

SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

*Das große Bienenprojekt: Stationenlernen, Experimente und
Projektplanung*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



I.E.15

Wirbellose Tiere

Das große Bienenprojekt – Stationenlernen, Experimente und Projektplanung

Nach einer Idee von Dr. Monika Pohlmann und Monique Rayjet



© RAABE 2023

© visualspace/E+

Diese umfassende Unterrichtseinheit besteht aus einer grundlegenden Stationenarbeit mit differenzierten Arbeitsblättern für die unteren Klassenstufen sowie einer wissenschaftlichen Projektarbeit zur Sinneswahrnehmung der Honigbiene, die sich für die höheren Klassenstufen eignet. Ihre Lernenden bekommen Fachwissen sowie Medien- und Kommunikationskompetenzen vermittelt und üben die kooperative Projektarbeit und kreative Präsentationsmöglichkeiten.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	5–10
Dauer:	10 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 4)
Kompetenzen:	Die Lernenden ... 1. skizzieren und beschriften den Körperbau der Biene; 2. erläutern die Verdauung und das Nervensystem der Honigbiene; 3. untersuchen lebende und tote Honigbienen, 4. vergleichen Königin, Arbeiterin und Drohn morphologisch und verhaltensbiologisch, 5. reflektieren die Projektmethode und den naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg, 6. führen ein Projekt zur Sinneswahrnehmung von Bienen selbstständig durch.
Thematische Bereiche:	Bienen, Insekten, Ökologie, Verhaltensbiologie, Projektarbeit

Was Sie zum Thema wissen müssen

Die Biene ist ein staatenbildendes Insekt

Die Biene (*Apoidea*) gehört wie die Wespen, Ameisen und Termiten zu den staatenbildenden Insekten. Kennzeichnend für die Staatenbildung ist eine eusoziale Lebensweise, welche sich durch die Merkmale der Kasten, der kooperativen Brutpflege und der Koexistenz mehrerer Generationen erfassen lässt. Innerhalb der Bienenkolonie gibt es sowohl fortpflanzungsfähige Individuen als auch Tiere mit verminderter bzw. fehlender Fähigkeit zur Reproduktion, welche als Arbeiterinnen unter anderem Brutpflege betreiben. Der Staat der Honigbienen kann auch als Superorganismus beschrieben werden. Als Superorganismus werden Kolonien mit fortgeschrittener Eusozialität bezeichnet. Ein Superorganismus wird analog zu einem einzelnen Organismus verstanden. Innerhalb des Superorganismus besteht kein Konflikt um das Privileg der Fortpflanzung, es besteht eine selektierte Arbeiterkaste, die die Effizienz der Kolonie im Wettbewerb mit anderen Kolonien maximiert.

Ursprung und Evolution der Honigbiene (*Apis mellifera*)

Die Biene ist vermutlich durch die Entwicklung von Mundwerkzeugen, welche die Nektaraufnahme ermöglichen, aus einem Wespenvorfahren evolviert. Die Forschung geht davon aus, dass die Evolution von Bienen und Angiospermen eng miteinander verbunden ist. Diese Koevolution stellt heute ein wichtiges evolutionstheoretisches Forschungsfeld dar. Im vorliegenden Unterrichtsmaterial ist mit der Bezeichnung Honigbiene oder Biene immer die westliche Honigbiene gemeint.

Morphologie der Honigbiene

Das Exoskelett der Honigbiene besteht aus einem festen Chitinpanzer. Der Körperbau weist die für Hautflügler typische, starke Segmentierung zwischen Kopf und Thorax sowie Thorax und Abdomen auf. Auffallend ist die über den gesamten Körper verteilte starke Behaarung, welche sowohl für die Thermoregulation als auch für die Mechano- und Chemorezeption von Bedeutung ist.

Die **Kopftremitäten** umfassen sensorische Strukturen (Facettenaugen, Ocellen, Antennen) und die Mundwerkzeuge. Die Facettenaugen bestehen aus etwa 6 900 Ommatidien, die spezifische Funktionen (Mustererkennung und Farbsehen) übernehmen. Die Ocellen dienen der Wahrnehmung der Lichtintensität. Die Antennen, welche an ihren Endgliedern mehrere Tausend Sensillen aufweisen, sind der Sitz des überaus empfindlichen Geruchssinns der Honigbienen. Neben den Sensillen mit olfaktorischen Rezeptoren befinden sich auf den Antennen Sensillen, die die Perzeption von Feuchtigkeit, Temperatur und Kohlenstoffdioxidgehalt der Luft ermöglichen. Die kauend-leckenden Mundwerkzeuge der Honigbiene bestehen aus den ventralen, paarigen Mandibeln (Oberkiefer). Sie sind kräftig und erfüllen vielerlei Funktionen, beispielsweise das Zerkleinern von Nahrung oder die Bearbeitung von Baustoffen wie Wachs oder Propolis (Kittharz). Die Glossa (Zunge), welche von Maxille (Unterkiefer) und Labium (Unterlippe) gebildet wird, fungiert neben der Aufnahme von Flüssigkeiten (Nektar, Honig, Wasser) auch zum Austausch von Nahrung und Pheromonen zwischen einzelnen Bienen.

