeit und gingen dabei systematischer vor. Die Zusammenarbeit in Gruppen mit zwei Mädchen war besser, da diese gut miteinander arbeiteten. Burschen mussten häufiger die Arbeitsaufteilung von der Fachlehrkraft vorgegeben werden. Sie ließen sich leichter von der Umgebung, auch Gruppenmitgliedern anderer Gruppen, ablenken. Der Umgangston war als eher rau zu bezeichnen. Die Konzentrationsphasen waren eher kurz, sowohl von den Mädchen als auch von den Burschen. Beide Gruppen mussten ständig wieder zum Thema geführt werden. Dennoch ließen sich die Burschen eher von den Versuchen fesseln. Jedoch wenn diese sich nicht interessierten, war keine Motivation möglich. Ihre Bereitschaft mitzuarbeiten war bei geringerem Interesse am Thema nicht gegeben und wurde durch negative Aktionen wie die Störung anderer Gruppen verstärkt.

## **2. Arbeiten nach Arbeitsanleitungen**

Auf Grund von Mangel an Konzentration und der rasche Verlust an Ausdauer war ein alleiniges Arbeiten nach Arbeitsanleitung nicht möglich. Mit viel Lob, Unterstützung und ständiger Anerkennung durch die Fachlehrkräfte war bei einigen eine Motivationssteigerung zu erkennen. Das Lesen der Anleitung war nur mit Unterstützung möglich. Manche der Texte musste mehrfach gelesen werden oder in noch kleinere Schritte gegliedert werden.

## **3. Gespräche neben dem Arbeiten**

Bei ständigem Eingriff durch die Lehrperson blieb das Hauptthema doch die Arbeit an den Versuchen. Mädchen ließen sich durchwegs leichter lenken, Burschen führten eher Gespräche abseits des Geschehens und dann auch in ehem rauem Ton.

## **4. Hilfestellung der Fachlehrkräfte**

Zusatzinformationen der Lehrkräfte wurden durchwegs positiv aufgenommen. Denkansätze wurden aufgegriffen. Manche der SchülerInnen lieferten sogar selber weitere Informationen und entwickelten eigene Versuche mit den vorhandenen Materialien. Der Alltagsbezug wurde sehr gerne aufgenommen und mit eigenen Erlebnissen und Beobachtungen erweitert.

## **5. Verschriftlichung der Beobachtungen**

Als aufwändigsten Teil der Arbeit gestaltete sich die Verschriftlichung der Beobachtungen. Meist mangelte es an der Möglichkeit des Ausdrucks. So wurde nur nach oftmaliger Aufforderung und dann nur mit knappen Sätzen, meist unvollständig, die Beobachtung festgehalten. Die Möglichkeit des Zeichnens lehnten einige ganz ab, andere wieder sahen hier eine Möglichkeit der Sprachbarriere aus dem Weg zu gehen. Insgesamt kann festgehalten werden, dass es große Probleme beim Formulieren von Sätzen gab. Sowohl durch die teilweise schlechten Deutschkenntnisse aber auch durch das Fehlen eines geeigneten Wortschatzes.

## **6. Hilfe – Selbstständigkeit**

Durch die auffällig kurzen Konzentrationsphasen war ein selbstständiges Arbeiten nicht möglich. Eine permanente Anleitung war notwendig. Ständig musste auf die Aufgabe hingewiesen werden. Durch ständiges Lob und tatkräftige Unterstützung war die Arbeitsbereitschaft doch immer wieder gegeben. Hilfe beim Experimentieren war definitiv notwendig, sonst wäre die Ausdauer für ein Ergebnis zu kurz. Ein selbst-

ständiges sinnvolles Arbeiten dürfte eher ausgeschlossen sein (nicht zu vergessen, dass es sich um Kleinstgruppen von 3 Personen handelt).

## **4.3 Laborarbeit P04**

Diese Versuchsklasse hatte nicht die Möglichkeit mit Fachlehrkräften zu arbeiten. Jene SchülerInnen, die den Fachlehrkräften aus der Klasse P05 jedoch besonders „gut“ aufgefallen waren, wurden als Tutoren eingesetzt. Durch eine kurze Wiederholung der Schwerpunkte und Ergebnisse bekamen jene vier SchülerInnen die wichtigsten Informationen um ihre Gruppe bestmöglich unterstützen zu können.

Es musste festgestellt werden, dass einerseits die SchülerInnen der P04 die MitschülerInnen der Klasse P05 nicht als Spezialisten akzeptierten, andererseits die fachliche Unterstützung der Tutoren nicht im ausreichenden Maße vorhanden war. So herrschte die gesamte Zeit über eine große Unruhe, die sich auch auf die schriftlichen Ergebnisse auswirkte. Dennoch konnten alle 7 Versuche durchgeführt werden.

### **4.3.1 Beobachtungen der Tutoren**

Bei einem anschließenden Gespräch schilderten mir die Tutoren (3 Mädchen, 1 Bursch) ihre Erfahrungen und Eindrücke. Alle waren sich einig, dass die Disziplin in der Laborgruppe eher schlecht war. Die SchülerInnen sprachen laut durcheinander und dies nicht nur innerhalb der einzelnen Gruppen. Diese bestanden wider aus 3 bis 4 LaborantInnen.

#### **1. Zusammenarbeit und Arbeitseinstellung**

Für die SchülerInnen stand der Spaßfaktor im Vordergrund. Das Thema wurde von ihnen nicht als wichtig erachtet, Hauptsache der Unterricht fand in einem ungewöhnlichen Rahmen statt. Trotz des Versuchs der Tutoren war es nur schwer möglich, die Gruppen doch wieder zum Thema zuführen.

Im „Spaß haben“ waren sich jedoch alle Gruppenmitglieder einig. Lediglich eine Gruppe von 2 Mädchen und 1 Bursch versuchten mit ihrem Tutor an die Versuche konzentriert heranzugehen.

#### **2. Arbeiten nach Arbeitsanleitungen**

Meist mangelte es an der Lesekompetenz. So ist sinnerfassendes Lesen eines der großen Schwächen der PTS-SchülerInnen, und nicht nur von diesen wie neue Studien zeigen. Hier mussten die Tutoren die Texte „übersetzen“. Viele Gruppen arbeiteten gleich los, ohne die Anleitungen genau zu lesen oder sich ein Konzept zurecht zu legen. So wurden manche Materialien doppelt zu den Arbeitstischen gebracht, dann fehlten wieder wichtige Bestandteile.

#### **3. Gespräche neben dem Arbeiten**

Zu Beginn der Versuche war die Konzentration stärker auf die Arbeitsanleitungen gerichtet. Im Laufe des Arbeitens nahmen Gespräche, die nicht zum Thema gehörten, zu. Jedoch stieg keine der Gruppen ganz aus den Versuchen aus.



#### 4. Hilfestellungen der Tutoren

Die Gruppe der Tutoren bildete sich aus den SchülerInnen der ersten Laborgruppe, die mit den FachlehrerInnen die Versuche gemeinsam durchführten. Dennoch war ihr gefestigtes Fachwissen nicht stark ausgeprägt. Sie bemühten sich, die Gruppe der Laboranten zu unterstützen und diese auf Beobachtungen hinzuweisen.

#### 5. Verschriftlichung der Beobachtungen

Durch sprachliche Probleme war die Verschriftlichung der SchülerInnenbeobachtungen keine leichte. Nicht weil sie der deutschen Sprache nicht mächtig wären, sondern weil das „in Worte fassen“ von Beobachtungen nicht einfach war. Die Möglichkeit der bildhaften Darstellung wurde überhaupt nicht in Anspruch genommen.

#### 6. Hilfe – Selbstständigkeit

Die Konzentrationsphasen wurden schnell von Phasen der „Blödelei“ abgelöst. Der Spaßfaktor stand im Vordergrund. Deshalb wurden eigene Versuche zum Thema Wasser durchgeführt. Dies könnte ja auch als experimentelles Lernen gesehen werden. Doch der „output“ war ein eher geringer.

### 4.4 Auswertung der Versuchsprotokolle

Durch die Auswertung der Versuchsprotokolle wurden die unterschiedlichen Vorstellungen und Fehlvorstellungen deutlich.

Versuch A1: **Wassertropfen auf einer 5c-Münze**

|             |   |
|-------------|---|
| P05         |   |
| SchülerIn 1 | Beobachtungen: Beobachtungen sind knapp festgehalten. Begründung: <i>...und es zerrinnt sobald die Oberflächenspannung kaputt geht.</i>   |
|             | Die Begrifflichkeit Oberflächenspannung ist vorhanden. Es wurden jedoch keine Erklärungen abgegeben. Die Ursache wurde nicht angegeben.   |
| SchülerIn 2 | Beobachtungen sind genau aufgezeichnet. Begründung: <i>...die Oberflächenspannung schützt das Wasser vor dem Auslaufen. Das Seifenwasser verringert die Oberflächenspannung und dadurch rinnt das Wasser schneller aus. Es passen weniger Tropfen auf die Münze. Ich glaube mit Seifenwasser passen mehr Tropfen auf die Münze.</i> |
|             | Aussagen sind in sich inkonsistent. Es ist anzunehmen, dass der Begriff Oberflächenspannung nicht richtig verstanden wurde. Ein deutlicher Widerspruch der Schlussfolgerung zur Beobachtung.  |
| SchülerIn 4 | Genaue Beschreibung der Beobachtungen: <i>... ich habe mit einer Pipette Wassertropfen getropft und es zerrinnt sobald die Oberflächenspannung kaputt geht. Begründung: ...Das Wasser bleibt oben weil es eine Oberfläche ist.</i>  |
|             | Der Begriff Oberflächenspannung wurde verwendet, das Wissen um seine Bedeutung ist jedoch nicht vorhanden.  |
| P04         |   |
| SchülerIn 1 | Sehr unvollständige bis keine Angaben zu den Beobachtungen. Be-   |

|             |  |
|-------------|--|
|             | gründung: <i>...es entsteht Spannung.</i>  |
|             | Es wurden keinerlei Erklärungen für Vorgänge gegeben. Zwischen dem Begriff Spannung und Oberflächenspannung wurde nicht unterschieden.   |
| SchülerIn 2 | Beobachtung: <i>..die Tropfen verteilen sich auf der 5-cent-Münze.</i> Begründung: <i>...die Tropfen bilden eine Schutzhaut.</i>   |
|             | Eine wage bis geringe Vorstellung ist zu erkennen. „Schutzhaut“ legt sich über die Wassertropfen. Es handelt sich um eine anthropomorphe Aussage. Das Zustandekommen der Oberflächenspannung wurde nicht verstanden. |
| SchülerIn 3 | Beobachtung: <i>...der erste Tropfen wird größer von allen anderen. Die Tropfen bleiben auf der Oberfläche der Münze.</i> Begründung: <i>...wegen der Oberflächenspannung.</i>                                       |
|             | Eine Beschreibung des Ablaufes ist vorhanden. Begriffe wurden verwendet und richtig angewandt.   |
| SchülerIn 4 | Keine Angaben zu den Beobachtungen. Begründung: <i>...wenn man die Wassertropfen auf die Münze tropft dann wird aus dem Wassertropfen ein ganzer Tropfen. ...wegen der Oberflächenspannung.</i>                      |
|             | Der Ablauf wurde korrekt beschrieben und fachlich nachvollziehbar begründet.   |

