



Naturmuseum Olten

www.naturmuseum-olten.ch

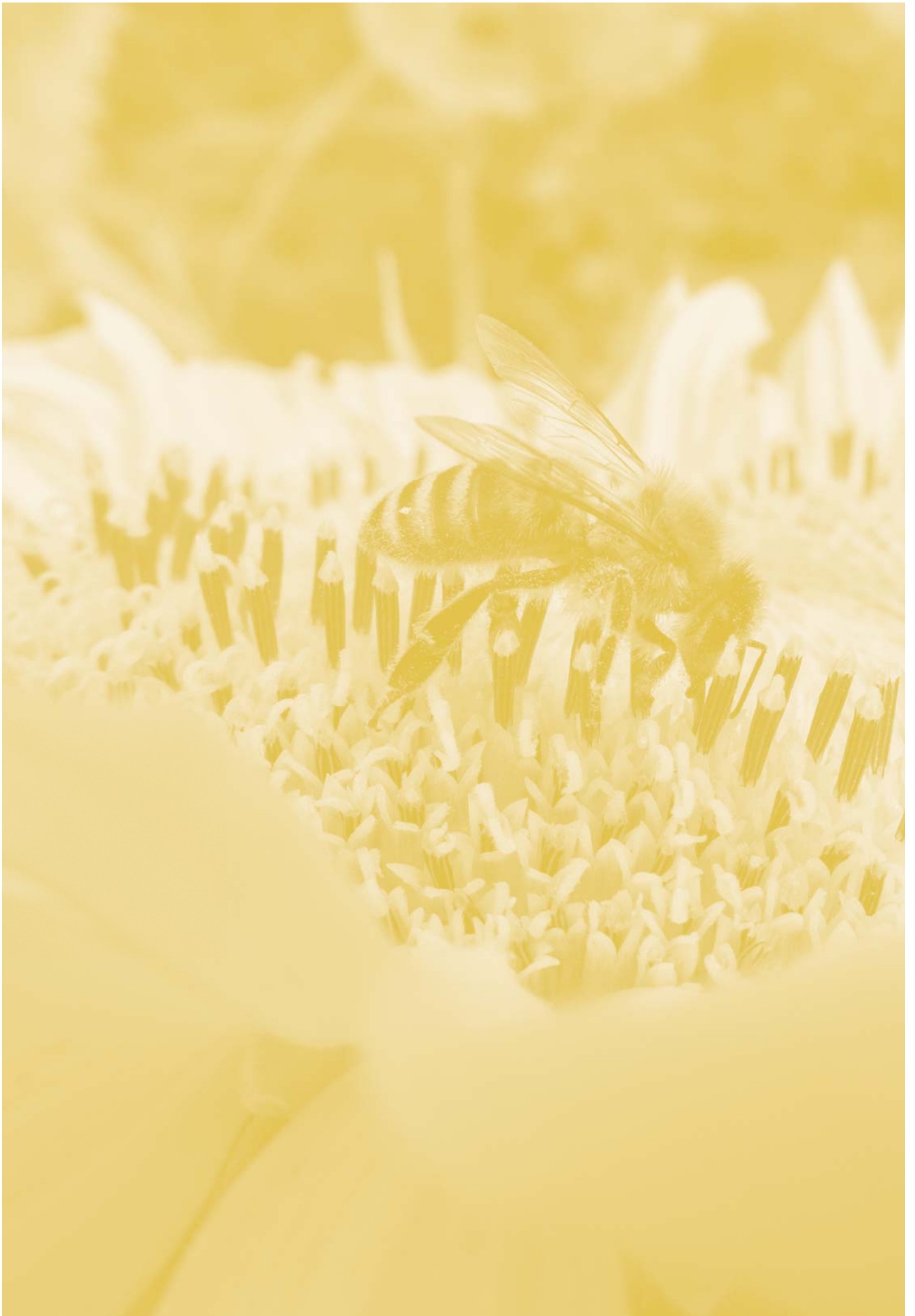
Arbeitsunterlagen für Kindergarten und Schule

okultur
Lotteriefonds Kanton Solothurn
SWISSLOS

Wunderwelt der Bienen

Eine Ausstellung des Bündner Naturmuseums





Wunderwelt der Bienen

Eine Ausstellung des Bündner Naturmuseums

2. März bis 14. September 2018

Die Arbeitsunterlagen wurden erarbeitet und zusammengestellt von Flurin Camenisch, Museumspädagoge, Bündner Naturmuseum sowie ergänzt von Catherine Schmidt, Museumspädagogin, Naturmuseum Thurgau und Judith Wunderlin, Museumspädagogin, Naturmuseum Olten.

Gerne dürfen die Unterlagen für den Unterricht kopiert werden. Sie können von der Webseite des Naturmuseums Olten kostenlos heruntergeladen werden.

Naturmuseum Olten
Kirchgasse 10
4600 Olten
Tel. 062 212 79 19
www.naturmuseum-olten.ch

Öffnungszeiten:

Di-Sa 14-17 Uhr, So 10-17 Uhr, montags geschlossen

Schulen haben auf Voranmeldung auch vormittags und montags Zutritt.

© Naturmuseum Olten, 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeine Informationen	5
1.1	Einleitung	5
1.2	Informationen zur Ausstellung	5
1.3	Informationen zu den vorliegenden Unterlagen	6
1.3.1	Lehrplan 21	6
2	Ausstellungstexte «Wunderwelt der Bienen»	7
2.1	Themenbereich: Bienenvielfalt (violett)	7
2.2	Themenbereich: Lockmittel Blüten (blau)	13
2.3	Themenbereich: Nester und Lebensräume (weinrot)	17
2.4	Themenbereich: Die Honigbiene – Gemeinsam zum Erfolg (orange)	20
2.5	Lebendes Honigbienenvolk	26
3	Hinweise und Ideen zum Ausstellungsbesuch	27
3.1	Allgemeine Hinweise	27
3.2	Ideen für den Ausstellungsbesuch	27
3.3	Ideen rund um den Ausstellungsbesuch	28
4	Ausstellungskiste	30
4.1	Hinweise zur Verwendung	30
4.2	Inhalt der Ausstellungskiste	30
5	Gedichte	31
5.1	Wie viel ist ein Glas Honig wert?	31
5.2	Bienengedicht	31
6	Arbeitsblätter	32
A1	Suchspiel: Was siehst du da?	32
A2	Bauplan einer Biene	33
A3	Von Blüten und Honigbienen	34
A4	Honigbienenvolk beobachten	35
7	Lösungen zu den Arbeitsblättern	36
8	Medienliste	37
8.1	Sachbücher	37
8.2	Unterrichtsmaterialien	37
8.3	Bücher für Kinder	38
8.4	Filme	39
8.5	Nützliche Links	39
9	Glossar	40

1 Allgemeine Informationen

1.1 Einleitung

Das Summen der Bienen gehört zum Sommer wie die Farbenpracht blühender Wiesen und Felder. Die Bienen tragen als Bestäuberinnen entscheidend zur Vielfalt der Wild- und Nutzpflanzen bei. Die Sonderausstellung «Wunderwelt der Bienen» gibt Einblick in die faszinierende Welt dieser sympathischen Insekten, von denen wir Menschen immens profitieren und ohne die unsere Welt anders aussehen würde.

Es gibt vermutlich kein anderes Tier ausser der Honigbiene, das uns schmerzhaft stechen kann und dennoch unsere Sympathie genießt. Das liegt daran, dass die Honigbiene als Inbegriff eines »nützlichen« Tiers gilt, da sie Blüten bestäubt und den kostbaren Honig liefert. Doch die Honigbiene ist bei weitem nicht die einzige Biene – über 600 Wildbienenarten kommen in der Schweiz vor, weltweit sind es mehr als 20'000. Und wichtig sind sie alle. Denn als Bestäuberinnen tragen sie allesamt zur Vielfalt und zum Gedeihen von Wild- und Kulturpflanzen bei. Doch wer kennt sie, diese »anderen« Bienen? Obwohl viele von ihnen mitten unter uns leben, sind sie unbekannte Nachbarn. Sie besiedeln Gärten und Wiesen, Kultur- und Brachland, von Tieflagen bis in die alpine Zone. Viele Arten leben einzeln, andere wie Hummeln und Honigbiene bilden Völker mit Arbeitsteilung und Kommunikation – und etwa ein Viertel legt als »Kuckucksbienen« ihre Eier anderen Bienen ins Nest. Einzigartig ist die Beziehung zwischen Bienen und Blütenpflanzen – sie sind aufeinander angewiesen, doch die Interessen von Insekt und Blume sind keineswegs die gleichen.

Die Sonderausstellung «Wunderwelt der Bienen» stellt die faszinierende Lebensweise der einheimischen Bienen vor. Bilder und originale Bienen aus den Sammlungen des Bündner Naturmuseums geben einen Einblick in die eindruckliche Vielfalt der Arten, Farben und Formen. Das Zusammenspiel zwischen Blüten und Bienen wird in seiner ganzen Tiefe beleuchtet. Realitätsgetreue Dioramen zeigen, wo Bienen ihre Nester bauen und ermöglichen einen Blick in ihre Kinderstuben. Anhand der Lebensräume lässt sich erfahren, wie man Bienen beobachten und fördern kann. Die Frage, warum die Honigbiene als einziges Insekt zum Nutztier geworden ist, wird ebenfalls erläutert.

1.2 Informationen zur Ausstellung

«Wunderwelt der Bienen» ist eine Produktion des Bündner Naturmuseums. Sie ist thematisch in vier Bereiche geteilt, welche farblich unterschieden werden können: Bienenvielfalt (violett), Lockmittel Blüten (blau), Nester und Lebensräume (weinrot) und Honigbienen (orange). Ihre Inhalte (Modelle, Präparate, Nistplätze und Texte) sind auf je zwei bis vier kastenartige Ausstellungsmöbel verteilt. Daneben gibt es in der Ausstellung viele Filmstationen. Ein gross an die Wand projizierter Film zeigt zum Beispiel verschiedene Bienen beim Blütenbesuch, da gibt es eindruckliche Nahaufnahmen zu sehen.

Im Naturmuseum Olten kann man mitten in der Ausstellung einem lebenden Bienenvolk bei der Arbeit zusehen. Die Tafeln daneben sollen helfen, verschiedene Bienen (Drohe, Arbeiterin, Königin) und beobachtete Verhaltensweisen zuzuordnen.

Im Pädagogikraum befindet sich eine Wildbienen-Galerie mit 14 Fotos.

1.3 Informationen zu den vorliegenden Unterlagen

Diese «Unterlagen für Kindergarten und Schule» bieten Hintergrundinformationen sowie Tipps und Anregungen für Lehrpersonen zur Ausstellung «Wunderwelt der Bienen». Der erste Teil beinhaltet Informationen zu Inhalt und Aufbau der Ausstellung. Der zweite Teil umfasst Ideen und Anregungen für Museumsbesuche mit der Klasse sowie Unterlagen zur Vor- und Nachbereitung des Themas in der Schule/im Kindergarten.

Es steht eine Ausstellungskiste (s. 4 Ausstellungskiste) zur Benutzung während des Ausstellungsbesuches zur Verfügung. Sie enthält ergänzende Aufgaben zur Vertiefung der Ausstellungsinhalte. Das Interesse an der Kiste bitte bei der Anmeldung des Besuchs am Empfang angeben. Es lohnt sich, die Ausstellung und die Kiste vor dem Besuch mit der Klasse anzuschauen. Besten Dank für den sorgfältigen Umgang mit dem enthaltenen Material.

1.3.1 Lehrplan 21

Ab Sommer 2018, also für das Schuljahr 2018/2019, wird im Kanton Solothurn der Lehrplan 21 eingeführt. In diesen Lehrerunterlagen wird deshalb auf den Lehrplan verwiesen, wenn ein Abschnitt oder eine Aufgabe relevant ist für die zu erarbeitenden Kompetenzen. Insbesondere bei den Aufträgen in der Ausstellungskiste sowie bei den Aufgabenblättern wurde versucht, den Bezug zum Lehrplan herzustellen. Dies soll es der Lehrperson erleichtern, den Ausstellungsbesuch (ausserschulischer Lernort!) und die Behandlung des Themas Bienen einzuordnen.

Die Ausstellung «Wunderwelt der Bienen» und die dazugehörigen Aufgaben basieren hauptsächlich auf biologischen Erkenntnissen. Daher ist das Thema im 1./2. Zyklus hauptsächlich relevant für NMG.2 (Natur, Mensch, Gesellschaft: 2 Tiere, Pflanzen und Lebensräume erkunden und erhalten).

Im 3. Zyklus sind die Kompetenzen dann im Bereich NT einzuordnen: Natur und Technik mit Physik, Chemie, Biologie. Es kommen Aspekte der Bereiche NT.8 (Fortpflanzung und Entwicklung analysieren) und NT.9 (Ökosysteme erkunden) vor. Übergeordnet ist in diesem Zusammenhang auch BNE (Bildung für Nachhaltige Entwicklung) wichtig; darauf werden aber keine Verweise gemacht.

Verweise zum Lehrplan 21 erkennt man folgendermassen:

→ NMG.2.3a

2 Ausstellungstexte «Wunderwelt der Bienen»

- 14 Grosse Fotos Wildbienenarten im Pädagogikraum
(viele kleinere Fotos von Bienenarten – und Blüten – finden sich auf «Bilderwiesen», den ergänzenden, dekorativen Ausstellungselementen)
- Film von wildbee.ch: verschiedene Bienen und weitere Insekten besuchen Blüten eines Apfelbaumes (im grossen Saal an die Wand projiziert, ohne Ton, 5 min) .

2.1 Themenbereich: Bienenvielfalt (violett)

→ NMG.2.4

«Einstiegsmöbel»

(Hinweis: das Einstiegsmöbel eines Themenbereichs ist jeweils das Möbel, in dem oben runde Texttafeln auf Stäben stecken – in der entsprechenden Farbe und mit dem Titel.)

- Film mit gesprochener Einleitung (auf Bildschirm, mit Kopfhörern, 1:30 min)

Felix Amiet, Biologe und Bienenspezialist:

«Wenn man von Bienen spricht, denkt fast jedermann an die Honigbiene. Die 620 anderen Bienenarten, die in der Schweiz vorkommen und auch gute Bestäuber sind, sind den meisten unbekannt. Die kleinsten sind nur etwa 4 mm gross, die grössten fast 3 cm, einige leben wie die Honigbiene in Völkern, andere leben einzeln, einige sind ähnlich wie Fliegen, andere sind gelb schwarz wie Wespen. Warum sind das eine Bienen und das andere Wespen oder Fliegen?