Der **Thorax** besteht aus drei Segmenten, an denen jeweils ein Beinpaar anhängig ist. Am Endglied des Fußes, befindet sich eine Krallen sowie ein Saugballen, welche eine Haftung am Untergrund ermöglichen, sodass die Honigbiene auch auf vertikalen Oberflächen laufen kann. Die Krallen dient zusätzlich der Bearbeitung von Wachs und Kittharz. Das Vorderbeinpaar zeigt eine starke Behaarung mit der die Körperoberfläche gereinigt werden kann. Die Putzscharte ist auf die Reinigung der Antennen spezialisiert. An den Tibien der Hinterbeine befinden sich die Pollenkörbchen (Corbicula), mit welchen die Biene Pollen und Propolis transportiert. Die beiden Flügelpaare am posterioren Thorakalsegment sind sehr beweglich. Bei Nichtgebrauch liegen sie eng am Körper an. Die Bewe-

gung der Flügel erfolgt über abwechselnde Kontraktion der Längs- und Quermuskulatur des Thorakalsegments.

Das **Abdomen** ist in sieben sichtbare Segmente gegliedert, von denen jedes aus einer Dorsal- und einer Ventralschuppe besteht. Die Rückenschuppe überlappt die Bauchschuppe und ist mit dieser über gelenkige Membranen verbunden. Neben der Behaarung und dem Giftstachel am hinteren Abdominalsegment zeigt das Abdomen keine besonderen äußeren Strukturen.

Morphologische und Verhaltensbiologische Differenzierungen der Kasten

Die drei Bienenwesen Arbeiterin, Königin und Drohn können durch morphologische Merkmale voneinander unterschieden werden. Die **Königin** (Weisel) ist durch ihren lang gestreckten Hinterleib deutlich größer als die Arbeiterin. Die Facettenaugen der Weisel sind vergrößert und stehen weit auseinander, sodass die Ocellen gut zu sehen sind. Die Mandibeln sind kräftig und bezahnt und die Zunge ist verkürzt. Die Ovarien und Spermathek sind bei der Königin voll entwickelt, bei der Arbeiterin jedoch nur rudimentär ausgebildet. Die männlichen **Drohnen** zeigen einen plumpen, verbreiterten Körper. Ihr Hinterleib wird von den Flügelspitzen überragt. Die Zunge ist verkürzt, dafür sind die Facettenaugen mit jeweils etwa 8 900 Ommatidien stark vergrößert und engstehend, sodass die drei Ocellen nach hinten verrückt sind. Überdies besitzen Drohnen keinen Stachel.

Die Eiablage ist die einzige Obliegenheit der Königin, welche eine durchschnittliche Legeleistung von 1 200 Eiern pro Tag aufweist. Die Königin ist 5–6 Tage nach dem Schlüpfen paarungsreif und tritt ihren Hochzeitsflug an. Die Begattung der Königin ist wiederum die einzige Funktion des Drohns. Vom Schlüpfen bis zur Geschlechtsreife vergehen 8–12 Tage, welche der Drohn untätig im Stock verbringt. Die Begattung erfolgt im Flug, wobei der Drohn seinen gesamten Samenvorrat an die Königin weitergibt. Dieser Akt kostet den Drohn sein Leben. Im Spätsommer werden die verbleibenden Drohnen, welche nicht zur Paarung gelangt sind, von den Arbeiterinnen aus dem Stock gejagt. Die Königin, die mit einem Lebensvorrat an Samen von ihrem Hochzeitsflug zurückkehrt, verlässt den Stock nun nur noch in Ausnahmefällen.

Die Aufgaben im Bienenstock werden von den **Arbeiterinnen** arbeitsteilig in Abhängigkeit zum Alter und der damit einhergehenden Drüsenfunktion ausgeführt. Die Tätigkeit der Brutpflege geht mit einer erhöhten Aktivität der Futtersaftdrüse einher. Die Wachsdrüsen sind etwa zu der Zeit voll ausgebildet und produktiv, in welcher die Arbeiterin als Baubiene tätig ist. Wenn die bisher nur im Innendienst beschäftigte Stockbiene ein entsprechendes Alter und Reife erreicht, wird sie zur Flug- oder Sammelbiene.

