12. Lëtzebuerger Naturwëssenschaftsolympiad

Finalrunde: Dienstag, den 12. Februar 2019

Lycée Michel-Rodange, Luxembourg

Aufgabenbogen

Vorsichtsmaßnahmen

1. Tragt Laborkittel und Schutzbrillen während des gesamten Aufenthalts im Labor.
2. Bei der Arbeit mit Chemikalien sollen Einweghandschuhe getragen werden.
3. Essen und Trinken im Labor ist nicht gestattet.
4. Wenn Material zerbricht, sofort einem Jurymitglied Bescheid geben.
5. 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. Der Arbeitsplatz muss genau so verlassen werden wie er vorgefunden wurde.
4. Alle Ergebnisse müssen in den **Antwortbogen** eingetragen werden.
5. Am Ende darf nur ein einziger Antwortbogen abgegeben werden.
6. **Punkteverteilung** für die einzelnen Aufgaben:

Versuch I:	Die Wirkung von Zusatzmitteln auf Beton	(12 P.)
Versuch II:	Karbonatisierung und Korrosion von Stahlbeton	(20 P.)
Versuch III:	Bestimmung von Gräsern und Binsen	(10 P.)
Versuch IV:	Mikroskopischer Schnitt durch eine Binse	(12 P.)
Versuch V:	Schlau gebaute Samen zur Verbreitung	(12 P.)
Versuch VI:	Wärmeleitfähigkeit von Styropor	(11 P.)
Versuch VII:	Abhängigkeit des Wärmeverlustes von der Materiallänge	(20 P.)
Arbeitsablauf, Sauberkeit, Organisation, Teamfähigkeit:		(3 P.)
	Gesamtpunktzahl:	**(100 P.)**

Versuch I: Die Wirkung von Zusatzmitteln auf Beton

(inspiriert vom FCI-Fonds der chemischen Industrie)

🕮 Hintergrundinformationen

Der für das Pantheon (120 n. Chr.) verwendete Römische Beton, bekannt als *Opus Caementitium*, ist eine der bedeutesten Erfindungen in der Baugeschichte. Bereits die Römer verstanden, dass es vor allem auf die richtigen Zutaten ankommt, um einem Baustoff besondere Fähigkeiten zu verleihen. Römischer Beton wurde aus Steinen, Sand, Wasser, gebranntem Kalk und Puzzolanen (Eruptionsstoffe aus Vulkanen, die mit Kalk zusammen zementähnlich reagieren) gemischt und erhärtete – wie der heutige Beton – zu einem künstlichen Stein. Die Leistung der Römer und ihrer Vorfahren bestand darin, diesen Beton allein durch Ausprobieren und Erfahrung entwickelt zu haben. Sie setzten dem Beton Milch, Eier, Ochsenblut oder auch Ziegelmehl zu, um ihn besser verarbeiten zu können, ihn wasserdichter zu machen oder um höhere Festigkeiten zu erreichen.

Über 90 Prozent aller Betone enthalten heute Betonzusatzmittel, die den klassischen Ausgangsstoffen Zement, Sand und Wasser beigemischt werden. Schon kleine Mengen an Zusatzstoffen reichen aus, um die Eigenschaften des Frischbetons und des Festbetons sowohl auf chemischem als auch auf physikalischem Wege erheblich zu beeinflussen.

Dem Beton, der zügig erhärten soll, werden **Beschleuniger** zugegeben. Er verfestigt in Sekundenschnelle. Durch die Zugabe von **Luftporenbildner** entstehen im Beton Expansionsräume für das gefrierende und sich ausdehnende Wasser, so dass der Beton nicht durch den Frost zerstört wird. Damit bei hohen Außentemperaturen, der Beton nicht zu schnell erhärtet werden **Verzögerer** zum Beton zugegeben. **Stabilisierer** werden dem Beton vor allem zugegeben, um die Wasserabsonderung zu vermeiden oder zur Vermeidung des Aufschwimmens der gröberen Leichtzuschlagkörner. Je nach Modifizierung wirken die Stabilisierer auch etwas verflüssigend.

Der folgende Versuch zeigt modellhaft die Wirkungsweisen von vier unterschiedlichen Betonzusatzmitteln.

🛠 Arbeitsanweisungen

Material:

Becherglas (400 mL), 5 Plastikbecher, Pulverlöffel, Messzylinder (50 und 10 mL), 5 Glasstäbe, wasserfester Stift.

Gemeinschaftsplatz: Spatellöffel, Waage, Papier zum Abwiegen.

Chemikalien:

Destilliertes Wasser.

Gemeinschaftsplatz: Zement, Sand, Aluminiumsulfat($Al_2(SO_4)_3$), Methylcellulose, Spülmittel, Saccharose (Kristallzucker).

☠ Achtung!

Aluminiumsulfat ist ätzend und verursacht schwere Augenschäden. Unbedingt Schutzbrille tragen

Versuchsdurchführung:

1. Wiegt zuerst 45 g Zement und 135 g Sand in einem großen Becherglas ab und vermischt beides sehr gründlich mit einem Pulverlöffel.
2. Wiegt dann die Zusatzstoffe getrennt voneinander auf Papier ab: 1,5 g Aluminiumsulfat, 0,5 g Methylcellulose sowie 1,5 g Kristallzucker. Außerdem müssen mit dem Messzylinder 5 mL Spülmittel abgemessen werden.
3. Beschriftet 5 Plastikbecher: „$Al_2(SO_4)_3$“, „MC“ (für Methylcellulose), „Spüli“, „Zucker“ und „ohne“.
4. Gebt 50 mL destilliertes Wasser in die Zement-Sand-Mischung und rührt so lange (2-3 min) bis eine „homogene“ Masse entsteht.
5. Verteilt diese Masse mit einem Löffel gleichmäßig auf die 5 Plastikbecher: jeder Becher sollte ungefähr die gleiche Menge an Feststoff und an Flüssigkeit enthalten d. h. der Inhalt sollte in jedem Becher die gleiche Konsistenz besitzen.
6. Gebt dann die Zusatzstoffe in die jeweiligen Plastikbecher und rührt mit einem Glasstab jede Mischung so lange bis sich der Zusatzstoff gleichmäßig im Beton verteilt hat. Der Glasstab kann auch im Becher stehen bleiben.
7. Beobachtet nun in regelmäßigen Zeitabständen und über einen längeren Zeitraum die fünf unterschiedlichen Proben und kontrolliert durch leichtes Zusammendrücken oder Schwenken des Bechers und mithilfe des Glasstabes die Konsistenz/Festigkeit der Proben.

✎ Aufgabenstellung

Notiert eure Beobachtungen und vergleicht die Proben mit den Zusatzstoffen mit der ohne Zusatz und überlegt euch, wo welcher Beton eingesetzt werden kann!

⇨**Antwortbogen: 1.1., 1.2. und 1.3.**

Versuch II: Karbonatisierung und Korrosion von Stahlbeton

(inspiriert vom FCI-Fonds der chemischen Industrie)

🕮 Hintergrundinformationen: pH-Wert des Betons

Bei der chemischen Reaktion von Zement mit Wasser, entsteht neben anderen Reaktionsprodukten Calciumhydroxid ($Ca(OH)_2$).