Alle Blütenbesucher brauchen Nektar als Energielieferant. Einige fressen auch noch dazu etwas Blütenstaub. Die Larven der Wespen und Fliegen fressen je nach Art Fleisch, Aas, Pflanzenteile oder Mist. Bei den Bienen fressen die Larven ausschliesslich Blütenstaub und Nektar. Daher besuchen Bienen viel mehr Blüten als andere Insekten. Für den Transport des Blütenstaubes zum Nest brauchen die Bienen besondere Einrichtungen. Sie sind meist stark behaart und haben besondere Haarbürsten an den Beinen oder am Hinterleib. Bei einigen Bienenarten fehlen jedoch solche Haare, da sie wie der Kuckuck ihre Eier in fremde Bienennester legen. Besonders diese Arten kann man oft nur unter einem Binokular von anderen Insekten unterscheiden.

Durch die grosse Artenzahl, ihre teilweise sehr engen Bindungen an gewisse Pflanzen und ihre Ansprüche an Nistplätze sind Wildbienen wichtig für das Verständnis und die Erforschung von Landschaftsstrukturen und Veränderungen in der Umwelt geworden.

Wildbienen stehen für vielfältige Beziehungen und Vernetzungen zwischen Insekt, Blüten und Landschaft und sind somit wichtige Symbolfiguren zum Erhalt und Schutz unserer natürlichen Umgebung.»

- Texttafel (Aussenseite Möbel)

Ohne Bienen keine Blüten – Ohne Blüten keine Bienen

Bienen entwickelten sich vor rund 120 Mio. Jahren aus wespenähnlichen Vorfahren, die zum Teil fleischfressend waren. Bienen ernährten sich und ihren Nachwuchs nur noch von Blütenbestandteilen, insbesondere Pollen und Nektar. Dies bewirkte die Bildung einer enormen Vielfalt bei den Blütenpflanzen – und diese wiederum führte zur Bildung vieler Bienenarten.

Unentbehrliche Bestäuber

Hummeln, Seiden-, Sand-, Mauer-, Masken-, Woll- und Pelzbienen sind wie die Honigbiene als Bestäuberinnen unglaublich wichtig für Wild- und Nutzpflanzen und unverzichtbare Helferinnen bei der Produktion unserer Nahrungsmittel. Bei jedem Blütenbesuch trägt eine Biene Pollen von einer Pflanze zur nächsten – sie bestäubt. Durch die Bestäubung trägt sie entscheidend zur erfolgreichen Fortpflanzung der Pflanzen bei. Auch Nutzpflanzen wie Obstbäume und Gemüsekulturen profitieren von den Blütenbesuchen der Wildbienen. In Gewächshäusern und Plantagen werden Wildbienen gezielt als Bestäuberinnen eingesetzt.

- Vergrössertes Modell Bienenkörper

Bauplan einer Biene

Kopf, Brust, Hinterleib, 6 Beine, 4 Flügel – das Aussehen einer Biene ist schnell beschrieben, könnte man meinen.

In der Schweiz gibt es nebst der Honigbiene etwa 600 Arten «anderer» Bienen. Es sind Wildbienen, bei denen man Unterschiede in Grösse, Form und Farbe, Behaarung sowie Strukturen zum Sammeln und Transportieren von Blütenpollen erkennen kann. Den Bauplan «einer» Biene gibt es daher eigentlich gar nicht.

Möbel zum vielfältigen Sozialverhalten und zur Fortpflanzung der Bienen

(Einsiedlerinnen, Staatsgründerinnen und Kuckucke)

- 4 Präsentationen (auf kleinen Bildschirmen, 2:30 bis 4:40 min)

1) Einsiedlerinnen – solitär lebende Bienen

Lebenszyklus der Mauerbiene

Nach der Paarung im Juni legt das Weibchen der Natternkopf-Mauerbiene *Osmia adunca* allein ein Nest an, das mehrere Brutzellen enthält. In jeder Brutzelle deponiert es Pollen und Nektar als Nahrung für die Larve sowie ein einzelnes Ei. Dies dauert vier bis sechs Wochen. Danach stirbt das Weibchen. Wenige Tage nach der Eiablage schlüpfen die Larven. Sie fressen den Nahrungsvorrat innerhalb eines Monats. Die Larven spinnen danach aus selbst produzierter Seide einen Kokon, in dem sie überwintern. Erst im kommenden Juni, genau ein Jahr nach der Eiablage, schlüpfen neue Bienen aus den Brutzellen. Ein neuer Zyklus beginnt.

Männchen und Weibchen bei den Mauerbienen – oder: Wer zu spät kommt, den bestraft das Leben

Bei den meisten solitär lebenden Wildbienen verlassen zuerst die Männchen, danach die Weibchen ihr Nest. Diese Reihenfolge macht Sinn: Da sich die Weibchen nur ein einziges Mal verpaaren, müssen die Männchen bereit sein, wenn die ersten Weibchen schlüpfen. In den hinteren Brutzellen entwickeln sich Weibchen. In den Brutzellen nahe beim Eingang entwickeln sich stets Männchen. Die gezielte Anordnung der Geschlechter im Innern der Nester ist dank der Fähigkeit der Mütter möglich, das Geschlecht der Nachkommen bei der Eiablage zu bestimmen. Die in der Samenblase der Weibchen über Wochen hinweg gespeicherten Spermien werden bei der Eiablage entweder gezielt

abgegeben oder zurückgehalten. Aus befruchteten Eiern entwickeln sich Töchter, aus unbefruchteten Söhne.

2) Hummeln und Furchenbienen – primitiv eusoziale Bienen

Lebenszyklus der Ackerhummel

Der Lebenszyklus der Ackerhummel *Bombus pascuorum* beginnt Ende März, wenn ein überwintertes Weibchen – die spätere Königin – in langsamem Flug nach einem geeigneten Nistplatz, z.B. in einem verlassenen Mäusenest, sucht.

Diese Larven entwickeln sich alle zu Weibchen, die fortan als Arbeiterinnen Pollen und Nektar sammeln, neue Brutkammern bauen und das Nest verteidigen. Einzig die Eiablage bleibt weiterhin Sache der Königin, die von nun an das Nest nicht mehr verlässt.

Während der kommenden Wochen werden laufend neue Arbeiterinnen erzeugt. Auf dem Höhepunkt der Kolonieentwicklung, der im Sommer mit 60 bis 150 Arbeiterinnen erreicht ist, werden Männchen und Jungköniginnen produziert, die das Nest zur Paarung verlassen. Die alte Königin, die Arbeiterinnen und die Männchen sterben vor Wintereinbruch. Die begatteten Königinnen überwintern einzeln an einem geschützten Ort.

Lebenszyklus der Schmarotzerhummeln

Neun der 40 einheimischen Hummelarten sind Sozialparasiten. Diese «Schmarotzerhummeln» besitzen keine Arbeiterinnenkaste. Sie sammeln keinen Pollen und bilden kein Wachs. Schmarotzerhummeln dringen – gut geschützt durch ihr hartes Aussenskelett und den kräftigen Stachel – in ein Hummelnest ein und töten, vertreiben oder unterwerfen die Hummelkönigin. Die Schmarotzerhummel zerstört Zellen und Brut des Wirtes und baut aus dem Wachs eigene Brutzellen, die mit Eiern belegt werden. Die Larven der Schmarotzerhummeln werden in der Folge von den Hummelarbeiterinnen aufgezogen.

Lebenszyklus der Furchenbienen

Ein Weibchen der Pförtner-Furchenbiene *Lasioglossum malachurum*, die spätere Königin, bildet im Frühling mehrere Brutzellen. In diese trägt sie Futter ein, legt Eier ab, verschliesst die Zellen und wartet das Schlüpfen ihrer Töchter ab. Diese graben nach ihrem Schlüpfen gemeinsam neue Zellen für die zweite Brut, sammeln Pollen und Nektar und bewachen den Nesteingang. Die Königin legt ausschliesslich Eier. Sie verlässt das Nest nicht mehr. Danach wird das Nest erneut verschlossen und erst nach dem Schlüpfen der zweiten Arbeiterinnengeneration wieder geöffnet. Die Arbeiterinnen der zweiten Generation verproviantieren neue Brutzellen für eine dritte Generation, die nun erstmals aus beiden Geschlechtern besteht. Die Königin stirbt. Im Spätsommer schlüpfen über 100 Geschlechtstiere aus den Nestern. Sie paaren sich mit den Nachkommen aus anderen Nestern. Nach der Paarung sterben die Männchen, während die begatteten Weibchen überwintern und im kommenden Frühling allein eine neue Kolonie gründen.

Ein Weibchen der Fransen-Furchenbiene reproduziert während sechs Jahren. In den ersten fünf erzeugt sie jeweils Arbeiterinnenbruten. Dazwischen sind fast ein Jahr dauernde Ruhephasen eingeschaltet, während denen das Nest verschlossen bleibt. Im Sommer des sechsten Jahres stirbt die Königin im Alter von fünfeinhalb Jahren. Im darauffolgenden Herbst verlassen 500 bis 1500 Geschlechtstiere das Nest zur Paarung.

Die begatteten Weibchen überwintern und gründen im kommenden Frühjahr einen neuen Bienenstaat.

Einen weiteren Spezialfall stellt die Rotbeinige Furchenbiene *Halictus rubicundus* dar. Sie ist in ihrem Fortpflanzungs- und Sozialverhalten flexibel. Normalerweise lebt sie sozial in Staaten. In höheren oder nördlicher gelegenen Gebieten lebt die Art dagegen solitär, so zum Beispiel auch in den Schweizer Alpen. Hier ist der Sommer zu kurz, um eine Arbeiterinnengeneration zwischen Nestgründung und der Erzeugung von Geschlechtstieren einzuschalten.

3) Staatsgründerinnen – die hoch eusoziale Honigbiene

Eusozialität

Eusozialität ist die am höchsten organisierte Stufe des Sozialverhaltens bei staatenbildenden Insekten. Sie kommt bei Bienen, Ameisen, Faltenwespen und Termiten vor.

Eusoziale Arten sind durch drei Eigenschaften charakterisiert:

- Kooperation mehrerer Individuen bei der Brutpflege
- Arbeitsteilung zwischen eierlegenden Königinnen und sterilen Arbeiterinnen
- Zusammenarbeit von zwei Generationen: Mutter (Königin) und Töchter (Arbeiterinnen)

Man unterscheidet zwischen hoch eusozialen und primitiv eusozialen Bienen:

hoch eusozial (Honigbiene)	primitiv eusozial (Hummeln, Furchenbienen)
mehrfährige Staaten	meist einjährige Staaten
langlebige Königin	kurzlebige Königin
starke Kastenunterschiede	schwache Kastenunterschiede
Futteraustausch zwischen Erwachsenen	kein Futteraustausch zwischen Erwachsenen
Staatsgründung durch Schwärmen	Staatsgründung durch solitäres Weibchen

Lebenszyklus der Honigbiene

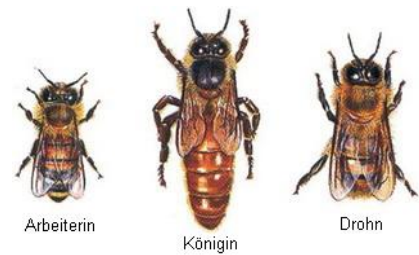
Bei der Honigbiene *Apis mellifera* entstehen neue Kolonien durch Schwärmen, d.h. der Abspaltung eines Teils des Volkes. Im Frühsommer bauen die Arbeiterinnen mehrere speziell geformte Weiselzellen, in denen sich je eine Jungkönigin entwickelt. Einige Tage vor dem Schlüpfen der Jungköniginnen verlässt die alte Königin zusammen mit rund der Hälfte der Arbeiterinnen die Nisthöhle. Sie lassen sich als Traube offen an einem Zweig nieder und ziehen, nachdem spezialisierte Arbeiterinnen eine neue geeignete Behausung gefunden haben, in die neue Nisthöhle um. Im alten Stock tötet die erste geschlüpfte Jungkönigin alle ihre Schwestern, verlässt darauf die Nisthöhle zur Paarung und wird nach ihrer Rückkehr zur neuen Königin des alten Bienenvolkes.

Staatsstruktur: Königin, Arbeiterinnen und Drohnen

Jedes Bienenvolk besteht aus drei Kasten: einer Königin, mehreren Zehntausend Arbeiterinnen und zeitweise einigen Hundert Männchen (Drohnen).

Die **Königin** ist die einzige Biene, die sich fortpflanzt und Eier legt. Sie lebt vier bis fünf Jahre lang, legt pro Tag bis zu 1500 Eier und wird von den Arbeiterinnen gefüttert.

Die **Arbeiterinnen** sind die sterilen Töchter der Königin. Sie entstehen aus befruchteten Eiern der Königin und leben vier bis sechs Wochen lang. Arbeiterinnen produzieren in speziellen Drüsen nach Aufnahme von Pollen Futtersaft («Bienenmilch»), mit dem Larven, Königin, Drohnen und Stockgenossinnen gefüttert werden. Sie reinigen nacheinander nach dem Schlüpfen das Nest, füttern die Larven, bauen Brutzellen, verteidigen das Nest und sammeln in den letzten Lebenswochen Pollen und Nektar.



Die **Drohnen** sind die männlichen Bienen im Bienenstock. Sie sind meist die Söhne der Königin und sind aus unbefruchteten Eiern der Königin entstanden. Drohnen versammeln sich zu Hunderten an traditionellen Sammelplätzen, wo sie sich in der Luft mit Jungköniginnen verpaaren und unmittelbar danach sterben.

Nistplatz und Nestbau

Honigbienen nisten bevorzugt in Hohlräumen. Dies können Bienenstöcke, hohle Bäume oder Felsspalten sein.

Das Nest der Honigbienen besteht aus mehreren scheibenförmigen Waben, die von der Decke der Nisthöhle hängen. Waben sind zweischichtig und bestehen aus sechseckigen, horizontalen Brutzellen aus Wachs, das die Bienen selbst produzieren. Die Zellen dienen der Aufzucht der Brut, aber auch der Speicherung von Pollen und Honig. Honig wird von den Bienen zur Speicherung von Nektar als Nahrungsreserve hergestellt.

Kommunikation

Als einzige Bienen besitzen Honigbienen eine Tanzsprache, mit der sie ihren Stockgenossinnen exakte Informationen zu Duft, Distanz und Richtung ergiebiger Nahrungsquellen weitergeben können.

4) Kuckucksbienen

Lebenszyklus der Schmuckbiene

Die schwarz-weiss-rot gefärbte Schmuckbiene *Epeoloides coecutiens* baut kein eigenes Nest. Sie dringt stattdessen in das Bodennest einer Schenkelbiene ein und versteckt ein Ei in einer noch nicht fertig verproviantierten Brutzelle. Die frisch geschlüpfte Larve der Schmuckbiene tötet mit ihren Mundwerkzeugen das Ei oder die Larve der Schenkelbiene. Danach häutet sie sich zu einem Stadium, das über normale Mundwerkzeuge verfügt. Sie frisst den fremden Nahrungsvorrat innert weniger Wochen auf. Ein Jahr später schlüpft der Kuckuck aus dem Nest der Schenkelbiene aus.