Fortpflanzung und Entwicklung der Honigbiene

Die geschlechtliche Fortpflanzung der Honigbiene erfolgt im Falle weiblicher Nachkommen, der Arbeiterinnen und Königin, bisexuell (zweigeschlechtlich) und im Falle männlicher Nachkommen, der Drohnen parthenogenetisch (eingeschlechtlich). Bei der Eiablage in eine Arbeiterinnenzelle wird das Ei (der Stift) beim Verlassen des Ovidukts von einem Spermium aus der Samenblase befruchtet. Wird eine Drohnzelle bestiftet, bleibt der Samenblasengang geschlossen. Dieses unbefruchtete haploide Ei entwickelt sich zu einem Drohn. Die Biene ist holometabol. Nach drei Tagen schlüpft aus dem Ei eine Larve, welche drei Entwicklungsstufen durchläuft: das Rundmadenstadium, das Streckmadenstadium und das Puppenstadium. Während der Rundmadenzeit nimmt die Made beständig an Größe zu. Sie wird von Arbeitsbienen mit Futter versorgt und häutet sich in dieser Zeit viermal. Nach sechs Tagen streckt sich die Larve in der Zelle aus, da sie auf dem Zellengrund nicht mehr ausreichend Platz hat. Die Zelle wird von Arbeiterinnen mit einem Deckel aus Wachs versehen, man spricht in diesem Zusammenhang von verdeckelter Brut. Die Streckmade spinnt sich in einen Kokon ein und verfällt in einen äußeren Ruhezustand. Die Umbildung der Organe und der äußeren Ge-

stalt beginnen. Die jetzt als Vorpuppe bezeichnete Streckmade häutet sich zum fünften Mal. Im nun folgenden Puppenstadium beginnt die Pigmentierung der vormals weißen Puppe und das Wachstum der Flügel, welche sich nach der 6. Häutung ausbreiten. Nach dieser letzten Häutung verlässt die ausgewachsene Biene ihre Zelle, indem sie mithilfe ihrer Mundwerkzeuge den Wachsdeckel aufbricht. Die Entwicklungszeiten der drei Bienenkassen sind verschieden. So beträgt die gesamte Entwicklungszeit einer Arbeiterin 21 Tage, des Drohns 24 Tage, die der Königin hingegen nur 16 Tage. Gleichzeitig kann sich die Entwicklungszeit durch die im Stock herrschende Temperatur nach oben und unten verschieben. Die ausreichende Versorgung mit Futter hat ebenfalls Einfluss auf die Entwicklungsdauer, sodass ein starkes Volk durch eine hohe Nahrungsversorgung der Larven deren Entwicklung beschleunigen kann. Überdies gibt es Unterschiede in den Entwicklungszeiten verschiedener Unterarten.

Ernährung der Honigbiene

Die Honigbiene ernährt sich von Honig bzw. Nektar, womit sie ihren Kohlenhydratbedarf deckt. Zusätzlich nimmt die Biene Pollen zu sich, was die Versorgung mit Fett und vor allem Eiweiß sichert. Wasser ist ein ebenfalls wichtiger Bestandteil der Bienennahrung. In der Regel reicht der Wassergehalt in Nektar und Honigtau aus. Die Sammelgüter der Honigbiene sind somit Blütenpollen, Nektar, Honigtau und Wasser. Der Honig wird aus Nektar und Honigtau gewonnen. Dazu muss die sammelnde Arbeiterin zunächst den Nektar aus der Blütenröhre saugen. Über den Schlund gelangt der Nektar in den Honigmagen (Honigblase) und dann über den Ventiltrichter in den anschließenden Mitteldarm, wo er verdaut wird. Dies geschieht allerdings nur, wenn die Biene hungrig ist. Hauptsächlich wird der eingesammelte Nektar nämlich bei der Rückkehr in den Bienenstock wieder hochgewürgt und an andere Arbeiterinnen weitergegeben. Durch wiederholtes Auswürgen werden dem Nektar Honigfermente aus der Futtersaftdrüse beigemischt, wodurch die enthaltene Saccharose nahezu gänzlich in die Monosaccharide Fructose und Glucose gespalten wird. Der Ventiltrichter verhindert den Rückfluss von Verdauungsssekreten und Bakterien des Mitteldarms in den Honigmagen, sodass eine Verunreinigung des Nektars ausgeschlossen ist. Durch die Einlagerung in offene Zellen der Waben nimmt der Wasseranteil des Nektars durch Verdunstung ab. So wird innerhalb weniger Tage aus Nektar Honig. In gleicher Weise wird aus Honigtau Honig produziert, mit dem Unterschied, dass es sich bei Honigtau um die Ausscheidungen pflanzensaugender Insekten handelt.

Der Nestbau der Bienen

Bienen suchen in hohlen Bäumen oder Felshöhlen eine geeignete Behausung, die Schutz bietet und ausreichend groß ist. Diese bauen sie dann mit 7–13 parallel hängenden Waben aus. Als Baustoffe dienen dabei Kittharz (Propolis) und Wachs. Das Wachs scheiden die Bienen aus den Wachsdrüsen der hinteren vier Bauchschuppen des Abdominalsegments aus. Über die Beine wird das ausgeschiedene Wachs zu den Mundwerkzeugen transportiert, zerkaut und dann verbaut. Jede Wabe besteht aus mehreren Tausend sechseckigen Wackammern (Zellen), die zur Einlagerung von Nektar, Honig oder Pollen genutzt werden, aber auch als Brutkammern für Larven. Es können bis zu 3 Kg Honig in einer Wabe gelagert werden, wobei diese aus nur etwa 40 g Bienenwachs besteht. Durch die Bauweise und Form der Wackammern sind Bienenwaben also sowohl äußerst belastbar und stabil als auch Material sparend.

