



empfohlen für
Klassen 5-7

Lissy Jäkel und Ulrike Kiehne

WACHSTAFELN WIE IM ALTEN ROM

Wachs nachhaltig nutzen

Geschichte, Biologie, gestaltendes Werken

Klett MINT



Eine Initiative von Mellifera e.V.


Aurelia
ES LEBE DIE BIENE

LIEBE LEHRERINNEN UND LEHRER,

© Wolfgang Schmidt



Das Projekt „Bienen und Bildung“ erkundet die vielfältigen Bezüge zwischen Bienen und Bildung und denkt frei über Disziplinen hinweg: Autorinnen und Autoren aus der gesamten Bundesrepublik entwickeln **Unterrichtsentwürfe** und **Bildungsprojekte** in den

Natur- und Geisteswissenschaften, zusätzlich beschäftigt sich ein **Sachbuch** mit der Frage, was wir aus der alltäglichen Auseinandersetzung mit der Biene über den Kosmos und uns selbst lernen können – all das entsteht aus dem Dialog zwischen Naturwissenschaftlern, Philosophen, MINT- und Sprachlehrern, Waldorf-, Reform- und allgemeinbildenden Pädagogen. Die Akteure dieses Projekts gestatten es sich, Grenzen auszuloten, zu überschreiten und zu durchbrechen, große und kleine Fragen zu stellen – und sich dabei nicht vom festen Glauben abbringen zu lassen, dass die Beschäftigung mit der Biene lehrreich, inspirierend und heilsam zugleich sein kann.

Was ist das Besondere? Bei der unterrichtlichen Beschäftigung mit dem Thema Bienen finden Kinder und Jugendliche einen realen Bezug zur lebendigen Natur und einem rätselhaften Naturwesen, dessen spannende Geheimnisse sie nach und nach erobern können. Sie begreifen und berühren einen außerordentlich komplexen und sinnvollen Lebenszusammenhang, der sie herausfordert, verantwortungsvoll zu handeln und dazu ermutigt, immer wieder neue Fragen zu stellen, ohne endgültige Antworten zu erhalten. Und vielleicht geht es ja gar nicht „nur“ um die Bienen? Es scheint mir an der Zeit, unsere Welt viel stärker – auch im Sinne Alexander von Humboldts – als ein lebendiges Gebilde zu betrachten,

in dem alles mit allem zusammenhängt, in dem auch die Geschicke der Bienen und des Menschen aufs Engste miteinander verquickt sind.

Die Autorinnen und Autoren der Unterrichtsmaterialien entwickeln ihre Ideen auf dem Hintergrund imkerlicher und pädagogischer Praxis und werben für einen holistischen Ansatz im Verständnis der Natur.

DOWNLOAD

Alle Unterrichtsmaterialien können Sie hier downloaden:

www.mint-zirkel.de/Inspiration-Biene



Einen erfolgreichen Unterricht mit und ohne Bienen wünscht Ihnen herzlichst

Ihr

Thomas Radetzki
Vorstand Aurelia Stiftung

STRUKTUR DER LERNEINHEITEN



WACHSTAFELN WIE IM ALTEN ROM

Wachs nachhaltig nutzen

Leitfragen:

- Wie kann man Wachs nachhaltig verwenden?
- Welche Leistungen vollbringen die Bienen bei der Wachsproduktion?
- Wie stellt man Schreibtafeln nach antikem Vorbild her?

Klassen: 5–7

Zeitbedarf: 90 Minuten

Fächer: Biologie, Geschichte,
gestaltendes Werken

BEZUG ZUM LEHRPLAN

Geschichte: Römische Schreibtafeln, griechisch-römische Antike, Zusammenleben in der Polis und im Imperium, Alltag und Schreiben im alten Rom