Das Calciumhydroxid verleiht dem Beton sein natürliches alkalisches (basisches) Milieu, da es OH^--Ionen enthält. Der hohe pH-Wert schützt die Stahlbewehrung im Stahlbeton (Verbundmaterial aus Beton und Stahl) vor Korrosion (Rosten).

Durch Kontakt mit dem Kohlenstoffdioxid in der Luft kommt es unter Freisetzung von Wasser zur Bildung von Calciumcarbonat ($CaCO_3$). Diese Reaktion wird als **Karbonatisierung** bezeichnet.

⇨**Antwortbogen: 2.1.**

🛠 Arbeitsanweisungen: pH-Bestimmung

Material:

pH-Papier

Chemikalien:

Probe von neuem Beton, Probe von altem Beton, destilliertes Wasser

Versuchsdurchführung:

1. Feuchtet 2 kleine pH-Papier-Streifen (von 1 cm) mit destilliertem Wasser an, legt je einen auf die Schnittkanten der zwei Beton-Proben und drückt sie leicht an.
2. Bestimmt nach 1 Minute den pH-Wert.

✎ Aufgabenstellung

Notiert die gemessenen pH-Werte und bestimmt für beide Proben die Konzentration an OH^--Ionen mithilfe der folgenden Formel: $c(OH^-) = 10^{pH-14}$. Wie könnt ihr eure Beobachtungen erklären?

⇨**Antwortbogen: 2.2., 2.3. und 2.4.**

🕮 Hintergrundinformationen: Korrosion von Stahl

Eine Folge der Karbonatisierung des Betons ist die Korrosion des Stahls im Stahlbeton. Die Bildung von Calciumcarbonat führt nämlich zu einem langsamen Absinken des pH-Werts, d. h. zur „Versauerung“ des Betons. Und somit geht der Korrosionsschutz des Stahls verloren. Der Stahl wird nun oxidiert, er rostet, dabei entstehen Eisen(III)-Ionen Fe^{3+}. Diese können mit Thiocyanat-Ionen SCN^- nachgewiesen werden, denn es bildet sich Eisen(III)-thiocyanat ($Fe(SCN)_3$), das eine bestimmte Farbe aufweist.

🛠 Arbeitsanweisungen: Modellversuch: Rosten von Eisen

Material:

Reagenzglasgestell, Reagenzglas, Pinzette, Gummistopfen, 2 Tropfpipetten

Chemikalien:

Eisen-Nagel, Salzsäure, Kaliumthiocyanat-Lösung

☠ Achtung!

Salzsäure ist ätzend und verursacht Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden. Auch die Kaliumthiocyanat-Lösung sollte nicht mit der Haut und den Augen in Kontakt kommen. Unbedingt Schutzbrille tragen und auf die Kleidung achten.

Versuchsdurchführung:

1. Gebt mithilfe einer Pipette ungefähr 2 cm hoch (2 mL) Salzsäure in ein Reagenzglas.
2. Gebt mithilfe einer anderen Pipette ungefähr 1 cm hoch (1 mL) Kaliumthiocyanat-Lösung hinzu.
3. Verschließt das Reagenzglas mit einem Stopfen und vermischt den Inhalt.
4. Gebt einen Eisen-Nagel in das Reagenzglas.

✎ Aufgabenstellung

Notiert eure Beobachtungen und formuliert die Gleichungen der vorliegenden Reaktionen.

⇨**Antwortbogen: 2.5., 2.6., 2.7. und 2.8.**

🕮 Hintergrundinformationen: Bestimmung der Konzentration an Fe^{3+}-Ionen

Die rote Färbung, die ihr beobachtet habt, wenn Fe^{3+}- und SCN^{-}-Ionen miteinander reagieren kann mithilfe eines Spektrometers analytisch genutzt werden, um die genaue Konzentration an Fe^{3+}-Ionen in einer Lösung zu bestimmen und so auf das Fortschreiten der Korrosion Aufschluss zu geben.

<u>Funktionsweise eines Spektrophotometers</u> (EUSO Kopenhagen 2017):

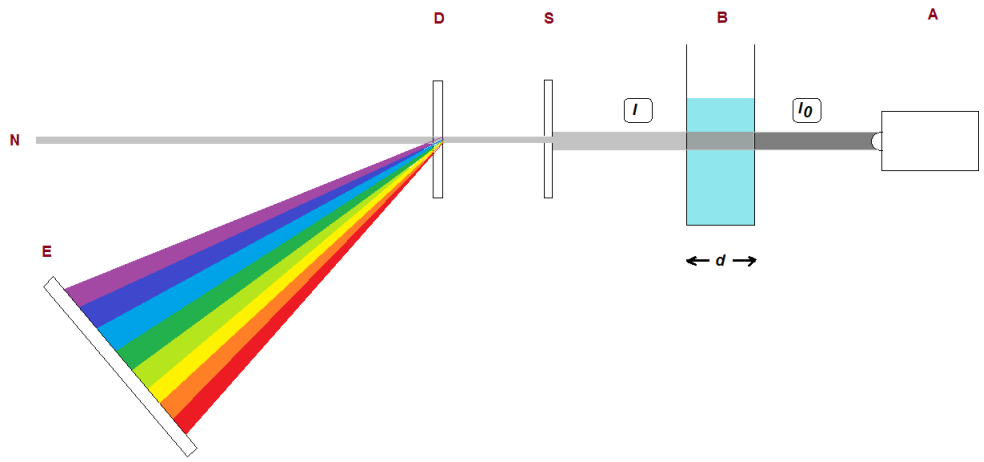
Ein Spektrophotometer ist ein Gerät in dem Licht einer bestimmten Wellenlänge gemessen wird, das durch eine Küvette mit Probelösung geschickt wurde. Die absorbierte Lichtmenge wird Extinktion (A) (oder Absorption, engl. Absorbance) genannt

$$A = -\log_{10}\frac{l}{l_0}$$

l_0 ist die Intensität des einfallenden Lichts und l die Intensität des durchgelassenen Lichts.

Die Extinktion ist proportional zur Konzentration der Probelösung (c), zur vom Licht durch die Probelösung zurückgelegten Wegstrecke (d) und zur substanzspezifischen Konstanten (ε). Üblicherweise (und auch hier) werden Küvetten mit einer Dicke (d) von 1 cm benutzt.

$$A = \varepsilon \cdot c \cdot d$$



🛠 Arbeitsanweisungen: Bestimmung der Konzentration an Fe^{3+}-Ionen durch Spektrophotometrie

Material und Chemikalien:

An eurem Platz findet ihr ein Rack/Gestell aus Plastik bzw. Styropor mit 7 leeren Küvetten (siehe Anhang, Bild 1). Die benötigten Lösungen stehen an den beiden Gemeinschaftsplätzen aus. Außerdem benötigt ihr natürlich ein Laptop und ein Spektrophotometer. **Die im folgenden Text beschriebenen Arbeitsschritte werden im Anhang detailliert erläutert, diesen also bitte bereithalten!**

☠ Achtung!