Verschiedene Kuckucks-Strategien

Ein Viertel aller einheimischen Wildbienen gehört wie die Schmuckbiene zu den Kuckucksbienen, welche ihre Eier in fremde Nester schmuggeln. Dieses Verhalten ist zwar raffiniert, aber auch riskant. Denn Kuckucksbienen können in der Regel nur eine einzige oder wenige nah verwandte Arten parasitieren. Finden sie die Nester ihrer spezifischen Wirte nicht, können sie sich nicht fortpflanzen.

Bei den einheimischen Kuckucksbienen können drei verschiedene Arten der Nestparasitierung beobachtet werden:

- Bei den Blutbienen bricht das Weibchen eine verschlossene Brutzelle des Wirtes auf, tötet das Ei oder die Wirtslarve, legt ein eigenes Ei und verschliesst die Brutzelle wieder.
- Bei den Trauer- und Fleckenbienen legt das Weibchen durch ein kleines Loch in der Brutzelle ein Ei in das Wirtsnest und verschliesst das Loch wieder. Ihre Larven töten dann Ei oder Larve des Wirts.
- Bei den meisten anderen Kuckucksbienen versteckt ein Weibchen ihr Ei in einer offenen, noch nicht fertig verproviantierten Brutzelle. Die Larven töten dann ihre Wirtsgeschwister und ernähren sich von deren Vorräten.

Abenteuerliche Schlafpositionen bei den Kuckucksbienen

Kuckucksbienen können nicht wie die anderen Wildbienen in den eigenen Nestern schlafen. Häufig beißen sie sich deshalb am Abend oder bei schlechtem Wetter an Halmen oder Blättern fest, fallen in einen Tiefschlaf und verbringen die Nacht in teilweise abenteuerlichen Schlafpositionen.

- Klappe «Hast du gewusst ...?»

... dass Hummeln auch bei tiefen Temperaturen, schlechtem Wetter und über der Waldgrenze fliegen?

Eine isolierende Behaarung und die Erzeugung von Wärme erlauben einigen Hummelarten, auch bei Kälte aktiv zu sein. Sie erhöhen mittels Zittern der Flugmuskulatur ihre Körpertemperatur auf 30 bis 40 °C. Dies ermöglicht ihnen, ab einer Aussentemperatur von 3 °C zu fliegen und Gebiete bis 3000 m.ü.M. zu besiedeln!

Möbel zur Vielfalt und Bestimmung der Bienen

- Texttafel (Aussenseite Möbel), Bild (Sammlungskasten Bienen) und Bücher

Forscherlabor: Entdecke die Vielfalt der Wildbienenarten

In der Schweiz gibt es etwa 600 Wildbienenarten. Sie unterscheiden sich in Grösse, Form, Farbe und Lebensweise. Auch für Experten ist es oft schwierig, die einzelnen Arten zu unterscheiden. Neben viel Geduld, Übung und Erfahrung braucht es für die Bestimmung Fachliteratur und eine Vergleichssammlung. Einwandfreie Bestimmungen sind wichtig für die Beschreibung der arttypischen Vorkommen und den Artenschutz. Versuche, die Tiere eines kleinen Teils der Sammlung des Bündner Naturmuseums selber zu bestimmen! → NMG.2.4c

- Präparate Bienen, Tafeln mit Bestimmungsschlüsseln und Lupen
- Film, der Bienenforscher bei der Arbeit zeigt (auf Boden projiziert, mit Kopfhörern, 1:10 min)

2 Möbel mit Bienensammlungen von Carl & de Baeumont sowie von Felix Amiet

2.2 Themenbereich: Lockmittel Blüten (blau)

«Einstiegsmöbel»

- Film mit gesprochener Einleitung (auf Bildschirm, mit Kopfhörern, 1:10 min)

Andreas Müller, Biologe und Bienenforscher:

«Blüten dienen der geschlechtlichen Fortpflanzung einer Pflanze. Sie enthält die Fortpflanzungsorgane: Staubblätter und Fruchtblätter. Die Blütenhülle schützt diese und lockt bestäubende Insekten an. Durch die Bestäubung wird Erbmateriale neu gemischt und es entstehen Früchte mit Samen. Diese können vom Wind oder von Tieren verstreut werden.»

- Film mit Kabarettnummer «My Sohn, nimm Platz» (César Keiser, 1972) über die Aufklärung anhand von Bienchen und Blümchen (auf Boden projiziert, mit Kopfhörern, 5:45 min)

Möbel zu den Blüten

- Texttafel (Aussenseite Möbel)

Bau und Funktion einer Blüte

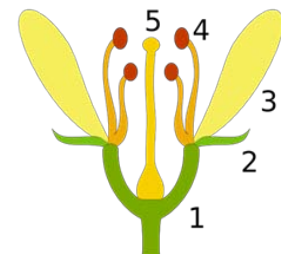
Die Blüten der Blütenpflanzen bestehen aus Kelch- und Kronblättern. Diese umhüllen die Staubblätter (männliche Geschlechtssteile) sowie die Fruchtblätter, den weiblichen Teil der Blüte. Der Pollen sitzt in den Staubbeuteln an der Spitze der Staubblätter.

- Vergrösserte Modelle der Blüten von Apfel, Wiesensalbei, Hauhechel (Rosengewächs, Lippenblütler, Hülsenfrüchtler)

Blütentypen

Die Vielfalt der Blüten im Pflanzenreich ist riesig. Die Pflanzenarten «buhlen» daher um die Aufmerksamkeit der Insekten. Nur wer sie anlocken kann, sichert sich Bestäubung und damit Fortpflanzung. Um sicherzustellen, dass Blütenbesucher auch tatsächlich Pollen mitnehmen, aber auch, um sich vor unliebsamen, hungrigen Gästen zu schützen, haben Blüten die verschiedensten Formen entwickelt.

- Vergrössertes Modell einer aufgeschnittenen (Apfel-)Blüte (mit Bezeichnung von: 1 Blütenboden, 2 Kelchblätter, 3 Kronblätter, 4 Staubblätter, mit pollengefüllten Staubbeuteln an der Spitze, 5 Fruchtblatt, mit verdickter Narbe)



→ NMG 2.3. b/d

- Bilder (Bienen auf Blüten)

Warum besuchen Bienen Blüten?

Pollen und Nektar in Blüten sind für Bienen die wichtigste Nahrungsquelle für ihre Brut und sich selber. Bienenmännchen suchen auf ihnen aber auch nach Weibchen. Verschiedene Bienenarten benutzen Blütenmaterial für den Nestbau. Und auch nektarsüsse Träume kommen vor – manche Bienen schlafen in Blüten.

- Klappe «Hast du gewusst ...?»

... dass die Männchen bestimmter Wildbienen Blüten gewisser Pflanzen gegen andere Männchen und artfremde Eindringlinge wie Hummeln oder Honigbienen verteidigen? Untersuchungen haben gezeigt, dass die Weibchen einer Wollbienenart von Männchen bewachte Blüten lieber aufsuchen, da sie «wissen», dass dort das Nahrungsangebot grösser ist als bei unbewachten Blüten.

Möbel zu Blütenprodukten und -besuchen der Bienen

- «Nadelmodelle» und Präparate Bienen (unterschiedlicher Pollenbedarf)

Heisshunger auf Pollen

Bienen benötigen für ihre Fortpflanzung enorme Pollenmengen. Sie entfernen bei einem einzigen Blütenbesuch oftmals 70 bis 90 Prozent des vorhandenen Pollens. Für die Produktion eines einzelnen Nachkommens braucht beispielsweise die Schwarze Mörtelbiene *Megachile parietina* den gesamten Pollengehalt von etwa 1140 Blüten der Saat-Esparsette *Onobrychis viciifolia*, die Schlüfbiene *Rophites algius* 350 Blüten des Aufrechten Ziest *Stachys recta*.

Die Nadeln entsprechen der Anzahl Blüten, deren Pollen eine Biene braucht, um einen Nachkommen zu produzieren.

- Präsentation zur Konkurrenz Bienen-Blüten (auf Bildschirm, 5 min)
- Gläschen mit Nektar, Bilder (Blüten mit Honigblättern und Nektarsporn)

Nektar – Energydrink der Bienen

Nektar besteht aus Wasser, verschiedenen Zuckerarten sowie geringen Mengen an Aminosäuren, Fetten oder Vitaminen. Je nach Pflanzenart liegt die Zuckerkonzentration zwischen 8 und 75 Prozent. Nektar wird in Blüten abgesondert. Viele Pflanzen entwickeln eigens dafür Nektar- oder Honigblätter. Typische Nektarbehälter sind auch die Sporne: das sind hohle, sackartige Fortsätze. Nektar ist die Hauptnahrung erwachsener Bienen. Honigbienen und Hummeln machen daraus den Honig.

- Gläschen mit Pollenklümpchen, Bilder (Elektronenmikroskop-Aufnahmen von Pollenkörnern)

Was ist Pollen?

Pollen, den wir auch Blütenstaub nennen, ist für Bienen hochwertige Nahrung. Er weist mit 16 bis 30 Prozent einen hohen Gehalt an Eiweiss auf. Zudem enthält Pollen Fette, Stärke, Mineralien, Zucker oder Vitamine. Dies macht ihn zum wichtigsten Bestandteil der Larvennahrung der Bienen.

- «Nadelmodelle» mit Faden und Bilder Bienen (Generalistin-Spezialistin)

Unterschiedliche Vorlieben

Die einzelnen Bienenarten nutzen beim Sammeln von Pollen entweder ein breites Spektrum von Pflanzen oder sie sind auf ganz bestimmte Pollenquellen spezialisiert. Fehlen diese, können sie keine Nachkommen produzieren.

Typischer Spezialist Die Mauerbiene *Osmia cerinthidis* besucht nur Blüten von Wachsblumen *Cerithe*
→ grüner Faden

Typischer Generalist Die Rote Mauerbiene *Osmia bicornis* sammelt den Pollen auf ganz unterschiedlichen Pflanzen
→ oranger Faden

Möbel zur Bestäubung

- Texttafel mit 2D-Modell Blüte Wiesensalbei mit Biene (Aussenseite Möbel)

Bestäubung

Insekten sind die wichtigsten Bestäuber der Blütenpflanzen und erbringen damit einen enormen ökologischen und ökonomischen Nutzen für Mensch und Natur.

Was passiert bei der Bestäubung?

Die Staubblätter bilden den Pollen. Bei der Bestäubung gelangt er auf die Fruchtblätter einer Blüte, die die Samenanlagen mit den Eizellen enthalten. Der Pollen keimt und wächst durch das Fruchtblatt zur Eizelle. Wenn der Pollen zur Eizelle vorstösst, findet die Befruchtung statt. Es bildet sich ein Embryo, der im Samen eingeschlossen und geschützt ist. Wenn er keimt, ist eine neue Pflanze geboren. Die Bestäubung des Wiesensalbeis *Salvia pratensis* erfolgt hauptsächlich durch Wildbienen über den Salbei-Mechanismus: Die Biene steckt ihren Rüssel in die Blüte, um Nektar zu sammeln. Dabei senken sich die Staubblätter, so dass der Blütenstaub am haarigen Körper der Biene abgestreift wird. Die Biene trägt dann den Pollen weiter auf andere Blüten.

- Vergrösserte Modelle Bienenkörper mit Pollenladung (Bein-, Bauch- und Schlucksammlerin)

Pollen sammeln und transportieren

Die meisten Bienen sammeln Pollen mit Hilfe kammartiger Behaarung an den Vorderbeinen. Einige Arten befördern ihn mit wippenden Bewegungen des Hinterleibs direkt von der Blüte in die Bauchbürste. Andere setzen Haare und Borsten an Gesicht, Rüssel und Vorderbeinen ein, um Pollen zu sammeln, der beispielsweise in langen Kronröhren verborgen ist. Einige Arten schütteln den Pollen auf ihren Körper, indem sie die Blüte mit ihrer Flugmuskulatur in Schwingung versetzen. Manche Bienen schlucken den Pollen für den Transport.

Der Transport der Pollen erfolgt mit Hilfe unterschiedlicher Körperteile in die Brutzellen: Beinsammlerin, Bauchsammlerin, Schlucksammlerin (Pollen transport im Kropf)

- Diagramme Bestäubungsleistung (Honigbiene allein, Honig- und Wildbienen zusammen)

Bienen sind die wichtigsten Bestäuber

Etwa 80 Prozent der Blütenpflanzen werden bei uns von Insekten bestäubt. Bienen sind neben der kleinen Gruppe der Pollenwespen die einzigen Blütenbesucher, die nicht nur für die eigene Ernährung, sondern auch für die Fortpflanzung gänzlich von

Blütenprodukten abhängig sind. Diese Abhängigkeit hat dazu geführt, dass Bienen alle Register ziehen, um an Pollen und Nektar zu gelangen. Bienen besammeln auch kompliziert gebaute Blüten. Sie bestäuben vielfach derart effizient, dass wenige Blütenbesuche zu grosser Samen- und Fruchtproduktion führen.

Honigbienen und die Wildbienen ergänzen sich in ihren Fähigkeiten und garantieren so die langfristige Sicherung der Bestäubung von Wild- und Kulturpflanzen!

- Bilder (Blüten Sicht Mensch, Biene)

Wie nehmen Bienen Blüten wahr?

Bienen haben wie alle Insekten sogenannte Komplexaugen. Diese sind aus Hunderten von Einzelaugen zusammengesetzt. Jedes Einzelauge fügt einen kleinen Bildausschnitt zum Gesamtbild ein. Bienen erkennen Blüten anhand von Farben, Formen und Düften. Diese Merkmale machen die Blüten einer Pflanzenart unverwechselbar. Dies ist die Voraussetzung, dass Bienen dieselbe Pflanzenart wiederholt anfliegen, was eine hohe Bestäubungswahrscheinlichkeit garantiert.

Bienen sehen anders als wir

Bienen können UV-Licht wahrnehmen. Die Sonne erscheint grün, grüne Wiesen sind grau, Gelb ist purpur und Rot wird gar nicht wahrgenommen. Dafür sehen Bienen für uns einfarbige Blüten oft vielfältig, denn diese weisen Flecken und Linien auf, die nur im UV-Bereich sichtbar sind und auf Nektardrüsen hinweisen.

- UV-Licht und Bilder (Blüten Hahnenfuss, Wegwarte)

Drücken Sie den Knopf

Dank des zugeschalteten UV-Lichtes können nun die Orte erkannt werden, wo Nektardrüsen sitzen.

