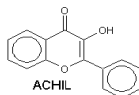




LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Éducation nationale,
de l'Enfance et de la Jeunesse

ABIOL
Association des Biologistes
Luxembourgeois



Fonds National de la
Recherche Luxembourg

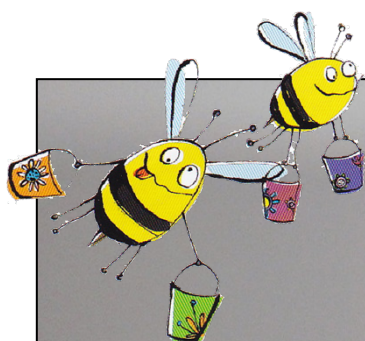
8. Lëtzebuerger Naturwëssenschaftsolympiad

Finalrunde: Dienstag, den 3. Februar 2015

Lycée Michel-Rodange, Luxembourg

Honig -

ein einzigartiges Naturprodukt!



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.
4. Am Ende darf nur ein einziger Antwortbogen abgegeben werden.
5. **Punkteverteilung** für die einzelnen Aufgaben:

Versuch I:	Honigbienen und andere Hautflügler	(15 P.)
Versuch II:	Pollenanalyse von Honig	(16 P.)
Versuch III:	Zucker, der Hauptbestandteil des Honigs	(33 P.)
Versuch IV:	Bestimmung der Viskosität von Honig	(28 P.)
Versuch V:	Messung des gesamten Zucker- und des Wassergehalts von Honig	(5 P.)
Denkaufgabe VI:	Bienenwaben copyright by nature!	(3 P.)

Gesamtpunktzahl: (100 P.)

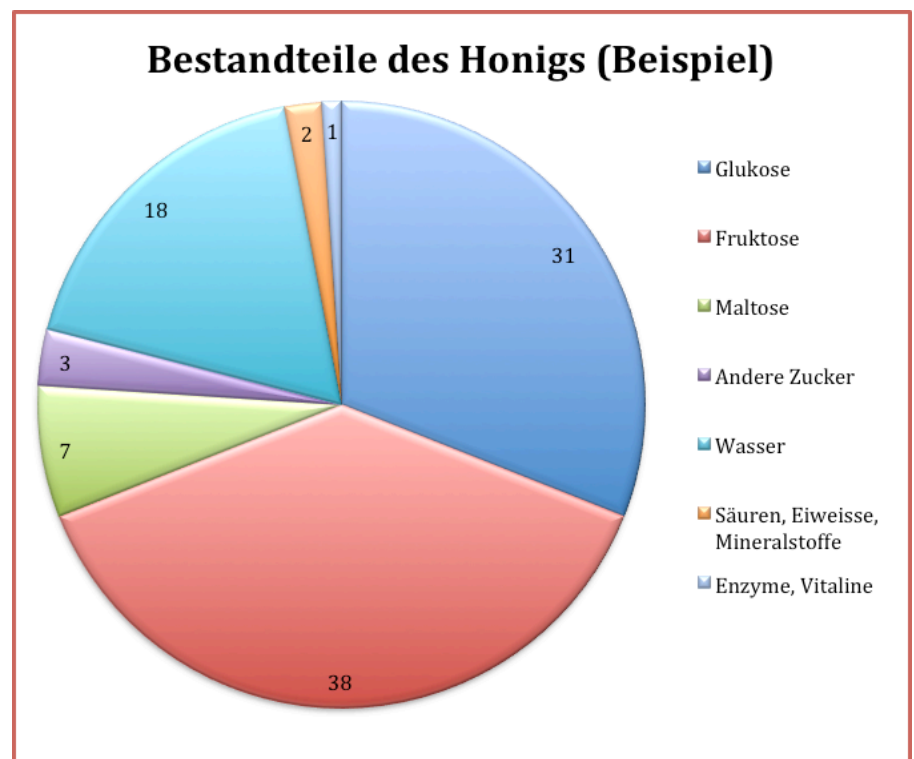
Von Bienen und Honig

Ein kleines Wunder der Natur ist jedes Gramm Honig! Süß, köstlich und dabei mit einer solchen Vielfalt an Inhaltsstoffen ausgestattet wie nur wenige andere Lebensmittel.

Und vor allem: Honig war immer und ist auch heute noch ein echtes **Naturprodukt**.

Bis zu 180 verschiedene Inhaltsstoffe hat man nachgewiesen. Im Bienenhonig befindet sich nur das, was die Honigbiene gesammelt respektive produziert hat. Der Imker sorgt lediglich dafür, dass der Honig aus den Waben ins Glas kommt. Dies geschieht rein mechanisch durch Schleudern, es werden keine Substanzen zugesetzt.

Das nebenstehende Diagramm zeigt die einzelnen **Bestandteile** einer Honigprobe. Jedoch können diese Zahlenwerte je nach Herkunft des Nektars stark schwanken. So hat beispielsweise Heidehonig einen Wassergehalt von über 20%, wohingegen Blütenhonige etwa 18% Wassergehalt aufweisen. Man kann erkennen, dass der Zuckergehalt insgesamt im Honig bei etwa 80% liegt.



Die Qualität des Bienenhonigs ist durch gesetzliche Bestimmungen festgelegt. Das Logo der Nationalmarke gewährleistet dem Verbraucher, dass der betreffende Honig ein luxemburgisches, naturbelassenes Erzeugnis von höchster Qualität darstellt, das keine Anzeichen von Gärung sowie fremde Beimischungen und Zusatz von importiertem Honig aufweist. Die Qualitätskriterien der Nationalmarke gelten unter anderem als NICHT eingehalten wenn der Wassergehalt mehr als 18 % beträgt.

Aber ohne Bienen kein Honig!

Honigbienen gehören zur Ordnung der **Hautflügler**, einer Tiergruppe, die in Mitteleuropa mit rund 1.200 Arten wie z. B. Wildbienen, Hummeln und Wespen vertreten ist. Die Hautflügler übernehmen wichtige Aufgaben in unseren Ökosystemen. In der Tat brauchen 80-90% aller Blütenpflanzen die Bienen für eine optimale Bestäubung, ohne die es keine Früchte geben kann!



„Wie viel die Biene Jahr für Jahr dem Menschen nützt, ist wunderbar:

Sie bringt den Honigsaft,
ein Muskelfutter, Lebenskraft,
Balsam für Husten, Heiserkeit,
für Wunden, Brand, Hartleibigkeit.
Ist gut für Mutter und fürs Kind,
heilt Galle, Niere, Darm geschwind.
Und obendrein gar süß er schmeckt,
so dass das Maul ein jeder leckt,
nach solcher Wundermedizin;
drum kurz und gut: Wir brauchen ihn!”
(aus: „Die lustige Bienenfibel”)



Christian Konrad Sprengel (1793): *Das entdeckte Geheimnis der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen.*

