

# Pollen oder Grashüpfer? Digitale Bestimmung von Wildbienen und Wespen in Nisthilfen für mehr Artenvielfalt im Biologieunterricht

YELVA LARSEN – MAURICE KALWEIT – FELIX FORNOFF – DENIS MESSIG

Vor dem Hintergrund des aktuellen Rückgangs an Biodiversität ist es umso wichtiger Artenkenntnis im schulischen Kontext zu thematisieren. Der Artikel stellt die Entwicklung und Benutzung eines digitalen Bestimmungsschlüssels zu Wildbienen- und Wespenarten in Nisthilfen vor. Damit sind Lehrkräfte in der Lage nicht nur Artenwissen und Gestaltungskompetenzen bei Lernenden zu fördern, sondern auch mit ihren Schüler/innen an einem deutschlandweiten Biomonitoring zu dieser Insektengruppe mitzuwirken.

## 1 BNE im Kontext Wildbienen

Das globale Artensterben und der Klimawandel sind die großen Herausforderungen unserer Zeit. In der Bevölkerung erhält der Verlust der Artenvielfalt im Vergleich zu den Auswirkungen des Klimawandels recht wenig Aufmerksamkeit. So nannten in einer Befragung von Studierenden (N= 67, Lehramt Biologie, nicht veröffentlicht) nach den gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit beispielsweise 100% den Klimawandel und nur 23% den Verlust der Artenvielfalt. Unzählige Arten von Pilzen, Pflanzen und Tieren schaffen eine einmalige Biodiversität und tragen maßgeblich dazu bei, dass lebenswichtige natürliche Kreisläufe und Prozesse ablaufen können.



Abb. 1. Die spezialisierte Löcherbiene (*Heriades truncorum*). Ihre mittlere Flugentfernung beträgt nur 73 m (HOFMANN, FLEISCHMANN, & RENNER, 2020), d.h. alle Habitatsbedingungen (Korbblütler als Nahrungsquelle, Nistmaterial, Nistplatz) müssen in diesem Umkreis erfüllt sein.

Insbesondere Wildbienen nehmen hierbei als Bestäuber durch ihre morphologische Anpassung eine entscheidende Schlüsselrolle ein. So bestäuben sie ca. 65% der gesamten Wildflora (MEIER, WALZ, SYRBE, & GRUNEWALD, 2023) und haben somit welt-

weit einen hohen ökologischen und ökonomischen Wert. Außerdem sind sie notwendig, um die biologische Vielfalt sowie ein aktives und produktives Ökosystem mit größerer Widerstandsfähigkeit zu erhalten. Gleichzeitig sind Wildbienen auch ein Negativbeispiel für das anthropogene Artensterben: In den letzten fünfzig Jahren hat die Anzahl der bedrohten Wildbienenarten aller Wahrscheinlichkeit nach durch den Verlust ihrer Lebensräume und den umfassenden Pestizideinsatz stark zugenommen (HALLMANN et al., 2017). Aktuell werden über die Hälfte der in Deutschland vorkommenden Wildbienenarten – immerhin zwischen 550 und 580 Arten – auf der Roten Liste geführt (ESSER, FUHRMANN, & VENNE, 2010; WESTRICH, 2018). Dieses anlaufende Artensterben ist höchst dramatisch! Um ihm begegnen zu können, ist es notwendig, ein möglichst umfassendes Verständnis für die komplexen ökologischen Zusammenhänge zu schaffen. Aus schulischer Betrachtung bietet die Auseinandersetzung mit Wildbienen als Modellorganismus dabei ein besonderes didaktisches Potential.

## 2 Faszinierende Ökologie als Mittel für eine BNE

Ziele einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) sind oft abstrakt und Ursache-Wirkungsbeziehungen kaum unmittelbar erfahrbar. Die Beschäftigung mit der Lebensweise von Wildbienen bietet die Möglichkeit, auch auf kleinstem Raum einen Lebensraum für diese faszinierenden Tiere und ihre Verwandten zu schaffen. Nisthilfen als „Miniatürkosysteme“ bieten dafür eine ausgezeichnete Möglichkeit, Wildbienen und Wespen bei ihrer Brutfürsorge aus nächster Nähe zu beobachten. Die meisten Arten sind dabei absolute Spezialisten: Aufgrund ihres kleinen Flugradius haben sie spezielle Ansprüche an Nahrung, Nektar, „Brutplatz“ und benötigte Nistmaterialien entwickelt (Abb. 1).