Die Lösungen enthalten Kaliumthiocyanat und Salzsäure, sie sind schwach ätzend deshalb sollten sie nicht mit der Haut und den Augen in Kontakt kommen. Unbedingt Schutzbrille tragen.

Versuchsdurchführung:

Ihr sollt nun den Fe^{3+}-gehalt einer Probe ermitteln, die durch Auflösen des Rostes einer Betonprobe erhalten wurde.

Zuerst muss hierzu das Absorptionsmaximum des $Fe(SCN)_3$ ermittelt werden, um möglichst präzise Werte erzielen zu können.

Bevor dies jedoch erfolgen kann, muss das Messgerät kalibriert werden:
Eine Küvette (immer nur die geriffelten Seiten anfassen) wird bis ungefähr zur Hälfte oder Zweidritteln mit destilliertem Wasser („Blank“, Nullprobe) gefüllt und in die dafür vorgesehene Halterung/Öffnung des Spektrometers gesteckt (siehe Anhang S. 1, Bild 1). Hierbei (wie bei jeder späteren Messung) ist genau darauf zu achten, dass eine klare Seite der Küvette zum abgebildeten „Regenbogen“ zeigt, die klaren Seiten sauber sind (keine Fettflecken o.ä.!) und dass die Analysenlösung keine Luftblasen enthält. Nun wird einmal der „Dunkelwert“ (wie viel Licht gelangt zum Detektor bei ausgeschalteter Lichtquelle) und einmal, nach ein- bis zweiminütigem Warten (Aufwärmen der Lampe), der „Lichtwert“ (wie viel Licht gelangt von der Lichtquelle zum Detektor, wenn die Küvette nur reines Lösungsmittel enthält) gemessen (siehe Anhang S. 1, Bild 2).

Dann wird das Absorptionsspektrum (Aufnahme der Absorption als Funktion der Wellenlänge) von **Lösung 1** (die Küvette ist jedes Mal genau wie oben beim „Blank“ beschrieben zu handhaben) aufgenommen (Anhang S. 2+3, Bilder 3 bis 5).

Notiert das Absorptionsmaximum und lasst den Wert von einem Lehrer kontrollieren, bevor es weiter geht!

⇨**Antwortbogen: 2.9.**

Danach werden die **Proben 1 bis 5** im Absorptionsmaximum vermessen, um eine sogenannte Eichkurve zu erhalten (Anhang S. 3+4, Bilder 6 bis 8), da aus der Messung der Absorption nur die Konzentration mathematisch berechnet werden kann, wenn ε und d bekannt sind (siehe oben).

Tragt die Messwerte im Antwortbogen ein.

⇨**Antwortbogen: 2.10.**

Jetzt kann die Absorption der unbekannten **Lösung 6** gemessen und daraus die Konzentration ermittelt werden (Anhang S. 4+5, Bilder 8 bis 10).

Aufgabenstellung

Notiert A(Lösung 6) und ermittelt die Konzentration an Fe^{3+}-Ionen. Lasst euch diesen Wert von einem Lehrer bestätigen, bevor ihr das Programm ausschaltet.

⇨**Antwortbogen: 2.11., 2.12. und 2.13.**

Versuch III: Bestimmung von Gräsern und Binsen

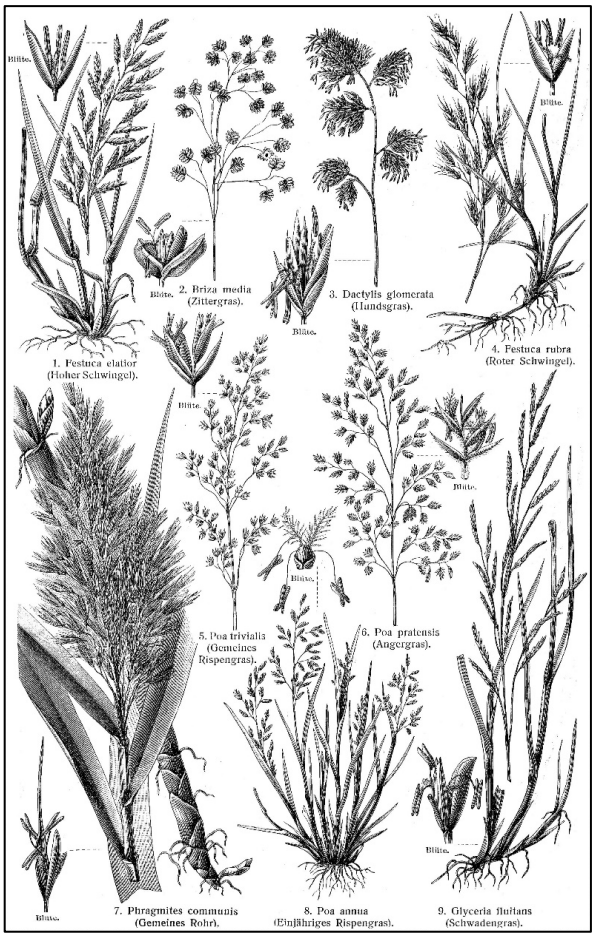
🕮 Hintergrundinformationen

Die Erfolgsgeschichte der Gräser und grasartigen Pflanzen ist in der Pflanzenwelt beispiellos: etwa ein Fünftel der Landfläche der Erde wird von Gräsern bedeckt. Sie bestimmen das Erscheinungsbild der Steppen, Prärien und Savannen.

Doch auch bei uns in Westeuropa ist es kaum möglich, einen Fuß in die freie Landschaft zu setzen, ohne auf Gräser zu treten. Ob auf Felskuppen, in sumpfigem Nass oder am Wegesrand, überall haben sie sich breitgemacht. Und dabei reden wir nicht einmal vom Fußballrasen oder den Getreideäckern unserer Zivilisation!

Doch was befähigt Gräser dazu, besser mit schwierigen Standortverhältnissen klar zu kommen als andere Pflanzen?

Die Bestimmungsaufgabe (Versuch III) gibt euch einen kleinen Einblick in die Vielfalt dieser krautigen Pflanzen, die Pflanzenanatomie (Versuch IV) zeigt euch, mit welchen "Tricks" sie sich im Laufe ihrer Jahrmillionen währenden Evolution an die unterschiedlichsten ökologischen Nischen angepasst haben. Ganz schön "schlau gebaut"!



🛠 Arbeitsanweisungen und Fragen

3.1. Bestimmt mit Hilfe des nachfolgenden Bestimmungsschlüssels und einer Binokularlupe die folgenden 5 Pflanzenarten oder -gruppen (❶-❹) und gebt die jeweiligen Bestimmungsschritte an.

⇨**Antwortbogen: 3.1. (8 Punkte)**

3.2. Die Pflanze ❺ kennt ihr bestimmt, obschon sie nicht aus Europa stammt. Wie nennt man Pflanzen mit diesem charakteristischen Aussehen (der umgangssprachlich benutzte Begriff ist auch der Name der Unterfamilie, zu der man sie zählt)? In welche der vier angeführten systematischen Hauptgruppen (im Bestimmungsschlüssel rot) würdet ihr sie einordnen? Weshalb? Nennt eine Tierart, die sich ausschließlich von diesen Pflanzen ernährt.