BEZÜGE ZU WEITEREN FÄCHERN

Biologie: Herstellung von Wachs durch Honigbienen, wirbellose Tiere

Gestaltendes Werken: Nachhaltige Herstellung von Wachstafeln

KOMPETENZEN

- Die Schülerinnen und Schüler erhalten Einblicke in die antike Kultur und entdecken deren nach wie vor bestehende Einflüsse auf die Gegenwart –, dadurch soll ihr Interesse für die Antike geweckt werden.
- Die Lernenden erkennen die Syntheseleistungen der Honigbienen bei der Wachsproduktion als Ergebnis von Stoffumwandlungen.
- Im praktischen Unterrichtsteil planen, organisieren, realisieren und reflektieren die Schülerinnen und Schüler Arbeitsabläufe bei der Herstellung von Schreibtafeln nach römischem Vorbild. Sie wenden Techniken der Holzbearbeitung an und beachten dabei Sicherheitsaspekte. Insgesamt lernen die Schülerinnen und Schüler durch die Unterrichtsstunde, das Naturprodukt Wachs wertzuschätzen.

MATERIALLISTE



Bienen sind für diese Unterrichtssequenz nicht notwendig.

- Bienenwachs-Pastillen
- Heizplatte oder Herd mit Kochplatte, passende Töpfe oder Blechdosen für ein Erwärmen von Wachs im Wasserbad. Hinweis: Die Behälter sind danach wegen der Wachsreste nicht mehr für die Lebensmittelzubereitung geeignet.
- Holzleisten mit etwa 11 x 16 Zentimeter Kantenlängen
- Werkzeuge zur Holzbearbeitung (Säge, Schleifpapier), Holzkaltleim
- Maßband, Lineal und Bleistift
- Stilus aus Metall mit spitzem und flachem Ende (notfalls große Nägel)



Weitere Informationen
finden Sie im Begleitbuch
„Inspiration Biene“

◊ ZUR SACHE

SYNTHESE DES BIENENWACHSES

Die Arbeiterinnen der Honigbienen besitzen Wachsdrüsen, die sich am Hinterleib befinden. Die Drüsen sind aktiv, wenn sie als Baubienen tätig werden. Die Drüsenaktivität findet zwischen dem 12. und 18. Lebenstag einer Arbeiterin ihren Höhepunkt. Unter den Bedingungen eines besonders hohen Bedarfs an neuen Waben – etwa nach dem Schwärmen – können sogar die Wachsdrüsen älterer Arbeiterinnen wieder aktiviert werden.

Wie Bienen Wachs herstellen

Die Wachsdrüsen der Honigbiene liegen genau an der Unterseite, an den Bauchschuppen des dritten bis sechsten Segments des Hinterleibs (Abdomen). Sie sind paarig angelegt, das heißt es sind zwei mal vier Drüsen vorhanden. Das fertige Wachsplättchen wird nach hinten zwischen den Schuppen „hinausgeschoben“, das heißt, die Biene transportiert das Wachsplättchen mit dem Pollenkamm der Schienen der hinteren Beine aus der Wachstasche und führt es zu den Mundwerkzeugen. Die Mundwerkzeuge übernehmen die weitere Bearbeitung.

Im Kopf der Honigbiene sitzen verschiedene Drüsen. Eine davon ist die Drüse über den Mundwerkzeugen, über den Mandibeln, die so genannte Mandibulardrüse oder Mandibeldrüse. Diese Drüse im Oberkiefer bildet ein öliges Sekret mit Enzymen zur Wachsbearbeitung. Diese Enzyme helfen beim Wabenbau. Das Sekret der

Mandibulardrüsen der Baubienen wird beim Kneten der Wachsplättchen zugemischt. Das Sekret enthält aber noch weitere wirksame Inhaltsstoffe, beispielsweise zur Desinfektion. Die Geschmeidigkeit von Wachs ist temperaturabhängig. Bienen praktizieren ein trickreiches System der Kühlung oder Heizung im Bienenstock. Der Mensch kann Wachs mithilfe von Sonnenenergie und anderen Wärmequellen schmelzen.