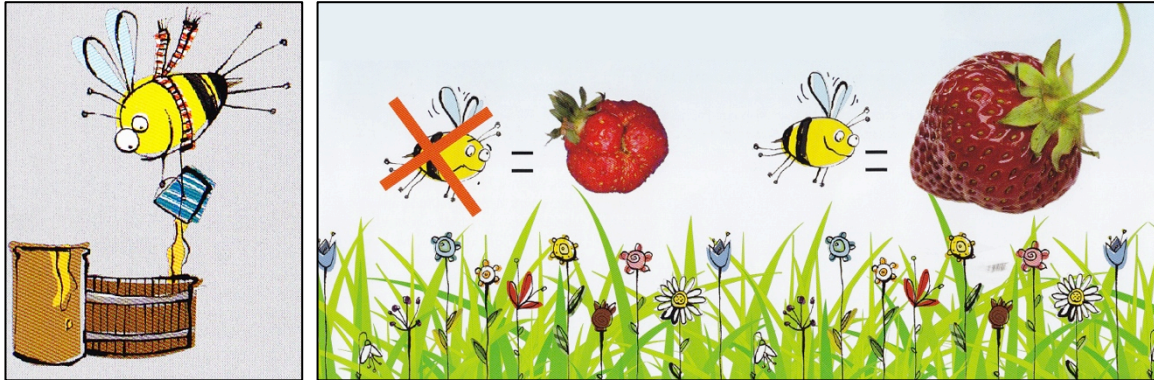
Bei der Finalrunde der EUSO 2015 werdet ihr als unabhängiges Expertenteam von der staatlichen Gesundheitsbehörde mit der Qualitätsprüfung einer Honigprobe eines Lieferanten beauftragt.

Des Weiteren sollt ihr Näheres über diese tollen Insekten herausfinden und wie wir Menschen uns an diesen Tieren inspirieren, um neue technische Produkte herzustellen.

Versuch I: Honigbienen und andere Hautflügler

Hintergrundinformationen

Unsere heutigen Honigbienen, eine Zuchtform der wilden Honigbiene, sind den allermeisten Menschen als Honigproduzenten und Bestäuber bekannt. Doch neben dieser Zuchtform gibt es in Luxemburg noch rund 350 Arten von Wildbienen, die ebenfalls eine sehr große Rolle als Bestäuber spielen. In der Tat, kann der Ertrag in der Obstproduktion um bis zu 30% erhöht werden, wenn viele Wildbienenarten vorhanden sind.



Ohne Bienen keine Bestäubung, und danach auch keine Frucht!
(© Faszination Bienen, Natur Musée)

Viele Menschen verbinden diese artenreiche Insektengruppe eher mit Insektenstichen anstatt z. B. den Unterschied zwischen den verschiedenen Wesen eines Bienenstaates zu machen oder auf Unterschiede zwischen Bienen und anderen Hautflüglern zu achten. Drohnen, die männlichen Honigbienen, besitzen z. B. gar keinen Giftstachel zur Verteidigung!

Ein Grund weshalb wir uns nun näher mit dem Aussehen und der Ernährung der Honigbiene und einem anderen Hautflügler, der Wespe, beschäftigen möchten.

Aufgabenstellung

Drei Organismen – eine Art?! In einem Bienenvolk von etwa 70 000 Individuen unterscheidet man zwischen den Drohnen (männliche Bienen), den Arbeiterinnen (unfruchtbare Weibchen) und der einzigen Königin (fruchtbare Weibchen). Die Unterscheidungsmerkmale zwischen den Drohnen und den Arbeiterinnen gilt es im Folgenden zu erkennen und aufzulisten.

Material

- Arbeiterin der Honigbiene (*Apis mellifera*)
- Drohne der Honigbiene (*Apis mellifera*)
- Wespe (*Vespula germanica*)
- 3 Uhrgläser
- Federstahlpinzette, Skalpell, Präpariernadel
- Binokularlupe
- Ethanol 70%



Arbeiterin (l.) & Königin (r)

✂ Arbeitsanweisungen

1.1. Vergleiche den allgemeinen Körperbau einer Arbeiterin mit dem einer Drohne!

⇒ Antwortbogen (1,5 P.)



1.2. Anatomie des Kopfes (mitsamt Mundwerkzeugen) einer Arbeiterin und einer Drohne.

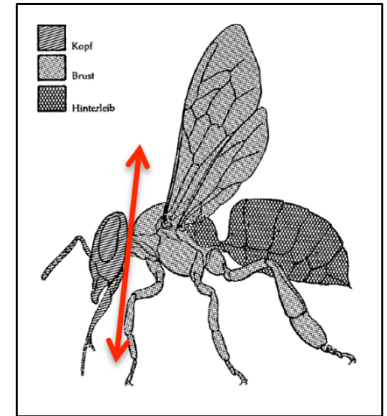
Entnimm mit einer Federstahlpinzette vorsichtig zuerst eine in Ethanol eingelegte Arbeiterin und trenne mit Hilfe des Skalpells den Kopf des Insektes vom Rumpf ab (siehe nebenstehende Abb.). Achte dabei darauf, die externen Anhänge nicht zu beschädigen.

Lege den abgetrennten Insektenkopf nun in eine Petrischale und beobachte den Kopf und die Mundwerkzeuge aufmerksam unter der Binokularlupe.

Zeichne nun den Kopf in Frontansicht zusammen mit den Mundwerkzeugen ab. Größenangabe nicht vergessen!

Wiederhole anschließend den gleichen Vorgang mit dem Kopf der Drohne.

⇒ Antwortbogen (2,5 + 2,5 P.)



1.3. Ernährung der Honigbiene & Aufgaben der Mundwerkzeuge bei der Honigbiene

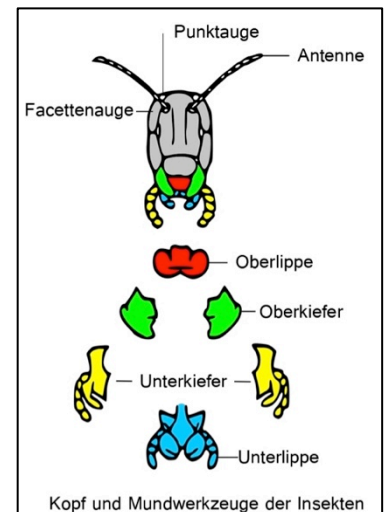
Mundwerkzeuge sind bei Insekten homolog aufgebaut, d. h. die Mundgliedmaßen der Insekten haben den gleichen Grundbauplan, erfüllen jedoch andere Aufgaben und sind deshalb anders geformt. Wir unterscheiden beißende Mundwerkzeuge bei der Heuschrecke, stechend-saugende bei der Stechmücke usw.

Nebenstehend ist der theoretische Aufbau der Mundwerkzeuge eines Insektes dargestellt (hier Heuschrecke). Leite daraus den Aufbau der Mundwerkzeuge der Honigbiene ab.

Beschrifte die einzelnen Mundteile der Arbeiterin der Honigbiene bei 1.2!

Wozu dienen die einzelnen Teile?

⇒ Antwortbogen (2 P.)



1.4. Zu den Hautflüglern gehören ebenfalls die Wespen.



Ihr sollt nun ebenfalls die Mundwerkzeuge der Wespe untersuchen. Verfahre mit der Wespe so wie unter 1.2. beschrieben, zeichne den Kopf und beschrifte die Mundwerkzeuge (Frontansicht)!

⇒ Antwortbogen (2,5 P.)

? Fragen

1.5. Wovon ernähren sich einerseits die Honigbienen und andererseits die Wespen?

1.6. Findet anhand der Form der Mundwerkzeuge heraus, welches die wichtigste Aufgabe von Wespen in einem Ökosystem ist.

1.7. Welche Funktion erfüllt die schwarz-gelbe Bänderung des Hinterleibes der Wespen?

⇒ Antwortbogen (2+1+1 P.)

