

5. Lëtzebuerger Naturwëssenschaftsolympiad

Finalrunde: Donnerstag, den 26. Januar 2012

Lycée Michel-Rodange, Luxembourg



*Ohne Wasser läuft
nichts!*



– Aufgabenbogen –

Vorsichtsmaßnahmen

1. Tragt Laborkittel und Schutzbrillen während des gesamten Aufenthalts im Labor.
2. Beim Arbeiten mit dem Bunsenbrenner müssen längere Haare mit einem Band nach hinten zusammengefasst werden.
3. Bei der Arbeit mit Chemikalien sollen Einweghandschuhe getragen werden.
4. Essen und Trinken im Labor ist nicht gestattet.
5. Wenn Material zerbricht, sofort einem Jurymitglied Bescheid geben.
6. Den Anweisungen der Jurymitglieder ist immer Folge zu leisten.

Hinweise zu den Aufgaben

1. Ihr könnt die Aufgaben in jeder beliebigen Reihenfolge, individuell oder als Gruppe bearbeiten. Aufgrund der Zeitbeschränkung ist es ratsam, die Arbeit aufzuteilen.
2. Material, was allen Gruppen zur Verfügung steht, muss **sofort** nach Gebrauch an seinen ursprünglichen Platz zurückgebracht werden.
3. Alle Ergebnisse müssen in den **Antwortbogen** eingetragen werden. Nach 3 Stunden ist **ein einziger Antwortbogen abzugeben**. Nur dieser wird bewertet!
4. Punkteverteilung für die einzelnen Aufgaben:

Versuch I: Leitfähigkeit von Salzwasser (31 P.)

Versuch II: Dosierung der Chloridionen in einem Mineralwasser (18 P.)

Versuch III: Wasserelektrolyse (19 P.)

Versuch IV: Bestimmung der Güte eines Fließgewässers mit Hilfe von Bioindikatoren (30 P.)

Sauberkeit am Arbeitsplatz: (2 P.)



Ohne Wasser läuft nichts ...

Wie die nebenstehende Graphik zeigt, ist der Stoff H_2O von äußerster Wichtigkeit für alles Leben auf der Erde!

In der Tat spielt diese alltägliche, ganz normale Flüssigkeit eine Rolle als Lebensraum und Ort der Entspannung bei Freizeitaktivitäten, als Bestandteil unsers Körpers, beim Stoffwechsel (z.B. Fotosynthese), als Lösungsmittel und sogar als Energiespeicher. Wir werden uns heute jedoch auf zwei Bereiche beschränken, nämlich dem Wasser als Lebensraum und als lebenswichtiges Trinkwasser.

Das Wasser als Lebensraum



Flüsse und Bäche gehören zu den ökologisch interessantesten und vielfältigsten Lebensräumen. Sie bieten vielen Tieren und Pflanzen Lebensraum und gestalten eine abwechslungsreiche Landschaft. Der Schutz dieser Lebensräume ist deshalb vorrangig.

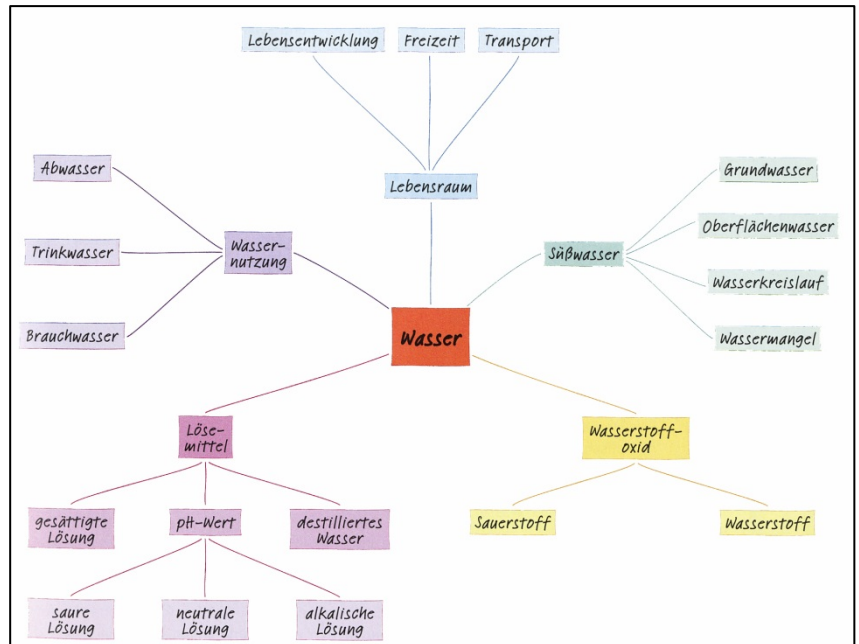
Um den Erhalt dieser Lebensräume zu gewährleisten, wird von Seiten des Nachhaltigkeitsministeriums in regelmäßigen Abständen die Wasserqualität überprüft, d.h. der Verschmutzungsgrad unserer Fließgewässer bestimmt. Aufgabe eurer Forschergruppe ist es, die Umweltverwaltung bei dieser Arbeit zu unterstützen.

