

Naturwissenschaftlicher
Unterricht in der Realschule
Oberschulamt Tübingen

Experimenteller Lernzirkel (ELZ)

Wasser hat erstaunliche Eigenschaften

Erhard Mathias
Eichendorff Realschule
Frauenstraße 16
72762 Reutlingen
letzte Überarbeitung: 25.11.1999

Experimenteller Lernzirkel (ELZ): *Wasser hat erstaunliche Eigenschaften*

1. Zielsetzung

1.1. Allgemein: Die Idee des *experimentellen Lernzirkels* fußt in der Verflechtung zweier bekannter Unterrichtsmethoden, dem der Freiarbeit zugehörigen *Lernzirkel* sowie der im Technik- und Hauswirtschaftsunterricht üblichen Arbeit in *Stationen*. Grund für ihre Verbindung und Übertragung auf den Chemieunterricht waren für mich folgende Überlegungen:

- a) Alle Schüler, aber auch viele Lehrer sind sich darüber einig, dass in der Schule zuwenig Schülerexperimente durchgeführt werden; was Schülern den Chemieunterricht zunehmend verleidet und den Erkenntnisprozess erschwert;
- b) Für die parallele Durchführung desselben Experiments in mehreren Gruppen fehlen Geräte und Chemikalien in entsprechender Zahl.
- c) Da bei ca. 30 Schülern, organisiert in 2-er oder 3-er Gruppen, unterschiedlich schnelles Vorgehen unvermeidbar ist, gestaltet sich die Aufsicht schwierig und die Unruhe der "Schnellen" nimmt störende Ausmaße an.
- d) Wenn alle dasselbe machen "müssen" ist die Arbeitsmotivation gering.

Viele Argumente könnte man für die Bedeutung von Schülerversuchen im Chemieunterricht anführen, neben der altbekannten Weisheit "learn it - by do it", insbesondere die Förderung der Sozial- und Handlungskompetenz, jedoch sollen an dieser Stelle lediglich einige Vorteile des **experimentellen Lernzirkels** (ELZ) gegenüber herkömmlichen Schülerexperimenten hervorgehoben werden:

- a) Während bei herkömmlichen Schülerversuchen alle Experimentiergruppen auf Anweisung des Lehrers *Dasselbe* tun, besteht beim ELZ die motivierend wirkende Wahlmöglichkeit. Um letzteren Effekt zu verstärken, können neben Pflicht - Stationen (*P*) einige als nicht verpflichtende Wahl - Stationen (*W*) angegeben werden.
- b) Angesichts der Knappheit an Unterrichtszeit und Material bietet der ELZ den Vorteil, dass ein *Versuchsaufbau nur einmal* an der jeweiligen Station installiert werden muss.
- c) Bei meinen ELZ wurden die Versuche bewusst nach dem Kriterium *Umweltverträglichkeit* und *geringer Aufwand* an Geräten und Chemikalien ausgesucht.
- d) Während bei herkömmlichen Versuchen bisweilen Unruhe dadurch entsteht, dass einige Gruppen schneller als andere sind und dann infolge Untätigkeit störend agieren, bietet ein ELZ die Möglichkeit des *fliegenden Wechsels*, d.h. wenn eine Gruppe fertig ist, tauscht sie mit einer entsprechenden oder wechselt zu einer freien (*W*) - Station. Ist auch dieses nicht möglich, arbeitet sie zur Überbrückung am Protokoll des zuerst durchgeführten Versuchs.
- e) Indem sich die Schüler intensiv u.a. auch mit der Planung, der Bereitstellung der Stoffe und dem Versuchsaufbau beschäftigen, ergeben sich interessante und kreative Vorschläge, die das Versuchsrepertoire der Lehrperson bereichern (Laufzettel: rechte Spalte).

1.2. Didaktik des ELZ *Wasser hat erstaunliche Eigenschaften*: Dieser ELZ eignet sich besonders für den Einführungsunterricht im Fach Chemie, LPE 8.1: *Eigenschaften von Stoffen*, weil dafür kaum experimentelle Vorerfahrungen notwendig sind. Unter Einbeziehung messbarer Eigenschaften wie Schmelz- und Siedepunkt sowie Dichtemessungen kann ein ausführlicher Steckbrief (Eigenschaftskombinationen) des Stoffes Wasser erstellt werden. Auch weisen erste Versuchsschritte auf *chemische Reaktionen* hin. Da viele der vorgeschlagenen Versuche auf physikalische Erkenntnisse hinauslaufen, kann sich auch das Fach Physik dieses ELZ bedienen, z.B. im Hinblick auf LPE 8.1 (*Elektrostatik*) und LPE 8.2:

(*Kräfte messen*). Auch Biologie wird bezüglich der LPE 2 (*Bedeutung des Wassers*) sowie in anderen Sachverhalten angesprochen. Schließlich ist **Wasser** auch Inhalt der LPE 8.2. Chemie und FTH 1. Unter fächerverbindendem Aspekt kann dieser ELZ am Anfang des gesamten naturwissenschaftlichen Unterrichts (in jeder Klassenstufe) eingesetzt werden, um Fragestellungen und Vorgehensweise der Naturwissenschaften exemplarisch darzustellen. Auch im Hinblick auf ein Training experimenteller Fertigkeiten der Schüler bietet dieser ELZ gute Voraussetzungen.

Aus ökologischen und finanziellen Gründen ist dieser ELZ darauf ausgerichtet, weitgehend nur mittels der Stationenbeschreibung durchgeführt zu werden. Bei Bedarf kann auf die den Schülern vorliegenden *Schülerbücher* der Fächer Chemie, Physik und Biologie zurückgegriffen werden. Dadurch wird die Papierflut an Schulen etwas eingedämmt und Unterrichtswerke in verstärktem Maße zum Einsatz gebracht. So lernen die Schüler, schnell über das Stichwortverzeichnis ins Thema zu gelangen.