Wärmeregulation im Stock

Die Honigbiene ist, wie für Wirbellose typisch, wechselwarm (poikilotherm), d. h. ihre Körpertemperatur korreliert mit der Außentemperatur. Der Superorganismus hingegen kann zur Brutzeit als gleichwarm (homoiotherm) bezeichnet werden. Die konstante Nesttemperatur von 30–35 °C ist für

eine normale Entwicklung der Brut notwendig. Steigt die Temperatur im Stock über 36 °C an, beginnen die Bienen durch Ventilation mit den Flügeln mit der Kühlung. Gleichzeitig wird vermehrt Wasser eingetragen und auf den Waben ausgebreitet. Durch die Verdunstung des Wassers entsteht ein zusätzlicher Kühlungseffekt. Zu niedrige Temperaturen werden über die Kontraktion der Thoraxmuskulatur kompensiert. In den Wintermonaten schließen sich die Bienen zur Wintertraube zusammen, um durch eine verkleinerte Oberfläche die Wärmeabgabe zu verringern.

Orientierung und Kommunikation der Honigbiene

Die Nahorientierung ist beim Auffinden einer Futterquelle und bei der Wiederkehr in den Stock bedeutsam. Vor ihrer Tätigkeit als Sammelbiene unternimmt die Stockbiene zunächst einige Orientierungsflüge. Diese sind für die Biene wichtig, um sich die Lage des Stocks in seiner Umgebung einzuprägen und ihn so bei späteren Flügen wiederzufinden. Ähnlich wie bei Futterplätzen sind optische und olfaktorische Reize für die Orientierung von Bedeutung. Form und Farbe werden bereits im Anflug beachtet, aus unmittelbarer Entfernung wird zusätzlich der Duft der Blüte bzw. des Stocks wahrgenommen. Der individuelle Stockduft setzt sich aus Tracht- und Wachsduft und vor allem der Königinnensubstanz zusammen, was ihn für jedes Volk zu einem unverkennbaren Duft macht.

Bei Flügen zu entfernteren Futterplätzen orientiert sich die Honigbiene an markanten Landmarken und am Stand der Sonne (Sonnenkompass). Die Fähigkeit zur Fernorientierung ohne unmittelbare Wahrnehmung des Ziels wird in der Verhaltensforschung als Navigation bezeichnet, die Kompassorientierung allgemein als Menotaxis. Die Farbwahrnehmung der Biene ist wie beim Menschen trichromatisch. Bienen sind allerdings zur Perzeption ultravioletten Lichtes befähigt. Dies ermöglicht der Honigbiene, auch bei einer für den Menschen geschlossenen Wolkendecke den Stand der Sonne zu ermitteln. Bei dichten, regengefüllten Wolken ist jedoch auch für die Biene das ultraviolette Sonnenlicht nicht mehr sichtbar, sodass sie sich ausschließlich an Landmarken orientieren muss. Dies können beispielsweise Waldränder, Straßen oder Flussufer sein.

Kommunikationssysteme im Bienenstock

Honigbeinen weisen nicht nur eines der komplexesten chemischen Kommunikationssysteme auf, sondern haben überdies eine einzigartige „Tanzsprache“ zur Verständigung über die Lokation der Nahrung evolviert. In der Dunkelheit des Bienenstocks erfolgt die Kommunikation vorwiegend über **Pheromone**. Beispielsweise durch Alarm- und Verteidigungsreaktionen auslösende Pheromone oder Signalsubstanzen zur Erkennung des eigenen Volkes (Stockduft). Als bedeutsames Pheromon ist die Königinsubstanz (9-Oxo-2-Decensäure) hervorzuheben, welche von den Mandibeldrüsen der Königin produziert wird. Durch die Abgabe des Pheromons wird unter anderem die Entwicklung der Ovarien der Arbeiterinnen gehemmt. Die sogenannten Hofstaatbienen, welche für Pflege und Fütterung der Königin zuständig sind, nehmen die Königinsubstanz auf. Durch den fortwährenden wechselseitigen Futteraustausch verteilt sie sich im gesamten Volk.

