



empfohlen für
Klassen 8-10

Yelva Larsen und Joachim Langstein

NISTHILFEN FÜR WILDBIENEN

Schüler als „Citizen Scientists“

Biologie

Klett MINT



Eine Initiative von Mellifera e. V.


Aurelia
ES LEBE DIE BIENE

LIEBE LEHRERINNEN UND LEHRER,

© Wolfgang Schmidt



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

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

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

Zugunsten einer leichteren Lesbarkeit wird in diesem Heft nicht immer ausdrücklich auch die weibliche Form genannt. Selbstverständlich sind aber immer weibliche und männliche Personen gemeint. Wir bitten für dieses Vorgehen um Ihr Verständnis.

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

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

DOWNLOAD

Alle Unterrichtsmaterialien können Sie hier downloaden:
www.mint-zirkel.de/biene-und-bildung



Einen erfolgreichen Unterricht mit und ohne Bienen wünscht Ihnen herzlichst

Ihr

Thomas Radetzki
Vorstand Aurelia Stiftung

STRUKTUR DER LERNEINHEITEN



NISTHILFEN FÜR WILDBIENEN

Schüler als „Citizen Scientists“

Leitfragen:

- Was sind Besonderheiten der Wildbienen?
- Wie wird ein Forschungsprojekt umgesetzt?
- Wie kann man die Wildbienen schützen?



Klassen: 8–10
Zeitbedarf: mind. 6 x 45 Minuten
Fächer: Biologie, naturwissenschaftlicher Fächerverbund

BEZUG ZUM LEHRPLAN

Biologie: Durch die komplexen Ansprüche an ihren Lebensraum sind Wildbienen geeignete Indikatoren für die Qualität von Biotopen und die Artenvielfalt im Allgemeinen. Das Verständnis der Zusammenhänge und die Empfindlichkeit der Biozönosen wird durch diesen Ansatz besonders gefördert und entwickelt.

KOMPETENZEN

- Die Schüler erlangen durch die naturwissenschaftliche Arbeitsweise des Beobachtens von Wildbienen an Nisthilfen einen Einblick in die Artenvielfalt, Lebensweise und Lebensraumansprüche der Wildbienen.
- Die Schüler planen und führen selbstständig ein Forschungsprojekt im Klassenverband durch, bei dem Nisthilfen zum forschend-entdeckenden Lernen eingesetzt werden. Sie entwickeln dazu Fragestellungen und wenden die Phasen des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses zur Erklärung an.
- Die Schüler entwickeln über die Beschreibung der komplexen Lebensraumansprüche von Wildbienen Kenntnisse über die Voraussetzungen zum Wildbienenenschutz.
- Die Schüler fördern ihre Kommunikationskompetenzen durch die Präsentation ihrer Forschungsergebnisse.
- Die Schüler erwerben handwerkliche Fertigkeiten beim Bau von Nisthilfen.

MATERIALLISTE



Bienen sind für diese Unterrichtssequenz nicht notwendig.

Es werden zwei Nisthilfen pro Schüler oder pro Gruppe benötigt. Dafür benötigt man:

- zwei Dosen
- Bambus- oder Schilfhalm oder Pappröhrchen mit Durchmessern von drei bis zwölf mm. Pappröhrchen mit unterschiedlichen Durchmessern können über folgende Webseite bezogen werden:
www.bienenhotel.de/html/nistrohren.html
- Folie
- Draht oder Schnur
- Bienenwachs
- Laborbuch
- Smartphones
- Otoskope



Weitere Informationen finden Sie im Begleitbuch „Inspiration Biene“

◊ ZUR SACHE

WILDBIENEN – EINSAME SPITZE!

Welche Begriffe fallen Ihnen spontan ein, wenn Sie an den Begriff Biene denken? Die meisten Schüler verbinden den Begriff mit Honig, Waben oder einer Königin mit vielen Tausend Arbeiterinnen. Den wenigsten ist jedoch bewusst, dass es in Mitteleuropa neben der Honigbiene noch 560 weitere Bienenarten gibt: die Wildbienen. Unter der Honigbiene versteht man bei uns ausschließlich die domestizierte westliche Honigbiene *Apis mellifera*. Weltweit umfasst die Gattung *Apis* insgesamt neun Arten von Honigbienen, die bis auf *Apis mellifera* alle nur in Asien vorkommen.

Wildbienen sind alle Bienen (Apiformes), die keine Honigbienen sind, also nicht der Gattung *Apis* angehören. Im Gegensatz zu den eusozialen Honigbienen, Hummeln und auch einigen sozial organisierten Schmal- und Furchenbienen sind ca. 93 Prozent der Wildbienenarten nicht sozial und nicht staatenbildend. Sie leben als Einzelgänger (solitär) und versorgen ihre Brut ohne Mithilfe von Artgenossen. Es gibt keine Kastenbildung. Jedes Weibchen ist fertil und auf eigene Nachkommen-

schaft aus. In ihrer Lebensweise stehen viele Spezialisten nur wenigen Generalisten gegenüber.

Das bedeutet, dass viele Arten Pollen oder Nektar nur von einer oder wenigen Pflanzenarten sammeln können. Verschwindet diese Pflanze, verschwindet auch die Wildbiene. Hier hat sich evolutiv eine völlige Abhängigkeit entwickelt. Diese ist bei den Wildbienen besonders gut sichtbar, ist aber bei vielen Arten auf verstecktere oder indirektere Weise ebenso vorhanden. Das Beispiel der Wildbienen zeigt nur besonders einfach die Empfindlichkeit und die Vernetzung allen Lebens auf.

LITERATURTIPP

Westrich, P. (2011). *Wildbienen – Die anderen Bienen*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München.

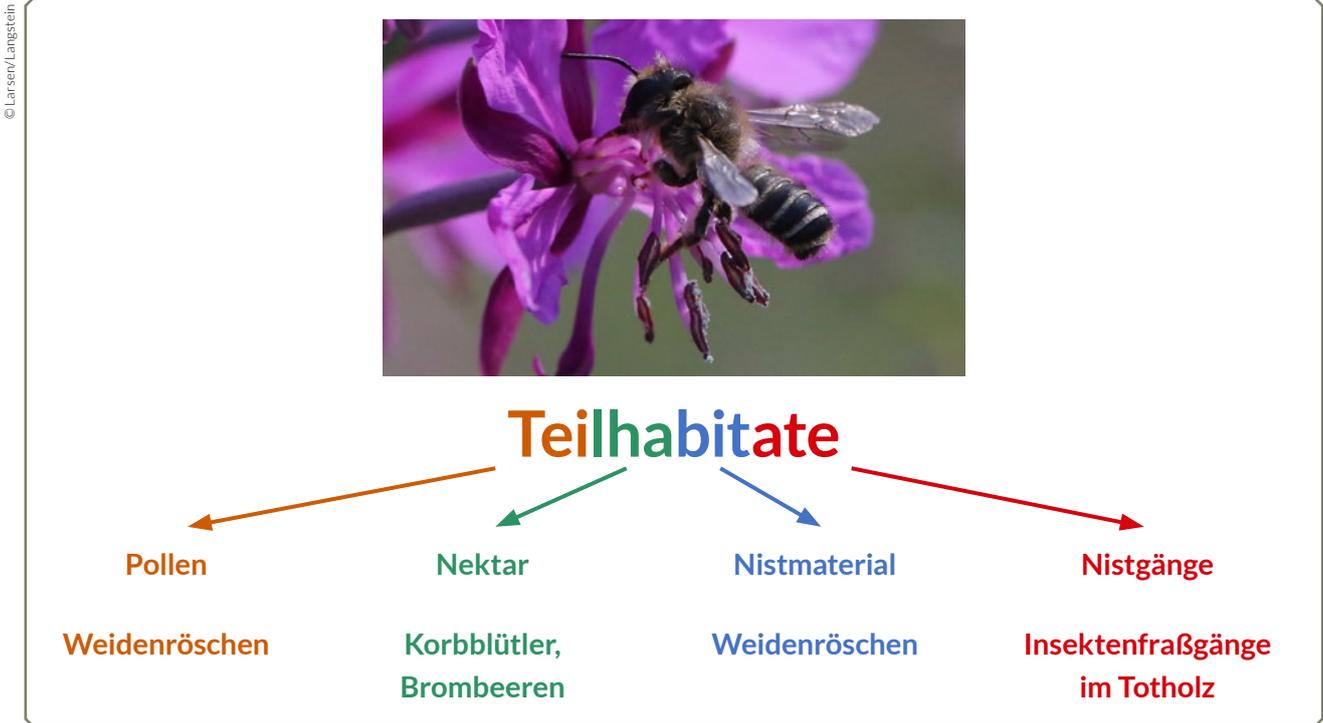


Die Vielfalt der Wildbienen wird erst bei genauer Betrachtung deutlich. Sie unterscheiden sich nicht nur bezüglich Musterung, Farbgebung, Behaarung und Größe. Sie unterscheiden sich mindestens ebenso deutlich in den Ansprüchen an ihren Lebensraum, die außergewöhnlich komplex sind. So benötigen Wildbienen sogenannte Teilhabitate, um sich erfolgreich fortpflanzen zu können.