2. Organisatorischer Rahmen

1. Das Verzeichnis der Stationen - Themen wird als Folie projiziert und die Zuordnung nach Wunsch der 3 - 4 - köpfigen Experimentiergruppen für die Erststation durchgeführt.
2. Danach werden die Versuchsbeschreibungen für die gewählten Stationen verteilt. Die Stationen verbleiben an dem jeweiligen Tisch.
3. Jeder Schüler erhält eine Kopie für den LZ - Bericht ("Laufzettel"), der bei jeder Station ausgefüllt wird. Für die Erststation wird außerdem ins Heft ein Bericht erstellt. (Zur Ergebnissicherung siehe LZ - Bericht, Kleingedrucktes).
4. In der Gruppe erfolgt Aufgabenverteilung, Versuchsaufbau, Durchführung und Protokollierung.
5. Nach Beendigung kann getauscht oder zu einer freien Station gewechselt werden. Es kann beim Wechsel bei der neuen Gruppe ein Schüler oder eine Schülerin aus der vorangegangenen Gruppe kurz zur *Einweisung* bei der Station verbleiben. Die Möglichkeit des Wechsels wird durch frei bleibende Wahl - Stationen erleichtert.
6. Nach einer geschätzten Zeit von ca. 4 Unterrichtsstunden, spätestens nach Eintreten von ersten Ermüdungserscheinungen kann der ELZ abgebrochen werden. Der Bericht über die jeweils erste Station kann in einer Nachbereitungsstunde vorgetragen und eventuell bewertet werden. Es wird folgender Bewertungsschlüssel vorgeschlagen:
Sachinformation=2P, Darbietung=1P, Medieneinsatz (z.B. Vorführung, Ergebnisse)=1P, Partner-Ausgewogenheit=1P; Note 1,0 bei 5 erreichten Punkten.
Als zeitsparende Alternative bietet sich eine Expertenrunde an.
7. Zur abschließenden Ergebnissicherung dient das Kreuzworträtsel; Lösung: "Eigenschaft".
8. Die Kontrollstation kann zur Überprüfung der Ergebnisse herangezogen werden. Ein einfaches Abschreiben von Ergebnissen sollte vermieden werden.

3. Auswahl der Inhalte

Die im folgenden dargestellten Stationen beruhen auf Anregungen, die mir bei einer vom Staatlichen Schulamt Biberach zusammen mit der Graf Bernadotte Stiftung auf der Insel Mainau organisierten Lehrerfortbildung zum Thema "Wasser" vermittelt wurden. Das empfehlenswerte Jugendbuch "Mein erstes Buch vom Wasser" Tessloff Verlag, diente dabei als Arbeitsanweisung für äußerst spannende und dennoch einfache Experimente. Daraus ergaben sich, methodisch aufbereitet und vereinheitlicht neun Stationen dieses ELZ. Auch die anderen Experimente erstellte ich nach den Kriterien: *Staunen erregen, einfach durchführbar und realitätsbezogen*. Die Erarbeitung chemischer oder physikalischer Sachverhalte sowie der sich in dieser Hinsicht anbietende "rote Faden" wurden zugunsten der obigen Kriterien

bewusst außer Acht gelassen. Es geht in diesem ELZ darum, Wasser von seinen Eigenschaften her als einen erstaunlichen, ganz besonderen, lebensspendenden Stoff darzustellen.

4. Unterricht konkret

Der folgende ELZ besteht aus:

- Folienvorlage *Verzeichnis der Stationen*
- Laufzettel *Lernzirkel-Bericht*
- 16 Beschreibungen der einzelnen *Stationen*
- Ergebnisse der Fragen in der vom Lehrer betreuten *Kontrollstation*
- *Kreuzworträtsel*, welches auch als Überprüfungstest verwendet werden kann

5. Erfahrungen und Bewertungen

Dieser ELZ wurde von mir und anderen Kollegen nunmehr in dem dritten Schuljahr durchgeführt. Die daraus erfolgten Rückmeldungen flossen als Überarbeitungen und hoffentlich Verbesserungen ein. So bin ich auch weiterhin für Anregungen dankbar!

Im ersten Schuljahr wurde dieser ELZ als Einstieg in das Fach Chemie und zur exemplarischen Erarbeitung des Begriffs *Eigenschaften* eingesetzt. Als Folge stellte ich eine verstärkte Neugier für den Stoff Wasser fest, die darin gipfelte, dass die betroffene 8. Klasse begeistert in das von der Stadt Reutlingen befürwortete Langzeitprojekt "Biologischer und chemischer Index Reutlinger Gewässer" einstieg.

Da mit jedem Vorteil auch Nachteile verbunden sind, muss darauf hingewiesen werden, dass dieser ELZ und die beiden anschließend durchgeführten ("Messbare Eigenschaften" und "Expertengruppen: einfaches Teilchenmodell") dermaßen Zeit veranschlagt haben, so dass die gesamte LPE 3 "Elementgruppen, Atombau und PSE" nach Klasse 9 verschoben werden musste. Ist das nun eine Kritik an dieser Methode oder an der für das Fach Chemie verfügbaren geringen Stundenzahl?

In folgenden Schuljahren wurde der ELZ wieder in 8-er Klassen vorangestellt, allerdings als Einstieg in den von mir beabsichtigten "vernetzten Physik-Chemie- und Biologieunterricht". Beim Vortrag der Gruppenergebnisse wurde je Station darüber entschieden, welche Fachgebiete angeschnitten wurden. Daraus ergaben sich ziemlich detaillierte Ansichten der Schüler darüber, welche Zielsetzungen Physik, Chemie und Biologie jeweils haben. Ihnen gemeinsam ist die planmäßige Forschungsmethode. Allerdings ergab sich im Gespräch eine (altbekannte, siehe manche Nobelpreisträger) Erkenntnis: Nicht immer muss eine Arbeits-hypothese der Versuchsplanung vorangehen. Ähnlich wie in diesem LZ können sogenannte Zufallsexperimente, die einfach begeistern und dadurch zu weiterem Erkunden motivieren, bedeutende Zufallsentdeckungen nach sich ziehen. Nach Abschluss dieses ELZ wurde mit der Klasse gemeinsam das weitere Vorgehen und der Grad der Vernetzung von Physik, Chemie und Biologie abgestimmt.

Aus der bisherigen Erfahrung mehrerer durchgeführter ELZ lässt sich allgemein sagen, dass sie sich gut zur Vermittlung gleichwertiger und relativ unabhängiger Sachinformationen eignen, mit den schon erwähnten Vorteilen. Wenn jedoch hierarchische Erkenntnisse vermittelt werden sollen, erweist sich ein Lernzirkel als wenig geeignet. Der freie Wechsel der Gruppen wird dadurch eingeschränkt, dass eine Station womöglich die Erkenntnisse einer anderen zum Verständnis benötigt.