Versuch II: Pollenanalyse von Honig

Hintergrundinformationen

Melissopalynologie ist die Wissenschaft, welche sich mit der Analyse von Pollen im Honig beschäftigt.

Viele Blütenpflanzen bilden Nektar, den sie in der Blüte ausscheiden. Das ist pure Taktik: der Nektar lockt Insekten - zum Beispiel eben Bienen - an, auf deren Bestäubungsleistung die Pflanze angewiesen ist.

Warum die Insekten den Nektar sammeln, ist einfach: der daraus gewonnene Honig dient dem Volk als Futter für den Winter. Der gesammelte Nektar wird von den Bienen in einem sehr aufwendigen Prozess zu Honig weiterverarbeitet. Bienen tragen gezielt auch Pollen ein oder Pollen haftet noch am Körper oder an den Beinen. Einzelne Pollenkörner können somit in den eingelagerten Honig fallen.



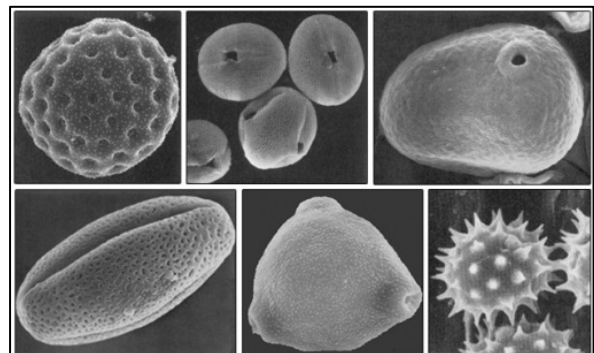
Seit etwa 8.000 Jahren nutzen Menschen die Bienen um Honig zu gewinnen. Es ist eine dickflüssige, teilweise auch kristallisierte Substanz welche aus den Zuckerarten Fructose und Glucose (ca. 60-80%), Wasser (ca. 18 %) sowie weitere Zucker, Mineralstoffe, Proteine, Enzyme, Aminosäuren, Vitamine und Pollen besteht.

Honige verschiedener Herkunft unterscheiden sich nicht nur in Farbe, Geruch und Geschmack voneinander, sondern auch über deren **Pollengehalt**. Über diesen Pollen kann nicht nur die Jahreszeit in welcher der Nektar sowie der Pollen gesammelt wurden (Frühjahrs Honig, Sommerhonig ...), sondern auch die Gegend woher der Pollen stammt, festgestellt werden. Anhand dieser Pollenanalyse kann man botanische Herkunftsschlüsse ziehen, sowie billigen Industriebonig (Kunsthonig) leicht identifizieren.



Blütenstaub, oder besser Pollenkörner, enthalten die männliche Keimzelle, welche eine Eizelle in der Blüte befruchtet, um die geschlechtliche Fortpflanzung zu gewährleisten.

Pollenkörner (siehe Abbildung rechts) sind nach Größe, Form und Oberfläche sehr vielfältig. Die äußere (Exine) und innere (Intine) Pollenwand sind sehr widerstandsfähig und bestehen aus Eiweiß. Dieses körperfremde Eiweiß ist oft Schuld an der Auslösung von Allergien bei Menschen (Heuschnupfen = **Pollenallergie**).



Aufgabenstellung

Als Finalteilnehmer bei der NWO 2015 sollt ihr eine Pollenanalyse von Honigproben durchführen. Es geht dabei vor allem um die Identifizierung der Pflanzen von denen die Pollenkörner stammen und um die Jahreszeit in welcher der Pollen eingesammelt wurde.

Material

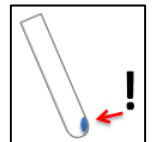
- Unbekannte Honigprobe
- Eppendorfröhrchen
- Zentrifuge pro Team
- Pasteurpipetten
- Objektträger & Deckgläschen
- Fuchsin-Lösung
- Mikroskop & Messokular (+ Eich Tabelle)
- PC/Bestimmungsschlüssel Pollen (www.bioweb.lu)
- Bestimmungsbuch: *Was blüht denn da?*



✂ Arbeitsanweisungen

A. Gewinnung von Pollen aus Honig

- Entnahme mit Hilfe einer Pasteurpipette die Honig-Lösung aus der Honigprobe auf dem Labortisch und befülle zwei Eppendorfröhrchen mit jeweils 1 mL Honigprobe.
- Beschrifte die Röhrchen und zentrifugiere sie 2 Minuten bei 6.000 UpM. Achte darauf, dass die Zentrifuge gleichmäßig beladen ist, so dass also immer zwei Röhrchen gegenüber stehen.
- Nach dem Zentrifugieren sauge den Überstand vorsichtig mit einer Pasteurpipette (ohne Erschütterungen!) ab, so dass nur ca. 0,1 mL zusammen mit dem Pollen im Eppendorfröhrchen übrig bleibt.
- Entnimm den weißen Niederschlag am Rand/Boden des Eppendorfröhrchens mit einer Pasteurpipette und gib einen Tropfen auf einen Objektträger.
- Färbe das Präparat mit einem Tropfen violetter Fuchsin-Lösung und bedecke das Präparat mit einem Deckgläschen.
- Unter dem Mikroskop erscheinen die Pollenkörner nun rot-violett gefärbt.



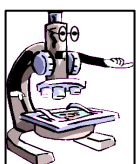
B. Pollenformen im Honig

Das Pollenpräparat soll nun mit Hilfe des Mikroskops untersucht werden. Beobachtet zuerst mit dem 10 x Objektiv, dann mit 40 x, dann mit dem 63 x Objektiv.

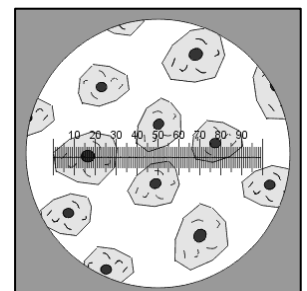
Zeichnet die 4 häufigsten Pollenkörner die ihr in der Honigprobe vorgefunden habt, bei einer Vergrößerung von 630x.

⇒ Antwortbogen (insgesamt 16 P.)

Gleichsam sollt ihr die Größe der Pollenkörner festhalten.



Bei der Größenbestimmung wird ein **Okularmikrometer** benutzt. Dabei muss jedoch der Abbildungsmaßstab der Objektive berücksichtigt werden!



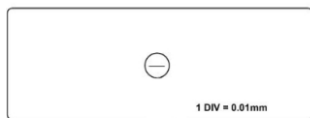
Da der Abbildungsmaßstab der Objektive unterschiedlich ist, muss eine Eichung des Okularmikrometers vorgenommen werden.

In unserem Falle wurde die Eichung bereits durchgeführt! Ihr könnt die Größe der Pollenkörner sofort mit Hilfe der Skala im Okular und der Eichentabelle am Arbeitsplatz ermitteln.

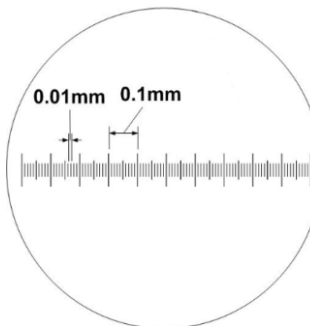
Durch Messung der ausgewählten Pollenkörner, wird bei 630-facher Vergrößerung ein Mittelwert für die Länge und Breite der jeweiligen Pollenart ermittelt. Zähle dazu die Anzahl an Strichen im Messokular. Bestimme danach anhand der Eichentabelle die Größe der Pollenkörner!