LINKTIPP

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau. *Bienenwachs*.
www.bit.ly/2ITpmUW



Bei der Fertigung der Waben wirken viele Bienen zusammen. Ihre Körper bilden einen lebenden „Vorhang“ an der Baustelle. Die Wachsproduktion zeigt, dass verschiedene Nährstoffe im Körper von Bienen ineinander umgewandelt werden können, im konkreten Fall die Kohlenhydrate in Fette beziehungsweise in Wachs. Um das Bienenwachs zu produzieren, erhöhen die Baubienen ihren Fettstoffwechsel und verbrauchen sehr viel Zucker aus den Nahrungsreserven des Bienenvolkes. Die Wachsdrüsen stehen in engem Kontakt zum Fettkörper, der die chemischen Grundstoffe zur Synthese des Bienenwachses liefert.



Was man aus Bienenwachs produzieren kann

SCHON GEWUSST?

Wachstafeln mit Resten von Inschriften wurden auch in Mitteleuropa, in der Schweiz sowie im Süden Deutschlands gefunden. Dies zeigt, dass die römische Kultur im Zuge der Besiedlung Europas weit verbreitet wurde. Solche Wachstafeln sind vielfach in Museen in Deutschland ausgestellt, unter anderem im Kurpfälzischen Museum Heidelberg.

Wachsnutzung durch die Honigbienen

Die Honigbienen nutzen das Wachs als Verpackungsmaterial und zugleich als „Festnetz“ zum Weitergeben von Informationen über Schwingungen der verdickten oberen Wabenränder. Die Frage „Warum sind Waben im Grundriss sechseckig?“ inspiriert zum Nachdenken über mathematische Zusammenhänge. Damit die zunächst rund gebauten Waben sich zum Sechseck lückenlos aneinanderschmiegen, müssen diese auf 40 Grad aufgeheizt werden. Der Grundriss sechseckiger Waben bietet ein optimales Verhältnis von Materialeinsatz und Fassungsvermögen. Für eine Wabe von beispielsweise 370 x 225 Millimeter Größe (Normalmaß) verbrauchen die Bienen nur 40 Gramm Wachs, aber die Wabe kann bis zu zwei Kilogramm Honig aufnehmen. Zum Vergleich: Ein einzelnes Wachsplättchen hat nur die Masse von 0,0008 Gramm. Bekanntlich sind die Waben nicht exakt waagrecht, sondern leicht nach oben gerichtet und dadurch gute Behälter für flüssige Füllungen.



© Unknown Herkulaneischer Meister, als gemeinfrei gekennzeichnet

Mädchen mit Wachstafelbuch und Stilus

Nutzung von Honigbienen durch Römer

Die Imkerei war im Römischen Reich bereits gut etabliert. Das so genannte Melarium wurde meist von einem Bienensklaven betreut. Trotzdem war den Römern das kostbare Wachs viel zu wertvoll, um es lediglich zu verbrennen. Der Gebrauch von Wachskerzen war besonderen Anlässen vorbehalten. Auch heute sind nur 1,5 Prozent aller Kerzen aus Bienenwachs. Manchen Kerzen aus synthetischen Brennstoffen wird Bienenwachs lediglich anteilig beigemischt.

Die Nutzung von Wachs für Schreiftafeln ist ein Beispiel für originelle Nachhaltigkeit. Schließlich haben die „alten Römer“ vor etwa 2.000 Jahren mit den Wachsschreiftafeln bereits das „nachhaltig“ nutzbare Schul- und Notizheft erfunden. Sie gossen Holztafeln mit kostbarem Bienenwachs aus und ritzten ihre Notizen mit dem Stilus ein. Das Wachs dieser Schreiftafeln wurde nach der Informationsübermittlung glattgestrichen und für erneute Notizen benutzt. Zum Glattstreichen von Wachs diente das hintere breite Ende des Stilus, und schon konnte das Schreiben erneut beginnen. Solche Schreiftafeln nach historischem Vorbild sollen in dieser Unterrichtseinheit mit den Lernenden selbst gefertigt werden.