#### Versuch All: **Vulkan**

|             |   |
|-------------|---|
| P05         |   |
| SchülerIn 1 | Beobachtungen sind schriftlich festgehalten. Begründung: <i>...es steigt auf weil warmes Wasser leichter ist als kaltes Wasser.</i>   |
|             | Die gegebenen Aussagen und Erklärungen sind mit wissenschaftlichen Konzepten vereinbar.   |
| SchülerIn 2 | Ungenau und unvollständige Aufzeichnung der Beobachtung. <i>...nach 3 Minuten kühlte das gefärbte Wasser ab und vermischte sich.</i> Keine Begründung angegeben.  |
|             | Es kam zu einer Vermischung zwischen Beobachtung und Begründung. Es scheint, dass ein Hintergrundwissen vorhanden ist, die in die Beobachtung eingeflossen ist.   |
| SchülerIn 3 | Keine schriftlichen Aufzeichnungen über Beobachtungen vorhanden. Begründung: <i>...es wird blau weil das heiße Wasser innen ist und das kalte Wasser außen also es steigt warmes Wasser auf, kaltes runter.</i> |
|             | Es liegt der Versuch einer Begründung vor, die nur ansatzweise nachvollziehbar ist (warmes Wasser steigt auf).  |
| SchülerIn 4 | Gleiche Aufzeichnungen wie die anderen Gruppenmitglieder.   |
|             | Keine eigene Formulierung vorhanden.  |

|             |   |
|-------------|---|
| P04         |   |
| SchülerIn 2 | Die festgehaltenen Beobachtungen sind sehr ungenau. ... <i>das Wasser strahlt nach oben, bleibt das Wasser oben.</i> Begründungen wurden keine angegeben.   |
|             | Es liegt eine Beschreibung vor, die aufgrund von Formulierungsproblemen das Phänomen nur ansatzweise beschreibt. Eventuell wurde der Vergleich mit etwas Bekanntem hergestellt (Licht).   |
| SchülerIn 3 | Beobachtung: ... <i>das warme Wasser vermischt sich nicht so schnell mit dem kalten.</i> Keinerlei Versuch einer Begründung angegeben.  |
|             | Die Vermischung ist bekannt, jedoch nicht die notwendige Zeit. Eine bestimmte Art einer Begründung ist vorhanden.   |
| SchülerIn 4 | Beobachtung: ... <i>die Farbe springt heraus. ...das Wasser hat sich mit der Farbe vermischt.</i> Begründung: ... <i>das warme Wasser vermischt sich nicht mit dem kalten Wasser. Erst wenn das Wasser kühl ist.</i>  |
|             | Bei der Art der Begründung wird auf Vorerfahrungen zurückgegriffen. Nützt Wissen aus dem Alltag und trennt Beobachtung und Begründung. Die Begründung bezieht sich jedoch nicht explizit auf die Beobachtung. Versuch der Beschreibung des Vorgangs mit einem plastischen Begriff aus der Alltagssprache („springt“), jedoch keine sinngebende Erklärung. |

#### Versuch All: **Bunter Tropfen**

|             |   |
|-------------|---|
| P05         |   |
| SchülerIn 1 | Beobachtung: ... <i>Tropfen sickern leicht durch das Öl durch.</i> Begründung: ... <i>Tintentropfen verteilen sich im Wasser und es schaut so aus wie eine Lavalampe.</i> |
|             | Es liegt keine Begründung vor, jedoch die Assoziation eines Phänomens aus dem Alltag, mit einer falschen Zuordnung. Das Phänomen wurde richtig beschrieben.               |
| SchülerIn 2 | Beobachtungen wurden notiert. ... <i>nach 15 Minuten sammelt sich der Farbtropfen zum Boden des Glases.</i> Es wurde keine nachvollziehbare Begründung angegeben.         |
|             | Sowohl Begründung als auch Beobachtung ist nicht nachvollziehbar und nicht mit Tatsachen vereinbar.   |
| SchülerIn 4 | Beobachtungen sind vorhanden. ... <i>die Tintentropfen sickern leicht durch das Öl durch. Die Tintentropfen verteilen sich.</i> Begründung wurde keine angegeben.         |
|             | Ungenauere Beobachtungen. Es liegt kein Versuch der Interpretation vor.   |
| P04         |   |
| SchülerIn 1 | Es liegen genaue Angaben zur Beobachtung vor. ... <i>nach einer Minute hat sich die Tinte zersetzt. ... ist die Farbe immer Rot.</i> Kein Versuch                         |

|             |  |
|-------------|--|
|             | einer Begründung.  |
|             | Die Beobachtungen im 1. Teil sind korrekt jedoch Beschreibung unter Verwendung eines falschen Begriffes – „zersetzt“ statt „verteilt“. Der 2. Teil ist nur unvollständig. Es fehlt die Angabe des Lösungsmittels Wasser. |
| SchülerIn 2 | Knappe aber nachvollziehbare Angaben zur Beobachtung. Keine Angaben der Begründung.  |
| SchülerIn 3 | Bei der Beobachtung wurden die einzelnen Schritte genau aufgezeigt. Es wurden keine Begründungen angegeben.  |
| SchülerIn 4 | Beobachtungen sind fachvollziehbar, keine Begründung.  |

### Versuch B: **Oberflächenspannung - Büroklammer**

|             |   |
|-------------|---|
| P05         |   |
| SchülerIn 1 | Keine Beobachtungen angegeben. Begründung: <i>...durch die Oberflächenspannung schwimmt die Nadel, eigentlich liegt sie auf der Oberflächenspannung.</i>  |
|             | Der Begriff wurde verwendet. Der Begriff Oberflächenspannung taucht auf, als ob die Oberflächenspannung etwas Materielles wäre.   |
| SchülerIn 4 | Beobachtungen wurden nicht schriftlich festgehalten. Begründung: <i>...durch die Oberflächenspannung bleibt die Nadel auf das Wasser liegen.</i>  |
|             | Das Verständnis bezüglich des Phänomens „Oberflächenspannung“ ist nicht mit der Wissenschaft kompatibel.  |
| P04         |   |
| SchülerIn 2 | Beobachtungen wurden keine schriftlich festgehalten. Begründung: <i>...die Büroklammer schwimmt auf der Oberfläche des Wassers.</i>   |
|             | Der Begriff wurde ohne nachvollziehbare Erklärung verwendet.  |
| SchülerIn 4 | Es wurden keine Angaben zu den Beobachtungen gemacht. Begründung: <i>... die Büroklammer bleibt am Wasser oben stehen und sinkt nicht sie tut auch nicht schwimmen. Die Büroklammer sinkt nicht weil sie zu leicht ist.</i> |
|             | Fehlvorstellung: leichte Sachen können schwimmen, schwere würden sinken. Es wird nicht Differenziert zwischen der Dichte des Mediums Wasser und der Dichte des Objekts.   |

### Versuch C und D: **„Eisberg - Wasserverdrängung**

|             |   |
|-------------|---|
| P05         |   |
| SchülerIn 1 | Frage1: Wie viel schaut vom Eisberg aus dem Wasser? Beobachtung: <i>...der meiste Eisberg bleibt unten, nur ein bisschen ist oberhalb der Oberfläche.</i> Eine Zeichnung ist erklärend beigefügt. Begründung wur- |

|             |  |
|-------------|--|
|             | <p>de keine angegeben.</p> <p>Frage2: Wie verändert sich der Wasserstand, wenn der Eiswürfel geschmolzen ist? Die Beobachtung ist kurz und unvollständig. Als Begründung wurde angegeben: <i>...weil das Eis auch aus Wasser besteht.</i></p>  |
|             | <p>Frage 1: Es liegt eine korrekte Beschreibung vor. Durch die Zeichnung wird die Annahme verstärkt. Frage 2: Die Begründung ist wissenschaftlich nicht nachvollziehbar.</p>   |
| SchülerIn 2 | <p>Frage 1: Beobachtung: <i>... das Wasser ist geschmolzen aber die Wasseroberfläche ist gleich geblieben.</i> Begründung: <i>...genaue Angabe (10% schaut aus dem Wasser, 90% ist unter Wasser).</i> Es ist keine weitere Begründung der Überlegung angegeben.</p>  |
|             | <p>Korrekte Beschreibung. Zwischen Beschreibung und Beobachtung wurde jedoch nicht unterschieden.</p>  |
| SchülerIn 3 | <p>Frage 1: Keine Beobachtung verschriftlicht. Frage 2: keinerlei Angaben</p>  |
|             | <p>Eine Zeichnung dient als Erklärung und Beobachtung. Diese ist jedoch sehr ungenau und lässt keinerlei Rückschlüsse zu.</p>  |
| SchülerIn 4 | <p>Frage 1: Keine Beobachtungen aufgeschrieben. Begründung: <i>... der meiste Eisberg bleibt unten, nur ein bisschen ist ober der Oberfläche.</i></p> <p>Frage 2: Beobachtung: <i>... hat sich nichts verändert.</i> Begründung: <i>...weil das Eis auch aus Wasser besteht.</i></p>   |
|             | <p>Frage 1: Die Begründung kann eher als Beobachtung gesehen werden.</p> <p>Frage 2: Es liegt eine Beschreibung ohne Begründung vor.</p>   |
| P04         |  |
| SchülerIn 2 | <p>Zu Frage 1 gibt es keinerlei Angaben. Frage 2: Feststellung: <i>...der Wasserstand wird niedriger.</i> Begründung wurde keine angegeben.</p>  |
|             | <p>Beobachtungen sind nicht mit dem Versuch vereinbar.</p>   |
| SchülerIn 3 | <p>Frage 1: keine Beobachtungen, Begründung: <i>...10% schaut aus dem Wasser, 90% ist unter Wasser.</i> Keine weiteren Angaben.</p> <p>Frage 2: ungenaue Beobachtungen. Begründung: <i>...da das Wasser bis zur Hälfte ist und die Eiswürfel dazukommen, darum bleibt das Wasser gleich.</i></p>   |
|             | <p>Beobachtungen sind nicht nachvollziehbar, Begründung nicht realistisch.</p>   |
| SchülerIn 4 | <p>Frage 1: keine Beobachtungen, Begründung: 10% schaut aus dem Wasser, 90% ist unter Wasser. Frage 2: keinerlei Beobachtungen angegeben, Vermutung aufgestellt: <i>...es wird mehr.</i> Begründung: <i>...weil das Wasser nicht so schnell aus dem Eiswürfeln schmilzt, man braucht dazu heißes Wasser damit es schmelzen kann.</i></p> |

|  |   |
|--|---|
|  | Die Erklärung passt nicht zur Vermutung wurde aufgestellt. Fehlen von Alltagserfahrungen mit Eis werden deutlich. |
|--|---|