⇒ **Alle im Antwortbogen angeben (insgesamt 16 P.)**

⚙ Zur Information: Eichung eines Messokulars



Bevor man mit einem **Messokular** exakte Messungen ausführen kann, muss zuerst eine Eichung mit einem **Objektmikrometer** (= **Objektträger mit eingeschliffener Skala**) erfolgen. Durch diese Eichung erhält man den Mikrometerwert für das Messokular.



Der Mikrometerwert gibt an, wie groß der Abstand zwischen zwei Teilstrichen des Mikrometers im Präparat ist. Ein Objektmikrometer besteht aus einem herkömmlichen Objektträger, auf dem eine zumeist 1 mm lange, aus 100 Teilstrichen bestehende Skala aufgebracht ist. Der Abstand zwischen 2 Teilstrichen beträgt somit genau 10 µm. Der Objektmikrometer muss für den Eichvorgang zunächst genau wie ein Präparat auf den Objektisch gebracht werden. Die Eichung erfolgt dann nach der Fokussierung des Objektmikrometers durch das Okular.

C. Identifizierung des Pollentypus

Anhand eines Bestimmungsschlüssels auf www.bioweb.lu werden die Pollenkörner identifiziert.

Pollenkörner werden anhand ihrer **Oberflächenstruktur** und dem Vorhandensein von **Keimöffnungen** bestimmt.

Dabei unterscheidet man Pollenkörner ohne Keimöffnung (sie können einzeln oder in Gruppen auftreten), oder Pollenkörner mit Spalten, Poren oder Spalten und Poren.

(Siehe auch die elektronenmikroskopischen Abbildungen auf Seite 7)

	LINKS: Pol-Ansicht (von oben)	RECHTS: Äquator-Ansicht (von der Seite)
Inaperturat (ohne Öffnung)		
Colpat (mit Spalten)		
Porat (mit Poren)		
Colporat (mit Poren + Spalten)		



Von welchen Pflanzen wurde der Pollen eingesammelt? Gib ebenfalls eine Angabe zur Häufigkeit der jeweiligen Pollenart! Dazu folgender Hinweis:

Häufigkeitsklassen: ++ (*sehr häufig*); + (*häufig*); +- (*mittelhäufig*); - (*vereinzelt*); -- (*sehr selten*)

⇒ **Alle Antworten im Antwortbogen angeben (insgesamt 16 P.)**

D. Sammelzeitpunkt.

Zu welcher Jahreszeit blühen diese Pflanzen? Um welche Jahreszeit wurden diese Pollenkörner also gesammelt?

⇒ **Alle Antworten im Antwortbogen angeben (insgesamt 16 P.)**



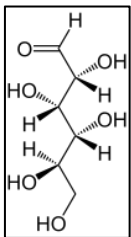
Versuch III: Zucker, der Hauptbestandteil des Honigs

Hintergrundinformationen

- In der Chemie ist „**Zucker**“ ein Oberbegriff für süße Saccharide (oder Kohlenhydrate). Am geläufigsten sind Glucose (Traubenzucker), Fructose (Fruchtzucker) und Saccharose (Haushaltszucker).

Hintergrundinformationen: Glucose

- Glucose wird hauptsächlich von Pflanzen mithilfe der Photosynthese produziert und kann von allen Lebewesen als Energie- und Kohlenstofflieferant verwertet werden.
- Normalerweise kommt Glucose aber nicht frei, sondern in Form ihrer Polymere (größere Moleküle, welche aus mehreren Glucose-Einheiten aufgebaut sind) wie z. B. Saccharose vor. Diese Polymere werden bei der Nahrungsaufnahme durch Tiere, Pilze und Bakterien mithilfe von Enzymen erst zu Glucose abgebaut.
- Honig enthält 22 - 41% freie Glucose.
- Es gibt 2 Formen von Glucose: **D-Glucose** und **L-Glucose**.
 - D-Glucose und L-Glucose verhalten sich wie **Bild und Spiegelbild**.
 - In der Natur kommt ausschließlich D-Glucose vor. L-Glucose kann nur synthetisch hergestellt werden. L-Glucose besitzt nur geringe praktische Bedeutung. Sie ist für Diabetiker verträglich und im Handel teurer als Gold.



Keilstrichformel der D-Glucose

Erklärung der Keilstrichformel:

Die Keilstrichformel wird in der organischen Chemie zur Darstellung von Molekülen benutzt. Dabei wird auf die Darstellung der C-Atome und einen Teil der H-Atome verzichtet.

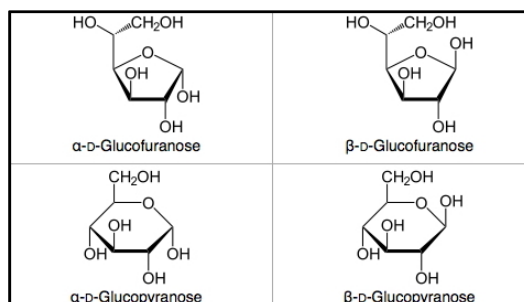


= nach vorne gerichtete Bindung



= nach hinten gerichtete Bindung

- In Wasser gelöste D-Glucose** bildet durch intermolekulare Ringbildungen sogenannte Furanosen und Pyranosen:



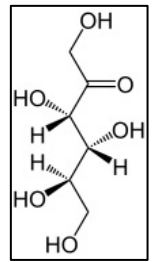
verschiedene Ringformen von D-Glucose

? Fragen

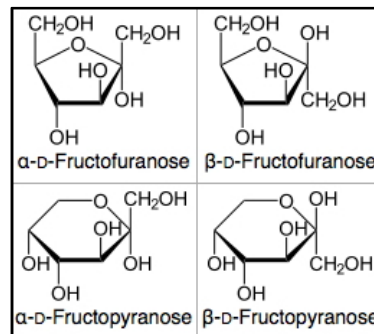
- Wie lautet die Summenformel von Glucose?
- Weshalb ist Glucose ein Kohlenhydrat? Erkläre anhand der Summenformel!
- Stelle die Keilstrichformel von L-Glucose dar.
- Worin unterscheiden sich die α -Ringformen der D-Glucose von den β -Ringformen?
 ⇒ Antwortbogen (1+2+2+2 P.)

Hintergrundinformationen: Fructose

- Fructose kommt in der Natur vor allem in Früchten wie Kernobst, Beeren sowie in manchen exotischen Früchten und im Honig (27 - 44%) vor.
- In der Natur gibt es ausschließlich D-Fructose (siehe nebenstehende Keilstrichformel).