© Larsen/Langstein

Wildbienen unterscheiden sich nicht nur in den Ansprüchen an ihren Lebensraum, sondern auch in Form, Größe und Musterung deutlich voneinander
a) Sandbiene, b) Maskenbiene, c) Platterbsen-Mörtelbiene, d) Schmalbiene, e) Wollbiene, f) Dickkopf-Buckelbiene



Beispiel für die Anforderungen an die Teilhabitate der Weidenröschen Blattschneiderbiene *Megachile lapponica*

Diese müssen allesamt innerhalb des Flugradius der Wildbiene aufzufinden und zu nutzen sein. Man könnte denken, dass dies den Wildbienen durch ihre Flugfähigkeit nicht so schwerfällt. Jedoch haben kleine Wildbienenarten gerade mal einen Flugradius von 20–30 Metern, also nicht mehr als Gartengröße! Und auch mit einem etwas größeren Flugradius braucht es schon eine sehr strukturreiche Umgebung, um die folgenden **Teilhabitate** erreichen zu können:

- eine geeignete Nahrungsquelle (sowohl für sich, als auch für die Larven)
- einen geeigneten Nistplatz
- geeignete Baumaterialien für Brutzellen

Durch diese komplexen Ansprüche werden Wildbienen zu geeigneten Indikatoren für den Zustand unserer Lebensräume und der Artenvielfalt im Allgemeinen.

Wenn alle Voraussetzungen erfüllt und auch Paarungspartner vorhanden sind, können sich die unterschiedlichen Wildbienen erfolgreich vermehren. Dabei legt ein Weibchen je nach Art Brutkammern in vorhandene Hohlräume oder auch in selbst gegrabene oder genagte Höhlungen mit einem Vorratsspeicher, den sogenannten Pollenkuchen an und legt in jeder Kammer ein Ei ab. Die daraus schlüpfende Larve verzehrt den Vorrat, verpuppt sich und schlüpft als fertig entwickeltes Tier im nächsten Frühjahr.

Bienen sind auch aufgrund dieser Brutfürsorge die wichtigsten Bestäuber unter den Insekten, da sie, im Gegensatz zu anderen Bestäubern wie Fliegen, Schmetterlingen, Käfer, Wespen und Ameisen, auch für die Ernährung ihrer Larven große Mengen an Pollen benötigen. Wildbienen sind meist einsam, aber spitze!

Der Einsatz von Nisthilfen als Unterrichtsmittel im Biologieunterricht

Aus der Perspektive des Naturschutzes kann der Einsatz von Nisthilfen auch kritisch betrachtet werden. Viele Wildbienen sind Nahrungsspezialisten – eine Nisthilfe fördert meist nur wenige Arten und kann nicht die für viele Arten viel schwerer zu findende Nahrung und eine strukturreiche, natürliche Landschaft ersetzen.

LINKTIPPS

Informative Seite zum Thema Wildbienen
www.wildbienen.info

App zur vereinfachten Artbestimmung von Hummeln anhand von Verbreitungskarten
www.id-logics.com

Citizen Science Projekt zum Monitoring von Wildbienen und anderen Insekten mithilfe von Nisthilfen
www.schulinsektenhaus.de





© Larsen/Langstein

Nicht nur Fraßgänge in Holz, hohle Halme oder selbstgegrabene Gänge in der Erde werden von Wildbienen mit Brutkammern verbaut. Gerne werden auch Schlüssellocher oder, wie auf dem Foto, andere kleine Höhlen zum Nisten verwendet. Die Brutkammern enthalten jüngste Larven oder Eier oder sind noch leer.

zen. Aus Perspektive des Biologieunterrichts sind Nisthilfen aber ein spannendes Unterrichtsmittel. In der Natur bietet sich selten die Gelegenheit, eine Wildbiene über einen längeren Zeitraum zu beobachten. Nisthilfen ermöglichen es, Wildbienen bei ihrer Brutfürsorge aus nächster Nähe zu beobachten, da sie nur in unmittelbarer Nähe eine Scheu vor Menschen haben und selbst im Bereich ihrer Nester sehr friedfertig sind. Wildbienen können an Nisthilfen tagsüber vom zeitigen Frühjahr bis in den späten Herbst beobachtet werden. Viele Arten sind als Kulturfolger auch in Siedlungsbereichen verbreitet und durch die Anpflanzung von Trachtpflanzen in Kombination mit künstlichen Nisthilfen leicht anzulocken. Der Klassenraum bietet nur beschränkte Möglichkeiten, Naturerfahrungen zu fördern.

Durch den Einsatz von Nisthilfen kann eine Lernumgebung außerhalb des Klassenraumes entstehen, in der Schüler Natur erfahren können. Nisthilfen bieten Schülern nicht nur spannende Beobachtungsmöglichkeiten zur Lebensweise von Wildbienen, sondern können auch als wissenschaftliches Erhebungsinstrument eingesetzt werden. Auch wenn die Mehrheit der Wildbienenarten im Boden nistet und die Bestimmung auf Artebene nicht immer gelingen wird, gibt die Besiedlung von Röhrchen mit unterschiedlichen Durchmesser Hinweisse über intakte oder gestörte Verhältnisse in Ökosystemen. Es können aber auch einzelne Parameter variiert und Einflüsse auf die Besiedlungsrate der Nisthilfen untersucht werden. Im Klassenverband lassen sich dabei durch den Einsatz mehrerer Nisthilfen größere Datenmengen erheben, welche auch statistisch ausgewertet werden können.

Welche rechtlichen Vorgaben sind beim Umgang mit Wildbienen zu beachten?

Alle Wildbienen sind nach den Schutzbestimmungen des besonderen Artenschutzes geschützt. Nach dem Bundesnaturschutzgesetz ist es verboten, wild lebenden Tieren der besonders geschützten Arten nachzustellen, sie zu fangen, zu verletzen oder zu töten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören. Zu den Entwicklungsformen der Tiere zählen u. a. Eier, Larven und Puppen (vgl. § 7 Abs. 2 Nr. 1 b BNatSchG). Verboten ist es zudem, ihre Fortpflanzungs- oder Ruhestätten aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören. Zu den Fortpflanzungsstätten im Sinne der Vorschrift gehören auch Eiablage, Verpuppungs- und Schlupfplätze. Die Zugriffsverbote des § 44 Abs. 1 BNatSchG gelten selbst dann, wenn sich die Tiere oder Pflanzen bzw. deren Lebensstätten im unmittelbaren Einwirkungsbereich des Menschen befinden, z. B. in oder an Gebäuden.

In Bayern ist mit § 3 der Artenschutzrechtlichen Ausnahmereverordnung (AAV) für Zwecke der Bildung in Bayern jedoch Folgendes erlaubt: „Lehrer an öffentlichen oder privaten Unterrichtseinrichtungen im Sinn des Art. 3 des Bayerischen Gesetzes über das Erziehungs- und Unterrichtswesen, pädagogisches Personal von Kindertageseinrichtungen im Sinn des Art. 2 des Bayerischen Kinderbildungs- und -betreuungsgesetzes sowie sonstigen Umweltbildungseinrichtungen dürfen besonders geschützte Tier- und Pflanzenarten aus für Bildungs- und Unterrichtszwecke angelegten Anlagen wie Teichen und Gärten für den Unterricht entnehmen. Dies gilt jedoch nicht für Arten, die vom Aussterben bedroht oder stark gefährdet sind. In der Regel werden jedoch Nisthilfen von häufigeren Arten besetzt.

LINKRTIPPS

Gute Quellen zum Bau von Wildbienen-Nisthilfen:

www.wildbienen.info

www.bienenhotel.de

www.wildbienen.de

www.wildbiene.com

www.aktion-hummelschutz.de



◊ ZUM UNTERRICHT – DER VERLAUF IM ÜBERBLICK

| | | |
|---|--|---------------|
| <p>Einführung</p> <p>Erarbeitungsphase 1: Vorwissen zum Thema Bienen</p> <p>Plenum</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Die Schüler kommunizieren ihr Vorwissen zum Thema Bienen über ein Brainstorming. ● Schülervorstellungen wie „Alle Bienen machen Honig.“ und „Bienen haben eine Königin.“ werden reflektiert und infrage gestellt. ● Sie erarbeiten sich Grundkenntnisse zum Nistverhalten von solitären Wildbienen und leiten Voraussetzungen für die unterschiedlichen Ansprüche für einen Lebensraum für Wildbienen ab. | <p>▶ AB 1</p> |
| <p>Problemorientierung</p> <p>Erarbeitungsphase 2: Fragestellung zum Forschungsprojekt</p> <p>Einzel- oder Gruppenarbeit</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Ausgehend von der Problemorientierung „Sind alle Anleitungen für Nisthilfen für Wildbienen geeignet?“ recherchieren die Schüler Informationen in unterschiedlichen Medien. ● Sie entwickeln Kriterien für Nisthilfen und formulieren experimentell überprüfbare Hypothesen. | <p>▶ AB 2</p> |
| <p>Planungsphase</p> <p>Erarbeitungsphase 3: Planung und Dokumentation des Forschungsprojekts</p> <p>Gruppenarbeit</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Die Schüler erstellen einen Ablaufplan und planen die Schritte ihres Forschungsprojekts (Durchführung, Dokumentation, Auswertung, Präsentation) zum richtigen Bau von Nisthilfen Die Planung der einzelnen Phasen als auch die spätere Umsetzung wird in einem Laborbuch oder einem eBook dokumentiert. ● Die Schüler definieren dabei Kriterien, formulieren konkrete Beobachtungsaufgaben und bereiten ihre Beobachtungsprotokolle vor (Welche Beobachtungen werden vermutet!). ● Zur frühzeitigen Planung informiert die Lehrkraft die Schüler über die Vorgaben der Abschlusspräsentation. | <p>▶ AB 3</p> |
| <p>Durchführung (1)</p> <p>Erarbeitungsphase 4: Durchführung des Experiments – Der Bau der Nisthilfen</p> <p>Einzel- oder Gruppenarbeit</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Die Schüler bauen einzeln oder in Gruppen eine Nisthilfe nach einem „Grundbauplan“ und eine Nisthilfe, bei der ein von der Gruppe oder der gesamten Klasse ausgewählter Parameter verändert wird. | <p>▶ AB 4</p> |
| <p>Durchführung (2)</p> <p>Erarbeitungsphase 5: Durchführung des Experiments – Beobachtungen an den Nisthilfen</p> <p>Einzel- oder Gruppenarbeit</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Die Beobachtungen erfolgen nach festgelegten Kriterien und können im März begonnen werden. ● Die Schüler überprüfen ihre Hypothesen unter Anwendung der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise des Untersuchens und kriteriensteten Beobachtens der Wildbienen an den Nisthilfen. ● Sie dokumentieren ihre Beobachtungen in ihrem Laborbuch oder eBook (mithilfe der Beobachtungsprotokolle, Fotos und Videoaufnahmen). | <p>▶ AB 5</p> |