### Versuch E: **Kondensation – gekühlte Saffflasche**

|             |   |
|-------------|---|
| P05         |   |
| SchülerIn 1 | Beobachtung: <i>...sie ist angelaufen. ...außenrum ist das kondensierte Wasser. Begründung: ...das Wasser kommt aus der Luft.</i>   |
|             | Genauere Beobachtung und Begründung ist eindeutig.  |
| SchülerIn 2 | Beobachtung: <i>...H<sub>2</sub>O kommt von Innen nach Außen“, Begründung wurde keine angegeben.</i>  |
|             | Geht von der falschen Annahme aus, dass die Flüssigkeit durch die Flasche nach Außen dringen kann.  |
| SchülerIn 3 | Keine Angaben zu den Beobachtungen. Begründung: <i>...die Flasche schwitzt wie der menschliche Körper und es bildet sich um die Flasche Wasser.</i>   |
|             | Falschvorstellung dass die Oberfläche einer Flasche wie die menschliche Haut funktioniert. Den Begriff Kondensation nicht richtig verstanden. Erklärung ist nicht wissenschaftlich nachvollziehbar. Der Vergleich mit dem „Schwitzen des Menschen“ kann als anthropomorphes Konzept gesehen werden. |
| SchülerIn 4 | Feststellung: <i>...sie ist angelaufen. Keine Beobachtungen schriftlich festgehalten. Begründung: ...außenrum ist das kondensierte Wasser. ...das Wasser kommt aus der Luftfeuchtigkeit.</i>  |
|             | Begrifflichkeiten sind vorhanden und nachvollziehbar.   |
| P04         |   |
| SchülerIn 1 | Keine schriftlichen Beobachtungen. Begründung: <i>...in der Flasche ist es kalt. Die Luft im Zimmer ist viel wärmer. Also kommt es dazu, dass die Luft draußen verdampft und fertig.</i>  |
|             | Keine präzise jedoch richtige Vorstellung.  |
| SchülerIn 2 | Beobachtungen wurden keine schriftlich festgehalten. Begründung: <i>...in der Luft ist Feuchtigkeit die sich an der kalten Flasche in Tropfen bildet.</i>   |
|             | Phänomen richtig erkannt jedoch nicht präzise beschrieben.  |
| SchülerIn 3 | Keine Beobachtungen vorhanden. Begründung: <i>...dadurch die Wärme verdunstet das kalte Wasser. Das Wasser kondensiert und so begibt sich das Wasser an die äußere Seite.</i>   |
|             | Begriff Kondensiert wurde verwendet, jedoch fachlich nicht nachvollziehbar.   |
| SchülerIn 4 | Beobachtungen sind keine vorhanden. Begründung: <i>... das Wasser kondensiert und gelangt so an das Äußere der Flasche.</i>   |

|   |
|---|
| Begrifflichkeit vorhanden, Schlussfolgerung jedoch falsch. Verwendung eines anthropomorphen Konzepts. |
|---|

Zwischen den Klassen kann kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die SchülerInnen schrieben ihre eigenen Vorstellungen und wurden nicht von den LehrerInnen „belehrt“. Die Akzeptanz der Tutoren war unter den MitschülerInnen eher gering. Die Ergebnisse der Protokolle zeigen jedoch keine großen Unterschiede zu denen der „Fachbetreuten“.

Die Beobachtungen wurden selten systematisch und/oder genau durchgeführt. Die Verschriftlichungen waren lückenhaft wenn überhaupt vorhanden. Begriffe wurden verwendet, wenn auch nicht richtig eingesetzt. So wurde z.B. Spannung mit Oberflächenspannung gleichgesetzt (siehe SchülerIn P04/1/AI).

Konzepte waren teilweise vorhanden. Es konnte jedoch nicht eindeutig festgestellt werden, ob diese auch verstanden wurden. Manche waren sogar widersprüchlich (siehe SchülerIn P05/2/AI). Es wurden anthropomorphe Konzepte verwendet (siehe SchülerIn P04/2/AI, SchülerIn P05/3/E).

Die Ursache für die Probleme bei der Interpretation der Versuchsanalyse bzw. Beobachtungen liegt u.a. daran, dass die Lernvoraussetzungen zum Verständnis dieser Experimente nicht ausreichend geschaffen waren (siehe Bsp. AIII Löslichkeit / Löseverhalten).

Das Interesse an praktische Arbeiten ist gegeben, jedoch muss für weitere „Laboreinsätze“ im Unterricht vorab abgeklärt werden, welches Vorwissen erforderlich zum Verständnis der ausgewählten Experimente notwendig ist und ob diese mit denen der SchülerInnen übereinstimmen.

## 5 RESÜMEE UND AUSBLICK

So spannend die Naturwissenschaften sind, viele unserer Jugendlichen zeigen kein sehr ausgeprägtes Interesse an ihnen. Aus diesem Grund versuchte ich herauszuarbeiten, auf welche Vorstellungen, alternative Vorstellungen, Fehlvorstellungen oder Präkonzepten SchülerInnen einer Polytechnischen Schule (PTS) zurückgreifen.

Jugendliche die eine PTS besuchen, beenden ihre Pflichtschule und stehen vor dem Berufseintritt. Von der Wirtschaft wird in vielen Bereichen ein Grundwissen in den Naturwissenschaften vorausgesetzt. Diese wird von den SchulabsolventInnen oft nicht ausreichend mitgebracht. Im Ballungsraum Wien besteht ein hoher Anteil an SchülerInnen mit Migrationshintergrund, erste und zweite Generation. Die Problematik des fehlenden Grundverständnisses an naturwissenschaftlichen Phänomenen ist nicht auf diese Gruppe der Jugendlichen beschränkt sondern bezieht alle jungen Menschen mitein. So zeigen viele der angehenden Lehrlinge große sprachliche Defizite die sich in einer fortschreitenden Wortlosigkeit, auch im fachlichen Bereich, äußert.

Jugendliche entwickeln im Laufe ihrer Schullaufbahn verschiedene Vorstellungen die mit Fehlvorstellungen kombiniert werden. Fehlkonzepte entstehen durch Zuordnung falscher ontologischer Kategorien. Durch die Komplexität vieler Themen können Widersprüche oder Lücken bei SchülerInnen auftreten, die durch eigene (unkorrekte-) Vorstellungen zusammengeführt werden. Dadurch können sich Fehlvorstellungen bilden. Die sprachlichen Schwierigkeiten und die zusätzliche Problematik der Transformation der Alltagssprache in die Fachsprache verstärkt dies.

Im Konstruktivistischen Lernen muss der lernende Mensch die Möglichkeit bekommen selbstständiges Wissen aufzubauen. Daher muss Vermutung, die Suche nach Erklärungen und die Schlussfolgerung miteinander verbunden werden.

Ausgehend von dieser Theorie entstanden 13 Concept-Cartoons zum Thema Wasser, in denen Jugendliche zweier PTS-Klassen ihre Vorstellungen zu unterschiedlichen Phänomenen des Stoffes darstellten. Die Ergebnisse waren Grundlage für die Zusammenstellung von sieben Versuchen, die im Labor gemeinsam mit FachlehrerInnen oder Tutoren durchgeführt wurden. Eine anschließende zweite Concept-Cartoon Befragung bildete den Abschluss.

Vorangegangen ist eine Befragung über das Interesse an Naturwissenschaften und dem naturwissenschaftlichen Unterricht, speziell im Hinblick auf das Experimentieren und Selbständiges Lernen. Dabei wurde Biologie eindeutig als beliebtestes Unterrichtsfach angegeben. Das Fach mit der geringsten Zustimmung war Physik. Die Zuordnung der im Unterricht bearbeiteten Themen war für die Befragten sehr schwer. So blieben die Angaben zu Bereichen aus der Chemie und der Physik sehr vage, wobei biologische Themen genau benannt werden konnten. Dennoch stand das praktische Arbeiten in diesen Fächern in der Unterstufe im Vordergrund. Exkursionen und Experimentieren standen ganz oben auf der „Wunschliste“ der Jugendlichen, wenn es um den Aufbau von Unterricht geht.

Mit Hilfe von 13 Concept-Cartoons wurde der Stoff Wasser von verschiedenen Seiten beleuchtet. Die Fragen richteten sich nach physikalischen Eigenschaften des Wassers wie Oberflächenspannung, die Anomalie des Wassers, Dichte und Volumen sowie die Emulsion Öl in Wasser.