Aber nicht nur als Lebensraum ist Wasser ein wertvoller Stoff. Als Trinkwasser sprudelt es aus Quellen, dem Wasserhahn, oder kann, in Flaschen abgefüllt, im Supermarkt

gekauft werden. Aber auch hier muss die Qualität regelmäßig überprüft werden, ganz nach dem Motto:

Ist auch drin, was drauf steht?

Der Salzgehalt im Allgemeinen und im Speziellen der Chloridgehalt müssen regelmäßig überprüft werden. Da gilt es bei der Laborarbeit Hand anzulegen!



Versuch I: Leitfähigkeit von Salzwasser

Aufgabenstellung



Wir wollen untersuchen, inwiefern die elektrische Leitfähigkeit von Wasser vom Salzgehalt des Wassers abhängt. Dazu bestimmen wir die elektrische Leitfähigkeit von verschiedenen Lösungen mit unterschiedlicher Salzkonzentration. Wir messen die Stromstärke durch eine Schicht der Lösung bei konstanter elektrischer Spannung und berechnen die elektrische Leitfähigkeit.

Hintergrundinformationen



Formel zur Berechnung der elektrischen Leitfähigkeit:

$$\text{Elektrische Leitfähigkeit} = \frac{\text{Elektrische Stromstärke}}{\text{Elektrische Spannung}}$$

Wenn die elektrische Stromstärke in Ampere (A) ausgedrückt wird und die elektrische Spannung in Volt (V), dann erhält man die elektrische Leitfähigkeit in Siemens (S).

Material

- Küvette
- Spatel
- 2 Graphitplatten
- Verbindungskabel
- Schalter
- Umrührstab
- Kochsalz in Schale
- 2 Bechergläser 500 mL
- 4 Bechergläser/Messzylinder 250 mL oder 500 mL
- Filterpapier
- Voltmeter (V) zum Messen der elektrischen Spannung (Bereich ACV 20V)
- Amperemeter (A) zum Messen der elektrischen Stromstärke (Bereich A~ 200mA)
- Wechselspannungsquelle

Zugang zu einer elektronischer Waage (Genauigkeit 0,01 g) und zur Papierrolle



Arbeitsanweisungen

Es sollen verschiedene Kochsalzlösungen von 250 mL Wasser hergestellt werden.

Folgende Becher sind vorzubereiten:

Becher 1: 250 mL Leitungswasser

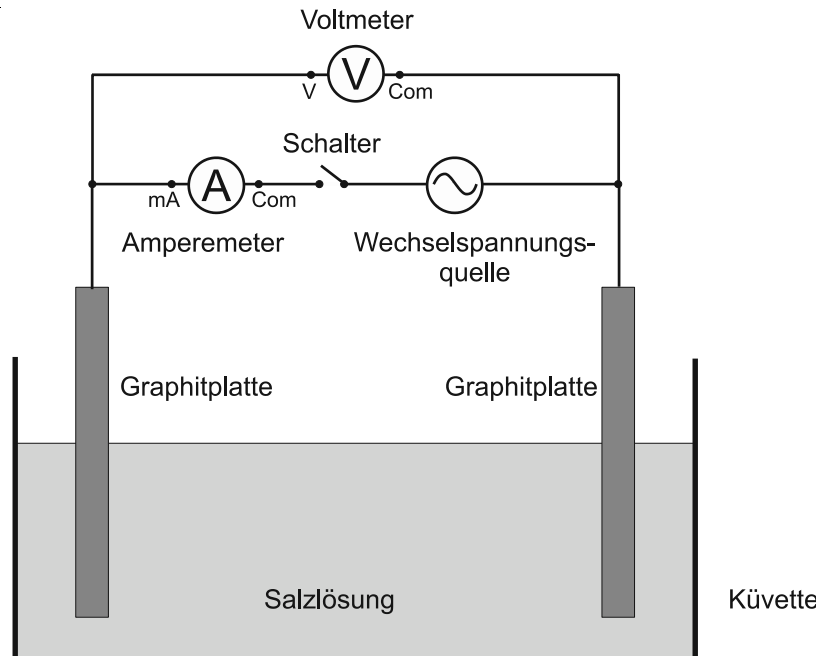
Becher 2: 250 mL Leitungswasser mit Kochsalzkonzentration von 0,20 g/L