LITERATURTIPPS

Die Honigmacher (Dt. Imkerbund e. V.). *Honigblase*.
www.bit.ly/2koEcCz

Chemie.de – das Chemie Fachportal vom Labor bis zum Prozess. *Bienenwachs*.
www.bit.ly/2dxCs4o



◊ ZUM UNTERRICHT – DER VERLAUF IM ÜBERBLICK

<p>1. Stunde</p> <p>Einführung</p> <p>Plenum 10 Minuten</p>	<p>Einführung in die Problemstellung</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Wachs nachhaltig nutzen ● Warum ist Wachs viel zu schade zum Verbrennen? ● Was kann man aus Wachs produzieren – was kennt ihr? 	<p>Brainstorming</p>
<p>Lehrervortrag 20 Minuten</p>	<p>Vortrag zur Information/Planung</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Bienenhaltung bei den Römern vor 2.000 Jahren ● Wachsproduktion der Biene (wird als Prozess anhand der Folie besprochen, auch als Vorbereitung für AB1) ● Zusammensetzung von Bienenwachs ● Schreibtafeln mit Wachs ● Begriffe „Tabula“, „Stilus“, „Melarium“ einführen 	<p>▶ Folie 1 zur Wachsproduktion der Biene</p>
<p>Gruppenarbeit 45 Minuten</p>	<p>Durchführung / Herstellung römischer Schreibtafeln</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Herstellen römischer Schreibtafeln / Holzbearbeitung und Wachsgießen ● Differenzierung (für wartende Lernende): Arbeitsblatt 1 mit Selbstkontrolle 	<p>▶ Folie 2 Vorgehensweise beim Wachsgießen, Holz, Werkzeuge, Wasserbad mit handelsüblichem Bienenwachs</p> <p>▶ AB 1</p>
<p>Auswertung / Zusammenfassung</p> <p>Plenum 15 Minuten</p>	<p>Resumée</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Testung und Bewertung des Produktes 	<p>Notizen auf der Wachstafel</p> <p>▶ AB 2 Anwendung</p>

ERLÄUTERUNGEN DES UNTERRICHTSVERLAUFS

In das Thema einführen

Zu Beginn des Unterrichts steht die Frage, ob Wachs zum Verbrennen nicht eigentlich viel zu schade ist? Diese übergreifende Problemstellung dient dem Thematisieren des Faktors Nachhaltigkeit bei der Nutzung von Naturstoffen. Die Lehrkraft informiert die Schülerinnen und Schüler über die Tradition der Römer (vor 2.000 Jahren), Wachstafeln als Notizbücher zu verwenden. Die lateinischen Begriffe „Stilus“ und „Tabula“ sowie „Melarium“ werden dabei eingeführt. Den Lernenden wird außerdem vermittelt, wie Bienen anhand von zahlreichen Drüsen Wachs produzieren.

Hierbei sollen anhand der gemeinsamen Besprechung und Betrachtung von **Folie 1** die Voraussetzungen geschaffen werden, damit die Schülerinnen und Schüler das Arbeitsblatt 1 zur „Wachsherstellung als Stoffumwandlungsprozess“ im Folgenden (während der Kühlung) selbständig lösen können. Gleichzeitig klärt die Lehrkraft die Schülerinnen und Schüler nicht nur über die Namen der Drüsen auf, sondern über das gesamte Prozedere der Wachsproduktion.



Historische Schreibtafel, Nachbildung mit Stilus

Das Vorgehen gemeinsam planen

Im nächsten Schritt wird besprochen, wie man römische Schreibtafeln selbst herstellen kann. Beabsichtigt ist ein handlungsorientiertes Vorgehen (**Folie 2**). Dazu werden die nötigen Arbeitsschritte gemeinsam besprochen, damit für alle Beteiligten die Vorgehensweise verständlich wird. Das ist vor allem aus Sicherheitsgründen

wichtig. Achtung: Die Schülerinnen und Schüler müssen über die Verletzungsgefahr durch heißes Wachs und erhitzte Werkzeuge im Vorfeld aufgeklärt werden.