Wenn man die Ergebnisse der beiden Befragungen mit Hilfe von Concept-Cartoons gegenüberstellt, so kann festgestellt werden, dass bei den Fragen nach der Anordnung der Teilchen des Wassers bei den unterschiedlichen Aggregatzuständen die Anzahl der richtigen Lösungen leicht zunahm (gasförmiger Zustand, fester Zustand) oder gleichblieb (flüssiger Zustand). Auch die Frage nach der Oberflächenspannung (Büroklammer) hat ein eindeutig besseres Ergebnis ergeben (von 46,88% auf 65%). Eindeutig stieg die Anzahl der richtigen Lösungen bei den Fragen nach dem Wasserstand nach dem Schmelzen eines Eiswürfels (von 6% auf 60%) und dem Eisberg (von 44% auf 70%). Dies kann durchaus auf den praktischen Versuch im Labor zurückgeführt werden. Die Frage nach der Kondensation wurde vor dem Labor von 34% der Befragten richtig beantwortet, nach der praktischen Arbeit von 50%.

Bei der kompakten Frage nach den Bestandteilen eines siedenden Wassers ist eine Verschlechterung festzustellen (von 62,5% auf 30%). Ebenso die Überlegung wo sich die Wasserschicht mit +4°C befindet. Hier sankt der Anteil der richtigen Lösungen von 38% auf 20%.

Die Arbeit im Labor gestaltete sich aufwendig. So wurde von den FachlehrerInnen festgestellt, dass die Konzentrationsfähigkeit der Jugendlichen sehr hohe Defizite aufwiesen. Auch das Lesen der Anleitung war nur mit Unterstützung möglich. Alltagsbezüge wurden von den SchülerInnen gerne aufgegriffen und mit eigenen Erlebnissen verbunden. Als besonders problematisch zeigte sich die Verschriftlichung der Beobachtungen und Begründungen. Dies ist auch bei den Ergebnissen der Versuchsberichte eindeutig zu erkennen. So wurden Beobachtungen meist unvollständig aufgezeichnet, Begründungen oft nicht schlüssig und wissenschaftlich nachvollziehbar angegeben. Dies lag jedoch nicht ausschließlich am Problem der Sprache. Begriffe wurden teilweise verwendet, ihre Bedeutung oft nicht verstanden.

So kann beim Vergleich Concept-Cartoon mit den Versuchprotokollen zum Thema Kondensation festgestellt werden, dass viele unterschiedliche Begründungsansätze vorhanden waren. Auffällig war die Verwendung vom anthropomorphen Konzept, dem Vergleich des Schwitzens beim Menschen. Der Begriff Kondensation wurde zwar verwendet, aber oft nicht richtig verstanden.

Festzustellen war, dass das praktische Arbeiten den SchülerInnen viel Spaß machte, wenn auch das „beim Thema bleiben“ sich nicht einfach gestaltete. Die Mädchen zeigten hier eine leicht höhere Kompetenz als die Burschen. Keinen Unterschied konnte festgestellt werden, zwischen den Ergebnissen durch die Fachbetreuung und den Tutoren. Jedoch stand der Spaßfaktor in der Gruppe mit den Tutoren noch stärker im Vordergrund.

Die Ursachen für die Probleme der Interpretation der Beobachtungen und der schriftlichen Begründungen ist nicht eindeutig festzustellen. Ob die dahinter liegenden Konzepte verstanden wurden muss teilweise in Frage gestellt werden. Oft wurden sich widersprechende Begründungen angegeben. Die Lernvoraussetzungen zum Verständnis der Experimente waren nicht ausreichend gegeben obwohl der Inhalt der Befragung eine Wiederholung der Unterstufe (7. Schulstufe) darstellte.

Um ein Verständnis für naturwissenschaftliche Konzepte zu fördern, muss verstärkt darauf geachtet werden, dass das erforderliche Vorwissen der Jugendlichen ausreichend bekannt ist, Begrifflichkeiten genau geklärt und behutsam auf das Arbeiten mit schriftlichen Protokollen hingeführt wird.

Das Anknüpfen an Alltagserfahrungen stellt eine wichtige Rolle beim Lernen und Erkennen von naturwissenschaftlichem Denken dar. Das Experimentieren und Selbstständige Lernen im Labor bietet diese Möglichkeit. Es wäre daher wünschenswert dies verstärkt auch in der PTS in den Unterricht einzubauen. Dadurch würde das Interesse an naturwissenschaftlichen Phänomenen gestärkt werden. Mädchen haben die Gelegenheit ihre Stärken auf diesem Gebiet klar zu erkennen und so auch mehr „Frauen in die Naturwissenschaften“ gebracht werden.

Fehlvorstellungen könnten festgestellt und „richtiggestellt“ werden. So könnte das Interesse der Jugendlichen an den Phänomenen in den Naturwissenschaften insgesamt erhöht werden, die Voraussetzungen für das Verständnis verstärkt und so die Forderung der Wirtschaft nach mehr „Frauen und Männern in die Naturwissenschaft und Technik“ nachgekommen werden.

Das Begreifen von Naturphänomenen beinhaltet Phantasie und das Interesse wissen zu wollen, was hinter Abläufen und Zusammenhängen steht. Grundsätzlich ist dies bei den Jugendlichen gegeben. Die richtigen Erklärungen und die Möglichkeit des „selbstständig dahinterkommens“ muss ihnen auch in der Schule gegeben werden.

## 6 LITERATUR

Barke, Hans-Dieter, „Chemiedidaktik“, Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006

Behrendt, Helga, Reiska, Priit, „Abwechslung im Naturwissenschaftsunterricht mit Concept Mapping, Puls Lucis 1, 2001

Girg, Ralf, „die Bedeutung des Vorverständnisses der Schüler für den Unterricht“, Eine Untersuchung zur Didaktik, Julius Klinkhardt Verlag, Bad Heilbrunn, 1994

Jonen, Angela; Möller, Kornelia, „Klassenkisten für den Sachunterricht: Schwimmen und Sinken“, Verlag Spectra, Essen, 2005

Posch, Peter und Altrichter, Herbert, „Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht“, 4. Auflage, Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung, Julius Klinkhardt Verlag, Bad Heilbrunn, 2007

Stork, Horst, „Was bedeuten die Forderungen „Schülervorstellungen berücksichtigen, konstruktivistisch ehren!“ für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe I?, ZfDN 1, 1995

Stenzel, Rene, Eilks, Ingo, „Gesprächsanlässe schaffen mit Concept Cartoons“, Praxis-Magazin, 2005

## 7 ANHANG

Anhang 1:

### Fragebogen zum Interesse an naturwissenschaftlichem Unterricht

Geschlecht:  weiblich  männlich

Zuletzt besuchter Schultyp:  HS  NM  AHS

**1. Hattest du in der vorigen Schule technischen Werkunterricht?**

ja  nein

**2. Wenn ja, welches der Werkstücke hat dir am Besten gefallen?**

.....  
.....

**3. Mögliche Begründung:**

- das verarbeitete Material hat mir Spaß gemacht
- das erarbeitete Thema hat mich interessiert
- weil mir technisches Werken überhaupt gut gefallen hat
- weil ich es als Geschenk verwenden konnte

**4. Welches der naturwissenschaftlichen Fächer hat dir in der vorigen Schule am Meisten gefallen?**

Biologie  Physik  Chemie

**5. Zähle je 3 Themen auf an die du dich aus dem Unterricht erinnern kannst:**

Biologie:

.....

.....  
.  
Physik:

.....  
.....  
.  
Chemie:

**6. Wie oft hast du im Physikunterricht Versuche gemacht?**

- regelmäßig                       gelegentlich                       ganz selten  
 nie

**7. Wie oft hast du im Chemieunterricht Versuche gemacht?**

- regelmäßig                       gelegentlich                       ganz selten  
 nie

**8. Wie oft hast du im Biologieunterricht Versuche gemacht?**

- regelmäßig                       gelegentlich                       ganz selten  
 nie

**9. Wie hättest du gerne deinen Physikunterricht gehabt?**

Mehrfachnennungen möglich!

- Abschreiben von der Tafel oder Buch     Exkursionen  
 Diskussion mit LehrerIn, SchülerInnen     Versuche

**10. Wie hättest du gerne deinen Chemieunterricht gehabt?**  
Mehrfachnennungen möglich!

- Abschreiben von der Tafel oder Buch     Exkursionen  
 Diskussion mit LehrerIn, SchülerInnen     Versuche

**11. Wie hättest du gerne deinen Biologieunterricht gehabt?** Mehrfachnennungen möglich!

- Abschreiben von der Tafel oder Buch     Exkursionen  
 Diskussion mit LehrerIn, SchülerInnen     Versuche

**12. Wie wurde am Häufigsten gearbeitet?**

- Frontalunterricht                       selbstständiges Erarbeiten von Stoffhalten  
 Versuche                                       Referate zu verschiedenen Themen

**13. Wie findest du das Fach Naturkunde, Ökologie und Gesundheitslehre als Kombination der naturwissenschaftlichen Fächer Physik, Chemie, Biologie?**