Passt alles zusammen bauen die Weibchen ein eigenes Nest, um Eier und Nahrung in Form von Pollen (bei Bienenarten) oder

paralysierten Tieren – z.B. Spinnen, Blattläuse oder Raupen (bei Wespenarten) – zu deponieren. Zudem können noch parasitische „Kuckucksbienen“ und Wespen beobachtet werden, werden, die ihre Eier in Brutzellen anderer Arten legen.

Solche ökologischen Beobachtungen von Wildbienen, Wespen und ihren natürlichen Feinden können das Artenwissen Lernender fördern (LARSEN Y., & RAAB, P., 2023; LARSEN Y., & LANGSTEIN J., 2021; LARSEN Y., 2020). Wie sollte jedoch eine Lernumgebung aussehen, mit der anhand von Nisthilfen Insektenarten bestimmt werden können? Bieten hier digitale Lernangebote einen Mehrwert?

### 3 Ziele und Anforderungen an eine digitale Bestimmungshilfe für Nisthilfen

Um Wildbienen- und Wespenarten mithilfe von Nisthilfen zu identifizieren, bedarf es mehr als einen klassischen dichotomen Bestimmungsschlüssel. Die Bewertung von Merkmalen wie Nestverschluss, eingelagerte Nahrung oder Farbe des Kokons stellen hohe Anforderungen an Laien, sodass eine Bestimmungshilfe ein hohes Maß an Nutzerfreundlichkeit, Fehlertoleranz und zusätzliche Hilfestellungen bieten muss. Als geeignet hat sich dabei die Plattform ID-Logics erwiesen – eine interaktive, auf einem Content-Management-System basierende App, mit der bereits jetzt viele Tier-, Pflanzen- und Pilzarten bestimmbar sind (GROSS, 2018; BAUMANN, GROSS, & MICHELSEN, 2023). Damit Lernende sicher und zuverlässig Arten an Nisthilfen charakterisieren können, sind die folgenden Merkmale der Plattform zielführend:

- Einfachheit: Die Bestimmung erfolgt durch wenige und einfachere Fragen und führt so schneller zum Ziel.
- Interaktivität: Anhand der getroffenen Antworten berechnet die App die nächste Frage und die Genauigkeit wird erhöht.
- Hilfestellungen: Da die Merkmale teilweise schwierig zu erkennen sind, bietet die App zusätzliches Material in Form von Originalbildern, abstrahierten Grafiken, Informationstexten und kurzen Merkmals-Erklärvideos im Offline-Modus an.
- Fehlertoleranz: Bei schwierigen Fragen gilt das Ausschlussprinzip. Der programmierte Algorithmus „verzeiht“ daher ungenaue Antworten.
- Nachvollziehbarkeit: Die Beantwortung einer Frage spiegelt sich unmittelbar in den noch potentiell möglichen Arten dar. Darüber hinaus sind alle Bestimmungsschritte stets transparent und veränderbar.

### 4 Entwicklung der Wildbienenapp

Die Idee zur Entwicklung einer digitalen Bestimmungssapp erwuchs aus der Beobachtung, dass es für Schüler/innen sehr schwierig ist, Wildbienen aufgrund ihrer Größe, der inkonsistenten Verweildauer und der Witterungsabhängigkeit zuverlässig zu bestimmen. Zudem weisen Männchen und Weibchen

meist unterschiedliche Merkmale auf. Das hat zur Folge, dass reliable Nachweise meist nur mit Präparaten möglich sind.

Diese Schwierigkeiten können umgangen werden, wenn Wildbienen- und Wespenarten anhand ihres differenten Nistverhaltens bestimmt werden. Als erster Schritt wurde dafür eine neue Art Nisthilfe entwickelt, die sich durch eine nachhaltige, da nicht invasive, Handhabung auszeichnet. Schüler/inne/n ist es damit möglich, die Nistgänge zu untersuchen, ohne die Insekten zu stören. Die integrierten Folien zwischen den Nistetagen ermöglichen den notwendigen Blick in die sonst verborgene Welt der Insekten. Doch anhand welcher Merkmale können die Gattungen und Arten bestimmt werden?