| | | |
|---|---|----------------------|
| <p>Durchführung (3) Weiterführung und Ausweitung des Forschungsprojekts</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Als Langzeitprojekt kann eine weitere Untersuchung zum Bruterfolg durch die farbliche Markierung der besetzten Brutröhren erfolgen. | |
| <p>Auswertung Erarbeitungsphase 6: Auswertung – Vergleich der Nisthilfen Plenum</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Ab Oktober kann die Besatzungsdichte der unterschiedlichen Nisthilfen mithilfe der Beobachtungsprotokolle verglichen werden. ● Die Daten können über Tabellen und grafische Darstellung präsentiert werden. ● Die Schüler beschreiben ihre Ergebnisse und bestätigen oder falsifizieren ihre Ausgangshypothesen. ● Sie leiten aus den Ergebnissen (falls möglich) weiterführende Fragestellungen ab. | <p>▶ AB 6</p> |
| <p>Präsentation Erarbeitungsphase 7: Präsentation Plenum</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Die Schüler präsentieren in einem 10-minütigen Video anderen Schulklassen ihr Projekt. ● Die Präsentation beinhaltet nicht nur die Darstellung der Ergebnisse, sondern (in Anlehnung an den Schülerwettbewerb „Jugend forscht“) auch die wesentlichen Schritte im Forschungsprozess. | <p>▶ AB 7</p> |
| <p>Verknüpfung der Forschungsergebnisse</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Die Schüler erhalten eine Linkliste der Videos der anderen Schulklassen und eine (statistische) Auswertung der Forschungsergebnisse aller Teilnehmenden. Sie stellen ihre Ergebnisse in Bezug zu den Ergebnissen der anderen Schüler, die am Forschungsprojekt teilgenommen haben. ● Aus dem Vergleich werden Kriterien für Nisthilfen abgeleitet. | |
| <p>Transfer Erarbeitungsphase 8: Der ökologische Wert von Nisthilfen Gruppenarbeit</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Die Schüler übertragen ihre Erkenntnisse, indem sie einzelne Nisthilfenelemente nach dem Kriterium der natürlichen Entsprechung als Wildbienen-Nistplatz analysieren. ● Sie erweitern dadurch ihre Kenntnisse zu den unterschiedlichen Habitatsvoraussetzungen. | <p>▶ AB 8</p> |

◇ DIDAKTISCHE VORBEMERKUNGEN

Ein Paradebeispiel für die massiven Veränderungen der Ökosysteme ist das umfassende Insektensterben. Forschungsergebnisse bestätigen immer wieder, dass das Wissen über die Folgen von umweltschädigendem Verhalten alleine nicht ausreichend ist, Menschen zu umweltgerechtem Verhalten zu veranlassen. Das Themenfeld Wildbiene kann hierbei durch die Berücksichtigung kognitiver, affektiver und emotionaler Zugänge eine besondere Wirkungsfähigkeit entfalten.

In dem Forschungsprojekt soll über eine handlungsorientierte Auseinandersetzung in Verbindung mit naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen ein Bezug zur Biene aufgebaut werden. Der abstrakte Begriff Nachhaltigkeit wird am Beispiel der Situation der Bienen greifbar und begreifbar. Absicht ist es, ausgehend von einer Problemorientierung eine Lernumgebung zu schaffen, in denen Lernende ihr Wissen selbstständig erwerben und vertiefen können.



Schüler nehmen die Rolle von Forschern ein

Die Schüler nehmen in der Rolle von Forschern an einem „Citizen Science“ Projekt zum richtigen Bau von Nisthilfen teil. Durch forschend-entdeckendes Lernen sollen die Schüler motiviert werden Fragestellungen zu entwickeln. Diese sollen mit den Schritten des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses und einem hypothetisch-deduktivem Vorgehen beantwortet werden. Ziel ist es dabei auch, den Abstand zu verkleinern, der heute in der Schule zwischen der Darbietung der Forschungsergebnisse einerseits und den Methoden zur Gewinnung dieser Forschungsergebnisse andererseits besteht. Die Lehrkraft begleitet und strukturiert den Lernprozess als Moderator. Hierbei können Think-Pair-

Share Phasen nach Bedarf eingesetzt werden. Die Methode fördert eine Abwechslung von individuellen und kooperativen Lernphasen. In der ersten Phase setzt sich jeder Einzelne mit der jeweiligen Fragestellung auseinander (Think-Phase). In der zweiten Phase folgt ein Austausch mit einem Partner (Pair-Phase). Abschließend findet in der dritten Phase der Austausch in der Gruppe statt (Share-Phase).

Um sicherzustellen, dass sich alle Lernenden einen gleichen Wissenskanon erarbeiten und sich dabei wechselseitig unterstützen und korrigieren können, sollte die Share-Phase von der Lehrkraft moderiert werden. Sie dient einer gemeinsamen Co-Konstruktion von Wissen durch die Anreicherung eigener Wissensbestände durch die Erkenntnisse anderer Schüler. Der Erwartungshorizont zu den Erarbeitungsphasen dient der Lehrkraft dabei als Moderationshilfe. Es kann individuell entschieden werden, ob alle drei oder nur einzelne Phasen umgesetzt werden.

◇ ERLÄUTERUNGEN DES UNTERRICHTSVERLAUFS

Das Forschungsprojekt hat zum Ziel unterschiedliche Empfehlungen für Nisthilfen nach wissenschaftlichen Kriterien zu untersuchen und auf Basis experimenteller Erkenntnisse zu widerlegen oder zu bestätigen. Mit der Planung, Durchführung, Dokumentation, Auswertung und Präsentation des Forschungsprojekts kommen Erarbeitungsphasen zur Anwendung, die aufeinander aufbauen.

Zum Einstieg in die Thematik wird das Vorwissen und die Vorstellungen der Schüler durch ein Brainstorming über Bienen im Allgemeinen erhoben. Es wird gemeinsam diskutiert, ob typische Schülervorstellungen wie „Alle Bienen machen Honig“ und „Alle Bienen haben eine Königin“ auf alle Bienen übertragen werden können. Durch die Erkenntnis, dass Bienen auch solitär leben können, werden vorhandene Vorstellungen zur Biene reflektiert und infrage gestellt. Anhand von **Arbeitsblatt 1** werden Grundkenntnisse zum Nistverhalten von solitären Wildbienen und Voraussetzungen für ihren Lebensraum erarbeitet.

Das Forschungsprojekt orientiert sich an der Problematik, dass im Internet und in Büchern eine Vielzahl von Anleitungen für Nisthilfen angeboten wird, die sich

sowohl in ihren Ausführungen als auch hinsichtlich der verwendeten Materialien deutlich unterscheiden und deren Nutzbarkeit für Wildbienen oft fraglich erscheint. Die Schüler entwickeln Vermutungen zu Vorgaben von Nisthilfen, die hypothesengeleitet unter Anwendung der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise des Beobachtens und Untersuchens überprüft werden können

► **Arbeitsblatt 2.** Die Schüler dokumentieren dabei die Schritte des Forschungsprojekts in einem Laborbuch. Anstelle eines handschriftlichen Laborbuchs kann auch ein eBook verwendet werden

► **Arbeitsblatt 3.** Es ermöglicht den Schülern, Inhalte gemeinsam zu bearbeiten, zu teilen und Dateien wie Videos oder Filme einzufügen.