(Erhard Mathias, Reutlingen
den24.11.99.)

lernen in experimentellen Stationen



- **ermöglicht individuelles Arbeiten:**
Schülerinnen und Schüler sind nicht gezwungen, in einer bestimmten Zeit ein bestimmtes Stoffpensum zu erarbeiten. So kommen auch Langsamere zum Zuge;
- ermöglicht selbständiges Arbeiten:**
traditionellen Unterricht, für viele Schüler eine neue Erfahrung. Das zunehmende Schülerinnen und Schüler fühlen sich nicht mehr vom Lehrer abhängig wie im Vertrauen in das eigene Können steigert das Selbstwertgefühl;
- ist handlungsorientiert:**
Experimentelle Erfahrungen und vielfältige Handlungsmöglichkeiten fördern Qualifikationen, die im traditionellen Unterricht brach liegen und führen auch in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit zur intensiven Auseinandersetzung mit einem Thema;
- fördert die Motivation:**
Das praxisbezogene Arbeiten an den Stationen ermöglicht Erfolgserlebnisse. Abwechslungsreiche Aufgaben lassen keine Langeweile aufkommen;
- ist optimiertes Lernen:**
Learn it by do it- selbst entdeckte und erarbeitete Erkenntnisse bleiben länger im Gedächtnis, als vom Lehrer vorgetragenes Fachwissen;
- fördert die Sozialkompetenz:**
Das Arbeits- und Lernverhalten der Gruppe von 3- 4 Schülern verbessert sich zusehends von Station zu Station. Disziplinprobleme wie im Frontalunterricht ebbend zunehmend ab.

Lernzirkel: Wasser hat erstaunliche Eigenschaften - Stationen-Verzeichnis

Station 1: Wasser hilft heben

Station 2: Sinken und schwimmen

Station 3: Verschieden dichte Flüssigkeiten

Station 4: Golfstrom im Modell

Station 5: Springbrunnen ohne Pumpe

Station 6: Eis auf Wasser-ganz normal

Station 7: Wenn Wasser gefriert

Station 8: Wie der Wasserläufer

Station 9: Auch ein Boots - Antrieb

Station 10: Wasser, elektrisch geladen?

Station 11: Wie kommen Bäume an ihr Wasser?

Station 12: Wasser als Künstler

Station 13: U-Boot

Station 14: Wasser, ein Lebensraum

Station 15: Wasser chemisch nachweisen

Station 16: Wasser reagiert

Organisation:

- 1.** An die Schülertische werden in Reihenfolge die Schachteln mit Stationsmaterial und Versuchsbeschreibung angeordnet.
- 2.** Bildet Gruppen von 2- 4 Schülern. Wählt unter Berücksichtigung anderer Gruppenwünsche (notfalls Loswahl) eure erste Station; einige Stationen sollten als Ausweichmöglichkeit zunächst frei bleiben.
- 3.** Verteilt die Ämter "Material", "Durchführung" und "Protokoll" in der Gruppe bei jedem Versuch neu!
- 4.** Setzt euch an die entsprechende Station.
- 5.** Lest die Beschreibung, beschafft danach Materialien und führt den Versuch durch.
- 6.** Schreibt Thema und stichwortartig die Lösungen der bearbeiteten Stationen in den Lernzirkel-Bericht! Ordnet ihn ins Heft ein. Macht euch Notizen zu jeder Station. Erstellt als Hausaufgabe ein ausführliches Protokoll jeder Station ins Heft (Chemie oder Physik?), beantwortet auch die Fragen! (siehe Muster: Chemiebuch, S. 19)
- 7.** Seid ihr mit einer Station fertig, so wechselt mit einer anderen Gruppe oder zu einer freien Station. Notfalls könnt ihr auch am Protokoll arbeiten. Es sollten mindestens 10 Stationen bearbeitet werden.
- 8.** Beachtet während der ganzen Zeit die allgemeinen **Regeln für Lernzirkel!**

Regeln für Lernzirkel

- **Aufgaben der Station durchlesen, bevor ihr mit einem Versuch beginnt.**
- **Erst jeder für sich überlegen, dann in der Gruppe besprechen, danach erst handeln.**
- **An den Stationen arbeiten, nicht am eigenen Tisch.**
- **Bei der eigenen Gruppe sitzen, nicht stehen oder entfernen.**
- **Jede Station in Ordnung bringen, bevor ihr geht.**
- **Sicherheitsmaßnahmen beachten.**
- **Geräte sorgsam behandeln.**
- **Chemikalien nicht verunreinigen.**
- **Mappen unter dem Tisch, da Stolpergefahr.**
- **Eine Arbeit erst beenden, bevor mit einer neuen begonnen wird.**
- **Arbeitet selbständig. Fragt nur um Hilfe, falls ihr nicht weiter wisst.**
- **Störe andere nicht bei der Arbeit. Sprich leise, wenn du etwas fragst oder erklärst.**

Beurteilung von Referaten

Hausarbeit

1:1

schriftlich
 1- 3 Seiten
 sinnvolle Gliederung
 Literaturangabe (min. 3)

(**Großreferat:** Hausarbeit +
 Vortrag;
Kurzreferat: nur Vortrag)

Vortrag

möglichst frei
 Dauer 10- 20 Minuten

Kriterien:

2 P:	Was? = Inhalt
1 P:	Wie? = frei, spannend
1 P:	Womit? = Medien
1 P:	Team?

Benotung Vortrag:

Gruppe	5 Punkte	4 Punkte	3 Punkte	2 Punkte	1 Punkt	0
nur 1 Referent	4 Punkte	3 Punkte	2 Punkte	1 Punkt	0,5	0
Note:	1	2	3	4	5	6

Station 1: *Wasser hilft heben*

Material: großer Eimer; Tragetasche; Steine

Durchführung: Füllt in die Tragetasche Steine. Versucht die Tasche hochzuheben; ist sie schwer?

Gebt die Tasche mit den Steinen in den Eimer. Füllt den Eimer bis knapp unter den Rand mit Wasser und versucht nun die Tasche anzuheben.

Auswertung:

- a) Was stellt ihr fest?
- b) Könnt Ihr eine Erklärung zu dem Experiment finden?
- c) Wie könnte man das Gewicht der Tasche messen: in der Luft/ im Wasser? Was ergibt der Vergleich?
- d) Wie verändert sich das Körpergewicht eines Menschen im Wasser? Welche praktische Bedeutung hat das?

Station 2: *Sinken und schwimmen*

Material: Schüssel mit Wasser; Knetmasse; Steinchen

Durchführung: Gebt einige Steinchen und eine Knetkugel auf die Wasseroberfläche. Was stellt Ihr fest?

Nehmt Steinchen und Knetkugel wieder heraus. Formt aus Knetmasse ein "Schiffchen" mit möglichst hohem Rand.

Gebt das Schiffchen aufs Wasser. Beladet es vorsichtig mit Steinchen.

Auswertung:

- a) Haltet Eure Beobachtungen schriftlich fest.
- b) Der Fachbegriff für das beobachtete Phänomen heißt **Auftrieb**. Versucht diesen Begriff zu definieren.
- c) Welche praktische Bedeutung hat die Kenntnis des Auftriebs?