- Nahrungsmittel Mensch (die es dank der Bestäubung der Bienen gibt)

Bedeutung der Bestäubung für den Menschen

→ NMG 2.6.h

Die Bedeutung von Bienen für die Artenvielfalt in der Natur ist nicht zu beziffern. Dies gilt auch für den Nutzen für uns Menschen. Denn ohne Pflanzenvielfalt gibt es keine Rinder und Schafe und ohne diese weder Fleisch, Käse, Butter noch Joghurt... Ohne Nutzpflanzen kein Obst, Gemüse, Speiseöl, aber auch weniger Medikamente und Kosmetika. Zudem sind all die positiven Effekte zu erwähnen, die farbenfrohe Wiesen und duftende Blüten auf unser Wohlbefinden ausüben!

Ohne Bestäuber blieben unsere Teller leer! All das haben wir den Blütenbestäubern zu verdanken.

- Klappe «Hast du gewusst ...?»

... dass es neben den Bienen noch andere Insekten gibt, die für die Bestäubung von Pflanzen wichtig sind?

Kennst du sie?

Auch sie sind wichtige Bestäuber: Fliegen (Tanzfliege *Empididae*); Käfer (Gefleckter Schmalbock *Rutpela maculata*); Schmetterlinge (Landkärtchen *Araschnia levana*).

2.3 Themenbereich: Nester und Lebensräume (weinrot)

→ NMG.2.1

«Einstiegsmöbel»

- Texttafel (Aussenseite Möbel)

Nester – Die Kinderstuben der Bienen

Drei Viertel aller Bienen Mitteleuropas bauen Nester, in denen ihre Jungen heranwachsen. Die restlichen legen ihre Eier anderen Bienenarten ins Nest. Es sind Brutparasiten, die man daher auch «Kuckucksbienen» nennt. Nestarchitektur, Baumaterialien und Nistplätze sind bei den über 600 Bienenarten Mitteleuropas sehr vielfältig. Viele benötigen spezifische Kleinstrukturen für ihre Nestanlage. Dies können totes Holz, Boden ohne Vegetation, dürre Pflanzenstängel, Schneckenhäuschen oder Steine sein.

- Film mit gesprochener Einleitung (auf Bildschirm, mit Kopfhörern, 1 min)

Antonia Zurbuchen, Umweltnaturwissenschaftlerin:

«Dass Honigbienen Waben bauen und darin ihren Nachwuchs aufziehen, ist weit herum bekannt. Aber auch die Mehrheit der anderen Bienen baut Nester. Diese sind meist unauffällig, enthalten nur selten mehr als zehn Eier und liegen gut versteckt in totem Holz, dünnen Pflanzenstengeln oder im Boden. Die Nester bieten den Bienenlarven Nahrung sowie Schutz vor Wetter und Fressfeinden und ermöglichen ihnen einen optimalen Start ins Leben. Vorausgesetzt allerdings, Bienenweibchen finden geeignete Standorte und Materialien für den Nestbau.

Damit Bienenmütter genügend Pollen und Nektar für die Larven sammeln können, müssen sie Blumen möglichst nahe beim Neststandort besuchen können. Lebensräume mit einem vielfältigen und reichen Angebot an Blütenpflanzen für die Nahrungssuche und Kleinstrukturen für den Nestbau erfüllen die Ansprüche von Bienen am besten.»

- Texttafel (Aussenseite Möbel)

Nicht egal: Das richtige Nestmaterial

Für den Bau der Nester verwenden Bienen verschiedene Materialien. Dazu gehören Erde, Steinchen, zerkautes Blattmaterial, Laub- oder Blütenblätter, Pflanzenwolle, Harz oder selbst produziertes Wachs. Die meisten Bienen kleiden ihre Brutzellen mit wasserabstossenden Sekreten aus, die sie selbst produzieren oder von Pflanzen gewinnen. Die Sekrete schützen vor eindringendem Wasser, Pilzen und Bakterien und sie halten Nesträuber ab.

Wie finden Bienen ihre Nester?

Bienenweibchen, die Pollen und Nektar eintragen, finden ihr Nest optisch anhand von Geländemarken wie Steinen oder Ästen. Der Nesteingang wird geruchlich anhand von Duftsekreten erkannt. So kann das Nest sogar dann gefunden werden, wenn es in einer grossen Kolonie liegt oder der Nesteingang beispielsweise nach Regen verschüttet ist.

Möbel zu Nesttypen der Wildbienen (sowie Honigbiene und Wespen)

- 5 Dioramen von Nistplätzen samt Bienen sowie jeweils 1 bis 2 Präparate von Nestern

Eigenbau in totem Pflanzenmaterial

Einige Bienenarten nagen die Hohlräume für die Nestanlage selber. Die auffällige, grosse Holzbiene *Xylocopa valga* gräbt in totes Holz. Die Mauerbiene *Osmia leucomelana* nutzt markhaltige, dünne Stängel von Kräutern und Sträuchern. Blattschneiderbienen *Megachile spec.* verwenden für ihre Brutzellen Blattstücke, die sie aus Blättern von Bäumen, Sträuchern und Kräutern ausschneiden.

Nester in bestehenden Hohlräumen

Etwa ein Fünftel der einheimischen Bienen baut seine Nester in bestehenden Hohlräumen. Die Gehörnte Mauerbiene *Osmia cornuta* nutzt unter anderem leere Schneckenhäuschen. Eine andere Mauerbienenart *Osmia mustelina* baut ein Nest aus Pflanzenmörtel. Sie verwendet dafür Laubblätter von Sonnenröschen. Die Garten-Wollbiene *Anthidium manicatum* sammelt Pflanzenhaare, die sie mit pflanzlichen Sekreten imprägniert und verklebt. Die Pflanzenwolle stammt meist von Disteln, Ziest oder Königskerze. Die Dusterbiene *Stelis punctulatissima* legt ihre Eier als Brutparasit in die Nester der Garten-Wollbiene *Anthidium manicatum*. Die Larven des Gemeinen Bienenkäfers *Trichodes apiarius* leben räuberisch in den Nestern von Bienen.

Nester an der frischen Luft

Sieben einheimische Arten bauen freistehende Nester. Bei der Kleinen Harzbiene *Anthidium strigatum* bestehen sie aus Pflanzenharz. Die Mörtelbiene *Megachile parietina* und die Mauerbiene *Osmia xanthomelana* benutzen Erde und Steinchen. Die Nester der Mörtelbiene *Megachile parietina* befinden sich an Steinen, jene der Mauerbiene *Osmia xanthomelana* an Pflanzen.

Ein Meer von Nestern

Etwa die Hälfte der Bienen Mitteleuropas gräbt die Nester selber im Boden. Die Brutzellen liegen wenige Zentimeter bis zu einem Meter tief. Bei der Sandbiene *Andrena nitida* bildet der Aushub kleine Erdhügel. Die Bauten vieler Weibchen können nahe beieinander liegen. Auch die Frühlings-Pelzbiene *Anthophora plumipes* nistet meist kolonieweise an Erdwänden, lehmverfugten Mauern oder ebenen Erdflächen. Solche Konzentrationen bieten Schutz vor Parasitierung, da die Wahrscheinlichkeit eines Befalls einer Brutzelle mit steigender Anzahl Nachbarnester sinkt. Der Bienenwolf *Philanthus triangulum*, eine Grabwespe, erbeutet und vergräbt Bienen als Nahrung für seine Larven.

Hummeln legen sich in fremde Nester

Hummeln legen ihre Nester in Hohlräumen an. Die Dunkle Erdhummel *Bombus terrestris* nutzt mit Vorliebe Mäusenester. Die Zellen bestehen aus Wachs, das die Tiere in Drüsen im Hinterleib produzieren. Sie sind haufenartig angeordnet. Pro Brutzelle können sich mehrere Larven entwickeln – eine Ausnahme unter den Bienen. Nebst Brutzellen legen Hummeln auch Vorratzzellen an, in denen Nektar und Pollen eingelagert werden.

- Präparat Wabe Honigbiene

Nester aus Waben

Die Zellen der Honigbiene *Apis mellifera* sind sechseckig. Im Verband bilden sie die Waben. Jede Wabe ist beidseits mit Zellen bestückt. In den Zellen werden die Arbeiterinnen und Drohnen (Männchen) aufgezogen sowie Honig und Pollen eingelagert.

- Präparat Nest Wespe

Wespen bauen aus Papier

Anders als bei Bienen besteht das Nest eines Wespenvolks wie das der Gallischen Feldwespe *Polistes dominula* stets aus Papier. Die Wespen stellen dieses selbst aus den Fasern von totem Holz her, das sie abnagen und mit Speichel vermischen. Die Waben sind sechseckig wie bei der Honigbiene *Apis mellifera*.

Möbel zu Nestern und Lebensraum von Bienen

→ NMG.2.6

- Bilder (geeignete und ungeeignete Mauern als Nistplatz und Gärten als Lebensraum)

Wo leben Bienen

Bienen findet man vom Meer bis ins Gebirge und vom Äquator bis zum Polarkreis. Die einzelnen Arten unterscheiden sich jedoch in ihren Ansprüchen an Nistplätze und Nahrungspflanzen. Daher findet man nicht überall dieselben Bienenarten.

Vielfältige Landschaften – Viele Bienen

Bienen können nur dort vorkommen, wo Blütenvielfalt und Nistplätze nahe beieinander vorkommen. Naturnahe Landschaften mit vielen Kleinstrukturen und einem grossen Blütenangebot sind ideal. Besonders wichtig für Bienen sind Trockenwiesen und -weiden, Wald- und Hecken säume, Waldlichtungen, Flussauen, Sand-, Kies- und Lehmgruben, Brachflächen, Rebberge, Trockenmauern, Obstgärten, Felswände, Erosionshalden, blütenreiche Wegränder oder Naturgärten.

Wie helfen wir Bienen?

Die intensive Bewirtschaftung des Kulturlands mit Maschinen und Pestiziden, die Aufgabe landwirtschaftlicher Nutzung und die Ausdehnung des Siedlungsraums haben in den letzten Jahrzehnten die Lebensräume von Bienen vielerorts zerstört. Wer Bienen helfen will, erhält und fördert Blütenpflanzen und Kleinstrukturen. Dies kann im eigenen Garten, im Kulturland oder an Waldrändern sein. Bereits auf relativ kleinen Flächen können sich viele Bienen ansiedeln.

Eine reich strukturierte, naturnahe Landschaft ist der beste Weg zur Erhaltung und Förderung einer grossen Bienenvielfalt.

- Präsentation zu verschiedenen Nesttypen der Wildbienen (auf Boden projiziert, 3:40 min)
- Film, der Einblick ins Nest von Wildbienen bietet und Bienenmütter da in Aktion zeigt (beim Polleneintrag, der Verproviantierung, bei der Eiablage, beim Verschliessen der Brutzelle) (auf Boden projiziert, ohne Ton, 3:15 min)

2.4 Themenbereich: Die Honigbiene – Gemeinsam zum Erfolg (orange)

«Einstiegsmöbel»

- Film mit gesprochener Einleitung (auf Bildschirm, mit Kopfhörern, 1:15 min)

Mathias Götti Limacher, Imkerbildung Schweiz:

«Die Honigbiene ist das einzige «Nutztier» unter den Insekten. Keine andere Bienenart ist daher so gut erforscht wie sie. Sie trägt zur Bestäubung bei und liefert mit Honig, Wachs, Propolis und Gelée Royale zahlreiche für uns wichtige Produkte. Die alten Ägypter nutzten bereits vor etwa 4500 Jahren ihre Dienste, Felsmalereien dokumentieren die Gewinnung von Honig wildlebender Honigbienen vor mehr als 15'000 Jahren. Das Sozialverhalten der Honigbiene mit Königin, Drohnen und Arbeiterinnen, unter denen eine ausgeklügelte Arbeitsteilung herrscht, fasziniert die Menschen seit Jahrhunderten und hat Forschern auch schon Nobelpreise beschert. Die Honigbiene hat ein äusserst positives und sympathisches Image – daran ändern nicht einmal ihre schmerzhaften Stiche etwas. Seit einigen Jahren kämpft die Honigbiene jedoch mit Problemen, vermehrt werden Bienenverluste festgestellt, was die Öffentlichkeit bewegt. Von diesen Problemen sind die aus Ostasien eingeschleppte Varroamilbe und der Rückgang der Pflanzenvielfalt und der Einsatz von Pestiziden die gravierendsten.»

- Präsentation zu den Vorzügen der Honigbiene als Nutztier (auf Boden projiziert, 1:30 min)

Die Honigbiene – Einziges Nutztier unter unseren Insekten

Seit ca. 5'000 Jahren hält der Mensch die Honigbiene als Nutztier. Warum ist die Honigbiene so attraktiv für uns?

→ NMG 2.4.b

→ NMG 2.6.g/h

Die Honigbiene weist mehrere Merkmale auf, die sie als Nutztier attraktiv machen:

- Grosses Bienenvolk: Mit bis zu 50'000 Individuen, von denen bis zu einem Drittel Sammelbienen sind, lässt sich mit Honigbienenvölkern die Bestäubungsleistung an einem Ort massiv erhöhen.
- Lange Aktivitätszeit: Da Honigbienen als Volk überwintern, fliegen sie vom frühen Frühjahr bis Herbst in grosser Zahl. Die lange Flugzeit ermöglicht Bestäubung während der gesamten Vegetationsperiode.
- Blütenstetigkeit: Eine Honigbiene besucht pro Tag bevorzugt stets Blüten der gleichen Pflanzenart. Dies garantiert eine hohe Bestäubungsrate.
- Blüten-Generalisten: Honigbienen nutzen die verschiedensten Blütentypen. Sie sind daher für die Bestäubung ganz unterschiedlicher Kulturpflanzen einsetzbar.
- Nicht ortsgebunden: Ein Bienenvolk kann beliebig versetzt werden. Dies ermöglicht dem Imker, Honigbienen dort zu placieren, wo Bestäubung nötig ist oder ein hoher Honigertrag zu erwarten ist.
- Wertvolle Produkte: Die Honigbiene liefert vom Honig bis zum Wachs zahlreiche, für den Menschen wertvolle Produkte.
- Zucht: Durch gezielte Auswahl der Königinnen lassen sich bei Honigbienenvölkern bestimmte Eigenschaften wie Arbeitsleistung oder Krankheitsresistenz heranzüchten.

Möbel zur Imkerei

- Texttafel (Aussenseite Möbel)

Imkerei – Für Ökologie und Ökonomie

Der Mensch hält Honigbienen für die Gewinnung von Nahrungsmitteln und weiterer Produkte. Die Motivation, sich als Imker zu betätigen, reicht vom Zusatzerwerb über familiäre Tradition bis hin zur Faszination des Naturerlebnisses. Wirtschaftlich betrachtet gilt die Honigbiene in Europa als das dritt wichtigste Nutztier.