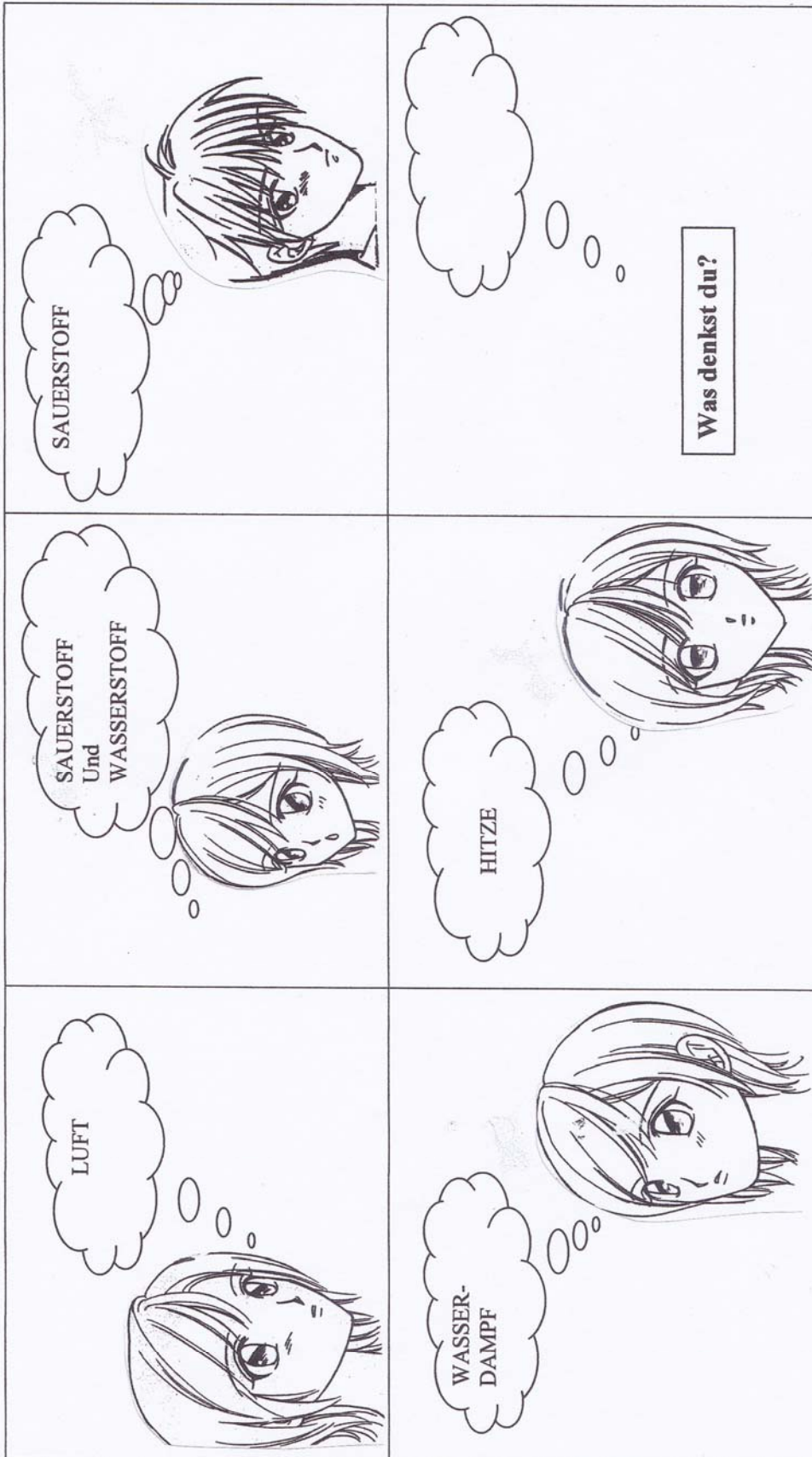
- mir werden Zusammenhänge zwischen Physik, Chemie und Biologie dadurch besser verständlich und nachvollziehbarer  
 es ergeben sich dadurch viele Themen die mich interessieren  
 finde ich recht interessant, weil es immer etwas gibt was mir auch Spaß macht  
 gefällt mir gar nicht, weil man da nicht mehr etwas in Physik, Chemie oder Biologie dazulernt

Anhang 2: Erstbefragung





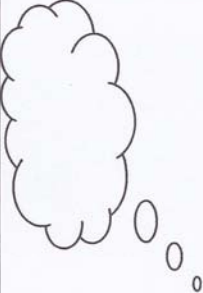
| Erstbefragung |           |    |       |           |    |       |           |       |       |               |   |       |           | Teilnehmer |       |               |       |       |     |    |       |     |    |     |
|---------------|-----------|----|-------|-----------|----|-------|-----------|-------|-------|---------------|---|-------|-----------|------------|-------|---------------|-------|-------|-----|----|-------|-----|----|-----|
|               | Antwort 1 |    |       | Antwort 2 |    |       | Antwort 3 |       |       | Antwort 4     |   |       | Antwort 5 |            |       | eigene Lösung | %     |       |     | M  | B     | M+B |    |     |
|               | M         | B  | M+B   | M         | B  | M+B   | M         | B     | M+B   | M             | B | M+B   | M         | B          | M+B   |               | M     | B     | M+B |    |       |     |    |     |
| Frage 1       | 0         | 0  | 0,0%  | 1         | 1  | 6,3%  | 3         | 4     | 18,8% | 0             | 0 | 0,0%  | 2         | 1          | 12,5% | 62,5%         | 62,5% | 62,5% | 10  | 10 | 62,5% | 16  | 16 | 32  |
| Frage 2       | 2         | 1  | 12,5% | 9         | 10 | 56,3% | 4         | 4     | 25,0% | 0             | 0 | 0,0%  | 0         | 0          | 0,0%  | 0             | 0     | 0,0%  | 0   | 4  | 0,0%  | 16  | 16 | 32  |
| Frage 3       | 4         | 1  | 25,0% | 2         | 6  | 12,5% | 1         | 1     | 6,3%  | 1             | 1 | 6,3%  | 1         | 1          | 6,3%  | 25,0%         | 25,0% | 25,0% | 5   | 7  | 31,3% | 16  | 16 | 32  |
| Frage 4       | 0         | 2  | 0,0%  | 3         | 3  | 18,8% | 3         | 3     | 18,8% | 0             | 0 | 0,0%  | 0         | 0          | 0,0%  | 43,8%         | 43,8% | 43,8% | 8   | 8  | 50,0% | 16  | 16 | 32  |
| Frage 5       | 0         | 0  | 0,0%  | 0         | 1  | 0,0%  | 0         | 0     | 0,0%  | 0             | 0 | 0,0%  | 0         | 0          | 0,0%  | 18,8%         | 18,8% | 18,8% | 0   | 0  | 0,0%  | 16  | 16 | 32  |
| Frage 6       | 1         | 0  | 6,3%  | 4         | 5  | 25,0% | 4         | 4     | 25,0% | 4             | 4 | 25,0% | 2         | 1          | 12,5% | 37,5%         | 37,5% | 37,5% | 13  | 13 | 81,3% | 16  | 16 | 32  |
| Frage 7       | 6         | 1  | 37,5% | 4         | 7  | 25,0% | 4         | 4     | 25,0% | 4             | 4 | 25,0% | 2         | 2          | 12,5% | 12,5%         | 12,5% | 12,5% | 2   | 2  | 12,5% | 16  | 16 | 32  |
| Frage 8       | 2         | 5  | 12,5% | 4         | 1  | 25,0% | 4         | 1     | 25,0% | 4             | 1 | 25,0% | 1         | 1          | 6,3%  | 6,3%          | 6,3%  | 6,3%  | 4   | 1  | 12,5% | 16  | 16 | 32  |
| Frage 9       | 4         | 1  | 25,0% | 4         | 4  | 25,0% | 4         | 4     | 25,0% | 4             | 4 | 25,0% | 2         | 1          | 12,5% | 25,0%         | 25,0% | 25,0% | 4   | 4  | 25,0% | 16  | 16 | 32  |
| Frage 10      | 4         | 4  | 25,0% | 1         | 1  | 6,3%  | 1         | 1     | 6,3%  | 1             | 1 | 6,3%  | 1         | 1          | 6,3%  | 6,3%          | 6,3%  | 6,3%  | 4   | 4  | 25,0% | 16  | 16 | 32  |
| Frage 11      | 13        | 13 | 81,3% | 1         | 3  | 6,3%  | 2         | 0     | 0,0%  | 2             | 0 | 0,0%  | 2         | 0          | 0,0%  | 18,8%         | 18,8% | 18,8% | 13  | 13 | 81,3% | 16  | 16 | 32  |
| Frage 12      | 2         | 2  | 12,5% | 2         | 1  | 12,5% | 6         | 8     | 37,5% | 6             | 8 | 37,5% | 6         | 8          | 37,5% | 6,3%          | 6,3%  | 6,3%  | 2   | 2  | 12,5% | 16  | 16 | 32  |
| Frage 13      | 0         | 1  | 0,0%  | 2         | 1  | 12,5% | 5         | 5     | 31,3% | 2             | 1 | 12,5% | 5         | 5          | 31,3% | 6,3%          | 6,3%  | 6,3%  | 0   | 1  | 3,1%  | 16  | 16 | 32  |
|               |           |    |       |           |    |       |           |       |       |               |   |       |           |            |       | %             |       |       |     |    |       |     |    |     |
|               | Antwort 4 |    |       | Antwort 5 |    |       | %         |       |       | eigene Lösung |   |       | %         |            |       | %             |       |       |     |    |       |     |    |     |
|               | M         | B  | M+B   | M         | B  | M+B   | M         | B     | M+B   | M             | B | M+B   | M         | B          | M+B   | M             | B     | M+B   | M   | B  | M+B   | M   | B  | M+B |
| Frage 1       | 10        | 10 | 62,5% | 2         | 1  | 12,5% | 62,5%     | 62,5% | 62,5% | 0             | 0 | 0,0%  | 0         | 0          | 0,0%  | 0,0%          | 0,0%  | 0,0%  | 0   | 0  | 0,0%  | 16  | 16 | 32  |
| Frage 2       | 0         | 4  | 0,0%  | 0         | 0  | 0,0%  | 25,0%     | 25,0% | 25,0% | 1             | 1 | 6,3%  | 1         | 1          | 6,3%  | 6,3%          | 6,3%  | 6,3%  | 1   | 1  | 6,3%  | 16  | 16 | 32  |
| Frage 3       | 5         | 7  | 31,3% | 0         | 0  | 0,0%  | 43,8%     | 43,8% | 43,8% | 4             | 1 | 25,0% | 4         | 1          | 25,0% | 6,3%          | 6,3%  | 6,3%  | 4   | 1  | 12,5% | 16  | 16 | 32  |
| Frage 4       | 9         | 8  | 56,3% | 0         | 0  | 0,0%  | 50,0%     | 50,0% | 50,0% | 1             | 0 | 0,0%  | 1         | 0          | 0,0%  | 6,3%          | 6,3%  | 6,3%  | 1   | 0  | 0,0%  | 16  | 16 | 32  |
| Frage 5       | 8         | 7  | 50,0% | 0         | 0  | 0,0%  | 43,8%     | 43,8% | 43,8% | 3             | 0 | 0,0%  | 3         | 0          | 0,0%  | 18,8%         | 18,8% | 18,8% | 3   | 0  | 0,0%  | 16  | 16 | 32  |
| Frage 6       | 0         | 5  | 0,0%  | 2         | 4  | 12,5% | 15,6%     | 15,6% | 15,6% | 3             | 1 | 18,8% | 3         | 1          | 18,8% | 6,3%          | 6,3%  | 6,3%  | 3   | 1  | 18,8% | 16  | 16 | 32  |
| Frage 7       | 3         | 1  | 18,8% | 0         | 0  | 0,0%  | 6,3%      | 6,3%  | 6,3%  | 0             | 0 | 0,0%  | 0         | 0          | 0,0%  | 0,0%          | 0,0%  | 0,0%  | 0   | 1  | 3,1%  | 16  | 16 | 32  |
| Frage 8       | 2         | 1  | 12,5% | 0         | 0  | 0,0%  | 6,3%      | 6,3%  | 6,3%  | 1             | 1 | 6,3%  | 1         | 1          | 6,3%  | 6,3%          | 6,3%  | 6,3%  | 1   | 1  | 6,3%  | 16  | 16 | 32  |
| Frage 9       | 6         | 9  | 37,5% | 0         | 0  | 0,0%  | 56,3%     | 56,3% | 56,3% | 0             | 0 | 0,0%  | 0         | 0          | 0,0%  | 0,0%          | 0,0%  | 0,0%  | 0   | 0  | 0,0%  | 16  | 16 | 32  |
| Frage 10      | 6         | 6  | 37,5% | 0         | 0  | 0,0%  | 37,5%     | 37,5% | 37,5% | 0             | 0 | 0,0%  | 0         | 0          | 0,0%  | 0,0%          | 0,0%  | 0,0%  | 0   | 0  | 0,0%  | 16  | 16 | 32  |
| Frage 11      | 0         | 0  | 0,0%  | 0         | 0  | 0,0%  | 0,0%      | 0,0%  | 0,0%  | 0             | 0 | 0,0%  | 0         | 0          | 0,0%  | 0,0%          | 0,0%  | 0,0%  | 0   | 0  | 0,0%  | 16  | 16 | 32  |
| Frage 12      | 6         | 5  | 37,5% | 0         | 0  | 0,0%  | 31,3%     | 31,3% | 31,3% | 0             | 0 | 0,0%  | 0         | 0          | 0,0%  | 0,0%          | 0,0%  | 0,0%  | 0   | 0  | 0,0%  | 16  | 16 | 32  |
| Frage 13      | 9         | 9  | 56,3% | 0         | 0  | 0,0%  | 56,3%     | 56,3% | 56,3% | 0             | 0 | 0,0%  | 0         | 0          | 0,0%  | 0,0%          | 0,0%  | 0,0%  | 0   | 0  | 0,0%  | 16  | 16 | 32  |