Station 3: *Verschieden dichte Flüssigkeiten*

Material: Hohes, durchsichtiges Gefäß; Kanne; Speiseöl; angefärbte, gesättigte Salzlösung (oder Zuckerlösung, z.B. mit Tinte); kaltes Wasser; Korken; LEGO-Baustein; Weinbeere

Durchführung:

- 1) Gießt etwa 3- 4 cm hoch gesättigte Lösung in das Gefäß.
- 2) Gießt etwa gleich viel Öl hinzu.
- 3) Haltet das Gefäß leicht schräg und lasst an seinem Rand etwa gleich viel Wasser hineinfließen.
- 4) Gebt den Korken, den Baustein und die Beere auf die Oberfläche.

Auswertung:

- a) Was stellt ihr bei Versuchsschritt 3) fest? Erklärung?
- b) Welche Beobachtungen macht ihr bei Schritt 4)? Versucht zu erklären.
- c) Erklärt nochmals kurz a) und b), indem ihr die Begriffe "leichter" oder "schwerer" durch den Fachbegriff **Dichte** ersetzt. Schreibt alle im Versuch verwendeten Materialien in der Reihenfolge zunehmender Dichte auf.
- d) Welche Auswirkungen hat ein Öltanker-Unfall für angrenzende Küsten? Was hat das mit obigem Experiment zu tun?
- e) Weshalb kann man beim Baden im salzhaltigen Toten Meer kaum ertrinken?

Station 4: *Golfstrom im Modell*

Material: Glaswanne; Tinte; Fläschchen mit Verschluss; Papierschnipsel

Durchführung:

- 1) Füllt die Glaswanne etwa zu 3/4 mit kaltem Wasser.
- 2) Gebt in das Fläschchen einige Tropfen Tinte und füllt mit heißem Wasser auf. Verschließt es und schüttelt.
- 3) Gebt auf die Wasseroberfläche einige Papierschnipsel und wartet, bis eventuelle Strömungen im Wasser aufhören.
- 4) Stellt das Fläschchen auf den Boden der Wanne und öffnet es.

Auswertung:

- a) Haltet Eure Beobachtungen zu 4) schriftlich fest.
- b) Wie lässt sich der Vorgang erklären?
- c) Was wisst ihr über den Golfstrom? Informiert euch gegebenenfalls.
- d) Inwieweit kann der obige Versuch den Golfstrom erklären?
- e) Was geschieht entsprechend euren Beobachtungen beim Golfstrom mit dem abgekühlten Wasser im Nordpolarmeer?
- f) Wissenschaftler befürchten, das mit der globalen Klimaerwärmung der Golfstrom aufhört! Erklärt das durch obigen Versuch! Was würde das für unser lokales Klima möglicherweise bedeuten?

Station 5: *Springbrunnen ohne Pumpe*

Material: Trichter; Schlauch; Glasspitze (z.B. von einer Pipette); Becherglas

Durchführung:

- 1) Verbindet Trichter, Schlauch und Glasspitze miteinander.
- 2) Biegt den Schlauch U-förmig, so dass die Glasspitze etwas höher neben dem Trichter mit der Öffnung nach oben steht.
- 3) Gießt über dem Waschbecken Wasser in den Trichter. Senkt anschließend die Glasspitze immer weiter ab. Hebt sie anschließend wieder an!

Auswertung:

- a) Was stellt ihr bei dem Versuch fest?
- b) Versucht eure Beobachtungen zu erklären.
- c) In einigen von Bergen umgebenen Senken sprudeln natürliche Springbrunnen, sogenannte "artesische Brunnen" empor. Könnt ihr das erklären?
- d) Was muss in Anlehnung an die Versuchsergebnisse bei der Trinkwasserversorgung von Gemeinden berücksichtigt werden?

Station 6: *Eis auf Wasser-ganz normal?*

Material: Dreifuss mit Drahtnetz und Gasbrenner; Bechergläser 100 ml; Eiswürfel; Paraffin (Kerzen); Schmalz; Zucker und Woodsches Metall (falls vorhanden)

Durchführung:

- 1) Gießt in ein Becherglas etwa zur Hälfte Wasser. Schmelzt in den anderen Gläsern etwa die gleiche Menge der anderen Proben.
- 2) Gebt in das Glas mit Wasser einen Eiswürfel.
- 3) Gebt in die Schmelzen der anderen Stoffe Stückchen desselben Stoffes.

Erhitzt

die Gläser bis zum vollständigen Schmelzen der festen Stückchen. Beobachtet dabei, ob sie in ihrer eigenen Schmelze absinken oder darauf schwimmen!

Auswertung:

- a) Erstellt eine Tabelle, in der ihr vermerkt, ob die feste Probe in ihrer Schmelze versinkt oder aber auf ihr schwimmt!
- b) Welches ist der (häufigere) Normalzustand? Was hattet ihr erwartet?
- c) Diese Eigenschaft des Wassers fällt unter die Bezeichnung **Anomalie**. Versucht diesen Fachbegriff zu definieren.
- d) Welche Folgen hätte es für das Leben in kalten Gewässern (z.B. bei uns im Winter), wenn sich Wasser "normal" verhalten würde?

Station 7: Wenn Wasser gefriert..

Material: 2 kleine Glasgefäße mit dichtem Verschluss; Plastiktüte; Speiseöl

Durchführung: Füllt das eine Gefäß voll mit Wasser und das andere mit Öl. Es dürfen keine Luftblasen übrig bleiben! Verschließt sie fest und stellt beide in der verschlossenen Plastiktüte für einige Stunden ins Tiefkühlfach. Vergleicht die beiden Gläser nach dem Erstarren und während dem Auftauen.

Auswertung:

- a) Welche Wirkung zeigt Wasser beim Gefrieren? Wie ist es bei Öl?
- b) Warum entleert man im Winter Wasserleitungen im Garten?
- c) Welche Bedeutung hat der beobachtete Vorgang bei der Verwitterung der Gesteine in der Natur?
- d) Informiert euch über die **Anomalie** des Wassers und erklärt damit eure Beobachtungen!

Station 8: Wie der Wasserläufer..

Material: Büroklammern; Glas mit Wasser; Spülmittel oder Seifenlösung; (ca. 20 Münzen bei Zusatzversuch)

Durchführung:

- 1) Lasst das Glas still stehen, bis sich die Wasseroberfläche nicht mehr bewegt.
- 2) Biegt eine Büroklammer um ca. 90° auf und legt darauf waagrecht eine andere Büroklammer.
- 3) Fasst das aufgebogene Ende der Büroklammer als Griff und senkt das waagrechte Ende mit der zweiten Büroklammer langsam ins Wasser. Falls die zweite Klammer nicht schwimmt, wiederholt ihr den Versuch.
- 4) Fügt anschließend einen Tropfen Spülmittel am Rand des Glases hinzu.