Fundierte Kenntnisse unerlässlich

Zum Handwerk des Imkers gehören genaue Kenntnisse der Biologie der Honigbiene, aber auch der Gebrauch von künstlichen Waben, die Bekämpfung von Krankheiten, die Auswahl sinnvoller Standorte für ein Bienenvolk oder die Gewinnung von Honig. Interessenten sollten sich auch über finanzielle Aspekte, Zeitaufwand oder Versicherungsfragen informieren. Im Jahr 2014 liessen sich in der Schweiz etwa 1000 Personen zu Imkerinnen und Imkern ausbilden.

Imkerei in der Schweiz

Rund 13'000 Imkerinnen und Imker sind im «Verein deutschschweizerischer und rätoromanischer Bienenfreunde» (VDRB), der «Société Romande d'apiculture» (SAR) und der «Società Ticinese di Apicoltura» (STA) zusammengeschlossen. Mit dem Zentrum für Bienenforschung in Bern-Liebfeld betreibt der Bund eine nationale Forschungsanstalt für die Honigbiene.

- Sieben verschiedene Honigbienen-Produkte

Produkte der Honigbiene

Der Nutzen der Honigbienen geht weit über die Bestäubung hinaus. Sie liefern zahlreiche Produkte, die wir Menschen nutzen.

Honig – Das Heizöl der Honigbiene

Honig entsteht aus Nektar oder Honigtau. Honigtau ist ein Ausscheidungsprodukt verschiedener Insekten, die Pflanzensäfte saugen. Ein Bienenvolk kann in einem Sommer bis zu 300 Kilogramm Honig produzieren. Dafür sind mehrere Millionen Ausflüge nötig, bei denen 20 Millionen Kilometer zurückgelegt werden.

Flüssiger Nektar, fester Honig

Bienen dicken Nektar ein, indem sie ihm Wasser entziehen. Der Honig wird in den Waben gelagert. Er dient den Bienen als Nahrungsvorrat, auch im Winter. Der grösste Teil wird für die Wärmeproduktion verwendet, die Honigbienen mittels Muskelzittern erzeugen. Der Mensch nutzt Honig als Süssmittel und Speise, aber auch als Heilmittel.

Pollen – Für Gesundheit und Kosmetik

Ein Honigbienenvolk kann pro Jahr 20 bis 30 Kilogramm reinen Pollenstaub ins Nest tragen. Er wird in den Zellen der Waben gelagert. Ammenbienen verfüttern ihn in Form eines Futtersaftes an die Larven.

Der Imker sammelt Pollen als wertvolles, das Immunsystem stärkendes Nahrungsmittel, aber auch für Kosmetikprodukte.

Bienenwachs – Für Waben und Kerzen

Das Wachs der Bienenwaben produzieren Honigbienen mittels Wachsdrüsen im Hinterleib. Beim Bau wird es auf 37 bis 40 °C erwärmt. Erst beim Erkalten bilden sich die perfekten Sechsecke.

Bienenwachs findet bei der Herstellung von Kerzen, Kosmetikartikeln, Farben, Imprägniermitteln, Süßigkeiten sowie in der Medizin Verwendung.

Propolis – Fensterkitt der Bienen

Propolis besteht aus Pflanzenharz. Honigbienen verschliessen damit Ritzen und Spalten und versteifen mit ihm das Wachs der Waben. Propolis schützt auch gegen Bakterien und Pilze. Honigbienen überziehen daher das Innere ihrer Behausung mit einer hauchdünnen Schicht aus Propolis. Propolis wird als Heilmittel bei Entzündungen und Verletzungen eingesetzt.

Gelée Royale – Futter der Königin

Ammenbienen bilden aus Pollen Gelée Royale. Sie füttern damit Larven und – wie der Name besagt – die Königinnenlarven. Nur wenn eine Larve bis zum letzten Stadium Gelée Royale erhält, wird sie zur Königin. Diese wird zeitlebens mit Gelée Royale gefüttert.

Zur Gewinnung wird Gelée Royale aus künstlich eingesetzten Weiselzellen abgeschöpft. Es wird in Nahrungsmitteln und Kosmetikprodukten verwendet.

Bienengift – Gegen Feinde und Rheuma

Bienengift dient den Bienen zur Abwehr von Feinden. In der Medizin wird es zur Behandlung von rheumatischen Beschwerden, aber auch bei Hexenschuss, Sportverletzungen oder gegen Hautfalten verwendet. Seine Wirkung scheint wissenschaftlich allerdings umstritten.

Film «Das Jahr des Imkers» (auf Boden projiziert, 9:42 min)

geflochtener Bienenkorb

Bienenkorb

Der Mensch entdeckte schon vor Jahrhunderten, dass sich Bienen in geeigneten Behausungen halten und nutzen lassen. Die Behausungen wurden im Laufe der Zeit weiterentwickelt. Zunächst waren es ausgehöhlte Baumstämme. Bienenkörbe ermöglichten den Transport von Bienenvölkern. Die ältesten bekannten Bienenkörbe sind etwa 2000 Jahre alt. Im 19. Jahrhundert erfolgte der Wechsel von der Korbimkerei zur Kastenimkerei.

Bienenkasten mit herausnehmbaren Waben (mit aufgeklebten Fotos)

Moderner Bienenkasten (Magazinbeute)

Heutige Bienenkästen ermöglichen ganzjährigen Zugriff auf ein Honigbienenvolk und seine Produkte und damit auch gezielte Zucht. Die Bienen bauen ihre Zellen auf vorgefertigte Waben aus Wachs. Bienenwaben sehen je nach Jahreszeit und Aktivität eines Volkes anders aus. Sie vermitteln dem Imker Informationen über Vitalität und Produktivität eines Volkes.

Die Waben dieses Kastens sind herausnehmbar und zeigen verschiedene Erscheinungsbilder. Schauen Sie diese genau an und imkern Sie selbst!

Möbel zur Kommunikation und zu Problemen der Honigbiene

- Präparate Wabe, Bienenwesen (Königin, Arbeiterin, Drohne) und Weiselzelle

Die Wabe – Das Zuhause der Honigbiene

Die Waben eines Nests der Honigbiene bestehen aus Wachs. Sie sind stets exakt senkrecht angeordnet. Auf beiden Seiten liegen Zellen, insgesamt 100 000 bis 200 000 pro Nest. Der Abstand zwischen zwei Waben entspricht der Körperhöhe von zwei Bienen. Jede Zelle weist an ihrem offenen Ende eine Verdickung auf.

Die Königin übertrifft die Arbeiterinnen und Drohnen deutlich an Körpergrösse. Königinnen werden in speziellen Zellen grossgezogen, den sogenannten Weiselzellen.

- Bilder (Bienen auf Wabe, Biene bei der Ausscheidung von Wachs)

Das Bienenvolk – Gemeinsam zum Erfolg

In einem Bienenstaat machen nicht alle dasselbe. Die Aufgaben des Einzelnen richten sich nach dem Bedarf des ganzen Volkes.

Von Putz- und Heizbienen

Die Aufgabe einer Honigbienen-Königin besteht im Eierlegen, jene der Männchen in der Begattung der Königin.

Die Hauptmasse eines Honigbienenvolkes besteht aus Arbeiterinnen. Man unterscheidet Putz-, Bau-, Brutpflege-, Wächter-, Heiz- und Kühlbienen. Im Laufe des meist nur wenige Wochen dauernden Lebens übernimmt jedes Tier mehrere Aufgaben. Sammelbienen, die Nektar, Pollen und Honigtau eintragen, werden sie erst zuletzt.

Flexibilität beim Pflichtenheft

Bei Bedarf können Arbeiterinnen beliebige Funktionen übernehmen. Diese Flexibilität ermöglicht, rasch auf sich ändernde Umweltbedingungen wie ein sich wandelnder Bedarf an Nahrung oder Wachs zu reagieren.

Das Wachs für den Wabenbau wird aus Wachsdrüsen ausgeschieden.

- Präsentation zur Kommunikation und räumlichen Orientierung der Honigbiene (mit Filmsequenz, die den Schwänzeltanz zeigt) (auf kleinem Bildschirm, 3 min)

Kommunikation im Stock: Tanzend zum gedeckten Tisch

Sammelbienen teilen ihren Artgenossen mit, wo sich Nahrungsquellen befinden. Sie machen dies tanzend und mittels Duftspuren. Tänze finden auf den Waben statt.

Der **Rundtanz** signalisiert eine Futterquelle, die ganz in der Nähe liegt. Dabei läuft die Biene einen Kreis und ändert nach einer Umdrehung ihre Drehrichtung.

Der **Schwänzeltanz** zeigt weiter entfernte Nahrung an. Dabei läuft die Biene zwei Kreise, die sich berühren. An der Berührungsstelle führt sie rasche seitliche Bewegungen

aus – sie schwänzelt. Je länger das Schwänzeln dauert, desto weiter ist eine Nahrungsquelle entfernt. Der Winkel zwischen der Tanzrichtung und der Sonne entspricht jenem zwischen Futterquelle und Sonne.

Waben als Telefonnetz

Honigbienen können die Waben gezielt in Schwingungen versetzen, um Mitteilungen an andere Bienen zu versenden.

Kommunikation auf der Blüte: Düfte für die Naherkennung

Sammelbienen versprühen bei attraktiven Blüten einen Duft. Dieser teilt den Kolleginnen mit, dass hier eine ergiebige Nektar- und Pollenquelle liegt. Wenn eine Blüte keine Nahrung mehr liefert, hinterlässt eine Biene chemische «Derzeit leer»-Signale.

Landmarken für die Orientierung

Sammelbienen orientieren sich anhand von Strukturen wie Bäume, Sträucher oder Hecken in der Landschaft. Ein Bienenvolk «kartiert» an einem neuen Standort zunächst die ganze Umgebung. Eine strukturreiche Landschaft erleichtert den Bienen ihre Arbeit.

- Bilder (Wabe, Bienenwesen auf Wabe und thermografische Aufnahme Wabe)

Kinderstube und Vorratslager

In einer Wabe werden zuinnerst die Larven aufgezogen. Daran anschliessend wird Pollen eingelagert, mit dem die Brut gefüttert wird. Zuäusserst wird Honig gespeichert. Im Frühjahr findet man zusätzlich Drohnenzellen.

5 bis 10 Prozent der Zellen im Brutbereich bleiben stets leer.

Zellen mit Brut, Pollen und Honig bilden ein festes Muster.

Zellengrösse bestimmt Geschlecht

Drohnen sind grösser als Arbeiterinnen. Eier, aus denen Drohnen entstehen, werden daher in Zellen mit einem Durchmesser von 6 bis 7 Millimetern gelegt. Brutzellen für Arbeiterinnen sind nur 5 Millimeter breit. Die Grösse der Zelle entscheidet somit, ob die Königin ein befruchtetes oder unbefruchtetes Ei ablegt – und bestimmt so das Geschlecht einer Biene.

Die Königin ist deutlich grösser als die Arbeiterinnen und Drohnen. Letztere sind an den grossen Augen zu erkennen.

Konstante Temperatur dank Heizerbienen

Im Nestinnern herrschen 35 °C. Diese Temperatur ist optimal für die Aufzucht der Brut. Wenn die Temperatur sinkt, erzeugen Honigbienen Wärme, indem sie in den leeren Zellen mit den Flugmuskeln zittern. Wird es im Sommer zu warm, tragen Honigbienen Wasser ins Nest. Sie benetzen die Waben und sorgen mit ihren Flügeln wie ein Ventilator für Verdunstungskälte.

Heizen mit Honig

Honig ist der zentrale Energielieferant für das Heizen des Brutbereichs. Etwa zwei Drittel des Honigs dient diesem Zweck. Im Winter ist Honig die einzige Nahrung der Honigbienen. Ohne ihn wäre eine Überwinterung als Volk nicht möglich.

Die thermographische Aufnahme zeigt, dass Honigbienen die Zellen der Waben aufheizen können.

- Klappe «Hast du gewusst ...?»

... dass eine Biene stets stirbt, wenn sie uns sticht?

Im Unterschied zum Stachel von Wespen weist jener von Bienen wie eine Harpune Widerhaken auf. Bei einem Stich in ein Säugetier oder einen Vogel kann eine Biene ihn nicht mehr herausziehen und der Stachel samt Giftblase wird ihr aus dem Leib gerissen. Sticht eine Biene hingegen ein anderes Insekt, kann sie den Stachel wieder entfernen und lebt weiter.

- Film «im Staat aus Wachs & Honig (auf Boden projiziert, 14:30 min)

- Bilder (Bienenpuppe mit Milbe, blumenreiche Wiese und Acker)

Bienen mit Problemen

Seit einigen Jahren sorgen Meldungen über «Bienensterben» für Schlagzeilen. In Europa und den USA treten deutlich erhöhte Verluste von Bienenvölkern auf. Zwei Ursachen stehen im Vordergrund.

Weniger Blumen, weniger Bienen

Viele Bienenarten leiden unter der intensiven Landwirtschaft und der Verbauung der Landschaft. Die Erhaltung und Förderung einer naturnahen Landschaft mit vielen Blütenpflanzen und Verzicht auf Dünger und Gifte hilft ihnen.

Die Honigbiene leidet wie alle Bienen unter dem Rückgang von blumenreichen Wiesen.

- Präparat Varroamilbe, unter Binokular

Die Varroamilbe in Asien – Parasit ohne Folgen

Die Varroamilbe *Varroa destructor* lebt in Ostasien seit Urzeiten auf den Larven der Östlichen Honigbiene, ohne dass diese dadurch Schaden nimmt. Biene und Milbe haben sich im Laufe der gemeinsamen Evolution aneinander angepasst.

Die Varroamilbe in Europa – Bienen-Staatsfeind Nr. 1




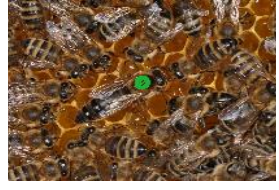





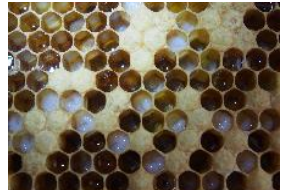


Seit den 1960er-Jahren wurde die Varroamilbe durch die Verfrachtung von Bienenvölkern unbeabsichtigt nach Europa und in die USA verschleppt. Hier befällt sie die Westliche Honigbiene, die fast alle Imker halten. Die Milben saugen Blut und übertragen Viren. Beides schädigt oder tötet die Bienen und ihre Larven. Trotz Bekämpfung ist es bisher nicht gelungen, die Varroamilbe nachhaltig zu dezimieren.

2.5 Lebendes Honigbienenvolk

Die Honigbienen im Museum verhalten sich wie ein Volk in einem Bienenstand: Sie sammeln Nektar und Pollen in der Umgebung und die Königin legt Eier. Betreut werden die Bienen von den Imkern Robert Lerch aus Kappel und Hansruedi Burn aus Wangen.