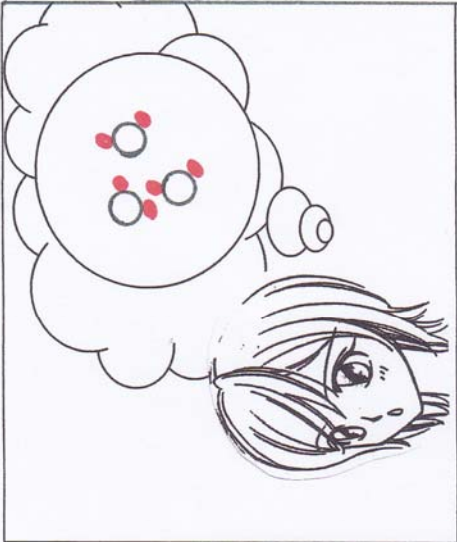

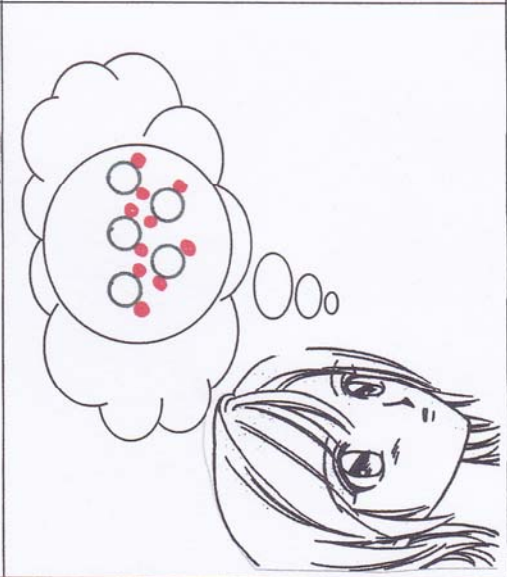
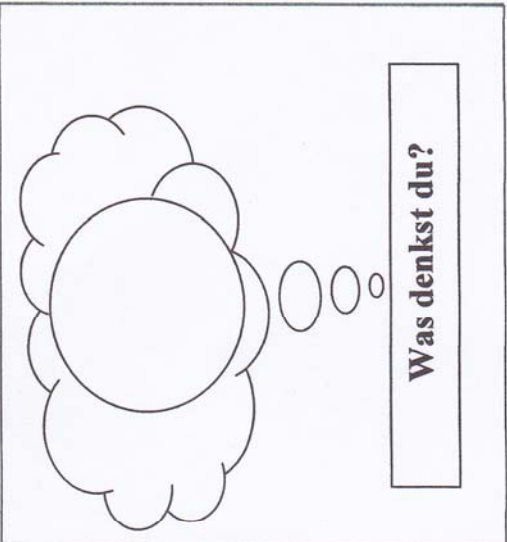
Anhang 3: Concept-Cartoons

Wasser siedet (kocht) in einem Becher 30 Minuten lang. Woraus bestehen die entstehenden Blasen?



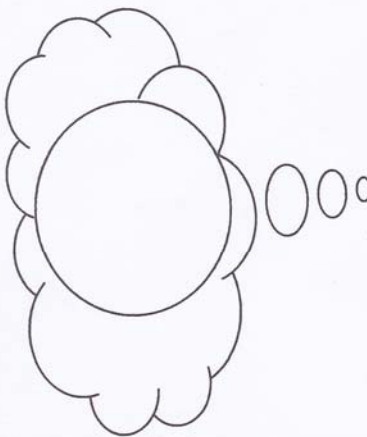
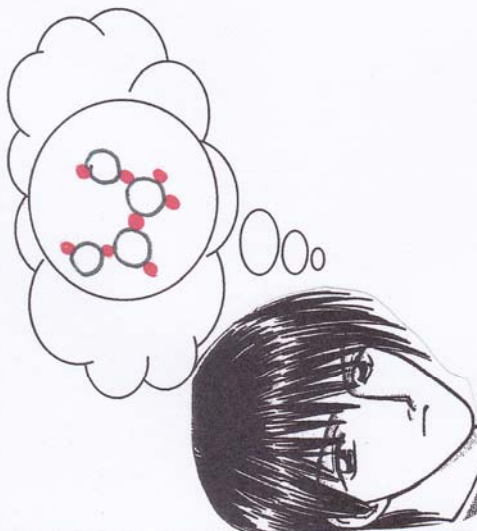


|  |   |  |
|--|---|--|
|  <p>Luft</p>            | <p><b>Verdunstung</b><br/>Die Verdunstung von Wasser H<sub>2</sub>O</p>   |  <p>Sauerstoff und Wasserstoff</p>          |
|  <p>Wasser</p>         | <p>In einem verschlossenen Becher ist das Wasser vollständig verdunstet.<br/>Wie setzt sich der Dampf zusammen?</p> |  <p>Wasser, Wasserstoff und Sauerstoff</p> |
| <p>Was denkst du?</p>  |   |  |


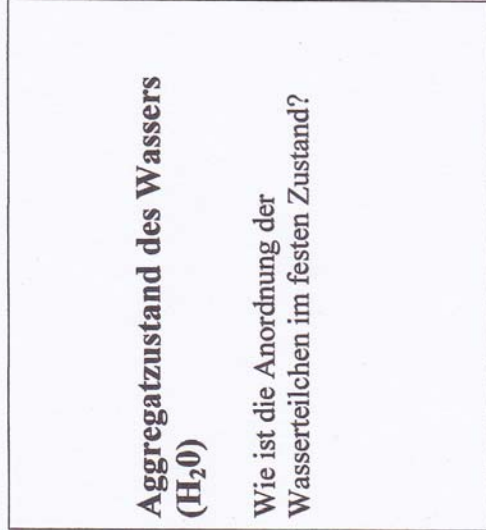
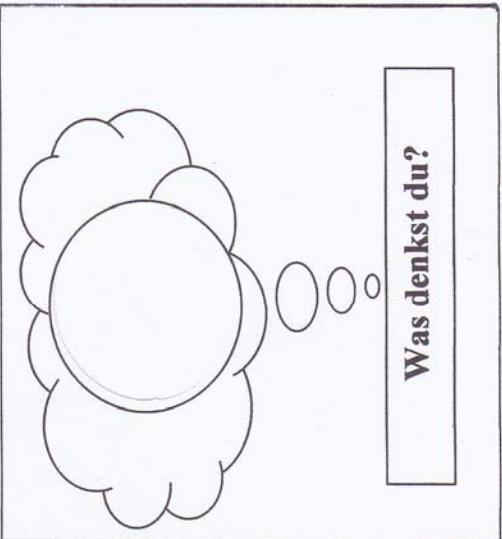

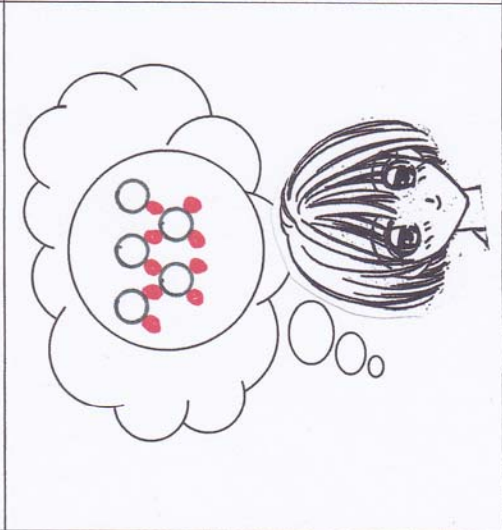
|  |   |  |
|--|---|--|
| <p><b>Aggregatzustand des Wassers</b><br/>         Wie ist die Anordnung der<br/>         Wasserteilchen im flüssigen Zustand?</p> |   |                         |
|    |  | <p>Was denkst du?</p>  |

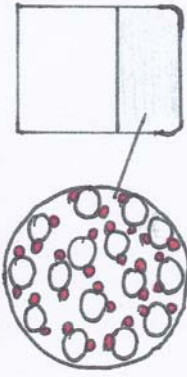
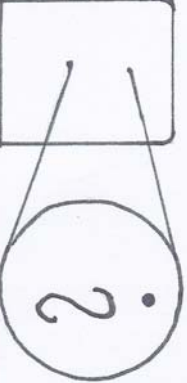








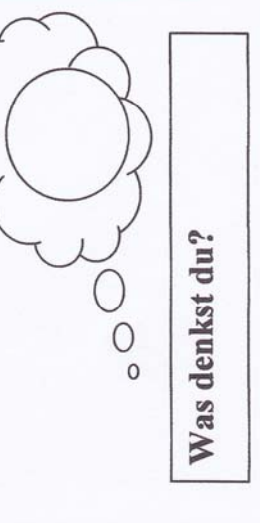
**Aggregatzustand des Wassers  
(H<sub>2</sub>O)**



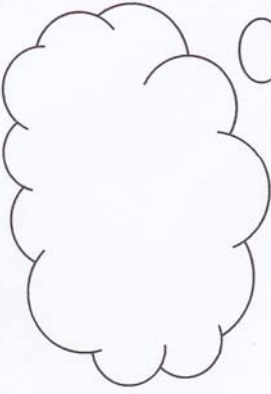


Wie ist die Anordnung der  
Wasserteilchen im gasförmigen Zustand?