In einem nächsten Schritt erfolgte die Entwicklung der Bestimmungssapp im Design-Based-Research-Ansatz (REINMANN, 2005). Nach einer systematischen Ersterstellung einer Alpha-Version wurde mithilfe mehrerer Vorstudien die Bestimmungssapp zyklisch optimiert und hinsichtlich fachlicher Richtigkeit und Anwenderfreundlichkeit angepasst.

Vorrangig lag die Herausforderung in der Ableitung geeigneter Merkmale, die für Schüler/inne/n leicht zu identifizieren sind, zugleich aber auch wissenschaftlichen Ansprüchen gerecht werden. Als Ergebnis ließen sich fünf Hauptmerkmale ableiten (Abb. 2).

#### Wie kann man Wildbienen- und Wespenarten bestimmen?

- Durchmesser der Brutröhre (mm)
- Art der Nahrungseinlagerung
- Material des Nestverschlusses
- Material der Zwischenwände
- Merkmale von Larven und Kokon

Abb. 2. Identifizierte Hauptmerkmale für die Bestimmung von Wildbienen- und Wespenarten in Nisthilfen

So gibt beispielsweise das Merkmal „Art der Nahrungseinlagerung“ Aufschluss darauf, ob es sich um eine Biene oder Wespe handelt. Erstere haben sich evolutionär aus Wespen (welche andere Lebewesen wie Spinnen, Blattläuse oder Schaben einlagern) entwickelt, indem sie sich als Nahrungsquelle auf Blütenpollen spezialisiert haben. Die genutzten Merkmale stellen einen Spagat zwischen Einfachheit und Bestimmung auf Artebene dar. So können mit wenigen Fragen insgesamt 37 typische Arten, Gattungen und Familien bestimmt werden. Aus didaktischer Sicht war es nicht sinnvoll, weitere Merkmale heranzuziehen, um eine höhere Genauigkeit der Bestimmung zu erwirken, da hier z.B. Untersuchungen im mikroskopischen Bereich nötig wären. Da richtige Bestimmungen auf einem korrekten Merkmalsverständnis basieren, werden die einzelnen Fragen grafisch unterstützt. Die Grafiken wurden wiederholt überarbeitet, sodass auch Laien der einfache Zugang zu den Merkmalen ermöglicht wird. Darüber hinaus haben App-Nutzer die Möglichkeit, ihr Wissen mit Hilfe artspezifischer Steckbriefe zu