Die Wachstafeln anfertigen

Zuerst werden die Holztafeln gefertigt. Die einfachste Variante besteht darin, eine rechteckige vorgesägte Grundplatte mit vier Holzleisten zu umrahmen. Das Sägen der Holzplatten kann idealerweise schon beim Holzhändler erfolgen –, zumindest kann er die Holzplatten in Streifen geeigneter Länge zerteilen. Das Sägen der Holzleisten für die Seitenkanten der Schreibplatte kann durch die Schülerinnen und Schüler erfolgen (zweimal zwei Leisten). Die Kanten aller Bauteile werden mit Schmirgelpapier von Splintern und Unebenheiten befreit. Erst wenn der Holzkaltleim genügend Zeit zum Abbinden und Trocknen hatte (Befestigung mit der Schraubzwinge), kann der nächste Schritt erfolgen.

Das Wachs eingießen

Die Wachsplättchen (Pastillen) werden im Wasserbad in einer Metalldose oder einem Becherglas geschmolzen. So wird die Schmelztemperatur von 63 Grad Celsius erreicht, ohne eine Verbrennung zu riskieren. Es darf kein Wasser in das Wachs tropfen. Die Schüler benutzen Arbeitshandschuhe, um ihre Tafeln nacheinander mit dem heißen flüssigen Wachs auszugießen. Sie halten die Platten waagrecht, bis das Wachs langsam erstarrt.

Während die Wachstafeln auskühlen, kann das Arbeitsblatt zur „Wachsherstellung als Stoffumwandlungsprozess“ bearbeitet werden (**Arbeitsblatt 1**). Das Aufgabenblatt beinhaltet die Möglichkeit zur Selbstkontrolle, indem das Lösungsblatt (**Folie 1**) an einem gesonderten Tisch ausgelegt wird.

Die Wachstafelchen ausprobieren

Die ausgekühlten Wachstafeln können noch in derselben Doppelstunde getestet werden (**Arbeitsblatt 2**). Wichtig wäre, die hergestellten Wachstafeln auch im folgenden Unterricht gezielt einzusetzen, beispielsweise um Mitteilungen auszutauschen, Vokabeln zu notieren oder wichtige Notizen zu machen.

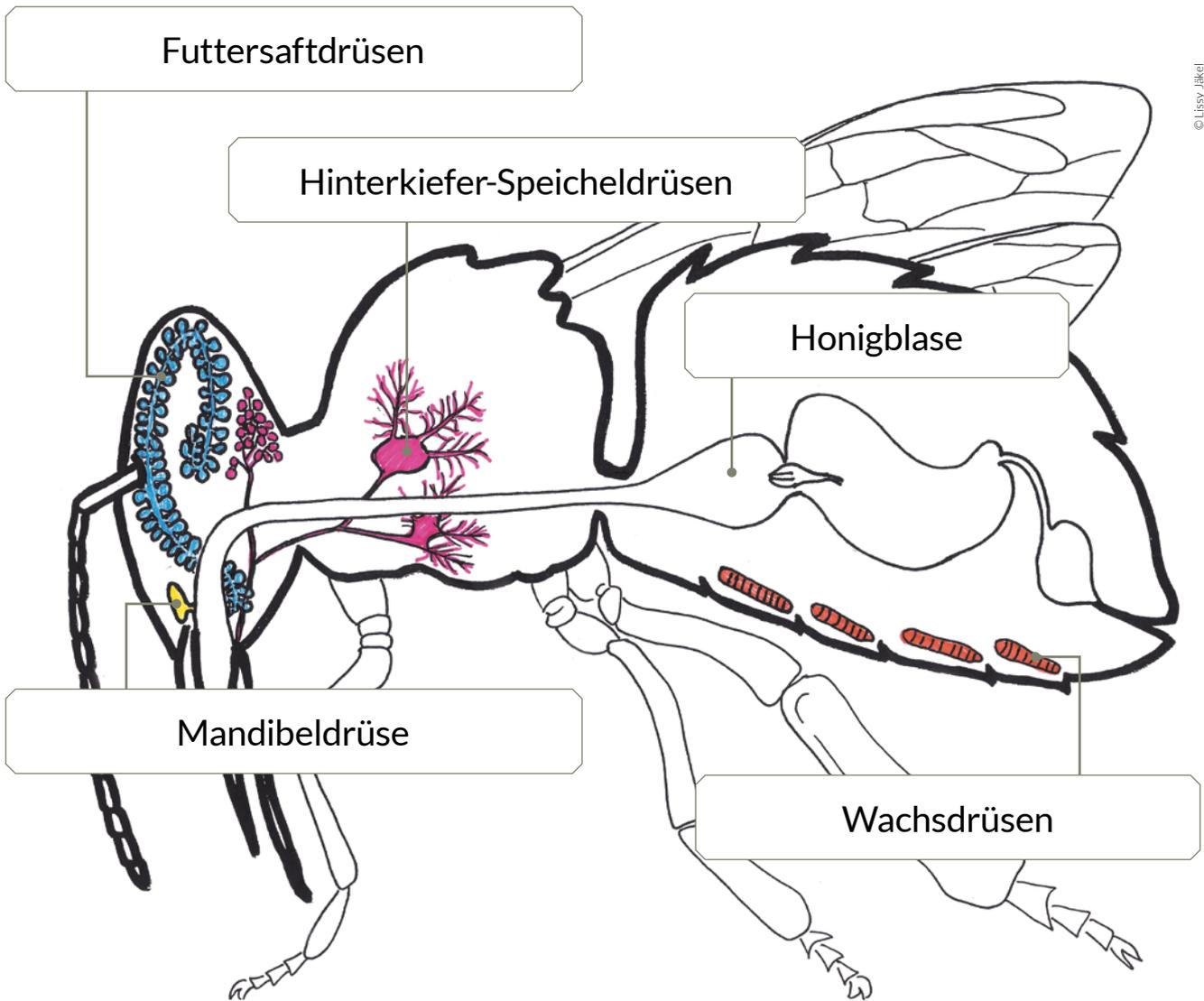
Tipp: Ein Lerngang in ein entsprechendes Museum, das Wachstafeln zeigt, kann diese Stunde vertiefen –, erfordert aber natürlich eine Vorexkursion durch die Lehrkraft.