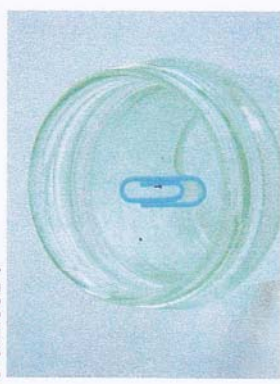





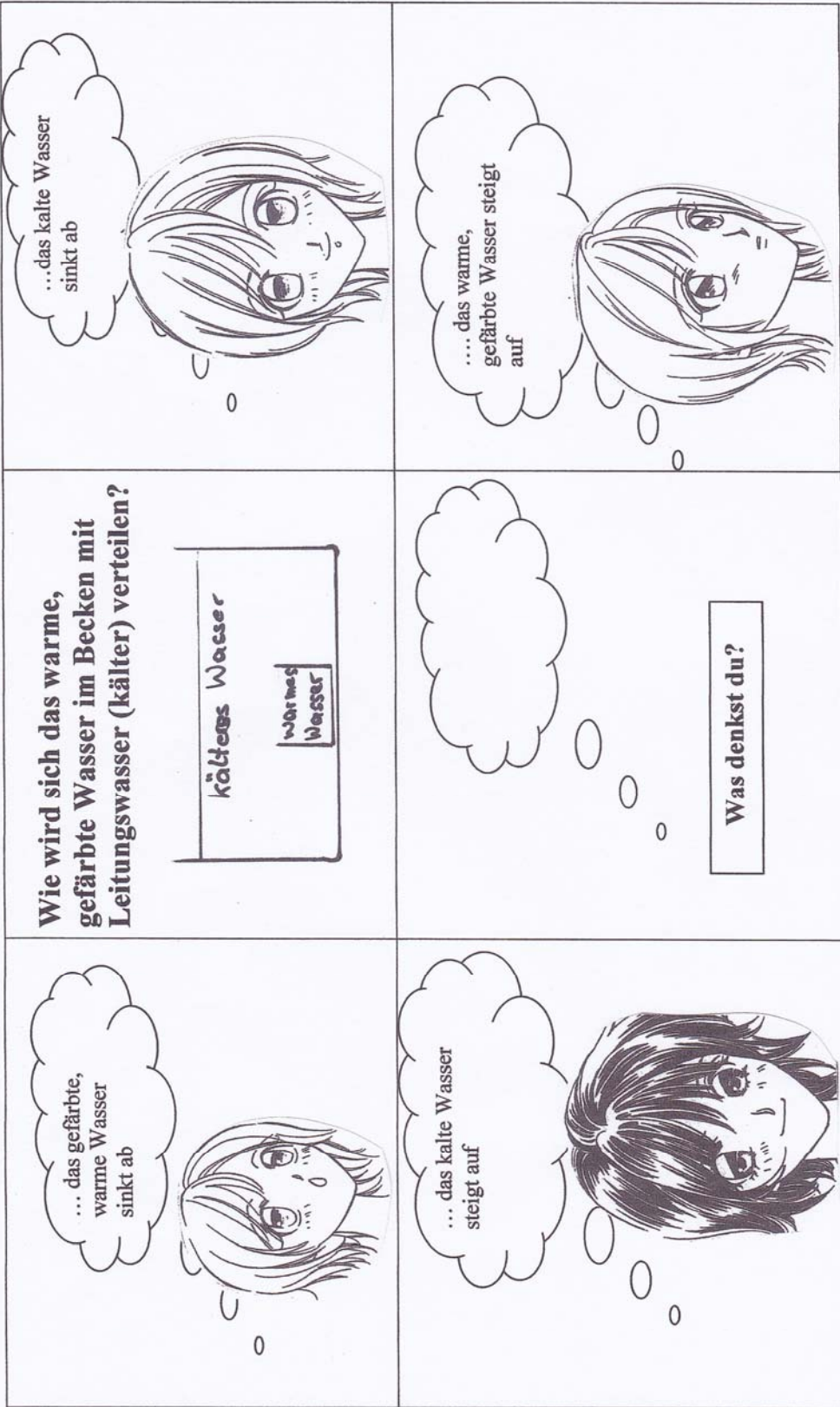
Was denkst du?

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>Aggregatzustand des Wassers<br/>(H<sub>2</sub>O)</b></p> <p>Wie ist die Anordnung der<br/>Wasserteilchen im festen Zustand?</p> |   |   |
|   |  |  |
|   |   | <p>Was denkst du?</p>  |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p>Der Kreis bei Bild 1 zeigt uns das Bild von flüssigem Wasser in einem geschlossenen Behälter.</p>  <p style="text-align: right;"><b>Bild 1</b></p> | <p>Was würde der Kreis bei Bild 2 zeigen, nachdem das Wasser verdunstet ist?</p>  <p style="text-align: right;"><b>Bild 2</b></p> | <p><b>Schlüssel:</b></p> <p> Wasser</p> <p> Sauerstoff</p> <p> Wasserstoff</p> |
|   |   |    |
|    |    |  <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;"><b>Was denkst du?</b></p>  |

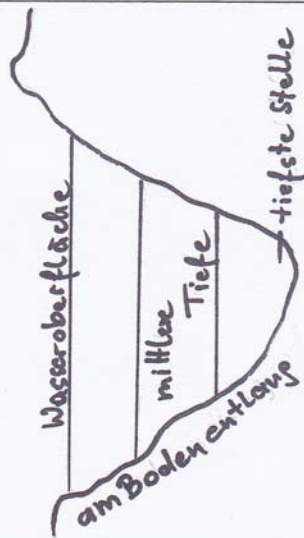
|   |   |  |
|---|---|--|
|  <p>Wasserdampf aus der Luft kondensiert auf der Flasche</p> | <p><b>Kondensation</b></p> <p>Eine kalte Flasche Coca-Cola bildet Wasser auf der Flaschenaußenseite („Schwitz“).</p> <p>Wie kommt das Wasser dort hin?</p>  | <p>Cola verdunstet und kondensiert auf der Außenseite der Cola-Flasche</p>                                        |
|  <p>Was denkst du?</p>                                      | <p>Die Flasche aus Glas funktioniert wie eine halbdurchlässige Hülle und erlaubt dem Wasser aus dem Cola „durchzukommen“.</p>  | <p>Das Kohlendioxid im Cola vermischt sich beim Öffnen der Flasche mit der Luft und bildet Wassertropfchen</p>  |

|   |   |
|---|---|
|  <p>... weil das Wasser die Büroklammer herausdrückt</p> |  <p>... weil die Büroklammer flach ist und deshalb nicht untergeht</p> |
| <p><b>Warum geht die Büroklammer nicht unter?</b></p>   |  <p>Was denkst du?</p>   |
|  <p>... weil die Büroklammer leicht genug ist</p>      |  <p>... weil das Wasser eine sehr hohe Oberflächenspannung hat</p>   |





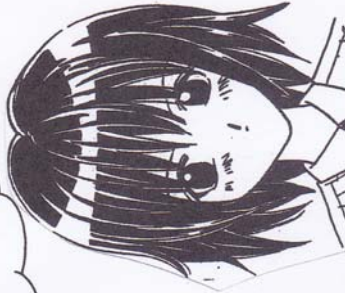
Wo befindet sich die  
Wasserschicht mit +4°C?



... in der mittleren  
Tiefe



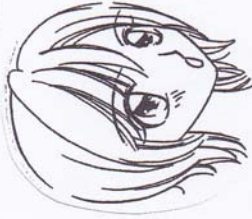
... an der  
Wasseroberfläche



... an der tiefsten  
Stelle ...

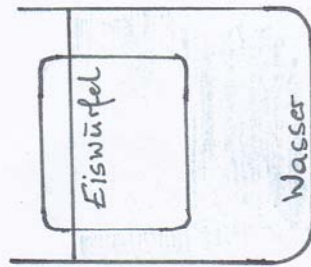


... am Boden entlang...

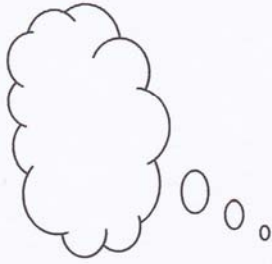


Was denkst du?

**Zwei Eiswürfel treiben im Wasser**  
Nachdem das Eis geschmolzen ist, wird  
der Wasserstand wie sein?



Was denkst du?



HÖHER



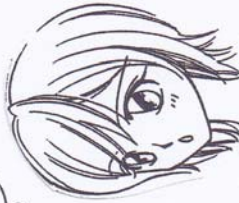




NIEDRIGER

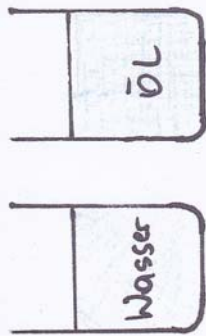


GLEICH

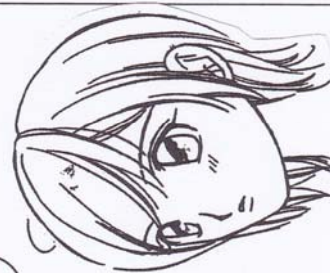


|  |  |   |
|--|--|---|
| <p><b>Ein Eisberg schwimmt .....</b></p>   |  <p>.... auf dem Wasser</p>                        |  <p>... unter der Wasseroberfläche</p> |
|  <p>... mit dem größten Teil unter Wasser</p> |  <p>... mit dem größten Teil über dem Wasser</p> |  <p>Was denkst du?</p>                |

Was geschieht, wenn du Wasser und Öl gemeinsam in ein Glas leerst?