Auswertung:

- a) Beschreibt eure Beobachtungen zu Versuchsschritt 3) und 4).
- b) Versucht eure Beobachtungen unter Verwendung des Fachbegriffes **Oberflächenspannung** zu erklären.
- c) Erklärt, wieso ein Wasserläufer sich auf der Teichoberfläche bewegen kann. Was geschieht mit solchen Tieren, wenn Waschmittel in Gewässer gelangen?
- d) *Zusatzversuch:* Ein Glas wird mit Wasser randvoll gefüllt. Nun könnt ihr wetten, wie viele Münzen noch ins Glas passen. Wiederholt den Versuch mit Wasser, dem (z.B. heimlich) ein Tropfen Spülmittel hinzugefügt wurde.

Station 9: *Auch ein Boots-Antrieb*

Material: große Schüssel; dünne Platte aus Kork oder Styropor; Seife; Messer

Durchführung:

- 1) Schneidet aus der Platte ein kleines Boot heraus.
- 2) Schneidet in das Heck (hinten) etwas ein und klemmt in den Einschnitt ein kleines Stückchen Seife.
- 3) Legt das "Boot" auf die Mitte der ruhigen Wasseroberfläche und beobachtet.
Hinweis: Um den Versuch gegebenenfalls zu wiederholen, muss die Schüssel gründlich gespült und mit frischem Wasser gefüllt werden!

Auswertung:

- a) Beschreibt eure Beobachtungen.
- b) Die Erklärung ist schwierig, beruht aber auf der Überlegung, dass reines Wasser sich so verhält, als ob es eine "Haut" hätte. Diese wird von der Seife beseitigt. Versucht nun zu erklären! Informiert euch gegebenenfalls über die **Oberflächenspannung** des Wassers.
- c) Begründet den Hinweis bei Schritt 3)!
- d) Beim Waschvorgang schiebt sich das Seifenwasser zwischen Schmutz und Textilfaser. Was wird dadurch möglich?

Station 10: *Wasser, elektrisch geladen?*

Material: Trichter; Stativ; Schlauchstück; Glasspitze; 2 Bechergläser; Fell; Kunststoffstab; Speiseöl; Waschbenzin

Durchführung:

- 1) Befestigt den Trichter im Stativ. Bringt mit Hilfe des Schlauchstückes unten eine Glasspitze an. Stellt etwa 20 cm darunter ein Glas.
- 2) Schüttet in den Trichter Wasser und nähert dem austretenden Wasserstrahl bis auf etwa 1 cm den vorher kurz am Fell geriebenen (elektrisch geladenen) Stab.
- 3) Wiederholt den Versuch mit anderen Flüssigkeiten.

Auswertung:

- a) Beschreibt eure Beobachtungen. Stellt ihr Unterschiede fest?
- b) Eine Erklärung des Vorgangs bei Wasser ist schwierig, kann aber im nächsten Schuljahr (Chemie, Thema: Bindungsarten) erfolgen.
- c) Welche Zusammenhänge zwischen den Versuchsergebnissen und der Wolkenbildung sowie der Entstehung von Blitzen könnt ihr feststellen? Berücksichtigt dabei, dass der Wind die Wassertröpfchen in der Luft bewegt und aneinander reibt.

Station 11: *Wie kommen Bäume an ihr Wasser?*

Material: Schüssel mit angefärbtem (Tinte) Wasser; 2 Glasplatten; verschieden dünne Glasröhrchen (Kapillaren); frische weiße Blume

Durchführung:

- 1) Stellt die Glasplatten so ins Wasser, dass sie an einer Seite sich fast, an der anderen jedoch ganz berühren. Beobachtet den Wasserstand.
- 2) Stellt verschiedene Glaskapillaren ins Wasser und vergleicht den Wasserstand.
- 3) Stellt zum Ende des Versuchs bis zum nächsten Tag den frisch angeschnittenen Stengel der Blume in das gefärbte Wasser.

Auswertung:

- a) Beschreibt Eure Beobachtungen zu 1) und 2).
- b) Findet einen Zusammenhang zwischen der Enge des Spaltes/Röhrchens und dem Stand des Wassers darin.
- b) Die beobachtete Erscheinung heißt **Kapillarität** und beruht auf Anziehungskräften zwischen Wasser und der Gefäßwand. Wo in der Natur, siehe Versuchsschritt 3), findet wohl die Kapillarität wichtige Anwendungen? Wodurch wird die Wasseraufnahme bei Pflanzen noch unterstützt?
- c) Um den Boden vor Austrocknen zu schützen, sollte seine Oberfläche z.B. durch Hacken gelockert werden. Was hat das mit Kapillarität zu tun?

Station 12: *Wasser als Künstler*

Material: Petrischale; Filterpapier; wasserlösliche Filzstifte (schwarz, grün, braun.); Pipetten

Durchführung:

- 1) Malt mit den Filzstiften ca. 0,5 cm große Flecken gleichmäßig verteilt auf das Filterpapier.
- 2) Legt das Filterpapier auf die offene Petrischale. Tropft in die Mitte der Farbflecken je einen Tropfen Wasser. Erst wenn dieser aufgesaugt ist, tropft ihr den nächsten usw. Beendet das Experiment, wenn eure Farbkreise sich überschneiden.

Auswertung:

- a) Bei welchen Farben handelt es sich um Reinstoffe und bei welchen um Farbstoffgemische? Aus welchen Farben bestehen letztere?
- b) Wie heißt dieses chemische Analyseverfahren? Sucht dazu in eurem Chemiebuch das Thema "Gemische kann man trennen".
- c) Beschreibt eine wichtige Anwendung dieses Verfahrens.

Station 13: *U-Boot*

Material: durchsichtige, verschließbare Plastikflasche; Pipette mit Gummiball; hohes Glas mit Wasser

Durchführung:

- 1) Saugt etwas Wasser in die Pipette. Bringt diese als "U-Boot" zunächst ins Wasserglas. Durch weitere Aufnahme oder Abgabe von Wasser bringt ihr das "U-Boot" soweit, dass es gerade noch schwimmt.
- 2) Gebt das "U-Boot" in die mit Wasser gefüllte Flasche. Verschließt diese.
- 3) Drückt nun langsam abwechselnd die Flasche fest zusammen und lasst sie wieder los. Beobachtet dabei das "U-Boot" und den Wasserstand in der Pipette.

Auswertung:

- a) Beschreibt eure Beobachtungen.
- b) Versucht dafür eine Erklärung zu finden. Überlegt dabei, wer sich stärker zusammendrücken lässt, das Wasser oder die Luft in der Pipette?
- c) Wie funktioniert ein U-Boot beim Tauchvorgang und beim wieder Auftauchen?
- d) Auch Tiere wie Nautilus oder Fische verfügen über ähnliche Konstruktionen. Informiert euch darüber aus Biologiebüchern und beschreibt sie.