- In Wasser gelöste D-Fructose bildet ähnlich wie D-Glucose Furanosen und Pyranosen:



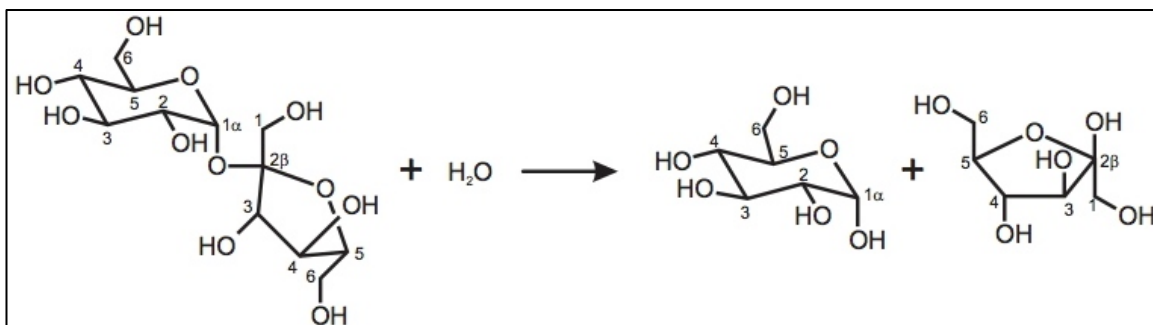
verschiedene Ringformen von D-Fructose

Hintergrundinformationen: Saccharose

Saccharose, umgangssprachlich Kristallzucker, Haushaltszucker, oder einfach Zucker genannt, wird von vielen Pflanzen gebildet. Für die Gewinnung des Haushaltszuckers sind vor allem Zuckerrüben, Zuckerrohr und Zuckerpalme von Bedeutung.

Honig enthält bis zu 5% Saccharose.

Saccharose wird in wässriger Lösung durch die katalytische Wirkung des Enzyms Invertase in Glucose und Fructose gespalten:



Saccharose-Spaltung

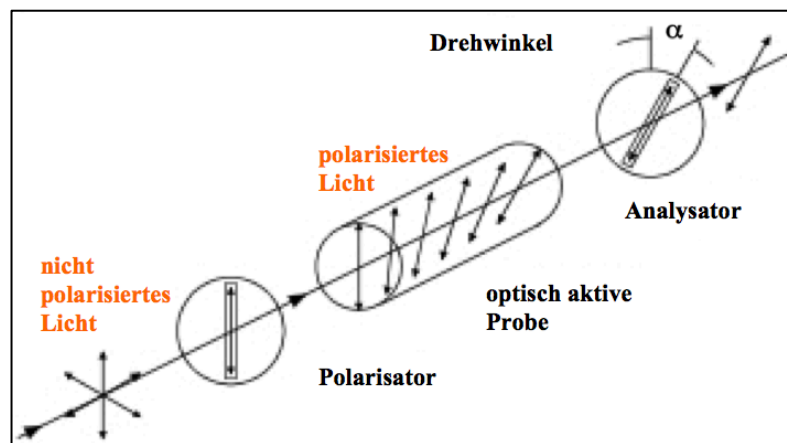
? Frage

- 3.5. Welche Ringformen von Glucose und von Fructose werden unmittelbar nach der Spaltung von Saccharose gebildet?

⇒ Antwortbogen (2 P.)

8 Polarimetrie: Beschreibung der Methode

- Licht ist elektromagnetische Strahlung. Sie besteht aus einem schwingenden elektrischen und einem schwingenden magnetischen Feld. Bei normalem Licht schwingen die Felder in alle Richtungen, man sagt, das Licht ist **nicht polarisiert**. Wenn dieses Licht einen Filter (Polarisator) durchquert, schwingt es nur noch in einer Ebene und dann ist es **linear polarisiert**.
- **Optisch aktive Moleküle** (zu denen auch Glucose, Fructose und Saccharose gehören) können die Schwingungsebene von linear polarisiertem Licht drehen (**optische Drehung**). Dabei ist die Drehungsrichtung abhängig von der Struktur (z. Bsp. ist L-Fructose rechtsdrehend und D-Fructose linksdrehend).
- Die Polarimetrie ist eine Methode welche es erlaubt durch die Messung des Drehwinkels des polarisierten Lichtes Rückschlüsse über die Reinheit oder die Konzentration einer Probe zu schließen.



Prinzip eines Polarimeters

- Der Drehwinkel α ist der Konzentration der Lösung und der Röhrenlänge proportional. Der Proportionalitätsfaktor oder auch spezifischer Drehwinkel $[\alpha]$ ist vom jeweiligen Stoff, der Temperatur und der Wellenlänge des Lichtes abhängig.
- Die entsprechende Formel hat der französische Physiker Jean B. Biot gefunden und im Biot'schen Gesetz beschrieben:

$$\alpha = [\alpha] \cdot L \cdot c$$

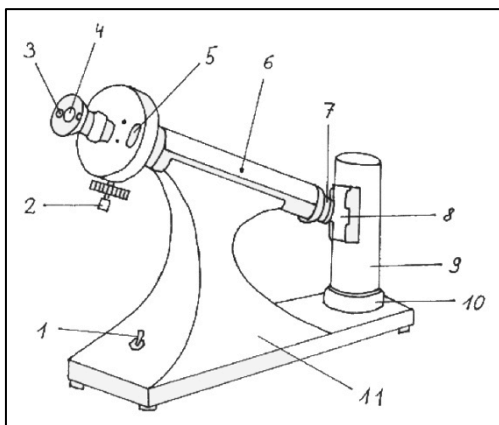
c = Konzentration in g/mL

α = gemessene Rotation in Winkelgrad

L = Röhrenlänge in dm

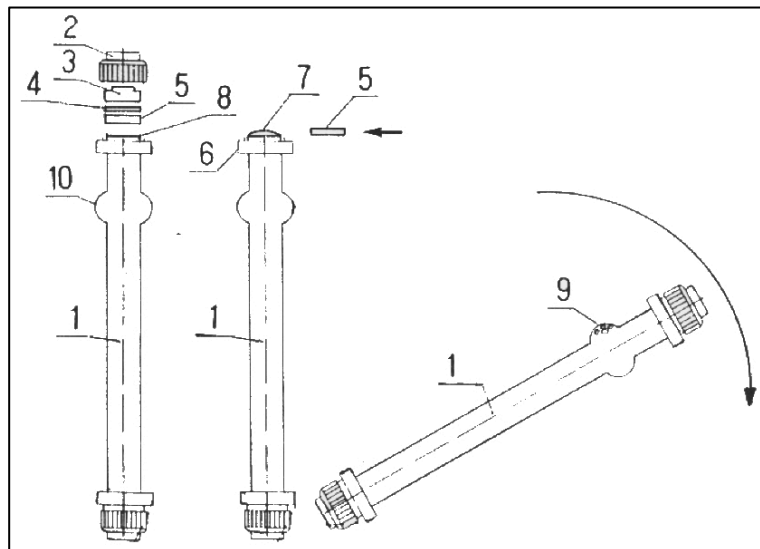
$[\alpha]$ = spezifischer Drehwinkel (die Einheit müsst ihr später bestimmen)

8 Das Polarimeter: der Aufbau



- 1: Ein-Aus-Schalter
- 2: Wählhandrad
- 3: Ablese-Linse
- 4: Beobachtungsfernrohr
- 5: Skala und Nonius
- 6: Proberaum
- 7: Polarisator
- 8: Milchglasscheibe
- 9: Lampenabdeckung
- 10: Lampensockel
- 11: Polarimetergehäuse

♠ Das Polarimeter: Füllen der Polarimeterröhre



Zum Füllen der Röhre muss man einige Schritte befolgen:

1. Kappe [2] der Polarimeterröhre öffnen;
2. Innere Kappe [3], das Glasfenster [5], und den Dichtring [4] herausnehmen;
3. Aufrechte Röhre mit der Probe füllen und sie dabei am Metallring [6] festhalten;
4. Röhre füllen bis sich eine gekrümmte Oberfläche [7] gebildet hat;
5. Glasfenster [5] über die offene Seite der Röhre schieben und die überschüssige Lösung entfernen.
6. Dichtring [4] in die innere Kappe [3] legen und die äußere Kappe [2] über das Glasfenster auf die Röhre schrauben;
7. Luftblasen in der Vergrößerung [9] der Röhre bei horizontaler Lage sammeln.