Die Erarbeitung findet in mehreren Phasen statt. Zu Beginn baut jeder Schüler oder jede Schülergruppe zwei Nisthilfen. Eine Nisthilfe nach einem im Erarbeitungsphase beschriebenen „Grundbauplan“

► **Arbeitsblatt 4** und eine Nisthilfe, bei der von der Klasse ein Parameter ausgewählt und variiert wird. Im weiteren Verlauf des Forschungsprojekts untersuchen die Schüler den Einfluss dieses Parameters auf die Besiedlungsrate ihrer Nisthilfen. Zur Beobachtung des Nestbaus und Brutverhaltens kann für kleine Röhren ein Otoskop, ein „Ohrenspiegel“, verwendet werden, das an die Schüler verliehen wird. Es wird normalerweise zur Betrachtung und Untersuchung des äußeren Gehörganges verwendet und ermöglicht einen Einblick in die Röhren. Unterstützt werden die Schüler hierbei durch das

► **Arbeitsblatt 5.** In der Auswertung werden die Ergebnisse der Schüler zusammengetragen und gemeinsam ausgewertet

► **Arbeitsblatt 6.** Abschließend dokumentieren und präsentieren die Schüler ihre Forschungsarbeit in einem Video. Die Videos werden von der Lehrkraft auf YouTube

Anleitung: Videos in YouTube Studio hochladen

- Melden Sie sich auf YouTube an.
- Klicken Sie auf das Kamerasymbol und wählen Sie oben rechts „Video oder Beitrag erstellen“ und dann „Video hochladen aus“.
- Wählen Sie die Datei aus, die Sie hochladen möchten.
- Benennen Sie das Video wie folgt:
Nisthilfenprojekt_202X_[Schule]_[Klasse]
- Klicken Sie „Nicht gelistet“ an und kopieren Sie den Link (das Video ist nicht öffentlich und kann nur über den Link gefunden werden).
- Schicken Sie jeweils bis zum 15.10. des Jahres den Link und eine Tabelle mit den Daten zur Besiedlung der Nisthilfen an folgende E-Mail-Adresse: yelva.larsen@uni-bamberg.de

hochgestellt und es sollte darauf geachtet werden, dass keine Gesichter zu sehen sind

► **Arbeitsblatt 7.**

Als Abschluss des Projekts erhalten die Teilnehmenden eine E-Mail mit einer Linkliste aller Schulklassen, die das Nisthilfen-Forschungsprojekt umgesetzt haben und eine statistische Auswertung aller Daten.

Optional kann als Transfer der ökologische Wert von Nisthilfen thematisiert werden. Die Schüler übertragen dabei ihre Erkenntnisse, indem sie einzelne Nisthilfenelemente nach dem Kriterium der natürlichen Entsprechung als Wildbienen-Nistplatz analysieren. Sie erweitern dadurch ihre Kenntnisse zu den unterschiedlichen Habitatsvoraussetzungen

► **Arbeitsblatt 8.**



© Larsen/Langstein

Die Schüler untersuchen u. a. die Besiedlungsrate der Nisthilfen



Arbeitsblatt 1

VORWISSEN ZUM THEMA BIENEN

Brainstorming zur Biene

- An was denkst du spontan bei dem Begriff Biene? Schreibe deine Gedanken auf jeweils einen Zettel. (Think-Phase)
- Sammelt eure Gedanken und bildet Kategorien. Diskutiert, ob die Begriffe auf den Zetteln auf alle Bienen übertragen werden können. (Share-Phase)

Notiert die Antworten der folgenden Fragen auf einem Extrablatt:

1. Seht euch das folgende Video an und beschreibt, was ihr beobachtet: www.youtu.be/twntn3ungaw
2. Stellt Vermutungen an, warum die Bienen in die Röhren fliegen.
3. Betrachtet das folgende Bild und beschreibt, was ihr erkennen könnt.



4. Was braucht eine Mauerbiene für ihr Brutnest?

Lest im Anschluss den folgenden Text:

Die Lebensweise der Mauerbienen

Das Mauerbienenweibchen legt für jedes Ei eine eigene Brutzelle mit Trennwänden aus Lehm und Speichel an. Jede Brutzelle wird mit einem Pollen – Nektarbrei gefüllt (Pollenkuchen), auf dem sie ein stiftförmiges Ei ablegt. Nach der Eiablage wird die Brutzelle mit einem

Deckel verschlossen, der zugleich als Boden der folgenden Zelle fungiert. Es entsteht eine Linie, die mehr als 10 Brutzellen enthalten kann. In den vorderen Zellen (Richtung Eingang) befinden sich unbefruchtete Eier, aus denen Männchen entstehen und in den hinteren Brutzellen entwickeln sich aus befruchteten Eiern weibliche Bienen. Die erste Zelle vor dem Ausgang bleibt meist leer.

Das Einflugloch wird mit Lehm verschlossen. Nestverschlüsse aus anderem Material, wie Blütenblätter (Mauerbienen), Laubblätter (Blattschneiderbienen), Pflanzenhaare (Wollbienen) oder Baumharz (Harzbienen) geben Hinweise auf andere Wildbienenarten. Ein Mauerbienenweibchen kann innerhalb von vier bis sechs Wochen zwischen 20 und 40 Brutzellen anlegen. Aus jedem Ei schlüpft schon nach wenigen Tagen eine Larve, die sich in den folgenden zwei bis vier Wochen vom Pollenvorrat ernährt. Nach etwa vier Wochen und fünf Häutungen spinnt die Larve einen Verpuppungskokon, in dem die vollständige Verwandlung zum fertigen Insekt stattfindet.



Verschlossene Eingänge an einer Nisthilfe. Gut zu erkennen sind die unterschiedlichen Materialien, die zum Verschließen verwendet wurden und die Hinweise auf die besiedelnde Art geben können.



Brutkammern einer Mauerbiene mit Eiern und Larven. Gut sichtbar ist auch der Pollenkuchen, der jeder Larve als Nahrung dient. Dieser sehr lange und beidseitig offene Nistgang wurde gleichzeitig von zwei Mauerbienen genutzt, die sich von einem gemeinsamen Ursprung zu ihrem jeweiligen Ausgang vorarbeiteten.



In der schützenden Hülle des Kokons überwintern die Mauerbienen. Mit den ersten wärmenden Sonnenstrahlen im folgenden Frühjahr durchbrechen die Mauerbienen ihre Brutzellen und schlüpfen. Die Männchen in den vorderen Zellen verlassen ihre Zellen zuerst und warten an den Nistplätzen auf die Weibchen, um sich mit ihnen zu paaren. Nach der Begattung sucht das Weibchen einen geeigneten Nistplatz, der meist in der Nähe ihres Geburtsortes liegt. Hat sie einen geeigneten Hohlraum gefunden, beginnt sie mit dessen Reinigung und der Zyklus beginnt von Neuem.



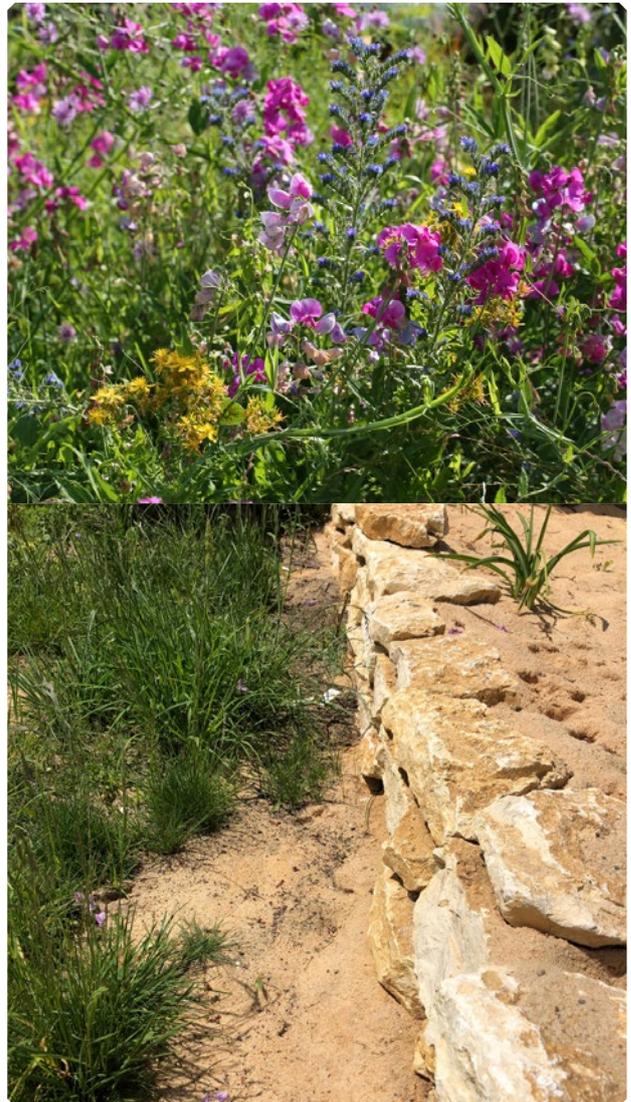
Mauerbienen bei der Paarung. Diese schön gemusterte, recht große Wildbiene ist ein häufiger Bewohner vieler Nisthilfen.



Ein paarungsbereites Weibchen der Seidenbiene wartet auf einer Blüte (oben). Bereits nach kurzer Zeit wird sie dank ihrer Pheromone von einem Männchen gefunden und es kommt zur Paarung (unten).

Aufgaben

- Nennt und diskutiert Gründe, warum die erste Zelle vor dem Ausgang meist leer bleibt?
- Diskutiert auf Grundlage der Bilder die Voraussetzungen für einen Lebensraum für Wildbienen.
- Recherchiert für eine Wildbiene eurer Wahl den Nistplatz, das Nistmaterial und Nahrungspflanzen. Sammelt die unterschiedlichen Nistplätze, Nistmaterialien und Nahrungspflanzen in einer Liste und erstellt auf dieser Grundlage eine Skizze für einen Garten als Wildbienenlebensraum. Welche Kleinbiotope und -strukturen und Nahrungspflanzen sollten vorhanden sein?



Eine große Vielfalt einheimischer Blütenpflanzen und offener, unbearbeiteter und besonnter Boden sind wichtige Voraussetzungen für viele Wildbienen.