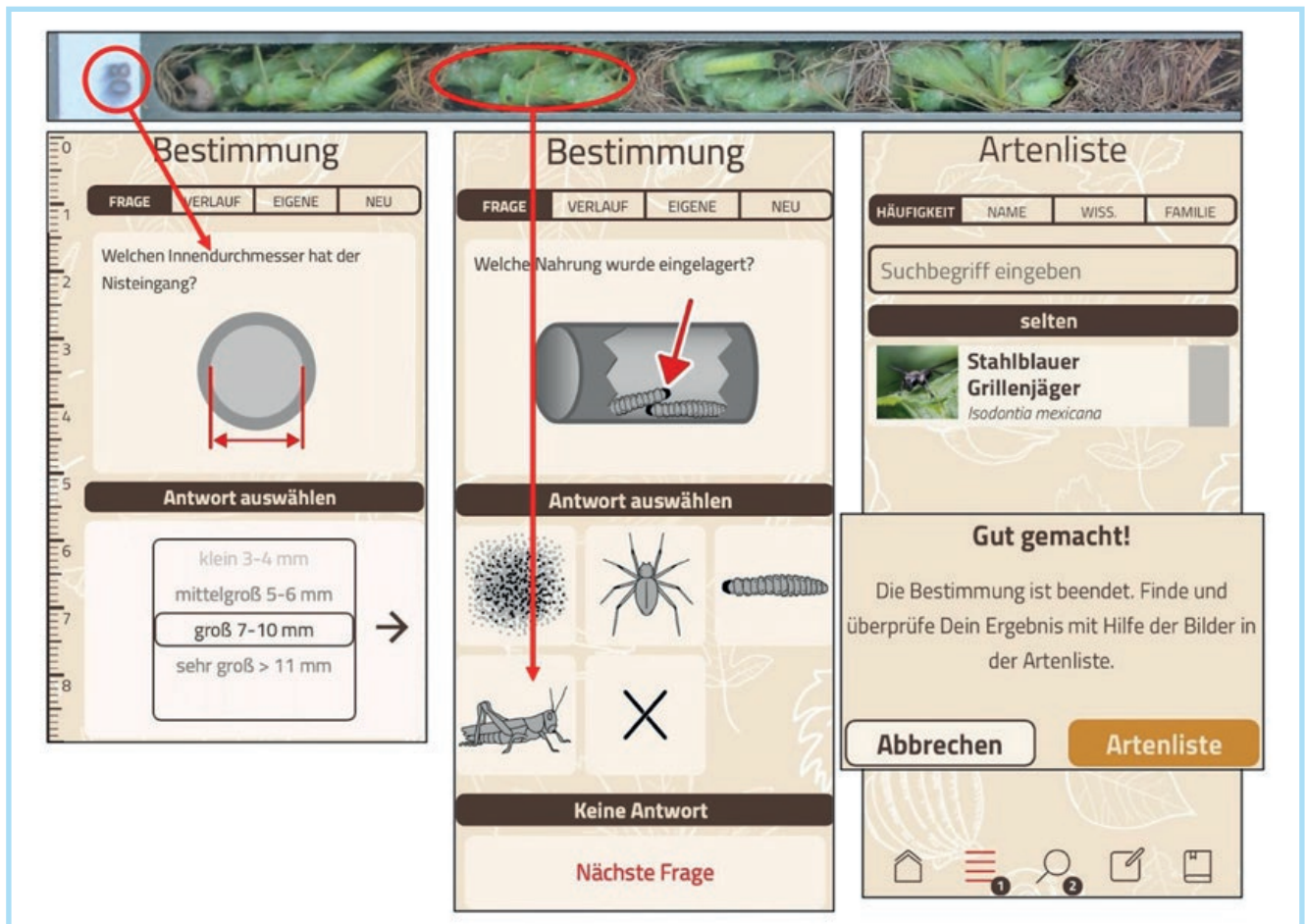


Abb. 3. Bestimmung von *Isodontia mexicana* (Stahlblauer Grillenjäger) mithilfe von zwei Merkmalen des Nistgangs in der Alpha-Version

vertiefen, welche zahlreiche Informationen über die differnten Nist- und Lebensweisen beinhalten. Diese umfassen nicht nur das Verbreitungsgebiet und den Gefährdungsstand, sondern erlauben es durch eigens erstellte Bilder das Innere der Nistgänge mit dem Original während der Bestimmung zu vergleichen. Ein integriertes Glossar mit relevanten Fachbegriffen unterstützt die Lernenden ebenfalls bei der Bestimmung.

## 5 Aufbau und Struktur der Wildbienenapp

Als erstes wird die App ID-Logics mit der entsprechenden Artengruppe auf einem digitalen Endgerät installiert. Danach kann sofort mit der Bestimmung im Feld begonnen werden. Für einen ersten Eindruck ist in Abbildung 3 ein Nistgang der Wespe *Isodontia mexicana* (Stahlblauer Grillenjäger) sowie deren beispielhafte Bestimmung mit Hilfe der App dargestellt. Lernende können anhand eines Vergleiches der Merkmale der grafischen Antwortmöglichkeiten mit dem Original, ihre Entscheidung treffen. Die relevanten Merkmale beziehen sich in diesem Beispiel auf den Durchmesser der Brutröhre (mm) und die Art der Nahrungseinlagerung. Werden die richtigen Antworten „8 mm“ und „Grashüpfer“ gewählt, ist die Bestimmung abgeschlossen und endet mit dem Aufrufen des entsprechenden Steckbriefes. Bei Unsicherheiten können Fragen übersprungen werden

(„nächste Frage“), ohne die Bestimmung zu verfälschen. Über den Tab „Verlauf“ können im Nachhinein Bestimmungsfragen und gewählte Antworten rekapituliert werden. Im unteren Displaybereich ist eine Symbolleiste zu finden. Hierüber ist der direkte Zugang zum Glossar sowie der „Sichtungsliste“ möglich. In der Sichtungsliste lassen sich Bestimmungen mit Datum, Standort, Anzahl der Exemplare sowie einem Dialogfeld für Notizen melden. Diese Daten bilden die Grundlage eines geplanten Biomonitorings. In der Alpha-Version ist diese Funktion noch nicht aktiviert.