Beobachtungen im und am Bienenkasten

→ NMG.2.6 / NMG.4.1

<p>Gelbe Pollenhöschen Bienen sammeln Blütenstaub als Nahrung für die Larven.</p>		<p>Königinnenzelle Eine neue Königin entsteht in der sogenannten Weiselzelle und schlüpft am 16. Tag nach der Eiablage.</p>	
	<p>Propolishöschen Biene sammelt Propolis (Kittharz) von Pflanzeknospen zum Abdichten der Bienenbehausung.</p>		<p>Königin mit Hofstaat Die Königin sichert durch die Eiablage den Fortbestand des Volkes.</p>
<p>Bienen mit vollen Honigmägen Die Bienen kehren mit vollem Honigmagen zum Stock zurück und ruhen sich zuerst an der Kastenwand aus.</p>		<p>Drohne Drohnen, also männliche Bienen, erkennt man an den grossen Augen und dem abgerundeten Hinterleib ohne Stachel.</p>	
	<p>Wassertransport Bienen brauchen Wasser, um die Nahrung für die Larven zuzubereiten.</p>		<p>Bienenwaben 1 Hier erkennt man Eier sowie die jüngste Brut, also die ersten Stadien der Bienenlarve.</p>
<p>Sterzelnde Bienen Bienen ventilieren Duftstoffe aus einer Drüse am Hinterleib und teilen so den ankommenden Stockmitbewohnern mit, wo ihr Heim ist.</p>		<p>Bienenwaben 2 Man erkennt Larven, gedeckelte Brutwaben sowie Honig als Nahrung für die Larven.</p>	
	<p>Wächterinnen Wächterbienen sorgen dafür, dass keine ungebetenen Gäste in den Stock kommen.</p>		<p>Schlüpfende Biene Eine Arbeiterin schlüpft am 21. Tag nach der Eiablage.</p>

3 Hinweise und Ideen zum Ausstellungsbesuch

3.1 Allgemeine Hinweise

Ausstellungsbesuch mit der Schulklasse

Das Naturmuseum Olten kann während der Öffnungszeiten besucht werden (Di-Sa 14-17 Uhr, So 10-17 Uhr). Schulen haben auf Voranmeldung auch morgens und montags Zutritt. Der Eintritt ist frei und die Nutzung der Museumsinfrastruktur kostenlos.

Führungen für alle Schulstufen

Auf Wunsch gibt es geführte Klassenworkshops für alle Schulstufen. Dauer 2 Stunden, Preis 190.– CHF, inklusive Bastelmaterial, Getränke und Zopf.

Museumskino

In unserem Museumskino im 1. OG können Sie sich verschiedene Naturfilme ansehen. Zur Zeit läuft dort auch der Film «Das Leben der Honigbiene» (Dauer: 20 Minuten).

3.2 Ideen für den Ausstellungsbesuch

Einstieg

Es lohnt sich, die Klasse zuerst einige Minuten frei in der Ausstellung herumschauen zu lassen. So können alle bereits die erste Neugier stillen. Dies lässt sich gut mit einem Suchauftrag verbinden, z.B. mit dem «Foto-OL» aus der Ausstellungskiste.

Ausstellungsgestaltung

Bienen sind klein – auch in der Ausstellung sind daher viele Dinge nur aus der Nähe gut sichtbar. Daher sollte man unbedingt genügend Zeit für die Betrachtung einplanen. Die Kinder sollten in Ruhe selbständig entdecken und (je nach Stufe) lesen können. Das meiste lässt sich nicht einer grossen Gruppe gleichzeitig zeigen.

Filmstationen

Viele der gezeigten Filme sind inhaltlich relativ anspruchsvoll und daher eher für erwachsene Besucher geeignet. Die einstimmenden Filme pro Themenmodul (auf weisse Platte am Boden projiziert; jeweils mit zwei bis drei Kopfhörern ausgestattet) sind für Klassen ab der Mittelstufe gut verständlich.

Lebendes Honigbienenvolk

Das Beobachten der lebenden Bienen ist faszinierend! Dafür lohnt es sich auf jeden Fall, genügend Zeit einzuplanen. Das Volk lebt in einer flachen Kiste, welche von beiden Seiten einsehbar ist. Für gute Beobachtungsbedingungen sollte man die Klasse halbieren oder in Kleingruppen arbeiten (s. auch 6.A4 Beobachtungsaufträge).

Expertengruppen

Die Klasse wird in 4 Gruppen (pro Thema/Farbe eine) eingeteilt. Diese Gruppen schauen sich «ihren» Themenbereich genau an und lesen die Beschriftungen. Anschliessend gibt es eine Ausstellungsführung, bei welcher die Experten 1-2 Objekte oder Präparate näher vorstellen.

Zeichnen

Vor allem jüngere Kinder lassen sich von der Vielfalt der Bienen bestimmt inspirieren und werden wunderbare Zeichnungen anfertigen.

Abschluss

Im Plenum oder paarweise erzählen die Schüler und Schülerinnen einander, was sie über die Bienen am meisten beeindruckt hat.

Als Abschluss ist auch der Auftrag 10 aus der Ausstellungskiste (s.4. Ausstellungskiste) geeignet. Die Lehrperson liest Behauptungen über Bienen vor und die Klasse antwortet: Richtig oder Falsch.

Und noch dies:

Für Bastel- oder Schreibaufgaben während des Ausstellungsbesuches kann der Pädagogikraum im 2. Stock benutzt werden, falls er nicht anderweitig besetzt ist. Hier liegen auch Bienenbilder zum Ausmalen bereit.

3.3 Ideen rund um den Ausstellungsbesuch

Besuch Wildbienenhaus

Bestimmt gibt es irgendwo in der Nähe des Schulhauses oder des Kindergartens ein kleines Wildbienenhaus oder sogar ein richtiges Wildbienenhotel. Dort kann man an einem warmen, sonnigen Tag viele verschiedene Wildbienenarten beim Anflug und Eintrag von Nistmaterial beobachten.

Honig degustieren

Honig ist nicht gleich Honig! Lassen Sie die Kinder verschiedene Honigsorten (Waldhonig vs. Blütenhonig, flüssiger vs. fester Honig, importierter vs. lokaler Honig) probieren. Welcher Honig schafft es an die Spitze der klasseninternen Rangliste?

Besuch eines Imkers

Auf Anfrage zeigen Imker Schulklassen gerne ihren Bienenstand. Sie sind Fachpersonen für die Honigbiene und können ihre Arbeit demonstrieren. Entweder wendet man sich an einen Imker/eine Imkerin aus der Bekanntschaft oder an den Imkerverein in der Umgebung (z.B. Bienenzüchterverein Olten; Kontaktmöglichkeiten findet man unter www.bienen-so.ch).

Wildbienen-Nisthilfe

Es gibt unzählige Anleitungen, um Nisthilfen zu bauen – von klein und einfach bis hin zum riesigen Wildbienenhotel. Letzteres ist eine tolle Idee zum Beispiel im Rahmen einer Projektwoche. Vielleicht kann gleich die ganze Umgebung des Schulhauses bienenfreundlicher gestaltet werden?

Blumen säen

Ohne Nahrungsangebot nützt eine Nisthilfe natürlich nichts. Wer ein Wildbienenhaus aufstellt, sollte auch für eine vielfältig blühende Umgebung sorgen. Es gibt unterdessen viele Wildblumenmischungen zu kaufen. Damit lassen sich auch tolle Samen-Bomben basteln. Diese Lehmkugeln mit eingearbeiteten Blumensamen sind z.B. ein schönes Oster- oder Muttertagsgeschenk.

Bienenwachs-Kerzen

Aus Bienenwachsplatten und einem Stück Docht lässt sich relativ einfach und schnell eine schöne und fein duftende Kerze herstellen. Bienenwachsplatten erhält man zum Beispiel bei Coop Bau und Hobby oder vielen anderen Geschäften mit Bastelbedarf – auch online.

Bienenbild aus Fingerabdrücken

Einen Finger auf das Stempelkissen oder einem Schwamm mit Farbe drücken, Abdruck auf dem Papier hinterlassen, mit schwarzem Filzstift Kopf, Augen, Fühler und Beine ergänzen – fertig ist ein lustiges kleines Bienenbild.

Mit der ganzen Klasse, verschiedenen (Stempel)Farben und einem grossen Papier lässt sich so auch ein tolles Frühlingsbild gestalten. Blüten lassen sich mit fünf, sechs Fingerabdrücken ebenfalls sehr einfach stempeln.

Biene füttern

Bei kühlem Wetter lassen sich manchmal erschöpfte Bienen bei Fenstern nieder. Dort kann man sie mit etwas Honig auf einem Zahnstocher «aufpäppeln». So bietet sich die Gelegenheit, die Mundwerkzeuge der Biene aus der Nähe zu betrachten. Achtung: bitte nur guten (Schweizer) Honig verwenden, sonst besteht Gefahr, Krankheiten zu übertragen.

Tote Biene untersuchen

Bienen haben – wie andere Insekten auch – ein relativ kurzes Leben als flugfähige Erwachsene. Deshalb findet man immer wieder tote Exemplare, welche man mit Lupen oder unter dem Binokular erforschen kann. Vielleicht kann man mit einem Bestimmungsbuch (s. 8. Medienliste) herausfinden, wie die Biene/das Insekt heisst.

4 Ausstellungskiste

4.1 Hinweise zur Verwendung

Die Ausstellungskiste kann im Museum während des Besuchs benutzt, aber nicht in die Schule ausgeliehen werden. Bitte behandeln Sie die Materialien sorgfältig und melden Sie es unbedingt am Museumsempfang, wenn etwas fehlt oder kaputt ist! Die Nutzung der Kiste – zur Vorbereitung und beim Klassenbesuch – bitte am Empfang anmelden.

Die Ausstellungskiste enthält ergänzende Materialien zur Ausstellung und Aufträge dazu. Dadurch wird es Lehrpersonen ermöglicht, den Ausstellungsbesuch inhaltlich zu erweitern und die behandelten Themen zu vertiefen. Es lohnt sich, den Inhalt vor der Benützung mit der Klasse genau zu studieren. Die Aufträge sollen bei Bedarf der eigenen Klasse angepasst werden. Ältere Schülerinnen und Schüler können die Aufträge selbständig in Gruppen bearbeiten und korrigieren.

4.2 Inhalt der Ausstellungskiste

- Unterlagen für die Lehrperson
- 5 Bücher
 - **Nester bauen, Höhlen knabbern** – wie Insekten für ihre Kinder sorgen, Anne Möller
 - **Bienen – fleissige Honigmacher**, Benny Blu-Reihe
 - **Die Biene**, Meyers kleine Kinderbibliothek
 - **Die Biene**, meine grosse Tierbibliothek, Paul Starosta
 - **Bienen und Wespen**, Was ist Was, Band 19
- Bienenhandpuppe von Folkmanis
- Salbei-Blüten-Modell mit Hebelmechanismus inkl. Anleitung
- **10 Nummerierte Aufträge:**
 - 1)-2) in Boxen, 3) lose in der Kiste, 4)-10) in Mappen

Auftrag	Geeignete Stufe	Lehrplan 21 NMG...
1) Foto-OL (41 Suchbilder)	KG, US, MS	
2) Wildbienen-Memory (40 Kärtchen)	KG, US, MS	2.4
3) 8 Tastsäcke mit «Bienen-Gegenständen»	KG, US, MS	2.1.d/e
4) Körperbau der Bienen	US, MS	2.3
5) Blüten und Bienen	US, MS	2.1.d/2.3.d
6) Nester	US, MS	2.1
7) Entwicklung der Honigbiene	KG, US, MS	2.3.(b)
8) Wer ist wer im Bienenstock?	KG, US, MS	
9) Quartett: Einteilung der Insekten	MS	2.4.c/f
10) Wahr oder falsch?	US, MS	varia

1) eignet sich gut als Einstieg in die Ausstellung.

10) eignet sich als Abschluss / Lernkontrolle.

5 Gedichte

5.1 Wie viel ist ein Glas Honig wert?

Gespräch mit einer Bienenkönigin

(Josef Guggenmos)

«Erlauben Sie mir, einen Wunsch zu sagen.
Ich möchte ein Glas Honig haben.

Was kostet's? Ich bin zu zahlen bereit.
Für was Gutes ist mir mein Geld nicht leid.»

«Sie wollen was Gutes für Ihr Geld?
Sie kriegen das Beste von der Welt!

Sie kaufen goldenen Sonnenschein,
Sie kaufen pure Gesundheit ein!

Was Bessres als Honig hat keiner erfunden.
Der Preis? Ich verrechne die Arbeitsstunden.

Zwölftausend Stunden waren zu fliegen,
um so viel Honig zusammenzukriegen.

Ja, meine Leute waren fleissig!
Die Stunde? Ich rechne zwei Mark dreissig.

Nun rechnen Sie sich's selber aus!
27 000 kommt heraus.

27 000 Mark und nicht mehr.
Hier ist die Rechnung, ich bitte sehr!»

Quelle: www.meinapfelsaft.de

5.2 Bienengedicht

(J.W. von Goethe)

Ein Blumenglöcklein vom Boden hervor
War fröhlich gesprossen im lieblichen Flor.

Da kam ein Bienlein und naschte fein –
Die müssen wohl beide füreinander sein.

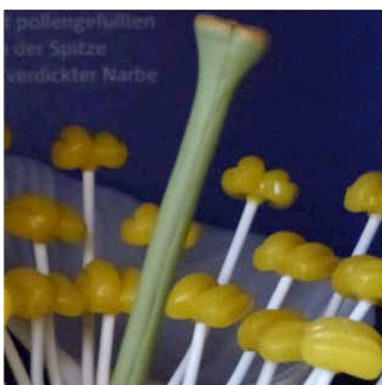
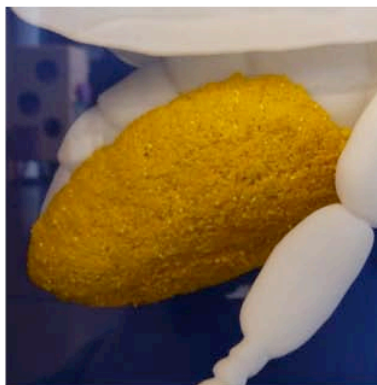
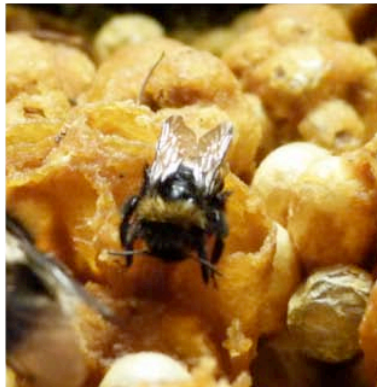
6 Arbeitsblätter

Die Lösungen zu den folgenden vier Arbeitsblättern (A1-A4) finden sich im darauffolgenden Kapitel: 7 Lösungen zu den Arbeitsblättern.

A1 Suchspiel: Was siehst du da?

Findest du die abgebildeten Objekte in der Sonderausstellung?

Was ist hier abgebildet?