Arbeitsblatt 2

FRAGESTELLUNG ZUM FORSCHUNGSPROJEKT

Ihr könnt Teil eines deutschlandweiten „Citizen Science“ Nisthilfen-Forschungsprojekts sein! Nisthilfen für Wildbienen und weitere nisthilfebesiedelnde Arthropoden haben sich mittlerweile unter dem Namen Insektenhotel in die Regale vieler Baumärkte vorgearbeitet. Zum Selbstbau von Nisthilfen gibt es eine fast unüberschaubare Vielfalt an Angeboten im Netz und in Büchern. Die Vorgaben unterscheiden und widersprechen sich jedoch teilweise. Sie wurden von der natürlichen Lebensweise der Wildbienen abgeleitet, es bleiben aber viele Fragen offen. So findet man oft unterschiedliche Angaben, z. B. dass sich Wildbienen an abstehenden Fasern an den Röhrenden die Flügel verletzen können, aber auch, dass abstehende Fasern auch in der Natur vorkommen und die Bienen daran vorbei krabbeln. Was sind die richtigen Vorgaben für den Bau von Nisthilfen? Das Ziel des Forschungsprojekts ist es, die unterschiedlichen Empfehlungen nach wissenschaftlichen Kriterien zu untersuchen und **evidenzbasiert**, d. h. auf Basis experimenteller Erkenntnisse zu widerlegen oder zu bestätigen.

Viele kommerzielle Insektenhotels werden nicht zum gewünschten Besiedlungserfolg führen. Zum großen Teil werden sie mit Kiefernzapfen, Holzwolle, Hohlräumen zur Überwinterung von Schmetterlingen und Weichholz gefüllt. All dies ist nur von sehr geringem oder keinem Nutzen und dient nur zum kostengünstigen Auffüllen dieser Konstruktionen.

Für den Bau von Nisthilfen aus Pflanzenstängeln und Pappröhren haben sich folgende Vorgaben bewährt und werden daher hier empfohlen.

- Die Röhren sollen waagrecht angeboten werden.
- Die Röhren sollen hinten verschlossen werden.
- Pappröhren werden häufig besser angenommen als viele Pflanzenstängel.
- Die Röhrenöffnung soll glatt und grade sein.
- Die Röhren sollen mindestens 10 cm lang sein und nicht durch einen Knoten (Verdickung) unterbrochen sein.
- Die Röhren sollen fest installiert werden oder so aufgehängt, dass sie sich nicht bewegen können.
- Die Öffnung der Röhren soll nach Süden oder Osten zeigen.

Aufgaben

Notiert die Antworten der folgenden Fragen auf einem Extrablatt:

1. Recherchiert nach weiteren Vorgaben für Nisthilfen. Informationen dazu bekommt ihr aus Büchern und im Internet. Könnt ihr die Liste ergänzen? Dokumentiert eure Quellenangaben in einem Rechercheprotokoll.
2. Formuliert aus den Vorgaben für Nisthilfen Vermutungen, die ihr untersuchen könnt.
Beispiel: Waagerechte Röhren werden besser als senkrechte Röhren angenommen.
3. Diskutiert eure Vermutungen auf Grundlage der Lebensgewohnheiten der Tiere. Einigt euch auf Vermutungen, die ihr als gemeinsames Forschungsprojekt mit der gesamten Klasse untersuchen möchtet.



Sauber gesägte Schilfhalme (oben) werden sehr gut angenommen. Sind sie jedoch auf der Fluglochseite zersplittert (unten) oder zerfasert, werden sie deutlich seltener besiedelt.

Arbeitsblatt 3

PLANUNG UND DOKUMENTATION DES FORSCHUNGSPROJEKTS

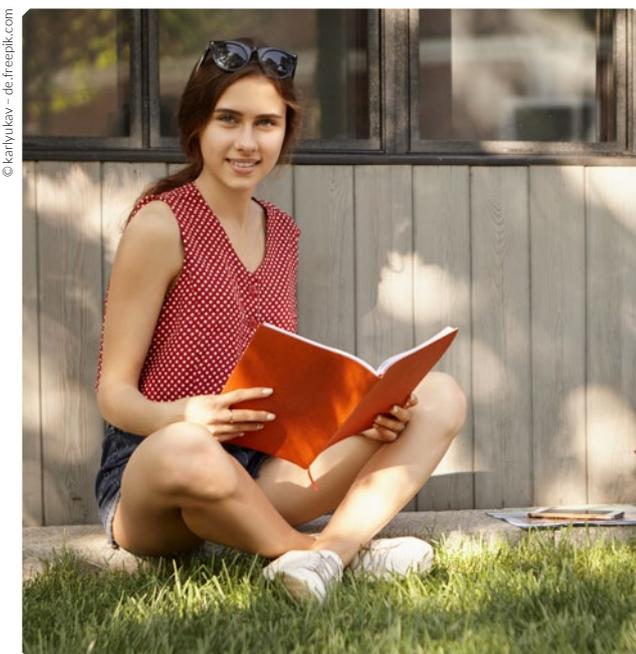
Zu Beginn sollt ihr einen Ablaufplan für euer Forschungsprojekt erstellen. Forscher dokumentieren dies in einem Laborbuch. Teilt euer Forschungsprojekt dafür in die unten aufgeführten einzelnen Schritte auf, die in eurem Laborbuch als Kapitel festgehalten werden. Orientiert euch dabei an den Vorgaben für das wissenschaftliche Experimentieren. Beginnt jedes neue Kapitel mit einem Datum und einer Überschrift.

1. Fragestellung des Forschungsprojekts
2. Formuliert eine experimentell überprüfbare Hypothese zur Fragestellung
3. Planung des Experiments: Wie werden die Vermutungen überprüft?
4. Dokumentation der Beobachtungen (Erarbeitung von Beobachtungsprotokollen etc.)
5. Durchführung des Experiments
6. Auswertung: Darstellung und Deutung der Beobachtungsergebnisse
7. Rückbezug auf die Vermutung
8. Erkenntnisse aus dem Versuch/Welche neuen Forschungsfragen ergeben sich?



Hier könnt ihr euch Anregungen holen zur Planung eures Projektes – die Punkte 1–8 werden so für euch veranschaulicht.

1. Hat die Röhrenlänge einen Einfluss auf die Annahmquote durch Wildbienen?
2. Kürzere Röhren werden ab Unterschreiten einer bestimmten Länge schlechter angenommen.
3. Nisthilfen mit unterschiedlichen Röhrenlängen planen. Sonst darf nichts verändert werden.
4. Tabelle erstellen, um die Anzahl verschlossener Röhren nach einem definierten Zeitplan einzutragen.
5. Installation der Nisthilfen mit unterschiedlichen Röhrenlängen.
6. Auszählungen anhand der Tabelle auswerten.
7. Ab einer Röhrenlänge von <9 cm ergibt sich ein signifikanter Rückgang der Annahmquote.
8. Diskussion und Hypothesen für die Gründe des Ergebnisses, evtl. Diskussion der natürlichen Nistgänge der besiedelnden Arten. Planung aufbauender Experimente.



Der Ablaufplan des Projektes sollte in einem Laborbuch dokumentiert werden



Arbeitsblatt 4

DAS EXPERIMENT – DER BAU DER NISTHILFEN

Diskutiert zur Planung eures Experimentes, wie ihr eure Vermutungen überprüfen könnt. Ihr erhaltet einen „Grundbauplan“ für eure Nisthilfe, damit alle am Forschungsprojekt beteiligten Schüler ähnliche Nisthilfen verwenden.

Um einen gewissen Grad an Komplexität nicht zu überschreiten und um den Erkenntnisgewinn zu erhöhen, werden bei diesem Grundbauplan nur Stängel, Halme und Röhrchen verwendet. Auf Bohrungen in Hartholz oder Löcher in Lehm oder Ton wird daher ganz bewusst verzichtet.



Beispiel für eine große Nisthilfe aus alten Paletten. Neben Pappröhrchen, Schilf, Bambus und anderen Halmen werden den Wildbienen hier auch ausgebohrte Gänge in Hartholz, Lehm und Ton als Nistgelegenheit angeboten. Eine hohe Artenvielfalt an Wildbienen lässt sich hier nach wenigen Jahren beobachten. Dies kann als Anregung für weitere Projekte in eurer Schule dienen.

Achtet darauf, dass ihr zur Überprüfung eurer Vermutung durch den Vergleich der Nisthilfen jeweils nur die Variable verändert, die ihr untersuchen möchtet! Jeder Schüler und jede Schülerin oder jede Gruppe baut zwei Nisthilfen. Eine Nisthilfe nach einem „Grundbauplan“ und eine Nisthilfe, bei der ein von der Klasse ausgewählter Parameter verändert wird. Der Vorteil eines Citizen Science Projekts ist, dass viele „Citizens Scientist“ an der Forschung beteiligt sind und man das Experiment parallel wiederholen kann. Tritt das gleiche Ergebnis wiederholt auf, verringert sich die Wahrscheinlichkeit, dass das Ergebnis ein Zufall ist.

Bauanleitung für eure Nisthilfen

Ihr benötigt für eure Nisthilfen unterschiedliche Pflanzenstängel (Strohhalme, Bambusröhrchen, Schilfrohr) oder auch Nisthilfen-Pappröhrchen. Achtet auf unterschiedliche Lochdurchmesser möglichst zwischen 3 und 12 mm. Es können auch unbehandelte Schilfmatten aus dem Baumarkt verwendet werden. Dies ist jedoch nur selten gewährleistet und sollte daher nur eine Notoption sein. Etwa 15 cm lange Stängel werden hinter den Knoten (Verdickungen) abgeschnitten. Angefeuchtetes Schilf und Strohhalme splittert beim Verarbeiten weniger. Wenn die Enden stark splintern, können sie mit einem Schleifpapier vorsichtig abgeschliffen werden. Halme ohne Knoten können verschlossen werden, indem man die Röhrchen ca. 1 cm tief in lehmige Erde, Gips oder Ton drückt. Hervorragend funktioniert es auch, wenn man gleich ein ganzes Bündel Stängel oder Pappröhrchen in flüssiges Bienenwachs (z. B. in einer Dose) taucht und es dort gleich erkalten lässt. Weiches Mark im Inneren kann belassen werden. Das Mark dieser Stängel nagen Blattschneider- und andere Wildbienen selbst aus. Allerdings werden markhaltige Stängel deutlich besser angenommen, wenn sie senkrecht, also von unten (Flugloch) nach oben und mit Regenschutz angeordnet werden! Damit eure Nisthilfen auch vergleichbar sind, solltet ihr darauf achten, dass ungefähr die gleiche Anzahl an Röhrchen mit gleichem Lochdurchmesser verwendet wird.