Über die **Tanzsprache** kommunizieren Bienen Entfernung, Richtung und Qualität einer Futterquelle. Die folgenden Tanzarten gehören zu den grundlegenden Tänzen:

- Der **Rundtanz** dient als Verständigungsmittel über Trachtquellen in der unmittelbaren Umgebung des Stocks. Je langanhaltender und lebhafter eine Kundschafterin tanzt, desto einträglicher die Futterquelle und desto mehr Arbeiterinnen werden aufmerksam und begeben sich auf die Suche nach der Trachtquelle. Der spezifische Blütenduft der Futterquelle haftet an dabei der Tänzerin haftet und der körpereigene Duft an der Futterquelle. So kann die Quelle ausfindig gemacht werden.
- Der **Schwänzeltanz** enthält zusätzliche Informationen über die Entfernung und Richtung des Ziels und kommt zum Einsatz, wenn die Trachtquelle weiter entfernt liegt (ca. ab 25 m). Das

Tanztempo gibt den Stockgenossinnen an, wie weit der Futterplatz vom Stock entfernt ist. Je größer die Distanz vom Stock ist, desto langsamer wird der Tanz ausgeführt. Allerdings nehmen auch äußere Faktoren wie Temperatur, Wind und Neigung der Flugstrecke Einfluss auf das Tanztempo. Die Richtung der Tracht gibt die Biene mithilfe des Sonnenkompasses an. Über das in den Antennen liegende Johnston-Organ (Schallschnelle-Empfänger) „hören“ die Bienen das schnarrende Geräusch der Tänzerin auch im dunklen Bienenstock. Mittels der Schallübertragung durch die Waben werden auch entferntere Bienen wachgerufen und aufmerksam.

- Im **Rütteltanz** vollzieht die Honigbiene mit ihrem Hinterleib eine schnelle Vibrationsbewegung in dorsoventraler Richtung, während sie in einem körperlichen Kontakt zu einer anderen Arbeiterin oder auch der Königin steht. Die Funktion des Rütteltanzes wird in der Regulation von Nahrungssammlung und Schwärmen gesehen.

Grundlagen der Bienenhaltung

Wesentlich für die Haltung von Bienen ist die richtige **Behausung** für das Volk, die sogenannte „Beute“. In der modernen Imkerei werden Honigbienen in Magazinbeuten gehalten. Sie bestehen aus übereinander gestapelten Zargen, in welche 8–10 Rähmchen zum Wabenausbau eingehängt werden. Je nach Jahreszeit und der damit einhergehenden Stärke des Volkes kann die Magazinbeute durch Aufsetzen zusätzlicher Zargen erweitert bzw. durch Abnehmen überflüssiger Zargen verkleinert werden. Zur **Grundausrüstung** eines jeden Imkers gehören Stockmeißel, Besen und Smoker, auch Rauchbläser oder Raucher genannt. Diese Werkzeuge sind für den Umgang mit dem Volk unverzichtbar. Vor einem Blick ins Volk wird zunächst mithilfe des Smokers Rauch in die Beute geblasen, wodurch die Stockinsassen von dem Eingriff von außen abgelenkt werden. Der Rauch suggeriert Feuer, was bei den Bienen zu einer Plünderung der Futtervorräte führt, um für eine mögliche Flucht gestärkt zu sein. Bienen, die in Beuten gehalten werden, neigen dazu, die einzelnen Waben auf den Rähmchen miteinander zu verbinden, indem sie die Zwischenräume mit Kittharz ausbauen. Mithilfe des Stockmeißels können miteinander verkittete Rähmchen getrennt werden. Soll eine bestimmte Wabe gezogen werden, d. h. ein Rähmchen aus der Zarge entnommen werden, macht sich der Imker bzw. die Imkerin die Hebelwirkung des Stockmeißels zunutze. Nachdem die übrigen Waben mit dem Stockmeißel zur Seite geschoben wurden, kann die gewünschte Wabe aus der Zarge gehebelt werden. Dient die Wabentnahme beispielsweise dem Zweck, Brutzellen oder den Futtereintrag festzustellen, so muss diese von Bienen freigemacht werden. Dazu wird der Besen verwendet. Die Bienen werden entweder von oben zurück in die Beute oder seitlich vor das Flugloch gefegt. Die **Imkertätigkeiten** variieren nach Jahreszeit. Im Frühjahr wird überprüft, ob das Volk den Winter gut überstanden hat. Bei Bedarf werden die Futtervorräte ergänzt. Zur Blütezeit der Weide wird die Beute durch Aufsetzen einer Zarge erweitert. Zur Schwarmzeit im Mai und Juni wird durch das Entfernen von Drohnenbrut das Schwärmen, das Verlassen des Nestes durch die Königin mit einem Teil des Volkes, verhindert. Im Hochsommer erfolgt die Honigernte. Da er als natürlicher Futtervorrat für die Wintermonate dient, muss der entnommene Honig im Spätsommer beispielsweise durch Zuckerwasser ersetzt werden. Ist das Volk von der Varroa-Milbe befallen, werden vor und während der Einwinterung Behandlungen mit Oxalsäure vorgenommen.