Becher 3: 250 mL Leitungswasser mit Kochsalzkonzentration von 0,40 g/L

Becher 4: 250 mL Leitungswasser mit Kochsalzkonzentration von 0,60 g/L

Bonus: Becher 5: 250 mL Leitungswasser mit Kochsalzkonzentration von 0,80 g/L

Versuchsaufbau:



Die Wechselspannung an den beiden Graphitplatten soll bei allen Messungen 5 V betragen. Die Frequenz der sinusförmigen Wechselspannung soll 50 Hz betragen. Diese Frequenz ist bereits eingestellt und darf nicht verändert werden.



Joker:

Gegen **Abzug von 2 Punkten** kannst du bei einem Jurymitglied Hilfestellung für den Versuchsaufbau erhalten.



Kontrolle:

Ehe du mit den Messungen beginnst, zeige einem Jurymitglied den fertigen Versuchsaufbau zur Kontrolle. ☞ **Antwortbogen (3 P.)**

Messungen:

Für alle Lösungen soll die elektrische Stromstärke gemessen und die elektrische Leitfähigkeit berechnet werden. Die Messergebnisse sollen in die Tabelle eingetragen werden. ☞ **Antwortbogen (12 P. + 2 P. für die Bonuslösung)**

Auswertung:

Fertige **auf Millimeterpapier** eine Graphik der elektrischen Leitfähigkeit in Abhängigkeit der zugefügten Kochsalzkonzentration an.

Zeichne die beste Gerade durch deine Messpunkte. ☞ **Millimeterpapier (8 P.)**



Fragen (Antworten im Antwortbogen)

1. Warum steigt die elektrische Leitfähigkeit mit steigender Kochsalzkonzentration? (2 P.)
2. Warum ist die elektrische Leitfähigkeit von Leitungswasser nicht gleich null? (2 P.)
3. Welchen Wert hat wohl die elektrische Leitfähigkeit von destilliertem Wasser? Begründe deine Antwort. (2 P.)
4. Bestimme anhand deiner Messungen die Leitfähigkeit einer Lösung bestehend aus 250 mL Leitungswasser mit einer Kochsalzkonzentration von 0,75 g/L. (2 P.)

Versuch II:

Dosierung der Chloridionen in einem Mineralwasser

Einleitung

Mineralwasser aus verschiedenen Quellen besitzen nicht die gleichen Konzentrationen an Mineralstoffen. Diese müssen auf dem Etikett vermerkt sein, da bei manchen Krankheitsbildern verschiedene dieser Inhaltsstoffe zu meiden sind.



Aufgabenstellung

Untersucht die Chloridkonzentration $c(\text{Cl}^-)$ von einem Mineralwasser (S^t-Yorre) anhand der Titration nach *Mohr*.



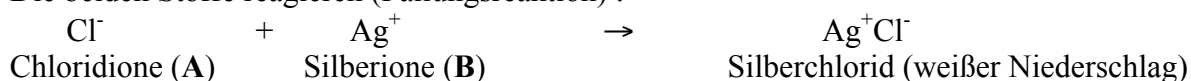
Hintergrundinformationen

Viele quantitative Analysemethoden in der analytischen Chemie basieren auf Titrationen.

Das Grundprinzip der Titration ist die Bestimmung der Konzentration eines Stoffes **A** in einer Lösung anhand einer zweiten Lösung, welche einen Stoff **B** enthält, der mit dem Stoff **A** chemisch reagiert. In jedem Falle muss die Konzentration vom Stoff **B** exakt bekannt sein.