Wildbienen sind schwer zu bestimmen. Der Durchmesser der Röhre gibt jedoch einen Hinweis auf die Art, da je nach Kopfdurchmesser bestimmte Größen der Röhrchen bevorzugt werden. Ihr solltet die Röhren an der äußeren Schnittkante mit Wasserfarbe markieren. Wasserfarben sind für die Tiere ungefährlich. Verwendet weiß für Durchmesser bis 4 mm, blau für Durchmesser bis 5 mm, grün für Durchmesser bis 6 mm, gelb für Durchmesser bis 7 mm und rot für Durchmesser die größer als 7 mm sind.

Die Pflanzenstängel werden in einer Blechdose fixiert. Es können zwei Drähte um beide Seiten der Dose gespannt werden und mit einer Schlaufe verbunden

werden, um die Dose aufzuhängen. Ein Beispiel für die Herstellung einer solchen einfachen Nisthilfe ist in nachfolgender Abbildung beschrieben:

© Larsen/Langstein



1

Eine Dose oder Konserve wird ausgewaschen und von außen mit wetterfester und ungiftiger Farbe (zum Beispiel Beutenfarbe im Imkerfachhandel) bemalt.



2

Die Dose wird mit 2 Löchern versehen und ein Draht oder eine Schnur wird durchgezogen und verknotet.



3

Die Dose wird mit Halmen oder Pappröhrchen unterschiedlichen Durchmessers komplett befüllt. So, dass sie fest sitzen.



4

Vom Imker besorgt man etwa 100 g Bienenwachs und erhitzt es auf etwa 100 °C.



5

Aus der vorbereiteten Dose wird das mittlere Röhrchen entnommen. In die entstandene Lücke wird ein Trichter gesteckt.



6

Durch den Trichter wird das heiße Bienenwachs vorsichtig in die Dose gegossen. Am Ende sollte es etwa 1–2 cm hoch stehen.



7

Der Trichter wird entfernt und das mittlere Röhrchen zurückgesteckt. Anschließend lässt man das Wachs ca. 30 Minuten abkühlen und dabei fest werden. Die Röhrchen sind nun fest verankert und haben einen dichten Boden.



8

Zuletzt befestigt man ein Stück Folie als Regenschutz über dem oberen Rand der Dose und hängt sie in geeigneter Umgebung an einem Baum oder einer Hauswand in südlicher oder östlicher Ausrichtung auf. Die Löcher für die Schnur werden mit Bienenwachs abgedichtet.



Wo werden die Nisthilfen aufgehängt?

Die Nisthilfen sollten an einem möglichst sonnigen, regen- und windgeschützten Standort, am besten in südlicher oder östlicher Ausrichtung stabil aufgehängt (die Nisthilfe darf nicht „herumbaumeln“!) und fest angebracht werden. Beide Nisthilfen am besten direkt nebeneinander, damit im geplanten Experiment auch wirklich nur eine Variable verändert wird. Achtet dabei auf ein für Wildbienen geeignetes Mikroklima. Feuchtigkeit kann zum Verpilzen des eingelagerten Pollenvorrats und der Brut führen. Sonnenwärme ist notwendig, damit sich die Brut besser entwickeln kann. Achtet auch darauf, dass ihr die Nisthilfen über einen längeren Zeitraum gut beobachten könnt. Am Stamm eines älteren Baumes, auf der Terrasse, auf dem Balkon oder an der Hauswand wird sich bestimmt ein Plätzchen finden. Wildbienen sind friedlich und stechen extrem selten. Die Nisthilfen können jahrelang am gleichen Standort belassen werden. Die Besiedlung wird von Jahr zu Jahr zunehmen.

Eure Nisthilfen werden jedoch nur von Wildbienen besiedelt, wenn ihnen alle benötigten Teilhabitate zur Verfügung stehen, also auch Nistmaterial und Nahrungs-

pflanzen in der Umgebung vorhanden sind. Eine hohe Vielfalt einheimischer Blütenpflanzen wird zahlreiche Bienenarten anziehen. Dies reicht von der Bepflanzung im Blumentopf oder Balkonkasten über die Anlage von Beeten oder Blumenwiesen bis hin zu natürlichen oder naturnahen Magerrasen. Achtet darauf, Pflanzen auszuwählen, die zu verschiedenen Jahreszeiten von Frühling bis Herbst blühen, um den Generalisten unter den Wildbienen immer Nahrung bieten zu können. Falls in der Nähe eurer Wohnung oder eures Hauses keine oder nur sehr wenige Pflanzen blühen, solltet ihr die Nisthilfe an einem Ort aufhängen, an dem ihr euch häufig aufhaltet, z. B. in einem Park oder Schulgarten. Ihr könnt die Nisthilfe beschriften, damit sie nicht entfernt wird.



© Larsen/Langstein

Nisthilfen werden am besten in östlicher oder südlicher Ausrichtung stabil aufgehängt



Arbeitsblatt 5

DURCHFÜHRUNG DES EXPERIMENTS – BEOBACHTUNGEN AN DEN NISTHILFEN

Wildbienen und Wespen fliegen etwa von März bis September. Eure Nisthilfen werden über den gesamten Zeitraum von unterschiedlichen Arten besiedelt.

Aufgabe

- Was solltet ihr bei den Beobachtungen an den Nisthilfen beachten? Diskutiert gemeinsame Verhaltensregeln. Ihr solltet hierbei folgende Punkte beachten:
 - Alle Wildbienen sind geschützt. Nach dem Bundesnaturschutzgesetz ist es verboten, sie zu fangen, zu verletzen oder zu töten.
 - Ihr solltet euch bei der Beobachtung von Bienen und Wespen möglichst langsam bewegen. Viele Wildbienen sind direkt an der Nisthilfe scheu und sie sehen Bewegungen deutlich besser als wir! Ein Mensch kann bis zu 20 Bilder pro Sekunde als Einzelbilder wahrnehmen, mehr Bilder pro Sekunde werden als fließende Bewegungen wahrgenommen. Bienen und Wespen verfügen über eine sehr gute zeitliche Auflösung und können bis zu 200 Einzelbilder pro Sekunde wahrnehmen.

Dokumentiert in eurem Laborbuch, was ihr an den Nisthilfen beobachtet. Die Beobachtungen können im März begonnen werden. Für jede Beobachtung solltet ihr in eurem Laborbuch das Datum notieren. Ihr könnt z. B. einen Steckbrief der Arten, die ihr beobachtet, anfertigen. Neben nestbauenden Wildbienen und Wespen (auch sie



© Larsen/Langstein

Die solitären Goldwespen sind wunderschön gefärbt. Auch sie sind Parasiten verschiedener Wildbienenarten.

sind ungefährlich), könnt ihr mit etwas Glück auch parasitische Wespen und Bienen beobachten. Sie legen ihre Eier in die Brutzellen nestbauender Arten und heißen daher auch „Kuckucksbienen“.

Es können z. B. folgende Beobachtungen an den entdeckten Bienen oder Wespen festgehalten werden:

Aussehen

- Musterung
- Farbgebung
- Behaarung
- Größe und Form

Bau der Brutzellen

- Welches Baumaterial wird verwendet?
- Wie lange dauert ein Flug zur Beschaffung des Baumaterials?
- Welchen Röhrendurchmesser besiedelt das Tier?

Beschaffung von Futtermaterial

- Was sammelt die Wildbiene (Pollen, Nektar) oder Wespe (Beutetiere) als Futtermaterial für die Larven?
- Welche Farbe hat der Pollenproviant?
- Wie lange dauert ein Flug zur Beschaffung des Futtermaterials für die Larven?
- Mit welchen „Werkzeugen“ wird der Pollen eingetragen?



© Larsen/Langstein

Eine seltene Kegelbiene inspiziert den Nisteingang einer Mauerbiene, deren Brut sie parasitiert

Zeitdauer des Nestbaus

- Zu welcher Tageszeit (von wann bis wann) fliegt die Wildbiene?
- Wie lange dauert der Nestbau?
- Bei welcher Witterung und Temperatur fliegen Wildbienen noch?

Verschlussmaterial

- Welches Material wird für den Nestverschluss verwendet?
- Wird der Nestverschluss besonders getarnt?

Welche Tiere könnt ihr außer Bienen und Wespen an eurer Nisthilfe beobachten?



© Larsen/Langstein

Wildbienen sammeln für ihre Brut Pollen. Häufig wird dieser, wie hier im Bild, auf der Unterseite des Hinterleibes gesammelt. Andere Arten transportieren ihn in Sammelkörbchen an den Hinterbeinen.



© Larsen/Langstein

Die Brut solitärer Wespen benötigt tierische Nahrung. Je nach Art werden daher Raupen, Spinnen, Fliegen oder auch Blattläuse eingetragen.