⇨**Antwortbogen: 3.2. (2 Punkte)**

3.3. Wenn ihr die Pflanzenart ❸ sicher bestimmt habt, könnt ihr weiter zu Versuch IV.

☺ Joker (-2 Punkte)

Falls ihr aber zögert oder einfach mit der Bestimmung nicht klargekommen seid, so ruft einen Biologen, der euch weiterhilft. Dieser Joker kostet allerdings 2 Punkte!

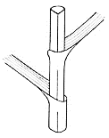
⇨**Antwortbogen: 3.3 (-2 Punkte)**

Bestimmungsschlüssel

(abgewandelt nach KRÜSI B.O., 2007 - Schlüssel zur Bestimmung von Gräsern und Grasartigen im vegetativen Zustand)

Im vegetativen (nichtblühenden) Zustand ist die Unterscheidung zwischen Echten Gräsern (*Poaceae*), Sauergräsern (*Cyperaceae*), Binsen (*Juncus* sp.) und Hainsimsen (*Luzula* sp.) nicht einfach und vor allem nicht immer zweifelsfrei möglich.

Der folgende dichotome Bestimmungsschlüssel wurde aber speziell auf die vorliegenden Arten abgestimmt und bewusst vereinfacht, so dass die Bestimmung dieser reduzierten Auswahl an Gräsern und grasartigen Pflanzen zum Ziel führen sollte.

Gräser und Grasartige		
1	**Pflanze <u>ohne</u> Blätter,** nur Blatt-Schuppen am Triebgrund	**Binse (*Juncus*) ► 7**
1*	Pflanze <u>mit</u> Blättern	► 2
2	**Blätter Schnittlauch-artig** (Querschnitt rund oder Halbmond-förmig)	**Binse (*Juncus*) ►7**
2*	Blätter nicht Schnittlauch-artig hohl	► 3
3	**Blattrand** und Scheidenmündung **mit 3-15 mm langen weißen Haaren**	**Hainsimse (*Luzula*) ►10**
3*	Blattrand kahl oder Haare kürzer als 3 mm	► 4
4	**Spross** scharf oder stumpf **<u>dreieckig (3-kantig),</u>** <u>alle Blätter entspringen am Blattgrund</u>	**Sauergras (*Cyperaceae*) ►11**
4*	**Spross + - flach** zusammengedrückt (2-kantig) stockwerkartig gegliederter Halm, an jedem Knoten entspringt ein Blatt.	**Süßgras (*Poaceae*) ►14**
4**	Spross <u>rund</u>	► 5
5	**Blatt doppelt gefaltet** (W-oder Vogelflug-Profil,) Alle Blätter entspringen am Blattgrund	**Sauergras (*Cyperaceae*) ►11**
5*	Blatt flach oder einfach gefaltet (V-Profil)	► 6
6	**Anordnung der Blätter 3-zeilig** (Blätter gehen nach 3 Seiten ab), Stängel <u>ohne</u> Knoten 	**Sauergras (*Cyperaceae*) ►11**
6*	**Anordnung der Blätter 2-zeilig** (Blätter gehen nach 2 Seiten ab), Stängel <u>mit</u> Knoten	**Süßgras (*Poaceae*) ►14**

Binsen (*Juncus*)		
7	Stängel innen teils ohne deutliche Querwände, markgefüllt (weiß) mit unregelmäßigen Hohlräumen	►8
7*	Stängel innen mit parallelen Querwänden in regelmäßigen Abständen	►9

8	Stängel **hell-grün**, **glatt**, Mark watteartig	*Juncus effesus* **Flatter-Binse**
8*	Stängel **grau-grün**, **glanzlos**, **feinrippig** (>18 Längsrippen)	*Juncus conglomeratus* **Knäuelige Binse**
9	Stängel **blaugrün**, mit **Längsrippen**, innen **hohl**	*Juncus inflexus* **Blaugrüne Binse**
9*	Stängel mit **zusammenhängendem Mark**	*Juncus subnodulosus* **Knötchen-Binse**

Hainsimsen (*Luzula*)		
10	**Blätter schwach behaart bis am Rand bewimpert**, bis 30 cm lang, **bis 15 mm breit**, mit Gitternerven	*Luzula silvatica* **Wald-Hainsimse**
10*	**Blätter mittel-stark behaart**, **< 4 mm breit**, ohne Gitternerven	*Luzula nemorosa* **Busch-Hainsimse**

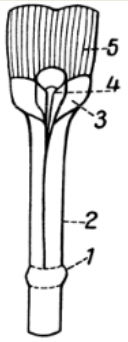
Sauergräser (*Cyperaceae*)		
11	Blätter borstenförmig, ≤ 1 mm breit, schwarz-dunkelbraun, 10-20 cm lang	*Carex davalliana* **Davalls Segge**
11*	Blätter nicht borstenförmig, >1 mm breit	**►12**
12	Pflanze dicht wollig behaart, Rasen-bildend, Blätter grau-grün, Triebe stockwerkartig	*Carex hirta* **Behaarte Segge**
12*	Pflanze kahl	**►13**
13	Wuchshöhe der grundständigen Blätter grösser als 30 cm (ausgewachsene Blätter länger als 50 cm)	**Gruppe: Gross-Seggen**
13*	Wuchshöhe der grundständigen Blätter niedriger als 30 cm (ausgewachsene Blätter kürzer als 50 cm)	**Gruppe: Klein-Seggen**

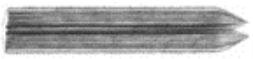
Süßgräser (*Poaceae*)

Der Schlüssel bezieht sich auf junge, gut entwickelte Pflanzen mit 2-4 Blättern

Wichtige Merkmale der Süßgräser (*Poaceae*):

1) ***Stengelknoten*** (kahl oder behaart)
2) ***Blattscheide*** (offen oder hoch geschlossen)
3) ***Blattgrund*** (mit oder ohne Öhrchen, bewimpert oder kahl)
4) ***Blatthäutchen*** (lang vs. kurz bzw. Haarkranz; weiss vs. grün vs. glasig, zart vs. derb)
5) ***Blattspreite*** (flach vs. borstenförmig, gerieft vs glatt, behaart vs. kahl, matt vs. glänzend)



14	Blattoberfläche ohne Skispur (gerieft oder glatt) Triebgrund extrem flach zusammengedrückt, Blatthäutchen 3-4 mm lang, spitz, oft zerschlitzt, Blatt blaugrün, rau	*Dactylis glomerata* **Knaulgras**
14*	Blattoberfläche glatt, oben mit Skispur (Doppelrille), sonst ohne Riefen	**►15**
15	Blatt parallelrandig, 2-4 mm breit  Blatthäutchen der untersten Blätter 0,5-1 mm lang	*Poa pratensis* **Wiesen-Rispengras**
15*	Blatt allmählich zugespitzt	**►16**
16	**Blatt <u>gelb-grün</u>, unterseits <u>glänzend</u>,** Blatthäutchen der Stängelblätter ≥ 1 mm lang	*Poa trivialis* **Gewöhnliches Rispengras**
16*	**Blatt dunkelgrün, beidseits <u>matt</u>** Blatthäutchen der Stängelblätter 2-3 mm lang	*Poa palustris* **Sumpf-Rispengras**

Versuch IV: Mikroskopischer Schnitt durch eine Binse

🕮 Hintergrundinformationen

Die Binsen (*Juncus*) sind die namengebende Gattung der Binsengewächse (*Juncaceae*), die in Luxemburg mit über 20 verschiedenen Arten verbreitet ist. **Binsen wachsen auf staunassen oder überschwemmten Feuchtwiesen und in der Verlandungszone von stehenden Gewässern**, also sozusagen mit den Wurzeln im Wasser.