♠ Das Polarimeter: Bedienung des Polarimeters (Siehe Bild „der Aufbau“ S.12)

1. Das Gerät ist bereits eingeschaltet und betriebsbereit ;-)
2. Durch das Okular [4] blicken und die Schärfe durch Drehen nach links oder rechts einstellen; am Wählhandrad [2] drehen bis auf der Skala [5] auf beiden Seiten Null eingestellt ist. Nun erscheint im Gesichtsfeld ein gleichmäßig gelb-oranges Feld.
3. Polarimeterröhre mit der zu messenden Flüssigkeit in den Proberaum [6] legen und diesen schließen;
4. am Wählhandrad [2] drehen bis im Gesichtsfeld gleichmäßige Dunkelheit herrscht;
5. Drehwinkel auf der Skala [5] mit dem Nonius ablesen.
6. Schalte das Gerät **nicht** aus!

♠ Das Polarimeter: Ablesen des Drehwinkels

Die 360° Skala besitzt eine Teilung von 1°. Der Nonius mit 20 Teilungen entspricht 19 Teilungen auf der Skala. Zwei kleine Ablese-Linsen [3], die beim Beobachtungsfernrohr eingebaut sind erleichtern das Ablesen der Skala. Die Drehrichtung der Skala definiert auch die Drehrichtung der Flüssigkeit. Wird der Analysator z. Bsp. nach rechts gedreht (in Uhrzeigersinn), ist die Flüssigkeit auch rechts-drehend und der Winkelwert ist positiv.

☺ Joker

- 3.6. Wenn ihr zusätzliche Erklärungen zum Nonius (fr.: vernier) benötigt: Ein Jurymitglied fragen.
⇒ Antwortbogen (Minuspunkte: -2 P.)

✂ Arbeitsanweisungen

Material

- 100 mL-Messkolben
- 100 mL-Becherglas
- 3 Kunststoffpipetten
- Trichter
- Polarimeterröhre
- Destilliertes Wasser
- Fructose (1x pro Raum) mit Spatel
- Saccharose (1x pro Raum) mit Spatel
- Saccharose-Lösung X (1x pro Raum)
- Waage (1x pro Raum)
- Papier zum Abwiegen
- Polarimeter (2x pro Raum)

A. Bestimmung vom spezifischen Drehwinkel einer Saccharose-Lösung

Stelle 100 mL einer Saccharose-Lösung der Konzentration 0,1 g/mL her.

Messe den Drehwinkel mit dem Polarimeter.

3.7. Gebe den Drehwinkel α dieser Lösung an (mit der Drehungsrichtung).

3.8. Berechne den spezifischen Drehwinkel $[\alpha]$ von Saccharose und gebe die korrekte Einheit an.

⇒ Antwortbogen (4+5 P.)

B. Bestimmung der Konzentration einer unbekannten Saccharose-Lösung X

Bestimme anhand des Polarimeters die Konzentration der unbekannten Saccharose-Lösung X.

Messe hierzu den Drehwinkel mit dem Polarimeter.

3.9. Gebe den Drehwinkel α dieser Lösung an.

3.10. Berechne die Konzentration von X

a. in g/mL

b. in mol/L (${}^1_1\text{H}$, ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{16}_8\text{O}$)

c. in Massenprozent (Die Dichte dieser Lösung beträgt 1,13 g/cm³).

⇒ Antwortbogen (3+(2+2+3) P.)

C. Messung vom Rotationswinkel einer Fructose-Lösung in Abhängigkeit der Zeit

Stelle 100 mL einer Fructose-Lösung der Konzentration 0,1 g/mL her.

Messe den Drehwinkel sofort.

3.11.

a. Gebe den Drehwinkel α dieser Lösung an (mit der Drehungsrichtung).

b. Handelt es sich um D-Fructose oder um L-Fructose? Begründe deine Antwort.

⇒ Antwortbogen ((1+2) P.)

Messe den Drehwinkel nach 10 Minuten.

3.12. Was kann man nach 10 Minuten beobachten? Erkläre!

⇒ Antwortbogen (2 P.)

Versuch IV: Bestimmung der Viskosität von Honig

Damit ein Imker seinen Honig unter dem Markenzeichen der Marque Nationale anbieten kann muss dieser Honig nebst Pollenanalyse auch auf andere Eigenschaften untersucht werden wie z. B. Viskosität, Zuckergehalt und Wassergehalt. Ihr als Mitglieder dieser Jury sollt diese Eigenschaften untersuchen.

Hintergrundinformationen: Formeln

Im Innern einer Flüssigkeit ist ein kugelförmiger Körper drei verschiedenen Kräften ausgesetzt:

1. der **Gewichtskraft** (= Gewicht) G : $G = m \cdot g = \rho_K \cdot V \cdot g$ (in N)

m = Masse der Kugel (in kg)

V = Volumen der Kugel (in m^3): $V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$ (r = Kugelradius)

ρ_K = Dichte der Kugel (in kg/m^3)

g = Schwerebeschleunigung der Erde = $9,81 \text{ N/kg} = 9,81 \text{ m/s}^2$.

2. der **Auftriebskraft** (= Auftrieb) F_A : $F_A = \rho_{Fl} \cdot V \cdot g$

ρ_{Fl} = Dichte der Flüssigkeit (in kg/m^3)

3. der viskosen **Reibungskraft** F_R : $F_R = 6\pi \cdot r \cdot \eta \cdot v$

(Stoke'sche Widerstandsformel für eine unendlich ausgedehnte Flüssigkeit)

r = Kugelradius (in m)

v = Geschwindigkeit der Kugel in der Flüssigkeit (in m/s)

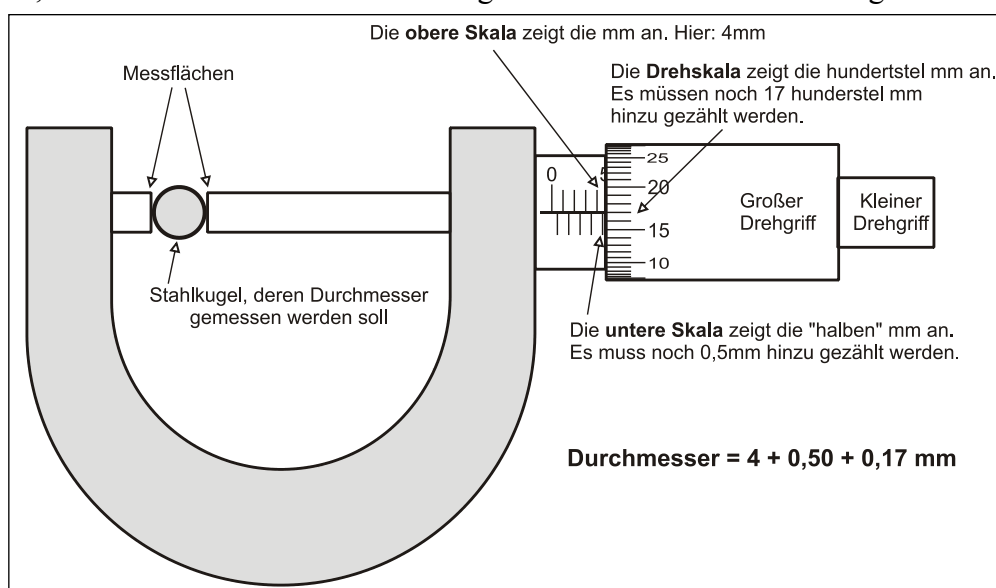
η = dynamische Viskosität der Flüssigkeit (in $N \cdot s/m^2$)