Station 14: *Wasser- ein Lebensraum, oder: Wie dick sind Fadenalgen?*

Material: Mikroskop, Objektträger, Deckglas, Pipette, Algenwatte, Lineal, Bestimmungsbuch

Durchführung:

Im Sommer vermehren sich oft fädige Algen in Teichen massenhaft.

1. Fertige ein Präparat davon an und mikroskopiere bei mittlerer und starker Vergrößerung. Bestimme die Algenart. Fertige eine Zeichnung an.
2. Halte beim Mikroskopieren beide Augen offen. Führe von der Seite her das Lineal so an den Mikroskoptisch heran, dass sich sein Bild mit dem des Algenfadens überlagert. Wie viel Millimeter der Linealskala entsprechen der Dicke des Fadens? Teilst du diese durch die mikroskopische Gesamtvergrößerung (z.B. 400), so erhältst du die Dicke des Algenfadens.

Auswertung:

- a) Um welche Algenart handelt es sich? Was weißt du über Algen? (Ernährung).
- b) Berechne die Dicke des Algenfadens in Millimeter (mm) und in Mikrometer (1 mm = 1000 μm).

Station 15: *Wasser lässt sich chemisch nachweisen*

Material: Wasserfreies Kupfersulfat, 4 Reagenzgläser und Stativ, Wasser, Benzin, verunreinigte Probe (Wasser, Benzin), Spatel, 3 Pipetten (Wattebausch, Streichhölzer, Porzellanschale)

Durchführung:

- 1) Gebt in die Reagenzgläser je eine Spatelspitze wasserfreies Kupfersulfat.
- 2) Gebt in ein Reagenzglas ca. 5 Tropfen Wasser und in das andere Benzin.
- 3) Testet die beiden Flüssigkeiten der verunreinigten Probe auf die gleiche Weise

Auswertung:

- a) Welche Beobachtungen habt ihr bei 2) gemacht?
- b) Auf welche Weise lässt sich Wasser chemisch nachweisen?
- c) Wo befindet sich das Wasser in der Probe und wo das Benzin? Wieso denn?
- d) Wie könnte man Benzin nachweisen? (Siehe auch Material, nur Rest von 2 und 3 verwenden!)

Station 16: *Wasser reagiert*

Material: Reagenzglas, Stativ, kleine Spatel, Calcium (gekörnt), Feuerzeug, Indikatorpapier, Pipette, Wasser, Chemiebuch (Stichwortverzeichnis)

Durchführung:

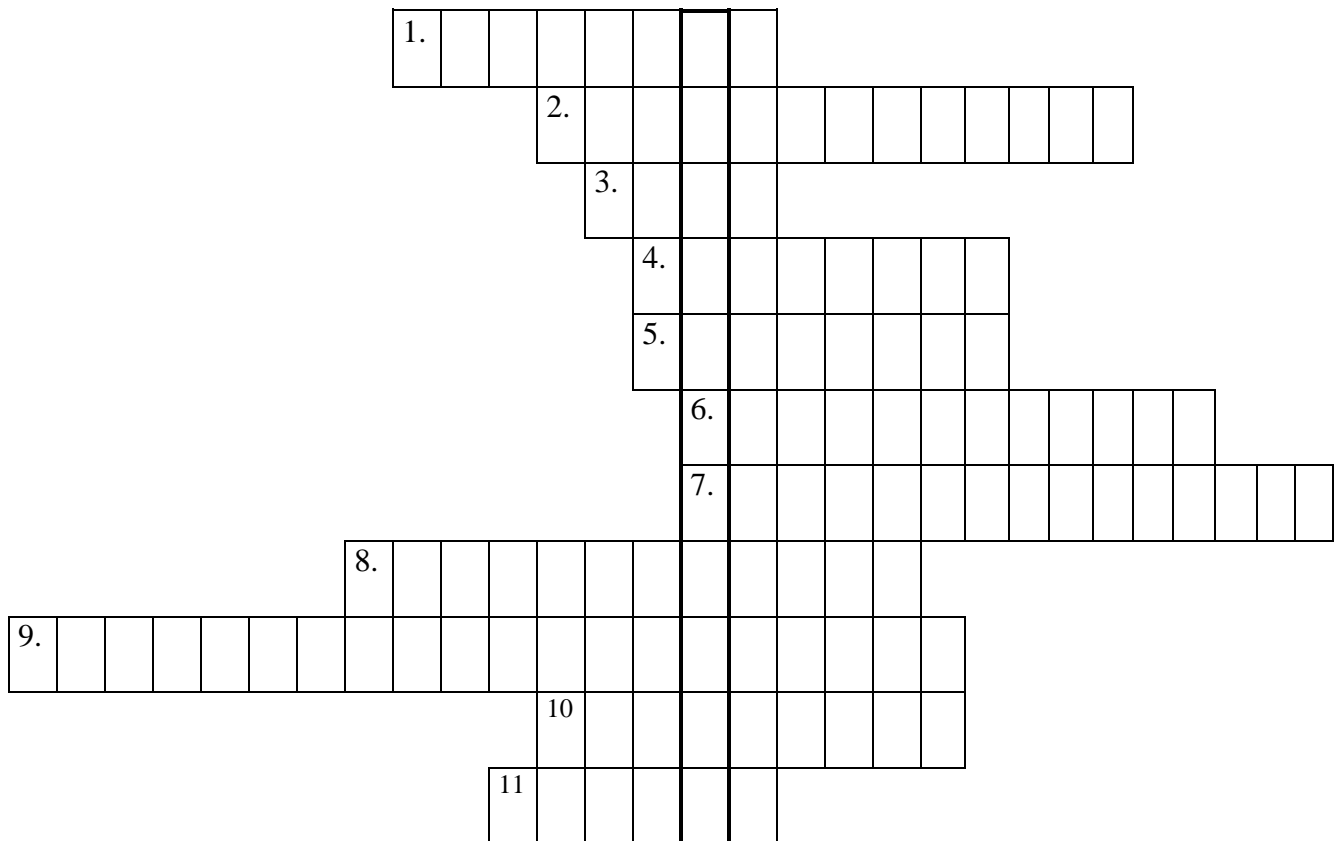
- 1) Füllt ins Reagenzglas etwa 1 cm hoch Wasser.
- 2) Tropft etwas Wasser auf einen Streifen Indikatorpapier.
- 3) Gebt eine kleine Spatelspitze Calcium-Körner ins Reagenzglas zum Wasser. Geht sofort mit der Flamme des Feuerzeugs über die Öffnung des Reagenzglases.
- 4) Nachdem der chemische Vorgang (=Reaktion) im Reagenzglas aufgehört hat, tropft etwas von der Lösung auf einen Streifen Indikatorpapier.