Die röhrigen, meist mit Mark gefüllten Stängel wachsen starr aufrecht. Bei Pflanzen sind **Parenchyme** die häufigsten Gewebe, welche höchst unterschiedliche Funktionen haben können.

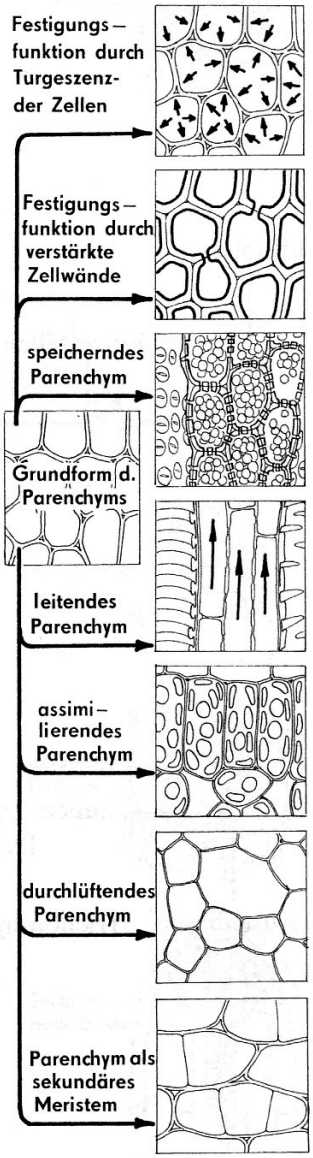


Abb.: Verschiedene Parenchymgewebe, welche bei Pflanzen vorkommen.

✎ Aufgabenstellung

Fertige einen Querschnitt der **Binse** ❸ an. Dieser Querschnitt wird anschließend eingefärbt und auf einem Objektträger fixiert. Es ist eine wissenschaftliche Zeichnung dieses Querschnittes anzufertigen!

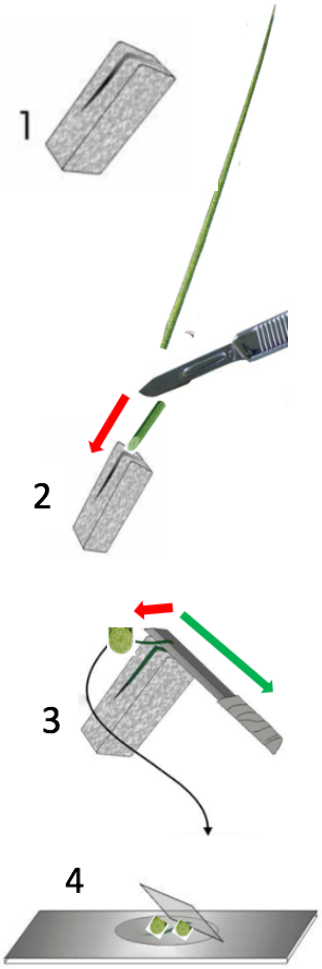
Material:

Mikroskop, Objektträger & Deckgläschen, Pinzette, Nadel, Styroporblock, Rasierklinge, Skalpell, Färbemittel, Ethanol 70 %, Pinsel, Löschpapier, AquaDest.

🛠 Arbeitsanweisungen: Anfertigung eines mikroskopischen Schnittes

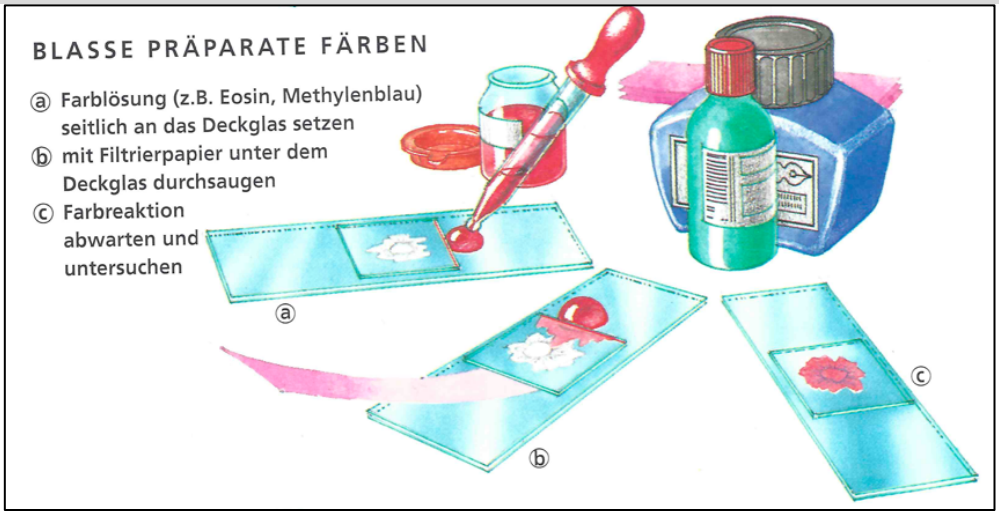
Um Erfolg zu haben, müssen also Schnitte von dem Stängelquerschnitt erstellt werden, die dünn genug sind, um genügend Licht für die Beobachtung hindurch zu lassen und dick genug, um die Zellverbände noch erkennen und deuten zu können. Die optimale Schnittdicke beträgt in unserem Fall 20 µm.

Anleitung:



- Bringt einen Tropfen Wasser auf einen Objektträger.
- Spannt ein etwa 1,5 cm langes Stück des Stängels der Binse ❸ in einen Styropor-Block, den ihr vorher in der Mitte mit Hilfe des Skalpells längs ca 2 cm eingeschnitten habt. Die Probe muss dabei so fest eingespannt sein, dass sie der Rasierklinge nicht ausweichen kann, allerdings darf sie auch nicht zu sehr gequetscht werden.
- Der Klingenhalter mit frischer Einmalklinge, wird nun großzügig mit Ethanol 70 % angefeuchtet, ebenso wie die Schnittfläche des eingespannten Präparates.
- Beim Schnitt wird der Klingenhalter **ziehend** (grüner Pfeil) mit **wenig Druck** (roter Pfeil) durch die Probe geführt. Durch das Ethanol zieht der dünne Schnitt auf die Klinge auf und kann mit einem Pinsel abgenommen und auf den Objektträger gelegt werden. Vor jedem nächsten Schnitt muss die Klinge wieder gut mit Ethanol befeuchtet werden.
- Nun werden 2-3 Schnitte vorsichtig mit einem Deckglas abgedeckt und seitlich wird 1 Tropfen des Farbstoffes (Astralblau-Fuchsin Gemisch) mit einem Löschpapier unter dem Deckglas durchgezogen. Eventuell mit AquaDest auswaschen, falls zu viel Farbstoff hängenbleibt.