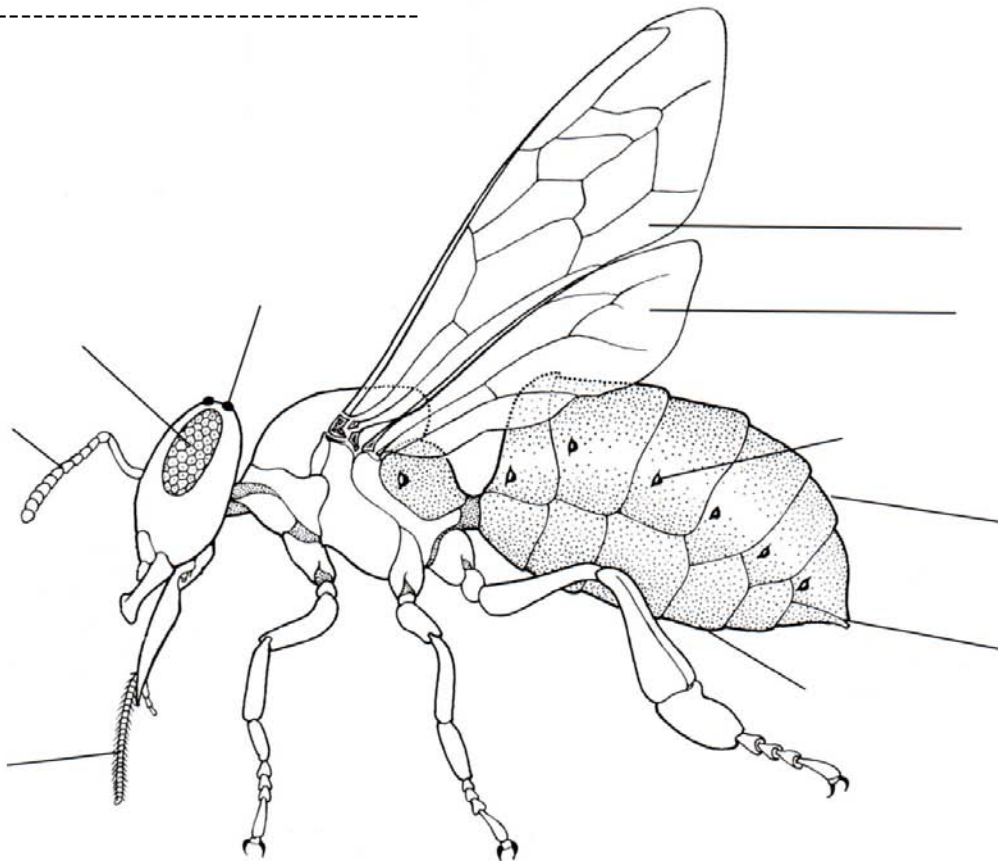
A2 Bauplan einer Biene

→ NMG.2.3

Auf der Zeichnung unten ist der Körperbau einer Honigbiene abgebildet.

1. Auftrag: Schreibe alle Körperteile an, die markiert sind.

2. Der Körper der Bienen ist gegliedert. Nenne die 3 Körperabschnitte:



3. Versuche, die Lücken mit den richtigen Worten zu füllen:

Bienen haben _____ Beine und _____ Flügel.

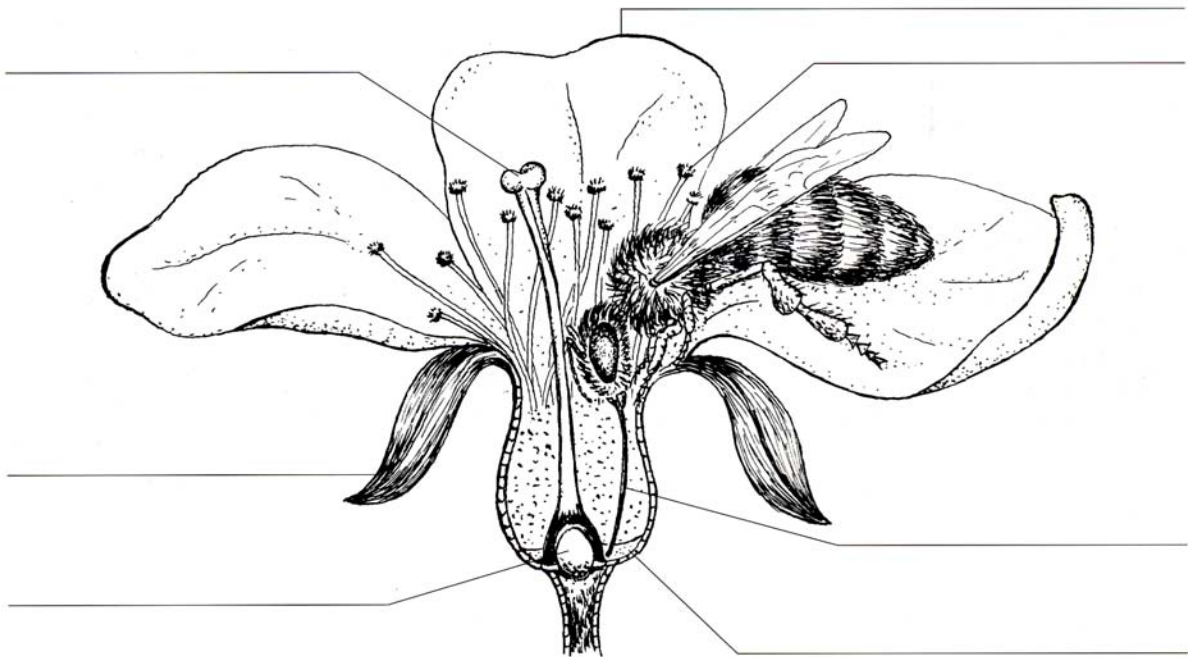
Mit den _____ können sie sehen, mit den _____ können sie riechen, mit der _____ nehmen sie Flüssigkeit auf.

A3 Von Blüten und Honigbienen

→ NMG.2.3d

Die Honigbiene findet Nahrung in Blüten, die für sie leuchten und herrlich duften. Der Pollen liegt in den Staubbeuteln. Der Nektar ist der Zuckersaft der Blüte, aus dem die Honigbienen den Honig herstellen. Meistens wird der Nektar auf dem Blütenboden abgesondert. Deshalb besitzt die Biene einen Saugrüssel, mit dem sie den süßen Saft wie mit einem «Röhrli» aufsaugt.

Schau dich in der Ausstellung um: Findest du heraus, wie die Teile der Blüte heissen?



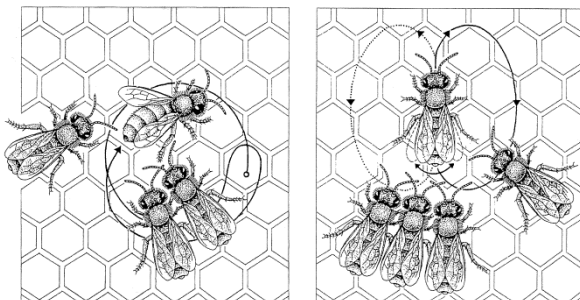
Setze folgende Begriffe ein:

Saugrüssel – Nektar – Fruchtknoten – Staubbeutel – Narbe – Blütenblatt – Kelchblatt

A4 Honigbienenvolk beobachten

→ NMG.2.1/2.6

- | | |
|---|---|
| <p>1. Suche die Königin des Bienenvolks!
Welche Nummer trägt sie?</p> | <p>→ Für Fortgeschrittene:
Schätze, wie viele Bienen das Volk insgesamt zählt!</p> |
| <p>2. Betrachte die Waben genau!
Wo befinden sich die Zellen gefüllt mit:
- Honig?
- Pollen? (Das ist Blütenstaub.)
- Brut? (Dazu gehören unter anderem Bienenmaden.)</p> | <p>→ Für Fortgeschrittene:
Schätze oder rechne, wie viele Zellen es in einer Wabe hat!</p> |
| <p>3. Beobachte, wie eine Biene «auf die Welt kommt»!
Siehst du, wie sie dafür den braunen, gewölbten Deckel ihrer Brutzelle aufnagt?</p> | <p>→ Für Fortgeschrittene:
Kannst du auch eine Königin beim Eierlegen beobachten?
Benutze dafür eine Lupe.</p> |
| <p>4. Höre dem Bienenvolk zu!
Halte dafür ein Stethoskop an die Glaswand.
(Damit kannst du das typische Bienengeräusch lauter hören.)</p> | <p>→ Für Fortgeschrittene:
Rätsle, welche Tätigkeit(en) der Bienen das Geräusch verursachen könnte!</p> |
| <p>5. Beobachte die Bienen im Fluglochkanal!
(Das ist das durchsichtige Rohr, das vom Stock zum Fenster hinaus führt.
Bitte berühre es nicht!)
Wo am Körper transportieren die zurückkehrenden Bienen Pollen?</p> | <p>→ Für Fortgeschrittene:
Welche Pollenfarben erkennst du?</p> |
| <p>6. Beobachte die heimgekehrten Sammelbienen auf den Waben!
Kannst den sogenannten Rundtanz oder den Schwänzeltanz sehen?</p> | <p>→ Für Fortgeschrittene:
Erkennst du, wie die anderen Bienen die Informationen der tanzenden Biene aufnehmen?</p> |



7 Lösungen zu den Arbeitsblättern

A1 Suchspiel

Nest der Schwarzen Mörstelbiene	Hummelnest	Bienenkorb
Pollen im Glas	Bauchsammler	Mauerbiene – typischer Spezialist
Querschnitt Kirschblüte		Königin, Drohne, Arbeiterin

A2 Bauplan der Biene

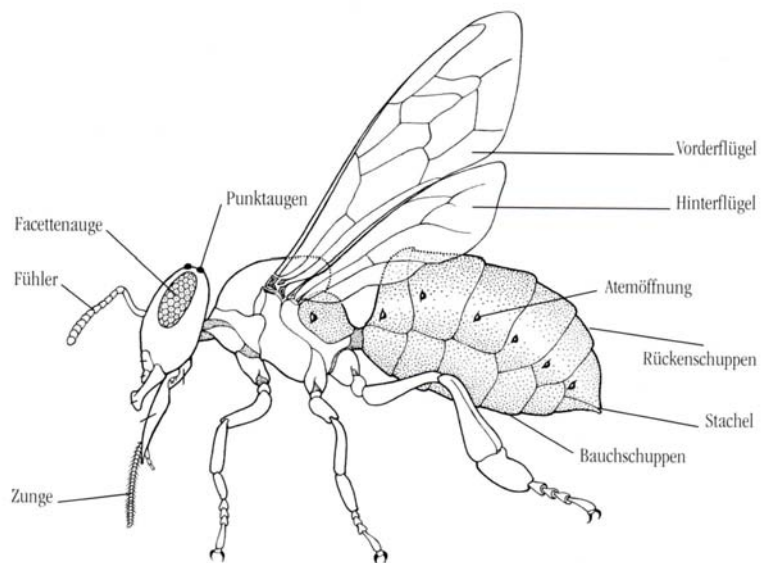
Die drei Körperabschnitte sind:

- Kopf
- Brust (Thorax)
- Hinterleib (Abdomen)

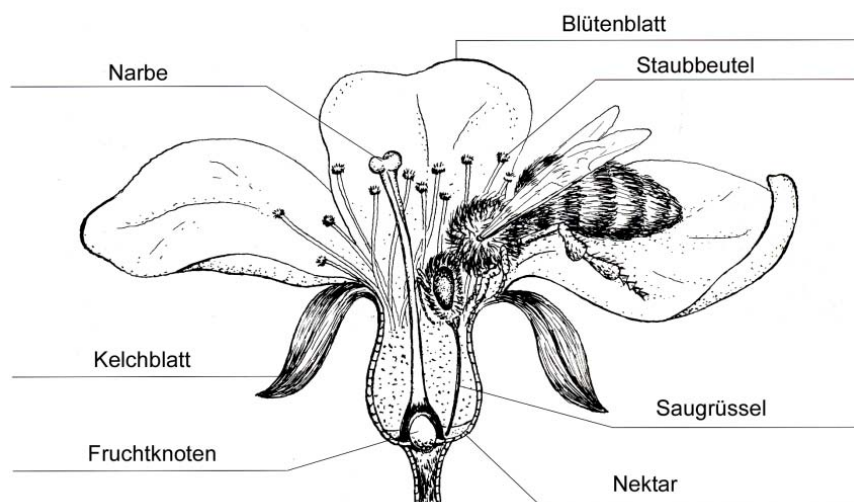
Lückentext:

Bienen haben **6** Augen und **4** Flügel.

Mit den **Augen** können sie sehen, mit den **Fühlern** können sie riechen, mit der **Zunge** nehmen sie Flüssigkeit auf.



A3 Von Blüten und Honigbienen



A4 Honigbienenvolk beobachten

Viele der Beobachtungen sind individuell oder von Tag zu Tag unterschiedlich. Erklärungen zum Leben im Bienenvolk findet man in der Ausstellung im orangenen Bereich «Die Honigbiene – gemeinsam zum Erfolg».

8 Medienliste

8.1 Sachbücher

Pareys Buch der Insekten, M. Chinery, Kosmos, 2012

Genialer Feldführer mit Zeichnungen von über 2000 europäischen Insekten – inklusive Bienen und Hummeln. Natürlich gäbe es jeweils noch viel mehr Arten, da aber die häufigen abgebildet sind, findet man mit diesem Buch meist eine Übereinstimmung.

Bienen Mitteleuropas – Gattungen, Lebensweise, Beobachtung F. Amiet, A. Krebs, Haupt, 2014

Schön gestaltetes Buch, welches die Gattungen Europas sowie einen Teil der in Europa vorkommenden Bienenarten vorstellt. Mit Bestimmungsschlüssel. Das Buch ist eine moderner gestaltete und ergänzte Ausgabe des 1997 im Naturbuch Verlag des Weltbild Verlags Augsburg erschienenen Werkes «Bienen. Mitteleuropäische Gattungen, Lebensweise, Beobachtung» von Andreas Müller, Felix Amiet und Albert Krebs.

Wildbienenschutz – von der Wissenschaft zur Praxis A. Zurbuchen, A. Müller, Haupt, 2012

Liegt in der Ausstellung auf. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse über Wildbienen werden in konkrete Schutzmassnahmen übersetzt, welche vor allem auch für Behörden oder Naturschutzvertreter interessant sind.

Bienen, Wespen, Ameisen Kosmos Naturführer, H. Bellmann, Kosmos, 2017

Komplett überarbeitete Neuauflage eines Klassikers. Wer neben den Bienen auch die anderen staatenbildenden Insekten näher kennenlernen will, ist damit sehr gut bedient. 130 verbreitete sowie einige gefährdete Arten werden vorgestellt und Verhaltensweisen wie Nestbau, Brutpflege und Staatenbildung erklärt.