Didaktisch-methodisches Konzept

Kaum ein Tier hat ein so positives Image wie die Honigbiene. Unermüdlich fliegen Bienen von Blüte zu Blüte. Für ein Glas Honig legen sie viele Tausend Kilometer zurück. Während Bienen Nektar und Pollen sammeln, bestäuben sie unzählige Pflanzen. In Deutschland sind 80 % aller Blütenpflanzen auf die Bestäubung durch Bienen und andere Insekten angewiesen. In diesem Lernzirkel ist die Honigbiene das zentrale Forschungsobjekt. Die Lernenden beobachten und untersuchen tote und lebende Bienen innerhalb eines Lernzirkels, der sich für Schülerinnen und Schüler der Klassenstufe 5 und 6 eignet. Anschließend planen die Lernenden selbstständig eine Projektarbeit zur Sinneswahrnehmung von Honigbienen. Dieser Teil der Einheit eignet sich besonders für die Klassen 7–10. Für die Dokumentation und Präsentation der Projektarbeit stellen Podcast und Explainity-Clips medienkompetenzfördernde

Projektarbeit aus didaktisch-methodischer Sicht

Das zugrundeliegende Ziel des vorliegenden Unterrichtskonzept ist ein selbstständig geplantes und durchgeführtes Projekt durch die Lernenden. Das Projekt wird demokratisch und handlungsorientiert in Gruppen bearbeitet. Die Projektmethode ist eine Form der lernenden Betätigung, die bildend wirkt. Entscheidend dabei ist, dass sich die Lernenden ein Handlungsfeld vornehmen, sich darin über die geplanten wissenschaftlichen Betätigungen verständigen, das Handlungsfeld weiterentwickeln und die dann folgenden Aktivitäten zu einem sinnvollen Lernprodukt führen. Wissen wird dabei im handelnden Umgang erworben und damit zur Kompetenz. Das Material ist so angelegt, dass die Lernenden kumulativ und reflexiv an die notwendig zu erwerbenden Teilkompetenzen herangeführt werden, sodass sie mit zunehmender Progression ein selbst gewähltes Thema zur Sinneswahrnehmung der Honigbiene im Team erarbeiten, dokumentieren und präsentieren können. Als Maßnahme gegen blinde Betriebsamkeit, Orientierungslosigkeit oder fehlende Abstimmung können von der Lehrkraft „Fixpunkte“ nach Bedarf in den Projektverlauf eingeschoben werden, in denen Probleme angesprochen und durch unterstützende Maßnahmen behoben werden können. Wenn die Projektarbeit durch einen Fixpunkt unterbrochen wird, lässt sich zusätzlich eine Phase der „Metainteraktion“ einfügen, in welcher die Lernenden beispielsweise offen über die Qualität der Teamarbeit sprechen können.

Voraussetzungen und Vorbereitungen für die Projektarbeit

Grundsätzlich ist das Aufstellen eines Bienenstocks auf einem geeigneten Areal des Schulgeländes von Vorteil. Dies ist aber keine zwingende Voraussetzung zur Umsetzung der Lerneinheit. Die Durchführung der praktischen Tätigkeiten kann alternativ auch an einem Lehrbienenstand erfolgen. Dazu ist die Kooperation mit einem nahen Imkerverein sinnvoll. Einem Imker bzw. einer Imkerin fällt es leicht, lebende Bienen für den Schulbedarf in ein Behältnis zu geben. Diese können dann im Kühlschrank abgekühlt werden, um für den Einsatz in den Schulexperimenten anfangs bewegungsunfähig zu sein. Alle lebenden Bienen sollten nach Abschluss der Versuche in der Nähe ihres Stocks wieder freigelassen werden. Generell sollte auf einen schonenden Umgang mit dem lebenden Naturobjekt geachtet werden. Tote Bienen unterschiedlichen Geschlechts können vom Imker gesammelt und für das Unterrichtsprojekt zur Verfügung gestellt werden. Um die Haltbarkeit über eine längere Zeit zu gewährleisten, können die toten Bienen gekühlt aufbewahrt werden. Bienen verschiedener Unterarten können ebenfalls über den Imkerverein besorgt werden. Eine wichtige Voraussetzung für eine gelingende Projektarbeit ist die veränderte Rolle der Lehrkraft. Die Projektmethode verlangt die „Hintergrundlehrkraft“, welche nur im Bedarfsfall eine beratende und unterstützende Funktion einnimmt.





Achtung: Im Einzelfall bleibt abzuwägen, inwieweit eine praktische Beteiligung für Allergikerinnen und Allergiker sinnvoll ist. Zwar ist der Umgang mit Tieren, die keine Vergiftungen auslösen oder Krankheiten übertragen, in der Schule grundsätzlich erlaubt, jedoch sollte im Fall einer Bienengift- oder Propolisallergie einzelner Lernenden das Ausmaß und die Schwere der Allergie in Erfahrung gebracht werden.