In einem begrenzten Zylindergefäß, mit Innenradius R , wird die Kugel von den senkrechten Wänden abgebremst. Die Stoke'sche Widerstandsformel ist dann:

$$F_R = 6\pi \cdot r \cdot \eta \cdot v \cdot \left(1 + 2,1 \frac{r}{R}\right)$$

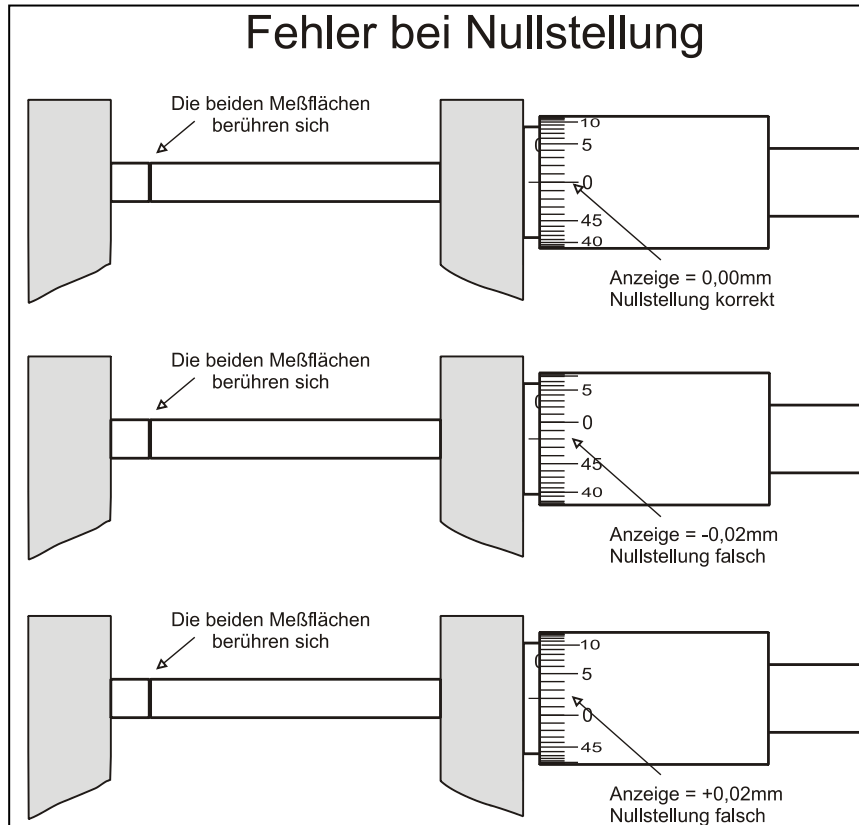
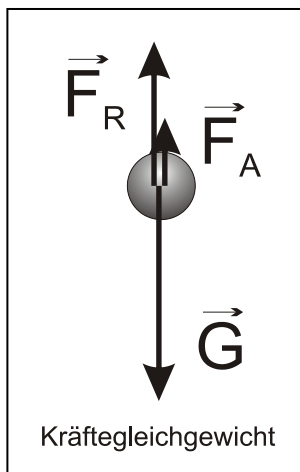
Die Mikrometerschraube

Sie wird benutzt, um den Durchmesser der Stahlkugel auf hundertstel Millimeter genau zu messen.



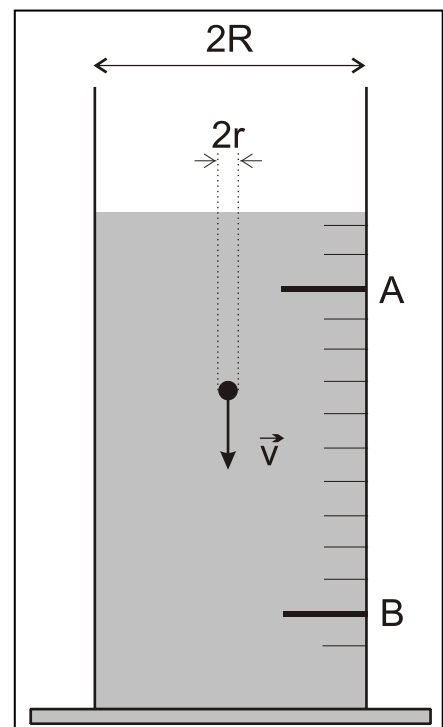
Sehr wichtig:

1. Man dreht nur am **kleinen Drehgriff**, um die Kugel zwischen die beiden Messflächen zu klemmen, bis es knackt. Andernfalls beschädigt ihr dauerhaft die Mikrometerschraube. Man dreht am großen Drehgriff, um die Kugel wieder zu lösen.
2. Sollte die Nullstellung falsch sein, dann müssen entweder einige hundertstel mm zum abgelesenen Wert hinzu gezählt oder abgezählt werden.

**Der Kugelviskosimeter**

Man lässt die Stahlkugel möglichst in der Mitte des Messzylinders in den Honig fallen. Im Honig erreicht die Geschwindigkeit sehr schnell einen konstanten Wert v . Es herrscht dann aufgrund des Trägheitsgesetzes Kräftegleichgewicht.

Man bestimmt die Geschwindigkeit v der Kugel im Honig indem man für zwei Skalenstriche A und B, zwischen denen die Geschwindigkeit konstant ist, die zurückgelegte Strecke AB sowie die benötigte Zeit t misst.



Hintergrundinformationen: Auf zwei signifikante Stellen runden

Die signifikanten Stellen sind die Ziffern eines Messwertes, die aufgrund von Messungenauigkeiten berücksichtigt werden dürfen.

Beispiele:

1. Die Berechnung ergibt einen Wert von 1,4566. Auf 2 signifikante Stellen gerundet: 1,5
2. Die Berechnung ergibt einen Wert von 0,01345. Auf 2 signifikante Stellen gerundet: 0,013
3. Die Berechnung ergibt einen Wert von 1003,22. Auf 2 signifikante Stellen gerundet: $1,0 \cdot 10^3$
(Die am Anfang einer Zahl stehenden Nullen sind keine signifikanten Stellen.)