Folie 1, Lösung Arbeitsblatt 1

WIE BIENEN WACHS HERSTELLEN

Wachsherstellung als Stoffumwandlungsprozess



© Lissy Jähnel

Körper der Biene im Querschnitt



Folie 2

ANLEITUNG ZUM WACHSGIEßEN



Wachsgießen 1

Die Wachspastillen werden in einem Becherglas oder in einer Metalldose (in einem Wasserbad) geschmolzen.

Hierbei musst du vorsichtig sein, damit du dich nicht verbrennst. Ziehe sicherheitshalber die bereit liegenden Arbeitshandschuhe an.

VORSICHT

Die Heizplatte und das Wachs werden sehr heiß. Verbrennungsgefahr!



Wachsgießen 2

Lege deine Holztafel – der Leim muss getrocknet sein – auf deinen Arbeitsplatz und schütze den Tisch vor Wachstropfen.

Wenn die Schmelztemperatur von etwa 63 Grad Celsius erreicht ist, fließt das Wachs problemlos.

Deine Lehrkraft gibt dir Bescheid, wenn du mit dem Wachsgießen beginnen kannst.

Auch hierbei musst du mit dem heißen Wachs vorsichtig umgehen! Die Platten müssen waagrecht gehalten und liegen gelassen werden bis das Wachs abkühlt, damit eine gleichmäßige Dicke entsteht.