© Larsen/Langstein

Neben Bienen und Wespen können auch andere Arthropoden an Nisthilfen beobachtet werden. Auf dem linken Bild sieht man eine Zebraspringspinne auf der Jagd nach kleinen Insekten. Das mittlere Bild zeigt eine Rossameise, die eine verschlossene Neströhre inspiziert und versucht zu öffnen. Im rechten Bild ist eine Trauerfliege zu sehen, deren Larven in Wildbienenestern schmarotzen.

Arbeitsblatt 6

AUSWERTUNG – VERGLEICH DER NISTHILFEN

Ab Oktober könnt ihr die Besetzungsdichte eurer unterschiedlichen Nisthilfen erst alleine und dann gemeinsam mit der gesamten Klasse auswerten.

Ihr könnt in einem ersten Schritt jede Nisthilfe einzeln auswerten.

Folgende Fragen sollten dabei beantwortet werden:

● **Welche Röhrengößen wurden besiedelt?**

.....

.....

.....

● **Wie hoch war die Gesamtzahl der Besiedlung?**

.....

.....

.....

In einem zweiten Schritt werden die Nisthilfen miteinander verglichen. Aus einer höheren Besetzungsdichte einer Nisthilfe kann man jedoch nicht automatisch auch auf eine höhere Artenzahl schließen. Die folgende Tabelle hilft euch, gemeinsam mit euren Steckbriefen die Anzahl der unterschiedlichen Arten abzuschätzen.

Bienen- und Wespenarten bevorzugen artabhängig einen bestimmten Röhrendurchmesser:

| | |
|-------------|---|
| 4 mm | kleine Bienenarten (Maskenbienen, Löcherbienen), kleine Grabwespen (z. B. Passaloecus, Rhopalum, Trypoxylon) |
| 5 mm | mittelgroße Bienenarten (Scherenbienen, Stahlblaue Mauerbiene, Löcherbienen), mittelgroße Grabwespenarten (Trypoxylon, Psenulus), kleine Lehmwespenarten |
| 6 mm | Rote Mauerbiene, Distel-Mauerbiene, kleine Blattschneiderbienenarten, große Lehmwespenarten |
| 7 mm | Rote Mauerbiene (idealer Durchmesser), Distel-Mauerbiene, Glänzende Natterkopf-Mauerbiene, Blattschneiderbienenarten, Rainfarn-Seidenbiene, große Lehmwespenarten |
| 8 mm | Gehörnte Mauerbiene, Rostrote Mauerbiene, Blattschneiderbienenarten, Tönchenwegwespe |
| 9 mm | Gehörnte Mauerbiene (idealer Durchmesser), Rostrote Mauerbiene, Tönchenwegwespe |

(Quelle: <http://www.bienenhotel.de/html/nistrohren.html>, abgerufen am 18.03.2021)



Als Langzeitprojekt könnt ihr eine weitere Untersuchung zum Bruterfolg machen. Hierfür solltet ihr im Oktober alle verschlossenen Löcher mit einem farbigen Punkt markieren. Im Oktober des darauffolgenden Jahres untersucht ihr die Nisthilfe erneut: Löcher, die einen Punkt haben (d. h. aus dem vorigen Jahr sind) und immer noch verschlossen sind, beinhalten entweder keine oder abgestorbene Brut.

Arbeitsblatt 7

PRÄSENTIERT EURE ERGEBNISSE

Stellt euer Forschungsprojekt mithilfe eines Videos anderen Schulklassen vor. Eure Videos werden über YouTube online gestellt, achtet daher darauf, dass auf dem Video keine Gesichter zu sehen sind! Die Dauer des Videos sollte nicht länger als zehn Minuten sein. Ihr könnt unterschiedliche Präsentationsformen (z. B. eine PowerPoint-Präsentation) verwenden. Um eure Videos interessant zu gestalten, solltet ihr auch Videos und Bilder zur Dokumentation eurer Beobachtungen an den Nisthilfen nutzen.



Nutzt Bilder zur Dokumentation eurer Ergebnisse

Orientiert euch an den Hauptschritten eines wissenschaftlichen Experiments und eurem Laborbuch:

- Was ist eure Forschungsfrage?
- Warum interessiert euch die Fragestellung? / Könnt ihr durch eure Forschungsfrage ein Problem lösen?
- Was ist euer Vorwissen?
- Welche Antwort vermutet ihr auf eure Fragestellung aufgrund eures Vorwissens? Könnt ihr eine experimentell überprüfbare Hypothese formulieren?
- Wie habt ihr eure Vermutung überprüft?
- Wie habt ihr eure Beobachtungen/Messungen dokumentiert?
- Was habt ihr beobachtet/gemessen?
- Was ist die Deutung eurer Beobachtungen/Messungen? Hat sich eure Vermutung bestätigt oder nicht? Was sind eure Erkenntnisse aus dem Versuch? Ergeben sich aus euren Ergebnissen neue Forschungsfragen?



Fügt euren Videos eine kurze und aussagekräftige Beschreibung mit folgenden Informationen hinzu, die unter dem Video angezeigt wird:

- Titel eures Projekts, Klasse, Schule
- Was war das Ziel eures Forschungsprojekts (Fragestellung/ Problem)?
- Wie wurde vorgegangen?
- Was sind die wichtigsten Ergebnisse?
- Was ist der Erkenntnisgewinn? Was bedeuten eure Ergebnisse?

Ihr erhaltet eine YouTube-Linkliste der Videos der anderen Schulklassen und eine statistische Auswertung der Forschungsergebnisse aller Teilnehmenden. Diskutiert die Präsentation der Forschungsprojekte und bewertet, wie die experimentellen Schritte umgesetzt wurden.

Ihr könnt die Videos der anderen Schulklassen dafür im Kommentarbereich unter „Öffentlich kommentieren“ bewerten. Achtet darauf, dass ihr eure Bewertung auch begründet.



Arbeitsblatt 8

DER ÖKOLOGISCHE WERT VON NISTHILFEN

Nisthilfen werden in einer Vielzahl von Varianten im Handel angeboten. Darüber hinaus finden sich häufig in Büchern, Zeitschriften und im Internet Anleitungen und Anregungen zum Selbstbau. Natürlich unterscheidet sich die ökologische Qualität, also der Nutzen für die Wildbienen je nach Ausführungsform. Jede künstliche Nisthilfe hat ein natürliches Vorbild, an dem sie sich messen lassen muss. Nisthilfen haben bei uns schon eine sehr lange Tradition. Die Wildbienen sind aber Millionen Jahre ohne sie ausgekommen und waren dabei sogar deutlich häufiger. Wo haben die Wildbienen ihre natürlichen Nistgelegenheiten gefunden?

Eine gute Nisthilfe sollte nicht nur vielen Wildbienen eine Möglichkeit zur Eiablage bieten, sondern vor allem **vielen Arten!** Und letztlich auch ihren Parasiten, die nicht nur überaus interessant und oft hübsch anzusehen sind, sondern deren ökologischer Nutzen nur allzu oft unterschätzt wird.

Die natürlichen Vorbilder

Wildbienen nutzen zur Anlage ihrer Brutkammern folgende Orte:

- Fraßgänge im Holz
- Halme/Pflanzenstängel mit und ohne Mark
- Boden
- Weitere kleine Hohlräume

Welche Antworten vermutet ihr zu folgenden Fragen (notiert die Antworten auf einem Extrablatt):

- Wie und durch welche Tiere entstehen die Fraßgänge im Holz?
- Kennst du ein Beispiel für markhaltige Stängel/Halme?
- Welcher Beschaffenheit sollte ein Boden haben, damit er besonders gut für erdnistende Wildbienen geeignet ist?
- Welche Hohlräume könnten Wildbienen in der Natur noch finden und als Nistplatz nutzen?

Zwei Nisthilfen im Vergleich

Eine Variante wurde im Baumarkt gekauft und ist in Aufbau und Gestaltung typisch für einen Großteil der im Handel angebotenen und oft günstigen Nisthilfen. Die andere Variante ist eine Nisthilfe, die im Selbstbau entstanden ist. Sie werden nun nachfolgend in ihren wesentlichen Elementen dargestellt. Beide Nisthilfen nutzen fünf verschiedene Nistangebote, um die Wildbienen anzulocken. Welche davon erfüllen ihren Zweck? Welche Nisthilfe würdet ihr eher in eurem Garten aufstellen? Schaut sie euch genau an! Beide Nisthilfen wurden drei Jahre im selben Garten in Südrichtung aufgestellt.

Die Baumarktvariante



© Larsen/Langstein

Insgesamt sind fünf verschiedene Nistangebote sichtbar. Sie bestehen aus unterschiedlichen Füllungen.

1. Koniferenrinde



© Larsen/Langstein

2. Holzblock mit Löchern



© Larsen/Langstein

3. Fichten- und Kiefernzapfen



© Larsen/Langstein

4. Holzwolle



© Larsen/Langstein

5. Schilfstücke (ca. 10cm lang)



© Larsen/Langstein

Aufgaben

- Betrachtet die Nistangebote, bzw. Materialien und überlegt, welchen natürlichen Nistplatz sie imitieren bzw. welchem sie entsprechen.
- Überlegt, ob sie geeignet sind, ihre Funktion als Nisthilfe zu erfüllen.
- Findet ihr Nistangebote, die scheinbar oder tatsächlich keine natürliche Entsprechung als Wildbienen-Nistplatz haben?

Die Selbstbauvariante



© Larsen/Langstein

Im Wesentlichen sind auch hier fünf verschiedene Nistangebote erkennbar.