## 6 Einsatz im Unterricht und Ausblick

Die Arbeit an Nisthilfen kann auch einen wissenschaftlichen Mehrwert leisten. HALLMANN et al. (2017) haben mit einem Langzeit-Monitoring, basierend auf ehrenamtlichen Engagement, den dramatischen Biomasserückgang der Insekten innerhalb der letzten 27 Jahre in Deutschland belegt. Sie konnten aufzeigen, wie wichtig es ist, standardisierte bundesweite Monitoring-Netzwerke zu etablieren. Die hier vorgestellte Bestimmung-App ist Teil eines sich vergrößernden Monitoring-Netzwerks aus Schulklassen und Umweltverbänden, das seit 2019 Wildbienen und Wespen mithilfe von Nisthilfen bestimmt. Die Teilnahme steht auch in Zukunft allen Schulen



– unabhängig von Schulform und Klassenstufe – offen. Die am Projekt partizipierenden Schulen erhalten, neben der frei nutzbaren Bestimmungsass und zusätzlichen Lehr- und Lernmaterialien, zwei Nisthilfen, die vor dem Frühjahr auf dem Schulgelände angebracht werden, um naturnahe Beobachtungs- und Bestimmungsmöglichkeiten zu ermöglichen. Ein jährlicher Wechsel erlaubt die Reinigung der Nisthilfen und somit jahrelange Freude beim Beobachten der nistenden Insekten. Im Rahmen des Projekts schlüpfen die Schüler/innen in die Rolle von Wissenschaftler/innen und wirken bei der Datenerhebung durch Sichtungsmeldungen und Publikation aktiv mit. Über das Monitoring-Netzwerk können somit langfristig deutschlandweit die regionalen Vorkommen erhoben werden.

Nach erfolgreicher Anmeldung zum Projekt erhalten Sie kostenfrei:

- Zugang zu Lehr-/Lernmaterialien
- Zugang zur Bestimmungsass ID-Logics Wildbienenapp
- Zwei Nisthilfen

Die Partizipation im Projekt bietet darüber hinaus den direkten Austausch mit fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Partnern, um mit ihren Schüler/innen Teil des Biomonitorings zu werden und die Artenvielfalt Deutschlands zu erfassen. Zeitgleich werden durch die Auseinandersetzung mit dem Thema Wildbienen und Wespen ökologisches Wissen wie Artenkenntnis gesteigert. Dieses führt nicht selten zu einer Förderung von Gestaltungskompetenz im Kontext einer Bildung für nachhaltige Entwicklung (DE HAAN, 2014; MOORMANN, LUDE, & MÖLLER, 2022). Im schulischen Rahmen könnte / kann das z.B. bei einer Neugestaltung des Schulgeländes oder einer Schulgartendiversifizierung mit Fokus auf Förderung der Biodiversität wahrgenommen werden.

Wir bedanken uns bei Prof. Dr. JORGE GROSS (Institut der Didaktik der Naturwissenschaften, Leibniz Universität Hannover) sowie den ehemaligen Projektmitarbeitenden Dr. TRISTAN ECKERTER und Dr. PATRICIA RAAB für die ergebnisreiche Zusammenarbeit. Das DiKuLe-Wildbienenprojekt wird finanziert durch die Stiftung „Innovation in der Hochschullehre“.

#### Interessiert mitzumachen?

**Kontaktieren Sie uns und bleiben Sie auf dem aktuellen Stand via E-Mail-Verteiler:**

Professur für Didaktik der Naturwissenschaften  
Otto-Friedrich-Universität Bamberg  
Frau Prof. Dr. YELVA LARSEN  
E-Mail: [yelva.larsen@uni-bamberg.de](mailto:yelva.larsen@uni-bamberg.de)  
Web: <https://www.uni-bamberg.de/nawididaktik/>  
> Forschungsgebiete & Kooperationen  
> DiKuLe-Wildbienenprojekt  
App Download (kostenlos, werbefrei):  
<https://id-logics.com>

Kasten 1. Kontaktbox

#### Literatur

BAUMANN, B., GROSS, J., & MICHELSEN, M. (2023). An app by students for students – The DPaCK-model for a digital collaborative teamwork project to identify butterflies. *Frontiers in Education*, 8, 1190462.

ESSER, J., FUHRMANN, M., & VENNE, C. (2010). Rote Liste und Gesamtartenliste der Wildbienen und Wespen (Hymenoptera: Apidae, Crabronidae, Sphecidae, Ampulicidae, Pompilidae, Vespidae, Tiphiidae, Sapygidae, Mutillidae, Chrysididae) Nordrhein-Westfalens. *Ampulex*, 2(2010), 5–60.

