

# Zweitveröffentlichung



Kalweit, Maurice; Hochrein, Sophia; Larsen, Yelva; u. a.

## Insektennisthilfen an Schulen : Entwicklung einer Bestimmungsapp und Identifikation von Gelingensbedingungen für interdisziplinäre Citizen Science Programme

Datum der Zweitveröffentlichung: 15.07.2025

Verlagsversion (Version of Record), Konferenzveröffentlichung

Persistenter Identifikator: urn:nbn:de:bvb:473-irb-109061x

### Erstveröffentlichung

Kalweit, M.; Hochrein, S.; Larsen, Y.; u. a. (2025): Insektennisthilfen an Schulen : Entwicklung einer Bestimmungsapp und Identifikation von Gelingensbedingungen für interdisziplinäre Citizen Science Programme, in: D. Humburg, B. Dernbach, und M. Klages (Hrsg.), Interdisziplinäre Bildung für nachhaltige Entwicklung (I-BNE), Nürnberg: Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, S. 31–42, doi: 10.34646/thn/ohmdok-4055.

### Rechtehinweis

Dieses Werk ist durch das Urheberrecht und/oder die Angabe einer Lizenz geschützt. Es steht Ihnen frei, dieses Werk auf jede Art und Weise zu nutzen, die durch die für Sie geltende Gesetzgebung zum Urheberrecht und/oder durch die Lizenz erlaubt ist. Für andere Verwendungszwecke müssen Sie die Erlaubnis der Rechteinhaberinnen und Rechteinhaber einholen.

Für dieses Dokument gilt eine Creative-Commons-Lizenz.



Die Lizenzinformationen sind online verfügbar:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/legalcode>

# **Insektennisthilfen an Schulen: Entwicklung einer Bestimmungsapp und Identifikation von Gelingensbedingungen für interdisziplinäre Citizen Science Programme**

Maurice Kalweit, Sophia Hochrein & Yelva Larsen, Otto-Friedrich-Universität Bamberg  
Felix Fornoff, Universität Freiburg

## **Zusammenfassung**

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) zielt darauf ab, Lernende zur Gestaltung einer zukunftsfähigen Gesellschaft zu befähigen. In unserem Projekt setzten wir BNE im Format Citizen Science um, indem wir (angehende) Lehrkräfte und Dozierende zu MultiplikatorInnen ausbilden, um SchülerInnen von der Aneignung von Wissen bis zur gesellschaftlichen Transformation in Form aktiver Beteiligung im Bereich Biodiversität zu begleiten. Dazu entwickeln wir projektbegleitende Unterrichtsmaterialien und betten die Teilnehmenden in eine Forschungsumgebung ein. Am Beispiel von Wildbienen und Solitärwespen in Nisthilfen lernen Schüler:innen und Studierende mithilfe einer im Projekt entwickelten App Nester zu bestimmen. Auf Basis dieses Wissens fördern wir Gestaltungskompetenzen durch eigenständiges Forschen sowie praktische Gestaltungsansätze im Sinne der Nachhaltigkeit. Aufgrund der positiven Erfahrungen aus dem Jahr 2024 planen wir das Projekt 2025 deutschlandweit auszuweiten.

## **Keywords**

Citizen Science, Interdisziplinarität, Gestaltungskompetenz, Biodiversität, Wildbienen

## **Summary**

Education for Sustainable Development (ESD) aims to empower learners to shape a sustainable society. In our project, we implement ESD through citizen science by training (prospective) teachers and lecturers as multipliers to accompany pupils from the acquisition of knowledge to social transformation in the form of active participation in the field of biodiversity. To this end, we develop teaching materials to accompany the project and embed the participants in a research environment. Using the example of wild bees and solitary wasps in nesting aids, pupils and students learn to identify nests with the help of an app developed in the project. Based on this knowledge, we promote sustainability competencies through independent research, as well as practical transformations in terms of sustainability. Based on the positive experiences from 2024, we are planning to expand the project throughout Germany in 2025.