Hilfsanweisung zum Färben von Präparaten:



Aufgepasst:

Ihr solltet mehrere Testschnitte durchführen, bevor ihr 2 - 3 Querschnitte auf den Objektträger legt!

Nachdem die Schnitte mit einem Deckglas abgedeckt sind, bei unterschiedlichen Vergrößerungen (100x, 400x und 630x) unter dem Licht-Mikroskop beobachten.

Sucht das bestmögliche Präparat aus und <u>lasst es euch von einem Jurymitglied bewerten!</u>

⇨**Antwortbogen: 4.1.** (2 Punkte)

Fertigt eine beschriftete Übersichtszeichnung des Blattquerschnittes bei 100x Vergrößerung an.

⇨**Antwortbogen: 4.2.** (5 Punkte)

Fragen (⇨Antwortbogen)

4.3. Welche Strukturen geben der Binse ihre Festigkeit gegen das Umknicken? (1 Punkt)

4.4. Aus welchem Stoff/Substanz bestehen die Zellwände dieser Strukturen? (1 Punkt)

4.5. Wie gelangt die Binse an diesen Baustoff? (1 Punkt)

4.6. Das Mark von Binsen ist meist hohl oder mit einem schwammartigen, sogenannten **Sternparenchym** (sternförmiges Gewebe) gefüllt. Erklärt, wieso die Stängel hohl respektive mit Luft gefüllt sind. (2 Punkte)

Versuch V: Schlau gebaute Samen zur Verbreitung

🕮 Hintergrundinformationen

Ein Sprichwort sagt: „Der Apfel fällt nicht weit von Stamm“. Allerdings ist es für Pflanzen von Vorteil, wenn die Samen nicht in unmittelbarer Nähe der Elternpflanze keimen. So stehen sie nicht in Konkurrenz zur Elternpflanze. Aus diesem Grund haben Pflanzen im Laufe der Evolution verschiedene Verbreitungsmechanismen entwickelt, mit denen die Samen und Früchte weite Strecken zurücklegen können.

Der Dodo (Nachbildung)

1681 starben die Dodos (*Raphus cucullatus)* auf Mauritius aus. Etwa 300 Jahre später 1970 bemerkte man das Aussterben der Tambalacoque oder Calvaria-Bäume (*Sideroxylon grandiflorum).* Alle noch lebenden Bäume waren in etwa 300 Jahre alt. Es stellte sich heraus, dass die Dodos die Früchte des Calvariabaumes fraßen und die Samen unversehrt an anderer Stelle wieder ausschieden. Durch das Verdauungssystem wurde die Außenhülle der Samen geschwächt und der Samen konnte erst dann keimen.

Calvaria-Baum auf Mauritius

Dieses Beispiel zeigt, wie durch Evolution die Verbreitung der Samen einer Pflanzenart optimiert wurde. Die Dodos als Tiere sorgten für die Verbreitung der Samen, diese Pflanzenart war folglich auf diesen Verbreitungs-mechanismus angewiesen (fallen die Samen vom Baum ohne gefressen und verbreitet zu werden, keimen sie nicht).

Es gibt natürlich nicht nur diese Verbreitungsart durch Tiere, die Evolution hat viele verschiedene Anpassungen hervorgebracht, welche die Verbreitung der Samen erlauben. Für jede Verbreitungsart gibt es verschiedene Merkmale der Samen, die man relativ leicht erkennen kann. Im Folgenden gilt es, durch gezielte Versuche diese Merkmale zu ermitteln und ihre Effektivität zu messen.

Material:
Maßband, Ventilator/Föhn, Wasserbecken, Tierfell, Binokularlupe, Stoppuhr

🛠 Arbeitsanweisungen: Ermitteln der Merkmale

Mit Hilfe des Materials müsst ihr eine Versuchsreihe durchführen um die verschiedenen Eigenschaften der Samen zu ermitteln. Durch das Vorhandensein bzw. Fehlen verschiedener Eigenschaften kann man auf den in der Natur genutzten Verbreitungsmechanismus dieser Samen schließen. Die Steckbriefe der jeweiligen Pflanzen findet ihr auf der folgenden Seite.

Versuchsbeschreibung/Aufbau, Ergebnisse und Schlussfolgerung sollt ihr auf dem Antwortbogen festhalten. (Antworttabelle)
⇨Antwortbogen: 5.1.

Steckbriefe der Pflanzen

Name	Aussehen	Standort
Strahlender Zweizahn *Bidens radiata*		**Vorkommen:** Nährstoffreiche Schlamm- und Tonböden **Blütezeit:** August - Oktober
Gewöhnliche Waldrebe *Clematis vitalba*		**Vorkommen:** Wälder auf frischen, stickstoffreichen Böden. **Blütezeit:** Juli - September
Kokospalme *Cocos nucifera*		**Vorkommen:** Tropische Küstenregionen **Blütezeit:** ganzjährig
Wilde Möhre *Daucus carota*		**Vorkommen:** Nährstoffreiche, trockene Flächen. **Blütezeit:** Juni - September
Wald-Erdbeere *Fragaria vesca*		**Vorkommen:** Wälder auf sonnigen, feuchten aber wasserdurchlässigen, nährstoffreichen Böden **Blütezeit:** Mai - Juni
Klatschmohn *Papaver rhoeas*		**Vorkommen:** Felder, Wegränder und Böschungen auf sommerwarmen, kalkhaltigen Lehmböden **Blütezeit:** Mai - Juli

Isolierung

Um Häuser zu isolieren werden auf die Fassade moderner Energiesparhäuser Dämmstoffe geklebt, welche verhindern, dass die Wärme, welche sich im Inneren der Häuser befindet ungehindert nach außen gelangen kann. Faktoren wie die Dicke und die Materialien dieser Dämmplatten haben jedoch einen nicht vernachlässigbaren Einfluss auf die Isoliereigenschaften.

In einem ersten Versuch wollen wir daher untersuchen wie gut ein bewährter Dämmstoff wie Styropor die Wärme leitet und seine Wärmeleitfähigkeit λ experimentell ermitteln.
Im zweiten Versuch bestimmen wir wiederum experimentell die Wärmeleitfähigkeit von Kupfer.

Versuch VI: Wärmeleitfähigkeit von Styropor

In eine verschließbare Styroporbox wird eine Wärmequelle (Glühlampe) gesetzt, welche eine konstante Leistung besitzt und das Innere der Box erwärmt. Die Temperatur steigt im Inneren der Box so lange an bis, dass die Wärmeverluste $P_{Verlust}$ (in Watt, W) durch die Außenwände der Box gleich groß sind wie die Wärmegewinne P_{Gewinn} im Innern durch die Glühlampe.