GROSS, J. (2018). Die APP ID-Logics als digitale Bestimmungshilfe. *Naturwissenschaften Digital*, 56–59.

HALLMANN, C.A., SORG, M., JONGEJANS, E., SIEPEL, H., HOFLAND, N., SCHWAN, H., STENMANS, W., MÜLLER, A., SUMSER, H., HÖRREN, T., GOUL-SON, D., & DE KROON, H. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE* 12(10): e0185809.

HOFMANN, M. M., FLEISCHMANN, A., RENNER, S. S. (2020). Foraging distances in six species of solitary bees with body lengths of 6 to 15 mm, inferred from individual tagging, suggest 150 m-rule-of-thumb for flower strip distances. *Journal of Hymenoptera Research* 77, 105-117. <https://doi.org/10.3897/jhr.77.51182>

LARSEN Y., & RAAB, P. (2023). Auf den Spuren der Wildbienen – Storytelling mithilfe eines multimedialen Buches. In TRAMOWSKY, N., MESSINGER-KOPPELT, J. & IRION, (Hg.), *Naturwissenschaftlicher Sachunterricht digital: Toolbox für den Unterricht* (Bd. 3, Primarstufe). Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag. 88–92.

LARSEN Y., (2020). Galapagos ist überall: Entdeckungsreise „Wildbienen“, *MINT-Zirkel – Zeitung für Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik*, 9(3), 12. Stuttgart: Klett MINT.

LARSEN Y., & LANGSTEIN J. (2021). *Nisthilfen für Wildbienen, Schüler als Citizen Scientists*. Stuttgart: Klett MINT.

MEIER, S., WALZ, U., SYRBE, R. U., & GRUNEWALD, K. (2023). ÖSL „Bestäubungsleistung durch Wildbienen“. In K. Grunewald, O. Basten (Hg.), *Ökosystemeleistungen* (pp. 290–296). Berlin, Springer Spektrum.

MOORMANN, A., LUDE, A., & MÖLLER, A. (2022). Wirkungen von Naturerfahrungen auf Umwelteinstellungen und Umwelthandeln. In *Naturerfahrung und Bildung* (pp. 57–78). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.

DE HAAN, G. (2014). *Orientierungshilfe Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Sekundarstufe I: Begründungen, Kompetenzen; Lernangebote*. Programme Transfer 21. [https://www.globaleslernen.de/sites/default/files/files/link-elements/blk-transfer\\_2021\\_20orientierungshilfe.pdf](https://www.globaleslernen.de/sites/default/files/files/link-elements/blk-transfer_2021_20orientierungshilfe.pdf) (27.2.2024).

REINMANN, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Unterrichtswissenschaft*, 33(1), 52-69.

WESTRICH, P. (2019). *Die Wildbienen Deutschlands* (p. 824). Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.

YELVA LARSEN, [yelva.larsen@uni-bamberg.de](mailto:yelva.larsen@uni-bamberg.de), ist zurzeit Professorin für die Didaktik der Naturwissenschaften an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg. Bildung ist für sie Voraussetzung und zugleich Bestandteil nachhaltiger Entwicklung. Hierbei ist die Verknüpfung von Wissen mit konkreten Gestaltungsmöglichkeiten gesellschaftlichen Handelns ein Schwerpunkt ihrer Forschungs- und Lehrtätigkeit.

MAURICE KALWEIT, [maurice.kalweit@uni-bamberg.de](mailto:maurice.kalweit@uni-bamberg.de), studiert Mittel-schullehramt für die Fächer Geographie, Mathematik, Biologie

und Sport. Zurzeit ist er als Projektmitarbeiter (studentische Hilfskraft) für die Didaktik der Naturwissenschaften an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg tätig.

FELIX FORNOFF, felix.fornoff@nature.uni-freiburg.de, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Naturschutz und Landschaftsökologie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Faszination für Insekten belebt seine Forschung zu Interaktionsnetzwerken, Bienenvielfalt und Naturschutz und zeichnet ihn in seinen Lehraktivität aus.

DENIS MESSIG, denis.messig@uni-bamberg.de, ist Gymnasiallehrer für die Fächer Englisch und Biologie. Zurzeit ist er Professor für die Didaktik der Naturwissenschaften an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der Erforschung von Lehr-Lernprozessen, der Wirksamkeitsanalyse digitaler Lernangebote und im Bereich der BNE. ■□