Auswertung:

- a) Welche Beobachtungen habt ihr bei 3) gemacht? Welchen Stoff habt ihr mittels Knallgasprobe nachgewiesen? (Chemiebuch!)
- b) Welche Farbunterschiede stellt ihr zwischen 2) und 4) fest? Vielleicht findet ihr eine Erklärung? (Chemiebuch)
- c) Die Stoffe Wasser und Calcium haben reagiert und sich dadurch in zwei andere Stoffe gewandelt- welche?

Kreuzworträtsel: *Wasser hat erstaunliche Eigenschaften*

Es bedeuten; *waagrecht*: **1.** Wirkt auf einen Körper im Wasser; **2.** Bewirkt außer der Verdunstung den Saftstrom von der Wurzel zu den Blättern; **3.** Im Lebensraum Teich, fädig, grün, Fotosynthese; **4.** Chemischer Vorgang; **5.** Besondere Eigenschaft, anders als bei allen anderen Stoffen; **6.** Bei Fischen anzutreffendes Organ nach dem U-Boot-Prinzip; **7.** Wichtiges Trennverfahren in der Chemie; **8.** Voraussetzung dafür, daß sich z.B. Salz in Wasser löst; **9.** Wird von Wasserläufern angewendet; **10.** Warme Meeresströmung; **11.** Fachbegriff zur Unterscheidung verschieden schwerer Stoffe;
senkrecht (stark umrandet): Das Lösungswort stellt einen in der Chemie häufig verwendeten Begriff dar.



Kontrollstation: Wasser hat erstaunliche Eigenschaften

Hinweis: Die in Klammer gesetzten Informationen könnten zum gegebenen Zeitpunkt überfordern und sollten einem späteren Erkenntnisschritt vorbehalten bleiben.

Station 1:

a) Im Wasser ist die Tragetasche leichter. b) Das von den Steinen verdrängte Wasser drückt diese wieder aus dem Wasser heraus. (Diese Gegenkraft nennt man *Auftrieb*). c) Am besten mit einer Federwaage oder einem Kraftmesser. Die genau messbaren Werte ermöglichen einen besseren Vergleich, z.B. um wie viel Gramm die Steine im Wasser "leichter" sind. d) Im Wasser kann der Mensch "schweben", in der Luft nicht.

Station 2:

a) Je höher der Rand, umso mehr Steine trägt das Schiffchen. b) Wie auch bei Station 1 drückt das verdrängte Wasser das Schiffchen aus dem Wasser heraus. Bei einem leichten Hohlkörper wie dem Schiffchen ist die Auftriebskraft größer als das ins Wasser drückende Gewicht, beim überladenen Schiff eben nicht. Auftrieb ist eine der Wasserverdrängung entgegengesetzte Kraft. c) Beim Schiffbau; Schiffe dürfen nicht überladen werden, was leider z.B. zu Fährschiffunfällen führt.

Station 3:

a) Das Wasser fließt unter das Öl, es ist schwerer (korrekt: dichter) als dieses. b) Der Korken schwimmt auf dem Öl, die Beere auf dem Wasser und der Baustein auf der Lösung. c) Die geringste Dichte hat Kork, es folgen mit zunehmender Dichte Öl, Beere, Wasser, Baustein, Lösung. d) Da Öl auf Wasser schwimmt, verteilt es sich als dünne Schicht weit im Meer und an die Küsten. e) Weil Salzwasser eine größere Dichte hat, was zu einem verstärkten Auftrieb führt.

Station 4:

a) Ist das Wasser in der Wanne ruhig, so strömt das gefärbte Wasser nach oben, verteilt sich seitlich und sinkt am Rand der Wanne wieder ab-> Kreislauf. b) Heißes Wasser dehnt sich aus, ist also weniger dicht, also leichter. Beim Abkühlen am Rand der Wanne zieht es sich zusammen, wird schwerer und sinkt ab. c) Warme Meeresströmung, die nach NO-Europa Wärme bringt und dort ein zu N-Amerika vergleichsweise um ca. 10°C wärmeres Klima bedingt. Nähere Informationen: Atlas oder Erdkundebücher. d) Im Atlas ist meist nicht die kalte und entgegengesetzt verlaufende Tiefenströmung in ca. 1000 m Tiefe verzeichnet. f) Eine Wasserströmung funktioniert nur zwischen den Gegensätzen "warm" und "kalt". Eine globale Erwärmung könnte die Temperaturunterschiede so stark mindern, dass der Golfstrom aufhört. Das würde bei weltweiter Klimaerwärmung für W- und NW-Europa eventuell eine "Eiszeit" bescheren.

Station 5:

a) Senkt man die Spitze, so versucht das Wasser als Springbrunnen die Höhe im Trichter zu erreichen. Hebt man die Spitze, so verkleinert sich der Springbrunnen entsprechend. b) Kippt man ein Gefäß mit Wasser, so richtet sich die Wasseroberfläche immer parallel zu Erdoberfläche aus. Ursache ist die *Erdanziehung*. c) Aus den Bergen strömt Wasser ins Tal, allerdings abgedeckt von einer undurchlässigen Schicht. Wird diese im Tal z.B. bei einer Bohrung durchstoßen, so bildet sich ein artesischer Brunnen. d) Wasserbehälter werden auf nahen Bergen errichtet, in der Ebene baut man Wassertürme.

Station 6:

a)+ b) Alle Feststoffe außer Wasser versinken in ihrer Schmelze; Wenn das nicht "anormal" ist!

c) Unnormal= anormal= Anomalie. d) Eis würde immer wieder absinken, die Gewässer bis auf den Grund einfrieren und alles Leben darin zugrunde gehen. Es gäbe sicherlich kein Leben auf der Erde, wenn man dieses Phänomen erdgeschichtlich betrachtet.

Station 7:

a) Während sich andere Flüssigkeiten beim Gefrieren zusammen ziehen, dehnt sich Wasser dabei aus. b) Um nicht einen Rohrbruch durch gefrierendes Wasser zu riskieren. c) Ein wichtiger Faktor der Gesteinsverwitterung ist die Frostsprengung; Fragt doch auch den Erdkundelehrer!

d) Anomalie des Wassers= Gesamtheit von Erscheinungen, die bei Wasser anders sind als bei anderen Flüssigkeiten, beruhend auf speziellen Eigenschaften (starke Polarität der Wassermoleküle, Chemie 9. Klasse).

Station 8:

a) Die Büroklammer taucht zwar stark ein, schwimmt aber gerade noch. Schon eine Spur Spülmittel oder Seife bewirkt das Absinken. b) Wasser verhält sich durch seine besonderen (anormalen) Eigenschaften, als ob es eine dünne, tragfähige Haut hätte-> Oberflächenspannung.