Wärmeverluste:

$$P_{Verlust} = \frac{\lambda \cdot A \cdot \Delta T}{l}$$

wobei:

A: Mittelwert der Innenfläche und der Außenfläche aller Wände der Box, in m^2

l: Dicke der Wände, in m

$\Delta T = T_i - T_a$: Temperaturunterschied zwischen der Innenwand und der Außenwand.

λ: Wärmeleitfähigkeit des verwendeten Materials

Wärmegewinne:

$$P_{Gewinn} = U \cdot I$$

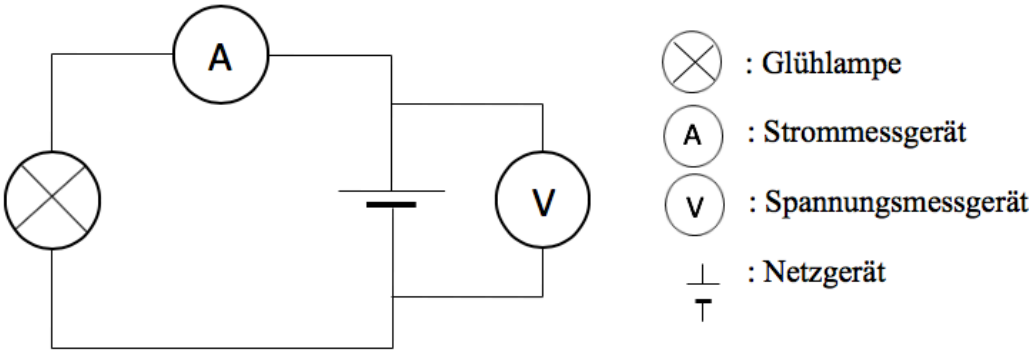
wobei:

U: Spannung an der Glühlampe (in V)

I: Stromstärke an der Glühlampe (in A)

Versuchsaufbau:

Die Glühlampe wird in die Mitte der Styroporbox gesetzt und durch den vorgesehenen Schlitz in der Box mit dem Netzgerät sowie dem Strommessgerät und dem Spannungsmessgerät gemäß folgendem elektrischem Schaltplan verkabelt:



Bemerkung:

1. Das Strommessgerät (Amperemeter) wird in Reihe in die Schaltung eingesetzt, und im Multimeter in den Buchsen COM und A verkabelt. Das Stellrad in die richtige Position (A, Gleichstrom DC, =) bringen.
2. Das Spannungsmessgerät (Volt-Meter) wird parallelgeschaltet, und im Multimeter in den Buchsen COM und V verkabelt. Das Stellrad in die richtige Position (V, Gleichstrom DC, =) bringen.
3. Lasst den aufgebauten Stromkreis mitsamt den Messgeräten von einem Jury-Mitglied kontrollieren, bevor ihr die Messungen startet.

   ⇨**Antwortbogen: 6.1.**

Die Innentemperatur T_i und Außentemperatur T_a werden mittels Thermoelemente gemessen, welche an die Wände der Box geklebt werden. Es soll darauf geachtet werden, dass die Temperaturfühler auf gleicher Höhe angebracht werden.

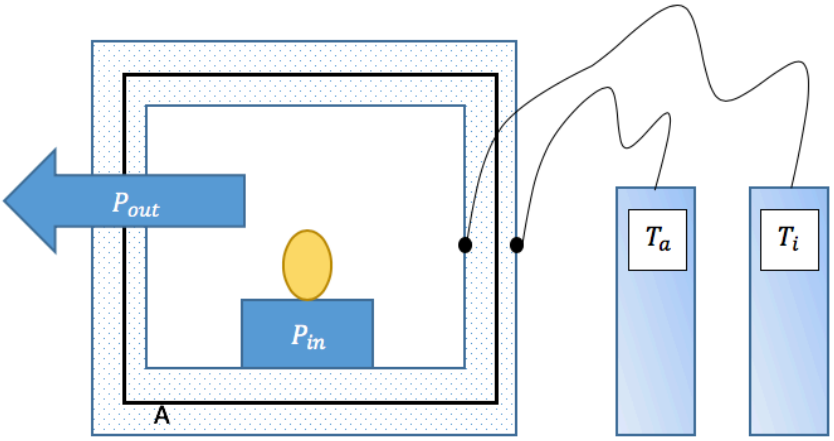


Abb. VI

Nach dem Verkabeln der Glühlampe und der Temperaturfühler wird der Deckel aufgesetzt und die Box hermetisch mit Klebeband verschlossen, so dass keine Luft aus dem Inneren entweichen und Wärme nach außen transportieren kann. Die Box wird auf Zahnstocher gestellt um sie so gut wie möglich von der Außenwelt abzuschirmen.

Durchführung:

1. Die Glühlampe wird eingeschaltet und die Spannung so eingestellt, dass sie 12 V beträgt.
2. Notiert euch auf dem Antwortbogen die Spannung U und die Stromstärke I an der Glühlampe.

   ⇨**Antwortbogen: 6.2.**
3. Messt die Außenabmessungen der Styroporbox und berechnet anhand der Wanddicke von 3 cm den Mittelwert A der Innenfläche und der Außenfläche aller Wände der Box. (siehe Abb. VI)

   ⇨**Antwortbogen: 6.3.**
4. Nun muss gewartet werden bis sich die Wärmeverluste und Wärmegewinne einpendeln. Dieser Vorgang kann einige Zeit dauern. Hinweis: Wenn sich ein Gleichgewicht eingestellt hat, wird die Temperatur im Innern der Box nicht mehr ansteigen. Messt jetzt die Innentemperatur T_i und die Außentemperatur T_a der Wand der Styroporbox.

   ⇨**Antwortbogen: 6.4.**
5. Öffnet die Box und entfernt die Thermoelemente. Überprüft ob sie in der Raumluft die gleiche Temperatur anzeigen. Dies ist nur selten der Fall denn Thermosonden können Temperaturunterschiede sehr genau messen, jedoch nicht präzise Temperaturen. Berechnet anhand des festgestellten Temperaturunterschiedes den reellen Temperaturunterschied zwischen T_i und T_a.

   ⇨**Antwortbogen: 6.5.**
6. Berechnet die Wärmeleitfähigkeit von Styropor unter der Annahme, dass

$$P_{Gewinn} = P_{Verlust}$$

   ⇨**Antwortbogen: 6.6.**
7. Welche Einheit hat die spezifische Wärmeleitfähigkeit? Erklärt eure Vorgehensweise.

   ⇨**Antwortbogen: 6.7.**
8. Vervollständigt die Verständnisfrage im Antwortbogen.