Wachsgießen 3

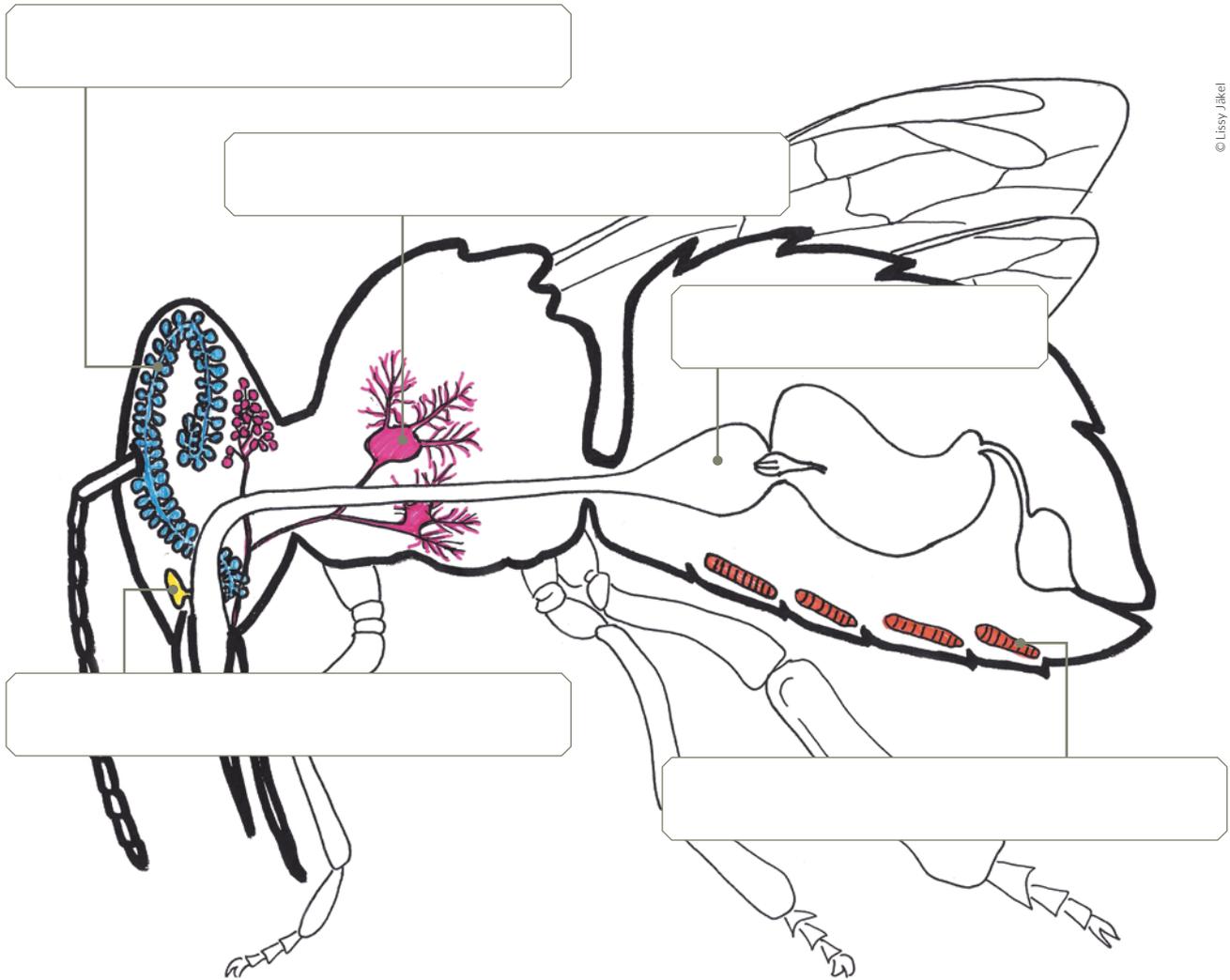
Wenn die Wachstafel kalt ist, kannst du sie mit dem Stilus (oder alternativ mit einem Nagel) beschreiben.

Verwende hierzu die Aufgabenanleitungen von **Arbeitsblatt 2**.

Arbeitsblatt 1

WIE BIENEN WACHS HERSTELLEN

Wachsherstellung als Stoffumwandlungsprozess



© Lissy Jäkel

Körper der Biene im Querschnitt

Welche Elemente (auf der Folie) konnte ich mir merken?

Hinweis: Im Klassenzimmer liegt ein Blatt zur Selbstkontrolle aus.

Arbeitsblatt 2

ANWENDUNG DER WACHSTAFELN



Schreiben wie im alten Rom



© Vasiliius - stock.adobe.com

Römisches Alphabet

1. Schreibe für deinen Nachbarn Wörter in lateinischer Sprache (römisches Alphabet) auf die Wachstafel. Lass Platz für die Übersetzung! Wähle Wörter, die mit dem Thema Bienenhaltung zu tun haben. Tauscht eure Tafeln aus und versucht die Begriffe zu enträtseln.