(Verursacht wird diese Oberflächenspannung durch elektrostatische Anziehungskräfte zwischen den polaren Wasserteilchen, Chemie 9. Klasse). c) Wasserläufer haben noch zusätzlich leicht eingefettete und mit Haaren besetzte Beine. Auf der "Wasserhaut" können sie mühelos laufen. Waschmittel entspannen das Wasser und solche Tiere sinken ein, ihre Atemöffnungen (Stigmen) saugen Wasser an, sie ertrinken. d) Als Partyspaß geeignet.

Station 9:

a) Das Boot wird vorangetrieben, in entgegengesetzte Richtung zum Seifenstückchen. b) Die Oberflächenspannung kann man sich als Kraft vorstellen (Anziehungskräfte zwischen den polaren Wassermolekülen), die bewirkt dass Wasser sich verhält, als ob es eine Haut hätte. Diese Kraft zieht von allen Seiten auch am Boot. Wo sich die Seife im Wasser löst, wird die Oberflächenspannung herabgesetzt, also wirkt hier die Kraft der "Wasserhaut" nicht mehr. Dadurch wird das Boot nur noch aus 3 Richtungen und folglich nach vorne gezogen. c) Das seifige Wasser ist bereits entspannt. d) Dadurch löst sich der Schmutz schneller ab.

Station 10:

a) Im Gegensatz zu den anderen Flüssigkeiten wird der Wasserstrahl abgelenkt. Je nach Ölsorte kann das auch in geringem Maße passieren. b) (Die Wassermoleküle sind stark polar, d.h. ihre elektrischen Ladungen sind auf auseinander liegende (+) und (-) Pole verteilt. Das liegt an dem besonderen Bau des Wassermoleküls, Chemie 9. Klasse So lässt sich die Ablenkung des Wasserstrahls durch den aufgeladenen Kunststoffstab verstehen. Nichtpolare Flüssigkeiten wie Benzin werden nicht abgelenkt.) c) Da Wasser elektrisch aufladbar ist, können sich Nebeltröpfchen elektrisch anziehen und zu Regentropfen zusammenballen. (Regenmacher verstärken diesen Effekt, indem aus dem Flugzeug eine Wolke mit Silberjodid geimpft wird. Dabei wirken die positiven Silberionen und die negativen Jodidionen als Kondensationspunkte). Wassertropfen und auch ganze Wolken können sich z.B. durch Reibung aneinander zunehmend aufladen, bis eine Entladung als Blitz stattfindet. (Auf den Einfluss der Erde kann hier noch nicht eingegangen werden).

Station 11:

a) + b) Je enger Spalt oder Kapillaren sind, umso höher steigt das Wasser. b) Die Kapillarität wirkt bei der Wasseraufnahme in den Holzgefäßen der Pflanzen. Aus dem Biologiebuch geht hervor, dass der Verdunstungssog der Blätter wie eine Saugpumpe wirkt. (Die Wirkung der

Osmose in der Wurzel kann hier noch nicht erläutert werden, es sei denn, es würde noch eine Station mit Gurke und Kochsalz unter dem Thema "Konzentrationsgefälle" aufgebaut. Die aktive Pumpwirkung der Casparistreifen in der Wurzel kann den Schülern nicht gezeigt werden.) c) In den feinen Poren steigt Bodenfeuchtigkeit als Kapillarwasser nach oben und verdunstet. Werden die feinen Poren durch Hacken an der Erdoberfläche zerstört, so verringert sich der Wasserverlust. Den gleichen Effekt, allerdings ökologischer, bringt ein Mulchen mit Laubstreu oder Grasschnitt.

Station 12:

a) Es kommt oft vor, dass z.B. ein schwarzer Filzstift reines Schwarz enthält, während bei einem anderen ein Farbstoffgemisch aus 2-3 Farben vorliegt. b) Chromatografie, verwendet zum Nachweis geringster Stoffmengen, z.B. in der Kriminalistik. c) Je nach Chemiebuch.

Station 13:

a) Es erfordert einige Geduld, bis man die Pipette soweit hat, dass sie gerade noch schwimmt. Wird die Flasche zusammen gedrückt, so dringt Wasser in die Pipette, sie wird schwerer und taucht ab. Wird der Druck auf die Flasche verringert, so entweicht Wasser aus der Pipette, sie wird leichter und taucht auf. b) Luft lässt sich stärker zusammendrücken als Wasser (allgemein: Gase sind stärker komprimierbar als Flüssigkeiten und diese wiederum als Feststoffe. Erklärung Klasse 8, Physik oder Chemie: Dalton'sches Teilchenmodell). Wird der Druck verstärkt, so wird die Luft in der Pipette zusammengedrückt und Wasser dringt an ihre Stelle ein. c) Beim Tauchvorgang wird mittels Pumpen Wasser in Tanks gefüllt und beim Auftauchen wieder entleert. d) Bei Nautilus wird die Tauchtiefe mittels Luftkammern und Siphon als Zuleitung geregelt. Bei Fischen dient die Schwimmblase als Ausgleichsorgan.

Station 14: a) Meist kommt die Spiralbandalge (Spirogyra) vor. Als Bestimmungsbuch eignet sich *Das Leben im Wassertropfen*. Algen ernähren sich durch Fotosynthese.

b) Misst man z.B. bei Objektiv 40x und Okular 10x am Lineal die scheinbare Dicke des Fadens mit 4 mm, so teilt man diese durch die Gesamtvergrößerung 400 und erhält so 1/100 mm oder 10 µm (Mikrometer). Diese Aufgabe mag für Klasse 8 recht schwierig sein, zeigt aber die Unverzichtbarkeit der Mathematik als Hilfswissenschaft.

Station 15: a) + b) Das wasserfreie Kupfersulfat färbt sich von Wasser blau, von Benzin jedoch wird es nicht verändert. c) Wasser unten, Benzin oben, weil Wasser „schwerer“ (dichter) ist. d) Der mit Benzin getränkte Wattebausch wird in der Porzellanschale angezündet, Wasser brennt nicht.

Station 16: a) Heftige Reaktion, das entweichende Gas entzündet sich mit einem Knall, es ist Wasserstoff. b) Das Indikatorpapier ändert seine Farbe mit Wasser nicht, wird jedoch von der entstandenen Lösung blau gefärbt- „alkalisch“, also eine Lauge (Kalklauge). c) Wasser reagiert mit Calcium zu Wasserstoff und Kalklauge (Calciumlauge).

Kreuzworträtsel:

Waagrecht: 1. Auftrieb; 2. Kapillarität (ä= ae); 3. Alge; 4. Reaktion; 5. Anomalie; 6. Schwimmblase; 7. Chromatographie; 8. Löslichkeit; 9. Oberflächenspannung; 10. Golfstrom; 11. Dichte.

Senkrecht: Eigenschaft.