1. Tonblock mit Löchern



© Larsen/Langstein



2. Schilf-/Bambushalm Mischung (ca. 20 cm lang)



3. Holzblock mit Bohrungen



4. Pappröhrchen gebündelt, ca. 15 cm lang



5. Markhaltige Stängel in einer Tonröhre



Aufgaben

- ◆ Betrachtet die Nistangebote, bzw. Materialien und überlegt, welchen natürlichen Nistplatz sie imitieren bzw. welchem sie entsprechen.
- ◆ Überlegt, ob sie geeignet sind, ihre Funktion zu erfüllen.
- ◆ Findet ihr Nistangebote, die scheinbar oder tatsächlich keine natürliche Entsprechung als Wildbienen-Nistplatz haben?

Ergebnis

Beschreibt und begründet nun nach eurer Analyse der einzelnen Nisthilfenelemente, welche der beiden Nisthilfen vermutlich für mehr Wildbienenarten die Möglichkeit zur Eiablage bietet und welche somit einen höheren ökologischen Nutzen ausweist!

Habt ihr Verbesserungsmöglichkeiten gefunden? Wie könnte man den Nistansprüchen von noch mehr Arten gerecht werden?



◊ LÖSUNGSANSATZ ▶ ARBEITSBLATT 1

Aufgabe 1:

- Schutz vor Fressfeinden wie Singvögeln und Spechten
- Schutz vor parasitischen Wespen und Bienen, sie legen ihre Eier in die Brutzellen nestbauender Arten und heißen daher auch „Kuckucksbienen“.

Aufgabe 2:

- Wildbienen brauchen Nistplätze, Nistmaterial und Nahrungspflanzen.

◊ LÖSUNGSANSATZ ▶ ARBEITSBLATT 2

Aufgabe 2:

Für den Erkenntnisgewinn durch das Projekt sind überprüfbare Vermutung entscheidend, d. h. bei diesem Schritt sollte die Lehrkraft bei Bedarf die Diskussion moderieren und Hilfestellungen geben.

Mögliche Vermutungen:

- Waagerechte Röhren werden besser als senkrechte Röhren angenommen.
- Pappröhren werden besonders gut angenommen.
- Röhren, die hinten verschlossen sind, werden besser angenommen.
- Röhren werden besser angenommen, deren äußere Röhrenenden glatt und grade sind.
- Röhren werden besser angenommen, die länger als 10 cm und nicht durch einen Knoten (Verdickung) unterbrochen sind.
- Nisthilfen werden besser angenommen, die fest installiert sind und sich nicht bewegen.
- Niströhren werden besser angenommen, die eine Süd-Ost-Ausrichtung haben.

◊ LÖSUNGSANSÄTZE ▶ ARBEITSBLATT 8

Natürliche Nistgelegenheiten für Wildbienen

Wenn alte Bäume sterben, bleibt häufig der Hauptstamm noch für viele Jahre stehen. In dieser Zeit wird dieser tote Baumstamm zum Zentrum eines artenrei-

chen Biotops und in dessen Verlauf dieser Baumstamm Stück für Stück zersetzt wird und schließlich nach Jahrzehnten vollständig verschwunden ist. So ernähren sich zum Beispiel zahlreiche Käferlarven, zum Beispiel Bockkäferlarven, vom Holz des Stammes und bilden lange Fraßgänge, die schließlich waagrecht nach außen führen. Der Durchmesser des Ganges hängt dabei von der Dicke der Larve ab, welche je nach Art unterschiedlich ist, weshalb solche Stämme nach einigen Jahren oft Hunderte Löcher unterschiedlichen Durchmessers zeigen. Diese Löcher stellen wichtige natürliche Nistgelegenheiten für Wildbienen dar.

Andere sind markhaltige Triebe und Halme. Durch ein Loch (selbstgegraben oder durch ein anderes Tier vorgebohrt) kann von den Wildbienen in das Mark gegraben und der Trieb so als Nistgelegenheit genutzt werden. Ein Beispiel sind die einjährigen Triebe des Holunders, die vollständig mit Mark gefüllt sind.

Der größte Teil unserer Wildbienen nistet jedoch im Boden. Dieser darf jedoch nicht mit Vegetation bedeckt sein! Er muss so locker und tiefgründig sein, dass die Wildbienen tiefe Gänge graben können. Gut dafür sind sandige Böden geeignet. Oft werden auch Bodenabbruchkanten (z. B. links und rechts von Hohlwegen) und steile Böschungen gerne von Wildbienen angenommen. Wichtig ist, dass diese Stellen gut besonnt sind. Wildbienen sind Kinder der Wärme und der Sonne!

Schließlich werden noch allerlei kleinere Hohlräume von einigen Wildbienen besiedelt. Beispiele hierfür sind leere Schneckenhäuser oder Hohlräume in manchen Gesteinen.

Analyse der Nisthilfen

Baumarktvariante

Weder Koniferenrinde noch Holzwolle noch Kiefer- oder Fichtenzapfen können Wildbienen als Nistgelegenheit dienen. Sie besitzen keine geeigneten Hohlräume und werden auch von anderen Insekten nur im Ausnahmefall in irgendeiner Weise genutzt.

Nutzbar für Wildbienen sind in der Baumarkt-Nisthilfe nur der Holzblock und die Schilfhalme. Jedoch sind die Bohrungen im Holz vom Durchmesser alle sehr ähnlich und mit 10 cm Länge auch recht kurz. Dies schränkt das Artenspektrum, das hier nisten kann, sehr ein.

Die Schilfhalm variieren im Durchmesser zwar etwas, aber nicht stark genug. Mit 10 cm Länge sind sie nur wenig geeignet, um als Nisthilfe zu dienen. Dennoch wurden sie von wenigen Arten recht gut angenommen.

Aufgrund der geringen Vielfalt an Wildbienen ist daher auch nur mit sehr wenigen der stets selteneren parasitisch lebenden Arten zu rechnen. Der ökologische Nutzen dieser Nisthilfe ist daher als sehr gering zu betrachten. Das Gleiche gilt auch für den pädagogischen Nutzen. Es wird mit einer solchen Nisthilfe schwerfallen, die Schüler für die Wildbienen, ihre Lebensweise und ihre fragile Rolle im ökologischen Gesamtgefüge zu begeistern.

Selbstbauvariante

Alle fünf dargestellten Füllungen entsprechen oder imitieren eine natürliche Nistgelegenheit. Der Tonblock imitiert sowohl Gesteinslöcher als auch die Steilwand einer Bodenabbruchkante. Der Holzblock entspricht mit seinen Bohrungen einem Baumstamm mit Fraßgängen von Käferlarven. Pappröhrchen, Schilf- und Bambushalme imitieren durch die waagerechte Anordnung diese Fraßgänge eher. Die markhaltigen Stängel stellen ein sehr natürliches Angebot als Nisthilfe dar. Alle verwendeten Röhrchen und Halme können durch verschiedene Durchmesser und ihre Länge von mehr Arten effizienter als Nisthilfe genutzt werden.

Eine solche Nisthilfe wird insgesamt sehr gut angenommen und beherbergt eine Vielzahl an Wildbienenarten. Durch ihren Struktur- und Artenreichtum finden sich auch zahlreiche parasitische Arten und sonstige Bewohner ein. Schüler und Lehrer können an einer solchen Nisthilfe viele Stunden spannende Beobachtungen machen.

Aber auch diese Nisthilfe könnte verbessert werden. Zum Beispiel könnten die Bohrungen im Holz unterschiedlichere Durchmesser aufweisen. Ähnliches gilt für die Tonelemente. Diese sollten außerdem gebrannt sein, um stabiler zu sein und um Brüche und Risse zu verhindern. Weiterhin könnten lehmige und sandige Elemente sowie senkrechte markhaltige und marklose Halme diese Nisthilfe erweitern und so für noch mehr Wildbienen zur Heimat werden lassen.



DR. YELVA LARSEN

DR. JOACHIM LANGSTEIN



© privat

Dr. Yelva Larsen



© privat

Dr. Joachim Langstein

Dr. Yelva Larsen ist als Mitarbeiterin und Dr. Joachim Langstein ist als Lehrbeauftragter an der Professur für Didaktik der Naturwissenschaften an der Universität Bamberg tätig. Projekte zum Thema Bienen, Bestäubung und Artenvielfalt sind als konkrete Umsetzung einer Bildung für nachhaltige Entwicklung ein Schwerpunkt ihrer Forschungs- und Lehrtätigkeit.

Durch die Verknüpfung von Wissen und nachhaltigem Handeln haben sie zum Ziel, dass Studierende die Universität nicht nur als Lehr- und Lernanstalt, sondern als konkreten Gestaltungsraum erfahren. Ihre Initiativen „UniBienen“ und „UniGardening“ wurden vom Bayeri-

schen Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz mit dem Qualitätssiegel „Umweltbildung.Bayern“ ausgezeichnet.

LINKTIPPS

Homepage der Initiative „UniBienen“:
[www.uni-bamberg.de/nachhaltigkeit/
studierende/unibienen](http://www.uni-bamberg.de/nachhaltigkeit/studierende/unibienen)

Homepage der Initiative „UniGardening“:
www.uni-bamberg.de/unigardening



IMPRESSUM

1. Auflage Mai 2021

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

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

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

Redaktion und Autorenkoordination: Jörg Schmidt, Andernach

Projektkoordination und Herstellung: Petra Wöhner, Klett MINT GmbH

Satz: Tanja Bregulla, Aachen

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