Bei der *Mohr*-Titration wird die Konzentration von Cl^- -Ionen (=A) anhand einer Silbernitrat-Lösung, welche Ag^+ -Ionen (=B) enthält, bestimmt.

Die beiden Stoffe reagieren (Fällungsreaktion) :



Zu Beginn der *Mohr*-Titration gibt man etwa 1 mL einer Kaliumchromatlösung zu einem bestimmten Volumen V_A des Mineralwassers. Danach gibt man nach und nach die Silberionenlösung hinzu, bis zum Farbumschlag der Lösung. An diesem Äquivalenzpunkt hat Ag^+ komplett mit Cl^- reagiert. Dieses Ag^+ -Volumen entspricht V_B . Eine weitere Zugabe führt zur Reaktion von Ag^+ mit der Chromatlösung, es bildet sich ein roter Niederschlag.

Frage1: Welche Beziehung besteht zwischen der Stoffmenge von Chloridionen und von Silberionen am Äquivalenzpunkt? (\Rightarrow Antwortbogen) (2 P.)



JOKER: Falls ihr zur Beantwortung dieser Frage eine Hilfestellung benötigt, könnt ihr diese bei einem Jurymitglied beantragen. Das kostet euch aber einen Strafpunkt.

Berechnung der Stoffmengenkonzentration der Chloridionen im Mineralwasser :

$$c(A) = \frac{c(B) \cdot V(B)}{V(A)} \quad (1)$$

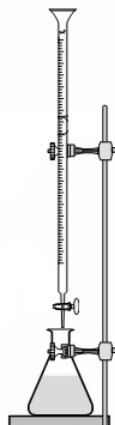
Wichtige Formeln :

(2) $c = n / V$ c : Stoffmengenkonzentration [mol/L]
 n : Stoffmenge [mol]
 V : Lösungsvolumen [L]

(3) $n = m / M$ m : Masse [g]
 M : molare Masse [g/mol]
 $M(\text{Cl}^-) = 35,45 \text{ g/mol}$

Material:

- S^t-Yorre - Mineralwasser
- Silbernitratlösung AgNO_3 0,1 mol/l
- Kaliumchromatlösung K_2CrO_4 0,01 mol/L
- Plastikpipette
- 100 ml Vollpipette
- 200 ml Erlenmeyerkolben
- 100 mL Becherglas
- 50 ml Bürette mit Stativ
- Trichter



Arbeitsanweisungen

Die Silbernitratlösung kann die Haut schwarz verfärben, daher ist jeglicher Hautkontakt zu vermeiden !

Falls Ihr jedoch mit der Lösung in Kontakt kommt sollt ihr mit reichlich Wasser spülen.

Auffüllen der Bürette :

Büretten werden durch einen Trichter **langsam** bis **über** den Nullpunkt aufgefüllt, damit die Luft entweichen kann. Luftblasen werden durch leichtes Klopfen ausgetrieben. Nach Entfernung des Trichters wird der Flüssigkeitsspiegel auf den Nullpunkt eingestellt. Die überschüssige AgNO_3 -Lösung wird im kleinen Becherglas gesammelt. Als Hilfe zum Ablesen der Skala läuft an der inneren Rückwand der Bürette ein Farbstreifen (Schellbachstreifen), der wegen der Brechung des Lichts an der Flüssigkeitsoberfläche oberhalb des Flüssigkeitsspiegels schmaler ist, als er in der Flüssigkeit erscheint. An dieser Verengung wird abgelesen.

Probenentnahme :

Entnimmt mit einer **trockenen** Vollpipette exakt 100 mL Mineralwasser und fügt diese in einen Erlenmeyerkolben ein. Um eine Pipette vollständig zu entleeren, wird ihre Spitze noch etwa 15 bis 30 Sekunden nach der Abgabe der Flüssigkeit gegen die Gefäßwand gehalten. Die Pipette sollte dabei senkrecht gehalten werden. Der dann in der Spitze verbleibende Flüssigkeitsrest darf nicht mehr entfernt werden, da er bei der Eichung auf Auslauf schon berücksichtigt wurde.

Fügt nun 1 mL Kaliumchromatlösung hinzu.