Messungen

- 4.1. Messt die Temperatur des Honigs.
- 4.2. Bestimmt die Dichte des Honigs. Zur Verfügung steht ein kleines Zylindergefäß mit Honig gefüllt. Die Masse des leeren Gefäßes ist auf dem Zylinder angegeben.
- 4.3. Das große mit Honig gefüllte Zylindergefäß auf eurem Arbeitsplatz ist euer Kugelviskosimeter. Messt den Innenradius sowie die Strecke zwischen den Skalenteilen 220 mL (Skalenstrich A) und 50 mL (Skalenstrich B).
- 4.4. Messt, mit Hilfe der Mikrometerschraube, den Durchmesser der 10 Stahlkugeln und berechnet den Mittelwert.
- 4.5. Bestimmt die mittlere Masse der Stahlkugel.
- 4.6. Messt die Fallzeit für jede der 10 Kugeln und berechnet den Mittelwert.
- 4.7. Zeigt einem Jurymitglied eure Messwerte.
⇒ Antwortbogen (0,5+2,5+1+4+1+3+1 P.)

Berechnungen

- 4.8. Berechnet das Volumen der Stahlkugel, die Dichte des Stahls, und die mittlere Geschwindigkeit der Stahlkugel.
- 4.9. Berechnet schließlich die dynamische Viskosität des Honigs. Gebt alle Rechenschritte an. Rundet den Wert auf zwei signifikante Stellen.
⇒ Antwortbogen (4+5 P.)

? Fragen

- 4.10. Weshalb sollten die Stahlkugeln sauber und trocken sein? Erkläre.
- 4.11. Weshalb sollten sich keine Luftblasen im Honig befinden? Erkläre.
- 4.12. Von welchen Faktoren hängt die Dichte des Honigs ab? (zutreffende Faktoren ankreuzen)

Wassergehalt des Honigs	<input type="checkbox"/>
Größe des Viskosimeters	<input type="checkbox"/>
Zuckergehalt des Honigs	<input type="checkbox"/>
Temperatur des Honigs	<input type="checkbox"/>
Farbe des Honigs	<input type="checkbox"/>
Form des Viskosimeters	<input type="checkbox"/>
Fallzeit	<input type="checkbox"/>

 ⇒ Antwortbogen (1+1+4 P.)

Versuch V: Messung des gesamten Zuckergehalts und des Wassergehalts von Honig

⚙ Das Refraktometer: Geräteteile

Das Refraktometer ist ein empfindliches Messinstrument und muss unbedingt fachgerecht bedient werden!



1: Prismaklappe 2: Messprisma, 3: Okular, 4: Streulichtdefensor

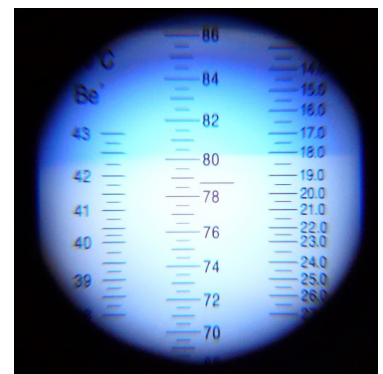
⚙ Das Refraktometer: Gebrauchsanweisung

- Refraktometer mit trockenen Händen anfassen. Prismaklappe öffnen.
- Refraktometer gegen eine ausreichende Lichtquelle halten und durch das Okular sehen. Mittels Streulichtdefensors aus Weichgummi kann das Okular gut an das Auge bzw. Brillenglas gedrückt werden.
- Okular durch Drehen auf das Auge einstellen, jedes Auge ist anders; Skala muss gestochen scharf erscheinen.
- Honigprobe (1 oder 2 Tropfen) mit einem Holzspatel vorsichtig auf das Messprisma geben. Harte Gegenstände beschädigen sehr schnell das relativ weiche Prismenglas; dies führt zu Messfehlern! Messprisma muss ganz bedeckt sein. Probe darf keine Luftblasen enthalten.
- Prismaklappe sanft schließen und andrücken.
- Gerät waagerecht halten und ca. 30 Sekunden warten (zwecks optimaler Temperaturanpassung zwischen Probe und Gerät). Refraktometer wieder gegen eine ausreichende Lichtquelle halten und durch das Okular sehen (fest ans Auge drücken).
- Messwerte an der Grenzlinie ablesen. (Auf dem Beispiel der Graphik würde man einen Zuckergehalt von 80,5 % ablesen und einen Wassergehalt von 18 %.)
- **Reinigung:**

Nie Gerät in Wasser tauchen oder in fließendes Wasser halten oder mit feuchten/nassen Händen berühren!

Honigprobe mit einem weichen nassen Lappen entfernen.

Messprisma und Unterseite der Prismaklappe mit einem weichen, nassen Lappen gründlich reinigen und mit einem weichen, trockenen Lappen trockenreiben.



✂ Messungen

- 5.1.** Messt mithilfe des Refraktometers den Gesamtzucker- und Wassergehalt eures Honigs sowie seinen Wassergehalt. Es steht 1 Refraktometer pro 2 Schülergruppen zur Verfügung. Wendet euch bitte an ein Jurymitglied.
- 5.2.** Zeigt das Refraktometer einem Jurymitglied nachdem ihr es gesäubert habt.
⇒ **Antwortbogen (2+1 P.)**

? Frage

- 5.3.** Wäre dieser Honig für das Gütesiegel „Marque Nationale“ zugelassen worden? Begründe deine Antwort.
⇒ **Antwortbogen (2 P.)**

Denkaufgabe VI: Bienenwaben copyright by nature!

Hintergrundinformationen

Die Bienenwabe dient als Vorbild für Leichtbaukonstruktionen in der Technik.

Die Waben einer Biene sind sechseckige Einzelzellen aus Wachs.



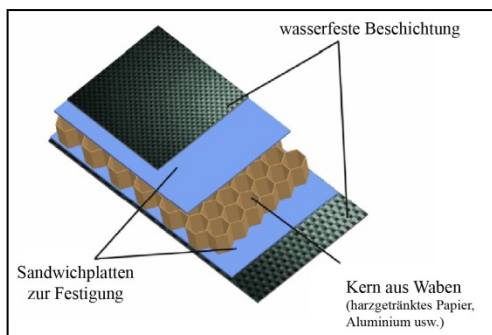
Die sechseckige Struktur von Bienenwaben spart Platz und Material. Sie dienen zur Aufzucht von Larven und zur Lagerung von Honig und Pollen.



Das **Wachs** der Wabe produzieren die Bienen mit den Wachsdrüsen ihres Körpers. Die absolut perfekte Sechseckstruktur wird durch den physikalischen Effekt der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten erklärt. Die Zellen sind zuerst rund, durch ein Erwärmen des Wachses auf knapp 40 °C entsteht die sechseckige Form.

Mit dem geringstem **Materialaufwand** wird ein **Maximum an Raum** bei gleichzeitig **höchster Stabilität** gewährleistet.

In Luxemburg stellt die Firma EURO-COMPOSITES aus Echternach Paneele her, welche den Bienenwaben nachempfunden wurden. Sie finden unter anderem auch im Airbus A380 Anwendung.



In diesen Paneelen befindet sich ein Kern aus Waben, hergestellt entweder aus mit Wachs getränktem Papier oder aus Aluminium.

Die Natur als Vorbild - aber wie erfolgt die technische Umsetzung?

Schaut euch diese Wabenkerne genau an, einfach genial!

Denkaufgabe

Hier seht ihr das Resultat einer Schülerarbeit aus dem LMRL. Der Wabenkern wurde aus Papier hergestellt.

6. Wie kann man aus Papier und Klebstoff einen solchen Wabenkern herstellen?
Erstelle eine möglichst exakte Bauanleitung!
⇒ Antwortbogen (6) (3 P.)