Fauna Helvetica, Apidae 1 F. Amiet, A. Müller, Ch. Praz, CSCF & SEG, 2018

Erster Band dieser Serie über die Bienen (*Apidae*). Die in der Schweiz vorkommenden Gattungen werden vorgestellt. Der Bestimmungsschlüssel ist mit vielen detailreichen Zeichnungen sehr gut gestaltet. Trotzdem ist dies eher ein Buch für Spezialisten.

Fauna Helvetica, Apidae 5 F. Amiet, M. Hermann, A. Müller, R. Neumeyer, CSCF & SEG, 2007

Liegt in der Ausstellung auf. Ein Teil der in Apidae 1 eingeteilten Gattungen wird hier auf Artniveau behandelt, ebenfalls mit Bestimmungsschlüssel.

8.2 Unterrichtsmaterialien

Bienen – Materialien für die Mittelstufe Tanja Wobig, ELK Verlag, 2015

Umfangreiche Bienen-Werkstatt mit zahlreichen Arbeitsblättern. Viele davon funktionieren unabhängig, ein Teil bezieht sich aber auf das elektronische Schulwandbild oder das Bienenmagazin. Die drei Teile dieser Unterrichtshilfe sind als Paket erhältlich.

Der Weg des Honigs Schule auf dem Bauernhof, SchuB, 2009

Sehr informativ und vergleichsweise kompakt gehalten. Diese informative Broschüre kann über SchuB bestellt werden oder kostenlos auf bienen.ch heruntergeladen werden.

Erlebniswerkstatt Wildbienen entdecken, Lernmittel mit BNE-Fokus für die Mittelstufe, 2. Zyklus, NMG2, wildBee, 2016. 488 Seiten.

Wunderschön gemacht und sehr umfangreich ist diese Werkstatt von wildBee. Man hat die Qual der Wahl zwischen unzähligen Aktivitäten und Arbeitsblättern. Das Dokument

kann online durchgeblättert werden und steht zum kostenlosen Download bereit.
Achtung: das Dokument ist 1 GB gross! Der gedruckte Hauptteil (116 S.) der Unterlagen kann für 35.- CHF bestellt werden.

Erlebniskoffer Wildbienen entdecken, siehe oben

Es gibt von wildBee auch einen Ausleihkoffer zur Werkstatt. Dieser kann hier in der Nähe beim Naturama in Aarau ausgeliehen werden.

WWF Schulbesuch zum Thema Wildbienen

Im Kanton Solothurn (und auch in anderen Kantonen) kann ein Schulbesuch zum Thema Wildbienen organisiert werden: www.wwf-so.ch/angebote/schulbesuche/. Das Angebot ist ausgerichtet für Kindergarten bis 6. Klasse.

Medienpaket zur Honigbiene, VDRB

Beim Verband deutschschweizerischer und rätoromanischer Bienenfreunde (VDRB) kann für sechs Wochen ein Paket zum Thema Honigbiene/Imkerei ausgeliehen werden: www.bienen.ch/de/bildung-wissen/bienen-in-der-schule.html

8.3 Bücher für Kinder

In den Nestern der Insekten Meyers kleine Kinderbibliothek – Licht an, Meyers Lexikonverlag, 2007

Die Bücher der Reihe «Licht an» sind alle sehr empfehlenswert. Mit der Taschenlampe aus weissem Papier bringt man Licht ins Dunkel – hier im Innern von Insektenbauten.

Bei den Bienen Anne Möller, FISCHER Meyers Kinderbuch, 2016

Toll illustriertes kleines Sachbilderbuch mit den wichtigsten Informationen über die Honigbiene.

Bienen Piotr Socha, Gerstenberg, 2016

Gewinner des deutschen Jugendliteraturpreises. Die Anschaffung lohnt sich schon nur wegen dem fantastischen Titelbild! Aber auch alle Seiten innerhalb des Umschlags sind herrlich anzuschauen. Die Texte vermitteln ein umfassendes Bild über die Honigbienen: Biologie, Geschichte, Imkerei, Feinde und Freunde der Bienen, usw.

Fliege, Falter, Honigbiene Virginie Aladjidi, Emmanuelle Tchoukriel, Gerstenberg, 2016
Wunderschöne illustriertes Buch über die Welt der Insekten. Von den Bienen ist zwar nur die westliche Honigbiene vertreten, das Buch ist die Anschaffung trotzdem wert!

Kleine Biene Sonnenstrahl Ein Bienenmärchen, Jakob Streit, Verlag freies Geistesleben, 2017 (12. Auflage)

Die spannend erzählten Abenteuer der kleinen Biene Sonnenstrahl entführen einem in ein Bienenvolk. Sehr gut geeignet als Einstieg in das Thema Bienen für jüngere Kinder (KiGa, Unterstufe).

Folgende fünf Bücher befinden sich in der Ausstellungskiste:

Nester bauen, Höhlen knabbern – wie Insekten für ihre Kinder sorgen, Anne Möller, Atlantis, 2004

Sehr schön illustriertes Sachbilderbuch, welches die vielfältigen Kinderstuben von verschiedenen Insekten – hauptsächlich Wildbienen – zeigt. Sehr empfehlenswert!

Bienen – fleissige Honigmacher Benny Blu, Kinderleicht wissen, 2005

Kleines Sachheft der Reihe Benny Blu, für Kindergarten bis Unterstufe.

Die Biene Meine grosse Tierbibliothek, Paul Starosta
Sachbuch über die Honigbiene mit vielen Bildern und einfachen Texten.

Bienen und Wespen – flüssiges Gold und spitzer Stachel Was ist Was, Band 19, Tessloff-Verlag, 2014
Sachbuch mit vielen Illustrationen aber auch relativ viel Text. Daher für ältere Kinder geeignet.

Die Biene Meyers kleine Kinderbibliothek, Meyers Lexikonverlag, 2016 (4. Auflage)
Kleines Kindersachbuch mit kurzen Texten und schönen Folienbildern.

8.4 Filme

Der Film «Das Leben der Honigbiene» läuft während der Ausstellung «Wunderwelt der Bienen» im Museumskino.

Das Leben der Honigbiene FWU, 2013, 20 min.
Toller Schulfilm über die Lebensweise der Honigbienen, geeignet für die Mittelstufe. Auf der DVD sind zusätzlich auch Arbeitsunterlagen vorhanden.

More than Honey Markus Imhof, 2012,
Sehr eindrücklicher Dokumentarfilm über das Bienensterben und dessen Folgen. Der Film eignet sich gut, um mit höheren Klassen (ab Ende Mittelstufe) ins Thema Bienen einzusteigen. Auf der Webseite www.morethanahoney.ch gibt es ein Schuldossier zum Film.

8.5 Nützliche Links

www.bienen.ch > Bildung & Wissen

Hier findet man umfangreiche Informationen zum Thema Honigbienen und Imkerei, Literaturtipps und Links. Im Unterkapitel «Bienen in der Schule» gibt es auch Arbeitsblätter zum Download.

www.apis.admin.ch

Seite der Forschungsanstalt Agroscope zu den (Honig)Bienen. Man findet Informationen zur Imkerei und auch zur Lebensweise der Bienen – kurz und kompakt.

www.wildbee.ch

wildBee.ch ist eine gemeinnützige Organisation mit dem Ziel, Wildbienenfreunde zu vernetzen und Aktivitäten zum Schutz der Wildbienen voranzutreiben. Auf der Webseite finden sich Informationen zu den Wildbienen und zu Projekten für deren Schutz. Für Kinder gibt es Rätsel, Wettbewerbe und ein eigenes Wildbienen-Magazin.

www.wildbienen.info

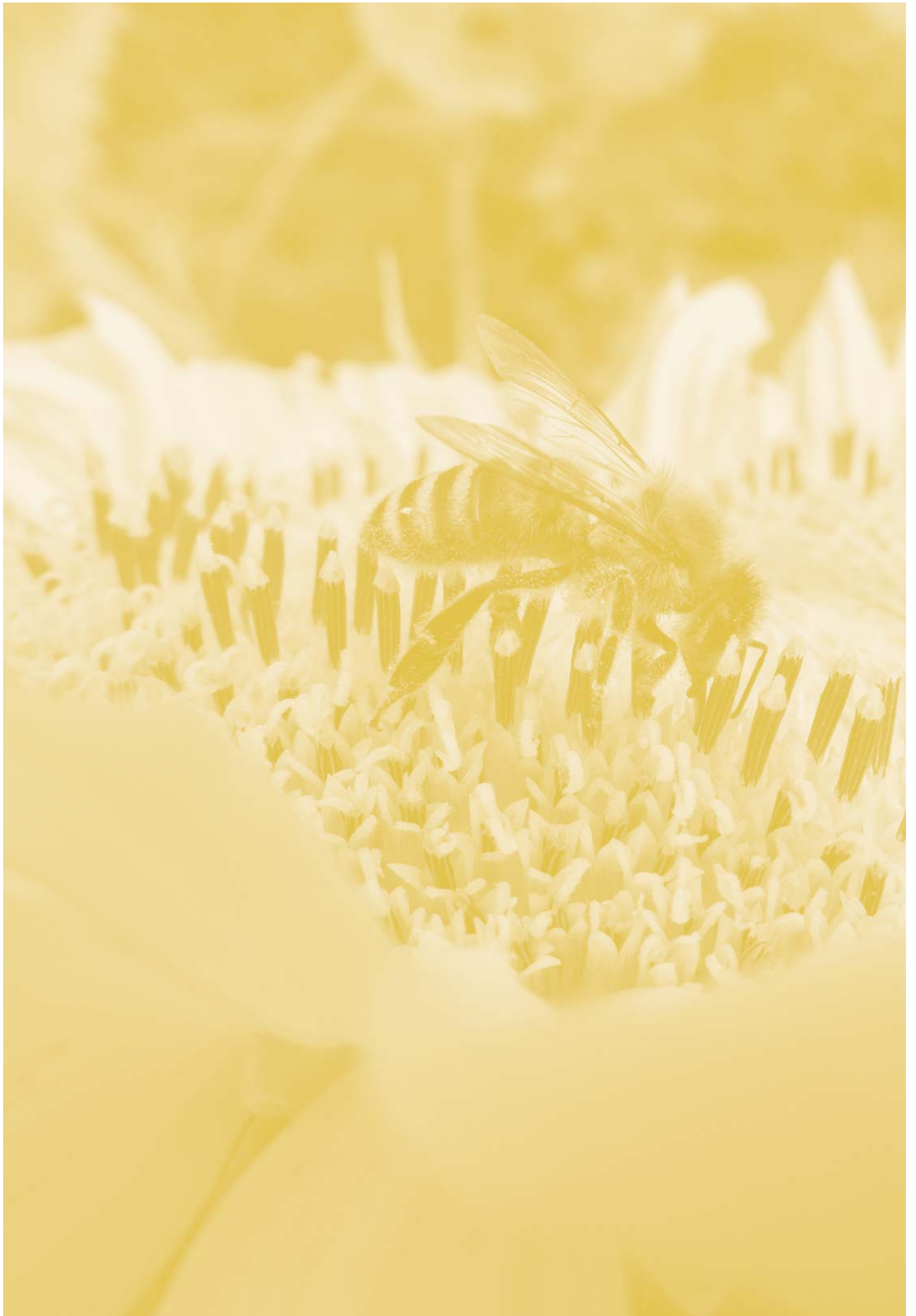
Der Wildbienenfachmann Dr. Paul Westrich stellt auf dieser Seite die grosse Vielfalt der Wildbienen vor. Sehr umfangreich und mit viel Bildmaterial zu den verschiedenen Arten.

www.kidsweb.de

Auf Kidsweb findet man ein interaktives Honigbienenquiz, welches auch als pdf heruntergeladen werden kann. Ausserdem gibt es ein Bienenmandala zum Ausmalen.

9. Glossar

Abdomen	Hinterleib der Insekten
Bivoltin	Bivoltine Bienen bringen in einem Jahr eine zweite Generation hervor. Gegenteil: univoltin.
Brutparasitismus	Häufige, für Kuckucke kennzeichnende Form des Parasitismus: Brutfürsorge oder -pflege einer anderen Art (Wirtsart) wird ausgenutzt. → Kuckucksbienen
Eusozial	«auf breiter Basis soziale», «hochorganisierte» Art. Wichtige Merkmale: Arbeitsteilung und zwei Generationen in einem Volk. Honigbienen sind hoch eusozial, Hummeln primitiv eusozial.
Imago	«Vollinsekt», fertig entwickeltes Insekt, «erwachsenes» Insekt.
Komplexauge	Facettenauge vieler Insekten, das bei Bienen aus 5000-6000 Einzelaugen (Ommatidien) besteht.
Labium	Unterlippe der Insekten
Mandibeln	Oberkiefer der Insekten
Maxillen	Unterkiefer der Insekten
Ocelle	Einfach gebautes, kleines Auge. Unterscheidet sich deutlich von den auffällig grossen Facetten- bzw. Komplexaugen.
Parasit	auch Schmarotzer. Organismen, die temporär oder dauerhaft auf Kosten anderer Lebewesen (Wirte) leben.
Semisozial	Halbgesellig. Semisoziale Bienen sind nicht mehr komplett selbständig und praktizieren Arbeitsteilung. Die eierlegende Königin und ihre Hilfswelbchen sind aber nicht so hoch organisiert wie Hummeln und Honigbienen.
Solitär...	einsam oder einzeln. Nicht sozial, also nicht dauerhaft in Gruppen oder Paaren lebend. Trifft auf die meisten Bienen zu.
Thorax	Brust: der mittlere Körperabschnitt von Insekten und anderen Gliederfüssern zwischen Kopf und Abdomen.
Tracheen	Röhrenförmiges Atemorgan der Insekten
Verdeckeln	Honigbienen verschliessen die Waben mit Honigvorrat mit Wachsdeckeln, da der reife Honig sonst Wasser anzieht. Sind viele Waben verdeckelt, weiss der Imker, dass es Zeit ist für die Honigernte.
Verproviantieren	Mit Proviant versorgen
Wirt	Lebewesen, das einem anderen – etwa einem Brutparasiten – als Nahrungsspender dient.



...the first of these is the fact that the ...

...the second of these is the fact that the ...

...the third of these is the fact that the ...

...the fourth of these is the fact that the ...

...the fifth of these is the fact that the ...

...the sixth of these is the fact that the ...

...the seventh of these is the fact that the ...

...the eighth of these is the fact that the ...

...the ninth of these is the fact that the ...

...the tenth of these is the fact that the ...

...the eleventh of these is the fact that the ...

...the twelfth of these is the fact that the ...

...the thirteenth of these is the fact that the ...

...the fourteenth of these is the fact that the ...

...the fifteenth of these is the fact that the ...

...the sixteenth of these is the fact that the ...

...the seventeenth of these is the fact that the ...

...the eighteenth of these is the fact that the ...