## **Keywords**

Citizen science, Interdisciplinarity, Sustainability competencies, Wild bees, Biodiversity

## **1. Herausforderungen im Kontext einer BNE**

Für die Bewältigung der Herausforderungen unserer Zeit, wie dem Verlust der biologischen Vielfalt, benötigt es gesamtgesellschaftliches und zukunftsfähiges Handeln. Aufgrund der Notwendigkeit nachhaltiger Lebensweisen hat Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) eine zunehmende Bedeutung erfahren.

Ziel einer BNE ist, Lernende zu befähigen, sich aktiv an der Gestaltung einer gerechten und ressourcenschonenden Gesellschaft zu beteiligen ( Holfelder, 2018). Um dieses Ziel zu erreichen, gilt es, die Vielfalt der Interessensgruppen sowie die zunehmende Globalisierung einzubeziehen. So wird im Rahmen einer BNE eine interdisziplinäre Auseinandersetzung als notwendig erachtet ( Braßler, 2018; Holland, 2023).

Brock und Grund (2022) zeigen auf, dass sich weniger als ein Viertel der befragten jungen Menschen Deutschlands als kompetent erleben, wirksam zur Lösung von Nachhaltigkeitsproblemen beizutragen. Im Rahmen kompetenzorientierten Unterrichts kommt Lehrkräften dabei eine wichtige Schlüsselfunktion zu, obgleich zwei Drittel der befragten Lehrkräfte konstatieren, in ihrem Studium BNE nie begegnet zu sein (Brock & Grund, 2022). Hauptgründe einer mangelnden Umsetzung entspringen dabei nicht etwa motivationalen Ursachen, sondern werden mit einem Defizit an Qualifikation, fehlendem Unterrichtsmaterial sowie mangelnden Weiterbildungsangeboten verantwortet (Brock & Grund, 2022; Guckeisen, 2023; UNESCO & Education International, 2021).

Zugleich stehen Akteure der Bildungslandschaft vor der Herausforderung, dass Aneignung von Wissen nicht auch zwangsläufig ein verändertes Verhalten bedingt. Diese Diskrepanz zwischen Wissen und Handeln gilt es zur Erreichung der Ziele einer BNE und der damit einhergehenden gesellschaftlichen Transformation im Sinne des „*Ins-Tun-Kommens*“ (Schulze & Kondratjuk, 2024, S. 106) zu überwinden. Die Forschung belegt, dass eine Vielzahl von Variablen das umweltgerechte Verhalten von Personen beeinflusst. Zu den personenbezogenen Faktoren zählen psychologische Bedingungen wie Wissen, Einstellungen, Motivation, Werte oder soziale Normen (Schultz & Kaiser, 2012).

Hinsichtlich des Wissens wird zwischen Problemwissen, Handlungswissen und Systemwissen unterschieden. Problemwissen bezeichnet das Wissen über bestehende Umweltprobleme, während unter Handlungswissen das Wissen über umweltgerechtes Verhalten verstanden wird (vgl. Hamann et al., 2016, S. 25). Systemwissen wird definiert als das Wissen über bestehende Zusammenhänge in Ökosystemen sowie über die Ursachen von Umweltproblemen (Roczen et al., 2010).

Wissen, Einstellungen (intention-behaviour gap, Sheeran & Webb, 2016), Motivation, Werte und soziale Normen haben einen maßgeblichen Einfluss auf die Intentionen, während ihr direkter Einfluss auf die konkrete Handlung geringer ausfällt (Bleys et al., 2018).

Es stellt sich daher die Frage, wie sich Problem-, Handlungs- und Systemwissen in unserem Nisthilfenprojekt über den Ansatz des Citizen Science mit konkretem umweltrelevantem Handeln verknüpfen lassen.

## 2. BNE durch Citizen-Science

*Citizen Science* (*Bürgerwissenschaften*) zeichnet sich durch eine breite Beteiligung gesellschaftlicher Akteure als Laien, meist unter der Leitung von Experten wie WissenschaftlerInnen aus (Eitzel et al., 2017).