Titration :

Tropft nun langsam die Silbernitratlösung aus der Bürette zum Mineralwasser hinzu, während ihr den Erlenmeyerkolben schüttelt. Lest das verbrauchte Volumen am Äquivalenzpunkt (beim geringsten Farbumschlag) ab und berechnet die Chloridkonzentration in mol/L und in mg/L. (8 P.)

☞ **Antwortbogen (Frage 2)**



Zusatzfragen (Antworten im Antwortbogen)

- 1) Stelle die Formel (1) auf. Benutze hierzu die Formel (2). (4 P.)
- 2) Weshalb ist es wichtig, dass sich keine Luftblasen in der Bürette befinden? (2 P.)
- 3) Weshalb ist es wichtig, dass man eine trockene Vollpipette benutzt? (2 P.)

Versuch III: Wasserelektrolyse

Einleitung

Wasser ist ein sehr stabiler Stoff; es gibt jedoch eine einfache Methode, die Moleküle zu zerlegen: die Elektrolyse.



Aufgabenstellung

Führt die Wasserelektrolyse durch und weist die Stoffe nach, welche gebildet werden.

Material:

- Wasserzersetzungsapparat
- Netzgerät
- 2 kleine Reagenzgläser
- dest. Wasser
- Natriumsulfat
- Spatel
- Experimentierkabel
- Glimmspan
- Feuerzeug
- Plastikpipette



Arbeitsanweisungen

Befüllt den Zersetzungsapparat mit den beiden Reagenzgläsern mit dest. Wasser. Fügt eine Spatelspitze Natriumsulfat hinzu. Schließt den Zersetzungsapparat an das Netzgerät an und stellt die Stromspannung so ein, dass in den beiden Reagenzgläsern Gase aufsteigen.

Wenn sich genug Gas gesammelt hat, sollt ihr in den beiden Reagenzgläsern Nachweisreaktionen durchführen. Wenn ihr sicher seid und ein paar mal geprobt habt, dann **ruft ein Jurymitglied**, um ihm die Teste zu zeigen. Aufgepasst; ihr habt nur eine „Vorführung“... (5 P.)



Fragen (Antworten im Antwortbogen)

- 1) Erkläre das Wort „Elektrolyse“. (2 P.)
- 2) Warum muss man dem dest. Wasser ein Salz hinzufügen? (3 P.)
- 3) Warum bilden sich in beiden Reagenzgläsern unterschiedliche Gasmengen? (3 P.)
- 4) Stelle die Reaktionsgleichung der Wasserelektrolyse auf. (6 P.)

Versuch IV: Bestimmung der Güte eines Fließgewässers mit Hilfe von Bioindikatoren



Hintergrundinformationen

Die Gewässergüte lässt sich langfristig nur durch die hier lebenden Tiere und Pflanzen beurteilen, da diese über längere Zeit auf eine hohe Wasserqualität angewiesen sind. Die Wasseranalyse anhand von chemischen oder physikalischen Parametern gibt nur über den augenblicklichen Zustand des Gewässers Aufschluss!

Bioindikatoren sind so genannte **Zeigerorganismen**, welche eine enge Toleranzbreite gegenüber bestimmten Umweltfaktoren haben.



Die Abbauprozesse von organischen Substanzen im Wasser sind stark sauerstoffzehrend und demnach für verschiedene Tierarten lebensgefährlich. Klar ist, dass eine Tierart, welche in stark verschmutztem Wasser leben kann, wohl auch in sauberem Wasser überlebt. Umgekehrt ist dies jedoch nicht der Fall!

Je nach Toleranzbreite gegenüber der Wasserverschmutzung wird einer bestimmten Tierart ein so genannter **Gütefaktor (GF)** zugeteilt. Je empfindlicher eine Tierart gegenüber Wasserverschmutzungen ist, desto niedriger ist dieser Gütefaktor.

Der **Saprobienindex** (Fäulnisindex) ist ein Maß für die Auswirkungen einer Gewässerverschmutzung mit organischen, biologisch abbaubaren Stoffen, wie z.B. stickstoffhaltigem Dünger aus der Landwirtschaft oder phosphorhaltigem Abwasser aus den Haushalten usw.