Vorbereitung von lebenden Bienen für Beobachtungen und Experimente

Die für die folgenden Versuche benötigten lebenden Honigbienen werden am Eingang eines Bienenvolkes abgefangen. Dazu wird der Boden eines Marmeladenglases mit etwas Zellstoff ausgestopft. Das Glas wird dann mit der Öffnung vor den Eingang des Stockes gehalten, sodass die ausfliegenden Bienen im Glas gesammelt werden. Sobald etwa 10 Bienen in der Falle sind, wird das Marmeladenglas mit einem durchlöcherten Deckel verschlossen. Für eine Klasse werden mehrere Gläser mit Bienen bestückt und anschließend im Dunklen, beispielsweise in einem Karton, zur Schule gebracht. Die Bienen werden anschließend im Kühlschrank gehalten bis sie bewegungslos im Glas sitzen. Auf diese Weise lassen sich Bienen für wenige Tage aufbewahren und in Experimenten einsetzen. Nach den Versuchen werden sie in der Nähe ihres Stockes freigelassen.



Aufbau der Reihe

Die vorliegende Unterrichtsreihe besteht aus zwei Teilen, die aufeinander aufbauen, aber auch einzeln im Unterricht angewandt werden können. Der **erste Teil der Unterrichtsreihe** besteht aus einem Stationenlernen zur Honigbiene (**M 1–M 9**). Die Stationenarbeit eignet sich besonders für die Klassen 5–7. Hier erlangen die Lernenden mithilfe differenzierter Arbeitsblätter grundlegendes Fachwissen zum Körperbau, zu den inneren Organen und zur Bestimmung der Honigbiene. Die Stationen können an verschiedenen Positionen im Raum ausgelegt bzw. aufgebaut werden. Die Lernenden bearbeiten dann unabhängig voneinander und in unterschiedlicher Reihenfolge die ausliegenden Stationen. So erhalten die Lernenden die Möglichkeit, ihren Lernweg selbst zu steuern. Die Stationen können in Einzelarbeit oder in Kleingruppen mit ca. 3 Lernenden bearbeitet werden. Der Laufzettel (**M 1**) dient zur Orientierung und Dokumentation der bearbeiteten Stationen.

Der Lückentext in **M 7** kann auch als interaktive *LearningApp* bearbeitet werden. Über den folgenden Link kann die App im eigenen Account modifiziert werden: <https://learningapps.org/display?v=pymnine0v23>. Hierbei kann sich der Link für die Lernenden ändern. Zum Abschluss der Stationenarbeit können die Lernenden ihren Wissenszuwachs mit der Ich-kann-Liste **M 10** überprüfen. Der **zweite Teil** der Unterrichtsreihe umfasst die Hinführung und anschließende selbstständige Planung eines Projekts, das die Sinneswahrnehmung der Honigbienen untersucht. Dieser Teil eignet sich besonders für die Klassen 8–10. Falls das benötigte Grundwissen über die Honigbiene nachgeholt oder wiederholt werden muss, können die Stationen des ersten Teils genutzt werden. Es bietet sich an die Ich-kann-Liste (**M 10**) der Projektarbeit als Selbsteinschätzung des Wissenstands vorzulagern.



Die *PowerPoint ZM 1 Projektvorstellung* kann ebenfalls als Einstieg in diesen Teil der Unterrichtseinheit dienen. Mit den Folgestationen **M 11–M 14** bereiten sich die Lernenden in Kleingruppen reflexiv auf die selbstständige Projektarbeit vor. Alle notwendigen Elemente einer sachgerechten Planung, Dokumentation und Präsentation einer Projektarbeit werden vorgestellt und auf der Basis konkreter Vorbilder eingeübt. Für die Literaturrecherche in **M 12** bietet es sich an, Laptops oder Computer bereitzustellen. Als zusätzliche Vorbereitung auf das eigene Projekt üben die Lernenden die erlangten Kompetenzen anhand eines vorgegebenen Experiments zur Duftwahrnehmung von Bienen (**M 14**) ein.

Zum Einstieg in die Projektarbeit stellt **M 15** drei Projektüberthemen zur Sinneswahrnehmung von Honigbienen zur Wahl. Im Klassenverband können hier untergeordnete Themen für die Projekte gesammelt werden. Die bereits erprobten Kleingruppen wägen nun mögliche Forschungsfragen gegeneinander ab und entscheiden sich in freier Wahl für ein Projektthema nach Interesse und Motivation. Die Themen können problemlos mehrfach vergeben werden, da die Gruppen ohnehin eigene Forschungsfragen entwickeln, die voneinander abweichen, sich aber auch überschneiden dürfen. In der Durchführungsphase erfolgt die selbstständige Arbeit an den Einzelprojekten. Dennoch ist seitens der Lehrkraft darauf zu achten, für die Lernenden weiterhin immer ansprechbar zu sein. Gerade in der Anfangsphase sind Fragen zu Materialbedarf und Beschaffung wahrscheinlich.

Tipp: Bei größeren Fragen können die Teams gemeinsam mit der Lehrkraft ein Teammeeting einberufen. Die Teammeetings können auch als Phasen der Reflexion im Sinne der Projektkomponenten Fixpunkt und Metainteraktion eingeschoben werden.