Vorschläge für Begriffe lauten:

tabula cerata	Wachstafel	favus mellis	Bienenwabe
stilus	„Stift“	plant cibum	Futterpflanze
melarium	Imkerei	flos	Blüte
mel	Honig	pollinis	Blütenstaub
insectum	Insekt		

2. In vielen Apotheken sind Behälter mit lateinischen Begriffen beschriftet. Auch viele Bezeichnungen in der Medizin und Biologie stammen aus dem Lateinischen. Manch deutsche Wörter haben ihren Ursprung in der lateinischen Sprache: Beispielsweise Ampulle, Addition, Album, Kalorie, Element, Experiment, Familie.

Kennst du weitere solcher Begriffe?

.....
.....
.....

**LISSY JÄKEL****ULRIKE KIEHNE**

WACHSTAFELN WIE IM ALTEN ROM



© privat

Prof. Dr. Lissy Jäkel



© privat

Dr. Ulrike Kiehne

Dr. Lissy Jäkel ist Professorin für Biologie und ihre Didaktik an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg. Sie leitet den Ökogarten Heidelberg, einen ausgezeichneten Lernort der BNE (Bildung für nachhaltige Entwicklung) und der Erhaltung der biologischen Vielfalt.

Dr. Ulrike Kiehne führt ebenfalls Lehrveranstaltungen mit Studierenden und Schulklassen im Ökogarten durch.

In verschiedenen Projekten und Seminaren werden Lehramtsstudierende in dem 5.800 Quadratmetern großen Ökogarten und an anderen Outdoor-Lernorten auf die Arbeit mit Kindern in der Natur vorbereitet.

Durch die Kooperation mit mehreren Imkern, welche die biologische Vielfalt im Ökogarten schätzen und ihre Völker hier halten, haben die Studierenden die

Gelegenheit, Imkerkurse zu belegen und auch ihre eigenen Völker zu halten. Im Sommer wird ein Schaubienenstock gezeigt sowie Nisthilfen für Wildbienen gebaut.

Jährlich besuchen mehr als 800 Kinder und Hunderte Erwachsene den Ökogarten und seine Bienen.

„Die Erhaltung der biologischen Vielfalt ist uns ein wichtiges Anliegen. Wir möchten die Lebensgrundlagen auf unserem Planeten erhalten und dabei nicht nur global denken, sondern auch vor Ort vernünftig handeln.“

LINKTIPP

Homepage des Ökogartens:

www.ph-heidelberg.de/oekogarten/aktuelles.html

**IMPRESSUM**

1. Auflage Januar 2020

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages. Hinweis §52a UrhG: Weder das Werk, noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung eingescannt und in ein Netzwerk eingestellt werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen. Fotomechanische oder andere Wiedergabeverfahren nur mit Genehmigung des Verlages.

Auf verschiedenen Seiten dieses Heftes befinden sich Verweise (Links) auf Internetadressen. Haftungsnotiz: Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle wird die Haftung für die Inhalte der externen Seiten ausge-

schlossen. Für den Inhalt dieser externen Seiten sind ausschließlich die Betreiber verantwortlich. Sollten Sie daher auf kostenpflichtige, illegale oder anstößige Seiten treffen, so bedauern wir dies ausdrücklich und bitten Sie, uns umgehend per E-Mail (p.woehner@klett-mint.de) davon in Kenntnis zu setzen, damit bei Nachdruck der Nachweis gelöscht wird.

Redaktion und Autorenkoordination: Frank Haß, Kirchberg, Jörg Schmidt, Andernach, Dr. Sandra P. Thurner, Ebersbach/Fils
Projektkoordination und Herstellung: Petra Wöhner, Klett MINT GmbH
Satz: Tanja Bregulla, Aachen

Eine Zusammenarbeit der Aurelia Stiftung und der Klett MINT GmbH
© Aurelia Stiftung, Berlin, und Klett MINT GmbH, Stuttgart