Aufgabenstellung

Einige Schüler haben während eines Ferienjobs bei der Umweltverwaltung damit begonnen, die Gewässergüte eines Baches zu bestimmen, indem sie an verschiedenen Stationen die Zeigerorganismen unter den Steinen im Wasser eingesammelt und den Saprobienindex ermittelt haben. In unserem Falle sollt ihr die makroskopische Wirbellosenfauna eines Baches benutzen, um diesen Index zu berechnen.



Ihr sollt ihnen nun bei der Arbeit helfen, indem ihr die Auswertung einer dieser Stationen durchführt!



Arbeitsanweisungen

1. Die Tiere sind bereits je nach Art in einer kleinen Petrischale mit Konservierungsflüssigkeit vorsortiert. Als Erstes gilt es die eingesammelten Tiere nun zu bestimmen. Dazu stehen euch eine Binokularlupe und ein Bestimmungsschlüssel zur Verfügung.
☛ **Antwortbogen:** Die Namen der Tiere müsst ihr nun in die Auswertungstabelle im Antwortbogen eintragen!
2. Danach gilt es den Häufigkeitsgrad der einzelnen Tiere zu bestimmen. Vor Ort wurde die Häufigkeit der gefundenen Tiere abgeschätzt und aufgeschrieben. Zur Umwandlung von der geschätzten Häufigkeit in Häufigkeitszahlen könnt ihr folgende Tabelle benutzen.

Häufigkeit	Häufigkeitszahl
Einzelfund	0.5
vereinzelt Vorkommen	1
mäßig häufiges Vorkommen	2
häufiges Vorkommen	3
sehr häufiges Vorkommen	4
massenhaftes Vorkommen	5

☞ **Antwortbogen:** Die Häufigkeitszahlen der nachgewiesenen Tiere müsst ihr nun in die Auswertungstabelle im Antwortbogen (letzte Seite) eintragen!

- ☞ **Antwortbogen:** Der Gütefaktor (GF) der jeweiligen Tierart muss nun in die Auswertungstabelle im Antwortbogen eingetragen werden! Ihr könnt ihn für jede Art im Bestimmungsschlüssel ablesen!
- Der **Saprobienindex** kann jetzt bestimmt werden, indem ihr die angegebene Formel in der Tabelle benutzt!



Frage:

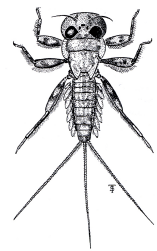
Wie ist der Saprobienindex an der untersuchten Stelle? Was könnt ihr zur Verschmutzung des Wassers an dieser Stelle aussagen? (☞ **Antwortbogen**) (5 P.)



Zusatzfragen (Antwort in Antwortbogen eintragen)

Frage 1: Welchen Vorteil bietet die Bestimmung des Saprobienindex eines Gewässers gegenüber physikalischen oder chemischen Gewässeranalysen? (2 P.)

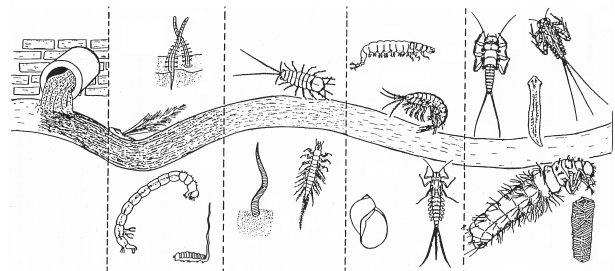
Frage 2: Viele Larven der Eintagsfliegen oder der Steinfliegen haben einen stark dorso-ventral abgeflachten Körper (siehe Abbildung). Sie leben in schnell fließenden Bächen des Mittelgebirges. Wie ist dieser Körperbau zu erklären? (3 P.)



Frage 3: Warum ist die Anzahl an Lebewesen in einem schnell fließenden, sauerstoffreichen Gebirgsbach geringer als in einem langsam fließenden, breiten Fluss? (3 P.)

Frage 4: Nähr- und Schadstoffeinträge in ein Fließgewässer können erhebliche Schäden anrichten. In den meisten Fällen jedoch, ist zu beobachten, dass einige Kilometer nach dem Einleiten von geringen Mengen von Abwässern, nichts mehr von der Belastung durch organische Stoffe bemerkbar ist. Man spricht von einem Selbstreinigungseffekt des Gewässers!

Wie ist dies eurer Meinung nach zu erklären? (2 P.)



GESCHAFFT