Im Lösungsteil können exemplarisch mit **M 16** Themen für mögliche Einzelprojekte vorgestellt werden. Zum Abschluss der Projektarbeit können konstruktive Feedbackrunden stattfinden. Mit **M 17** kann eine Teaminterne Feedbackrunde stattfinden, in der die Zusammenarbeit der Gruppe am Projekt reflektiert wird. Die erlangten Kompetenzen können die Lernenden abschließend mit einer Ich-kann-Liste für die Projektarbeit (**M 18**) visualisieren.



Mediathek

- <https://beeactive.app/>
Die kostenlose App Beeactive wurde für Lernende der Sek. I entwickelt. Diese begleiten die Imkerin Melli Fera und ihre Bienenvölker durch den Jahreslauf. Die App vermittelt biologisches Fachwissen zur Lebensweise der Honigbienen.
- <https://www.planet-schule.de/mm/honigbiene3d/>
Diese 3-D-Animation von Planet Schule stellt die drei Bienenwesen mit den charakteristischen Körpermerkmalen und Zusatzinformationen vor.
- https://www.youtube.com/watch?v=UW_m68L529w
In diesem einminütigen Video „Die Geburt einer Biene“ von *Viktor Siegrist* wird die vollständige Entwicklung einer Honigbiene innerhalb eines Realfilms in Zeitraffer gezeigt.
- <https://www.youtube.com/watch?v=EDwUGz8PnSY>
Das Lernvideo wiederholt verschiedene Fachinhalte zur Honigbiene. Unter anderem werden das Nervensystem und das Verdauungssystem behandelt sowie die Strukturierung und der Alltag des Bienenstaats.

[Letzter Zugriff auf alle Links: 21.07.2023]

Auf einen Blick

Stationenarbeit zur Honigbiene (Klasse 5–7)

- M 1 Laufzettel zur Stationenarbeit
- M 2 Der Körperbau der Honigbiene / Station 1
- M 3 Lebende Bienen beobachten / Station 2
- Benötigt: Petrischalen Lupen
 Klebeband Honig
 Zahnstocher lebende Bienen
- M 4 Tote Bienen unter dem Mikroskop / Station 3
- Benötigt: Binokular oder Mikroskop Zeichenpapier
 Pinzette Bleistift
 Präparierschere Tote Bienen
- M 5 Die Ernährung und Verdauung der Honigbiene / Station 4
- M 6 Die inneren Organe der Honigbiene / Station 5
- M 7 Die drei Bienenwespen / Station 6
- M 8 Die Aufgabenverteilung im Bienenstaat / Station 7
- M 9 Honigbiene oder Wildbiene? / Station 8
- M 10 Die Ich-kann-Liste zur Honigbiene



Projektarbeit zur Honigbiene (Klasse 8–10)

- ZM 1 Projektvorstellung
- M 11 Der naturwissenschaftliche Erkenntnisweg
- M 11a Wie sieht ein Versuchsprotokoll aus?
- M 12 Wie sieht ein wissenschaftlicher Artikel aus?
- Benötigt: ggf. PC und Software zur Literaturrecherche und Texterstellung
- M 13 Wie präsentieren wir Ergebnisse sinnvoll?
- M 14 Experiment zur Duftwahrnehmung von Honigbienen
- M 15 Projektarbeit zur Sinneswahrnehmung von Bienen
- M 16 Projektbeispiele zur Sinnesphysiologie der Honigbienen
- M 17 Evaluationsbogen für die Teammitglieder
- M 18 Die Ich-kann-Liste zur Projektarbeit



Lösungen

Die Lösungen zu den Materialien finden Sie ab Seite 35.

Minimalplan

Bei großem Zeitmangel können sowohl der erste als auch der zweite Teil der Unterrichtsreihe als eine in sich abgeschlossene Unterrichtseinheit für einen Zeitraum von ca. 4 Schulstunden angesehen werden. Für die Arbeit an den Projekten bieten sich ganze Projektstage oder naturwissenschaftliche Arbeitsgruppen an. Die Projektarbeit kann je nach Lerngruppe und Lehrkraft verschlankt oder ausgebaut werden.

Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.				
	leichtes Niveau		mittleres Niveau		schwieriges Niveau
	Zusatzaufgabe		Alternative		Selbsteinschätzung

M 1

Laufzettel zur Stationenarbeit

Notiere dir hier, welche Stationen du schon erledigt hast. **Male** für jede Station einen der Smileys nach dem folgenden Muster **aus**. **Bearbeite** die Pflichtstationen zuerst.

- 😊 = ich habe alles verstanden und keine Fragen mehr.
- 😐 = ich habe viel verstanden, aber nicht alles. Ich habe ein paar Fragen zum Inhalt.
- 😞 = ich habe den Inhalt nicht wirklich verstanden und noch viele Fragen.

Die Honigbiene

Laufzettel von: _____

Name der Station	
	😊 😐 😞
	😊 😐 😞
	😊 😐 😞
	😊 😐 😞
	😊 😐 😞
	😊 😐 😞
	😊 😐 😞
	😊 😐 😞

© Colourbox