... Wasser geht unter und sinkt auf den Boden des Glases



... Wasser und Öl vermischen sich zu einer Flüssigkeit



Was denkst du?

... Wasser „schwimmt“ auf dem Öl



... Öl „schwimmt“ auf dem Wasser. Es bildet sich eine dünne Schicht, da mischen sich die Flüssigkeiten



Anhang 4:

## **Beobachtungen rund um WASSER**

### **Gruppe:**

Untersucht werden Eigenschaften und Besonderheiten des Wassers.

Die genaue Durchführung der Versuche ist Schritt für Schritt aufgebaut.

Eure Beobachtungen sollen gleich notiert werden, Deutungen in der Gruppe besprochen und anschließend in das dafür vorgesehene Protokoll aufgeschrieben werden.

Bitte macht immer eine Zeichnung zu euren Beobachtungen dazu!

### ***I A. WASSERTROPFEN auf einer 5c-Münze***

#### ***Oberflächenspannung***

**Notwendige Material:** 5c-Münze, Pipette; Flasche mit Wasser

**Frage:** Wie viele Tropfen Wasser passen auf die Geldmünze?

### **Durchführung:**

1. Jeder schätzt die Anzahl der Wassertropfen, die auf seine Münze passen und notiert diese auf dem Protokoll.
2. Jeder füllt die Pipette mit Wasser und versucht so viele Wassertropfen auf seine Münze fallen zu lassen, wie möglich, bevor das Wasser auf die Unterlage läuft.
3. Vergleicht euer Ergebnis und notiert die höchste Tropfenanzahl
4. Beschreibt in kurzen Sätzen den Versuch. Notiert eure Beobachtungen.
5. Versucht eine Erklärung zu finden, warum so viele Tropfen auf der Münze bleiben.

## **II A.VULKAN**

### ***Geschwindigkeit von Teilchen***

**Notwendige Material:** Wasserbehälter mit wasserleitungskaltem Wasser, Glas mit gefärbtem, warmen Wasser.

**Frage:** Was geschieht mit dem gefärbten Wasser?

Warum ist das so?

#### **Durchführung:**

Stelle in den Wasserbehälter vorsichtig das Glas mit dem gefärbten, warmen Wasser. Daneben, mit einem kleinen Abstand, das Glas mit dem sehr kalten Wasser.

#### **Notiert eure Beobachtungen:**

1. gleich zu Beginn:
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
2. nach 1 Minute:
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
3. nach 3 Minuten:
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
4. nach 5 Minuten:

Notiert eine Erklärung für eure Beobachtungen:

### **III A. BUNTER TROPFEN**

**Notwendige Material:** leerer Behälter, Flasche mit Wasser, Flasche mit Öl, Tropfen bunter Tintenpatrone

**Frage:** Mischen sich die verschiedenen Flüssigkeiten?

**Durchführung:** Füllt den leeren Behälter bis knapp unter der Hälfte mit Wasser. Füllt ganz vorsichtig Öl auf das Wasser. Wartet 3 Minuten. Vorsichtig werden 4 Tropfen Tintenpatrone auf die Flüssigkeitsoberfläche geträufelt.

**Notiert eure Beobachtungen:**

1.gleich zu Beginn:

2.nach 1 Minute:

3.nach 5 Minuten:

4.nach 10 Minuten:

## ***B. OBERFLÄCHENSpannung***

**Notwendige Material:** Behälter mit Wasser. Büroklammer, Nadel;

**Frage:** Was kann auf dem Wasser schwimmen? Woran liegt das?

**Durchführung:** Lege vorsichtig auf die Wasseroberfläche die Nadel, anschließend die Büroklammer.

**Notiert eure Beobachtungen und versucht in kurzen Sätzen eine Begründung zu finden:**



## ***C. EISBERG***

**Notwendige Material:** großer Eiswürfel, Wasserbecken, Lineal

**Frage:** Wie viel schaut vom Eisberg aus dem Wasser?

**Durchführung:**

In das Wasserbecken wird vorsichtig der große Eiswürfel gelegt. Sorgt für eine glatte Wasseroberfläche.

**Notiert eure Beobachtung:**

In welcher Höhe befindet sich der Eisberg?

## Beobachtung der praktischen Arbeit im Labor

### 1. Wie hat sich die Arbeitsaufteilung innerhalb der Gruppe gestaltet?

N. (Mädchen) zieht die Arbeit ans sich, arbeitet gut mit andrem Mädchen V zusammen. V sehr kurze Konzentrationsspanne. Bursch N. gute motorische Fähigkeit, arbeitet jedoch nicht mit den Mädchen zusammen, ist bald sehr gefesselt von den Phänomenen.

Jeder der SchülerInnen hat irgendetwas oder nichts gemacht. Alle warten was geschieht.

Mädchen beginnt gleich zu arbeiten. Sätze wie „der ist halt blöd“ fallen, Mädchen bestimmt die Reihenfolge der Versuche. Bursch M. verschriftlicht die Beobachtungen. Andere Gruppenmitglieder lassen sich diktieren.

Mädchen C. macht fast alles im Alleingang. Bursch D. schreibt von Mädchen ab. Bursch N. macht nur gelegentlich mit. Die Versuche sind nicht so interessant, wie die Gruppenmitglieder anderer Arbeitsgruppen.

### 2. Konnten die SchülerInnen die Versuche mit Hilfe der Arbeitsanleitungen durchführen?

Arbeit mit Unterstützung möglich, vor allem durch Lob und Anerkennung Motivation möglich.

Auf Grund von Mangel an Konzentration nicht möglich. Das Lesen der Anleitung alleine nicht möglich. Müssen wiederholt aufgefordert werden.

Durch Unterteilung in kleine Schritte ist die Erarbeitung der Anleitung möglich.

Schlechtes Durchhaltevermögen und kurze Konzentrationsphase machen das Lesen der Anleitungen fast unmöglich.

### 3. Sind Gespräche neben dem Arbeiten gelaufen? – in welchem Verhältnis?

Gespräche sind sowohl zu den Versuchen als auch „abseits“ vorhanden. Leider steht das „Runtermachen“ der Mitschüler im Vordergrund.

Durch das strikte Einschreiten der Lehrkraft bleibt das Gesprächsthema Wasser.

Mädchen C. sehr konzentriert bei den Versuchen, bei den Burschen ist eher das Gespräch mit anderen Gruppen im Vordergrund.

### 4. Wie haben die SchülerInnen auf Zusatzinfos reagiert? – ignoriert, eingegangen, eingebaut, nicht wahrgenommen, .....

SchülerInnen sind auf Zusatzinfos der Lehrkräfte angewiesen, nehmen Denkanstöße jedoch dankbar an.

Infos wurden meist interessiert aufgenommen. Konzentration durch ein Wiederholen der Information verbessert.

Interesse stark vorhanden. Zusatzfragen sehr interessiert aufgenommen und führten zu einem Zwiegespräch.

Alltagsbezug erhöhte das Interesse. Bursch D. erzählt von eigenen Erlebnissen und Zeitungsberichten zum Thema.

### **5. Wie gestaltete sich die Verschriftlichung der Beobachtungen?**

Bursch M. formuliert, andere lassen sich diktieren.

Das Schreiben ist ausgesprochen mühsam, meist nur nach Aufforderung möglich. Bursch M. große Schwierigkeiten sich auszudrücken, zu verschriftlichen. Benötigt permanente persönliche Aufmerksamkeit durch die Lehrkraft.

So kurz und bündig wie möglich. Sowohl Zeichnung als auch Text gemeinsam und mit Hilfe möglich.

Formulierungen fallen den SchülerInnen sehr schwer. Zeichnen wird abgelehnt (das kann ich nicht).

„Deutsche“ Sätze sind schwer zu bilden. Es wurde an Formulierungen „herumgetüfelt“.

### **6. Wie selbstständig konnten die SchülerInnen arbeiten? Wie viel Hilfe benötigten sie von euch?**

SchülerInnen arbeiten, jedoch die Unterstützung durch Lob war sehr motivierend und notwendig. Die Arbeitsbereitschaft wurde dadurch erhalten (die meiste Zeit, nicht immer von der ganzen Gruppe. Vor allem nicht immer gleichzeitig).

Permanente Anleitung war notwendig (tu, schau, schreib, was siehst du, ....)

Ein Schüler arbeitete wirklich selbstständig und konnte auch selbstständig formulieren.

Konzentrationsphasen eher kurz. Im Vordergrund stand das Spielen mit den zur Verfügung stehenden Materialien.

Mussten immer wieder auf die Aufgaben hingeführt werden.

Nur eine Schülerin hätte die Unterstützung der Lehrkraft nicht benötigt, für den Rest der Gruppe war die Leitung und Anleitung durch die Lehrkraft dringend notwendig.

### ***D. WASSERVERDRÄNGUNG***

**Notwendige Material:**, Wasserbecken, Eiswürfel, Filzstift

**Frage:** Wie verändert sich der Wasserstand, wenn die Eiswürfel geschmolzen sind?

**Durchführung:**

In das Wasserbecken werden Eiswürfel gelegt. Der Wasserstand wird angezeigt – Filzstift. Sorgt für eine glatte Wasseroberfläche. Warten bis die Eiswürfel geschmolzen sind. Markiert den Wasserstand.

**Notiert eure Beobachtung:**

1. Wasserstand am Beginn des Versuches:
2. Wasserstand nach dem die Eiswürfel geschmolzen sind:

**Warum ist das so?**

**Gebt eine Begründung an:**

### ***E. KONDENSATION***

**Notwendige Material:**, Flasche mit gefärbten gekühltem Wasser.

**Frage:** Was zeigt sich an der Flaschenoberfläche?

**Notiert eure Beobachtung und gebt eine Begründung an:**