   ⇨**Antwortbogen: 6.8.**

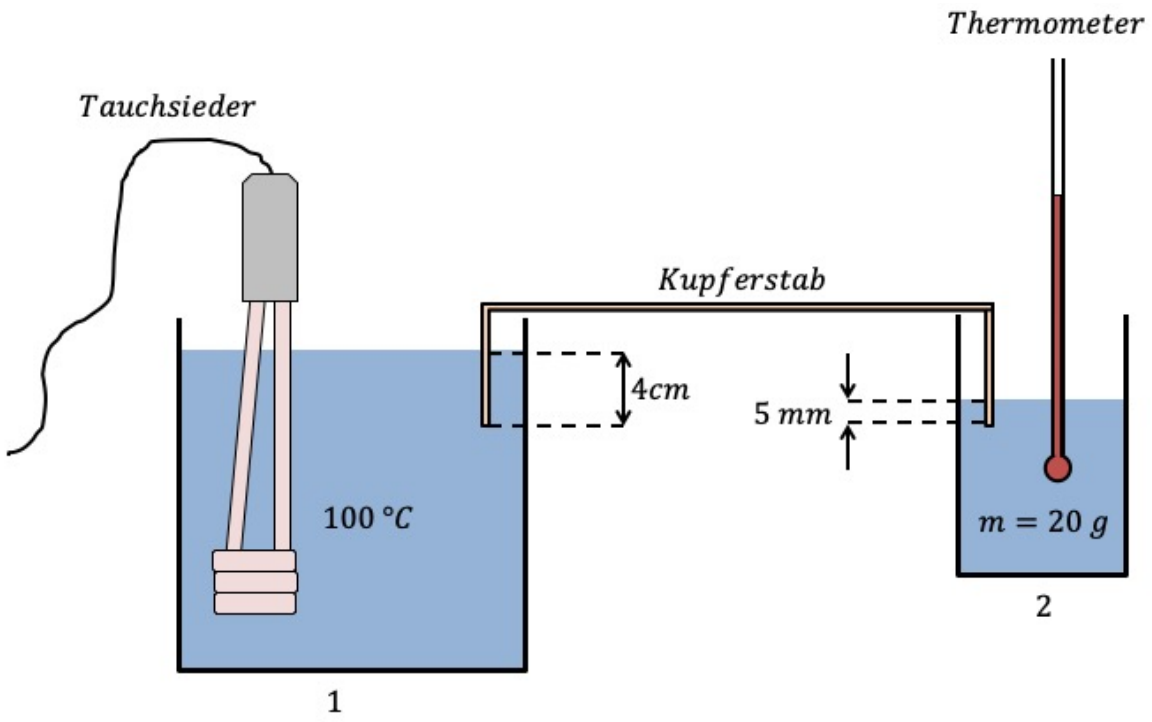
Versuch VII: Abhängigkeit des Wärmeverlustes von der Materiallänge

In diesem Versuch soll die Abhängigkeit des Wärmeverlustes von der Materiallänge genauer analysiert werden.

Ein Kupferstab der Länge l wird an einem Ende mit siedendem Wasser (Gefäß 1) erwärmt. Am anderen Ende (Gefäß 2) ist der Kupferstab in ein mit Wasser gefülltes Becherglas getaucht. Durch Messung der Temperaturänderung dieser Wassermenge in Funktion der Zeit soll herausgefunden werden wie die übertragene Wärmeleistung P von der Länge l abhängt.

Versuchsaufbau:

Der experimentelle Aufbau ist im folgenden Bild dargestellt:



Durchführung:

1. Bestimmt die Länge l des Kupferstabs welche nicht ins Wasser eingetaucht ist.
2. Die Temperatur des Wassers in Gefäß 1 soll konstant bei 100 °C liegen. Zu diesem Zweck wird ein Tauchsieder in das Gefäß getaucht.
3. In Gefäß 2 befinden sich genau m = 20 g Wasser bei Raumtemperatur.
4. Taucht den Kupferstab wie im Bild dargestellt in die beiden Gefäße.
5. Wenn die Temperatur der Wassermenge m im zweiten Gefäß 25,0 °C erreicht hat beginnt die Zeitmessung.
   a. Gemessen wird die benötigte Zeit t um die Temperatur der Wassermenge in Gefäß 2 auf 30,0 °C zu erhöhen.

b. Die übertragene Wärmemenge Q in J kann mit folgender Gleichung berechnet werden:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta\theta$$

wobei: c = spezifische Wärmekapazität des Wassers
= $4182\ J/(kg\ K)$
$\Delta\theta$ = Temperaturdifferenz des Wassers (in K)
m = Wassermenge (in kg)

c. Die Leistung (in Watt W) wird mit $P = Q/t$ berechnet.

Notiert alle Werte in die Messwerttabelle auf dem Antwortbogen.

⇨**Antwortbogen: 7.1.**

6. Gebt wenn nötig etwas Wasser in Gefäß 1 da viel Wasser bei dem Versuch verdampft wurde. Wartet bis die Wassertemperatur wieder 100 °C erreicht hat.
7. Ersetzt das Wasser in Gefäß 2 durch neues Leitungswasser mit m = 20 g und wiederholt den Versuch (Schritte 1-6) mit den anderen Kupferstäben.
8. Welche Relation erkennt ihr zwischen der Wärmeleistung P und dem Kehrwert der Länge der Kupferstäbe $1/l$? Begründet eure Antwort.

   ⇨**Antwortbogen: 7.2.**
9. Tragt die Leistung P in Abhängigkeit von $1/l$ in das Diagramm auf dem Antwortbogen ein.

   ⇨**Antwortbogen: 7.3.**
10. Fügt die passende Regressionsgerade in euer Diagramm hinzu.

    ⇨**Antwortbogen: 7.3.**
11. Die Gleichung für die Leistung des Wärmeverlustes schreibt sich:

$$P_{Verlust} = \frac{\lambda \cdot A \cdot \Delta T}{l}$$

wobei: A = Querschnittsfläche des Stabes, in m^2
ΔT = Temperaturunterschied zwischen den beiden Enden des Kupferstabes (also zwischen den beiden Gefäßen). Dazu nehmen wir als Temperatur von Gefäß 2 die mittlere Temperatur während des Versuchs.

12. Leitet aus der Steigung der Regressionsgeraden in eurem Diagramm die Wärmeleitfähigkeit λ von Kupfer ab.

    ⇨**Antwortbogen: 7.4.**
13. Vergleicht die Wärmeleitfähigkeit von Styropor aus Versuch 1 mit der von Kupfer aus Versuch 2. Wie erklärt ihr euch diese Unterschiede? Welcher der beiden Stoffe ist besser geeignet zur Isolierung eines Gebäudes?

    ⇨**Antwortbogen: 7.5.**

14. Der offizielle Wert der Wärmeleitfähigkeiten beträgt 0,045 W/mK für Styropor beziehungsweise 398 für Kupfer. Bestimmt die relative Abweichung eurer Resultate vom offiziellen Wert. Wodurch erklärt ihr euch diese Unterschiede in der Abweichung?

    ⇨**Antwortbogen: 7.6.**

15. Aufgabe 1:

    Welchen Einfluss hat eine Verdopplung der Länge auf die Wärmeleistung/Wärmeverluste? Erklärt.

    ⇨**Antwortbogen: 7.7.**

16. Aufgabe 2:

    Eine Hauswand ist ursprünglich mit 4 cm Styropor isoliert, soll aber nun saniert werden, und dabei sollen die Wärmeverluste auf 12,5 % gesenkt werden. Wie dick muss die Styropor-Schicht insgesamt werden um dieses Ziel zu erreichen? Erklärt eure Überlegungen im Detail.

    ⇨**Antwortbogen: 7.8.**