Mit der aktiven Einbindung der Öffentlichkeit in Problemlösungsprozesse gesellschaftlich relevanter Fragestellungen entsteht ein Raum des selbstbestimmten Lernens (Lernen durch Handeln), der eigenständige Bildungserfahrungen und die Überwindung der Diskrepanz zwischen Wissen und Handeln ermöglicht (Phillips et al., 2021; Richter et al., 2018). Genau darin liegt das Gestaltungspotenzial begründet (Abb. 1), weshalb Citizen Science zunehmend an wissenschaftlicher, gesellschaftlicher und politischer Relevanz gewinnt.



Abb. 1: Gestaltungspotenzial von Citizen Science (Quelle: eigene Darstellung, adaptiert nach Richter et al., 2018)

Citizen Science als Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Bildung birgt das Potenzial, die Bildungsziele einer BNE umzusetzen und deren nachhaltige Verankerung in der Gesellschaft zu unterstützen (Richter et al., 2018). Zentral sind hierbei die Förderung von Gestaltungskompetenz (de Haan, 2014) und die Steigerung der Selbstwirksamkeit, mit Raum für selbstgesteuertes sowie interessengeleitetes Lernen (u.a. Richter et al., 2018; Sauermann et al., 2020) in Form eigener Forschungsprojekte mit dem Ziel einer Teilhabe an gesellschaftlichen Transformationsprozessen.

Gestaltungskompetenz umfasst die Fähigkeit, vorausschauend zu denken und zu handeln. Damit einher geht die Erkenntnis, dass die Zukunft gestaltbar ist, sowie die Kompetenz, in der Gegenwart konkrete Handlungsoptionen zu entwickeln und umzusetzen (de Haan, 2002).

## 3. Insektennisthilfen als Forschungsinstrument an Universitäten und Schulen

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, haben wir anhand des umweltrelevanten Themas des Biodiversitätsverlusts am Beispiel von Wildbestäubern in Nisthilfen ein partizipatives Lehrkonzept entwickelt.

## *Insektennisthilfen an Schulen: Entwicklung einer Bestimmungsapp und Identifikation von Gelingensbedingungen für interdisziplinäre Citizen Science Programme*

Vor dem Hintergrund des fortschreitenden Artensterbens ist sowohl eine Sensibilisierung der Gesellschaft für den Biodiversitätsschutz als auch eine stärkere Beteiligung der Gesellschaft erforderlich. Artenschutz am Beispiel der Vielfalt von Wildbienen eignet sich hierfür in besonderem Maße. Sie sind Voraussetzung, um ein aktives und produktives Ökosystem mit größerer Widerstandsfähigkeit zu erhalten.

Wildbestäuber, insbesondere Wildbienen, spielen aufgrund ihrer Bestäubungseffizienz eine zentrale Rolle für den Erhalt von Ökosystemen (Garibaldi et al., 2013). Eine Vielzahl meist anthropogen begründeter Gefährdungsursachen führt dazu, dass sie vom fortschreitenden Verlust der biologischen Vielfalt betroffen sind (Patel et al., 2021), weshalb Daten zu ihrer Verbreitung von hoher Relevanz sind. Die Erhebung flächendeckender Daten ist ohne den Einbezug von Laien nur mit sehr hohem Aufwand für ForscherInnen möglich. Die Erhebung dieser Daten in Form jährlicher Monitorings ist eines der großen Ziele dieses Projekts.

Zur Erforschung von Wildbienen gibt es unterschiedliche Erfassungsmethoden (Klaus et al., 2024). Eine beliebte Methode ist das Aufstellen von Nisthilfen halmnistender Wildbienenarten. Diese nutzen die angebotenen Hohlräume (Bohrlöcher oder Halme unterschiedlicher Durchmesser), um darin ihre Nester zu bauen. Die Nester lassen sich gut anhand ihrer charakteristischen Merkmale einer Art oder Artengruppe zuordnen und sind leichter zu bestimmen als die adulten Tiere selbst. Obwohl diese Nisthilfen nur etwa sechs Prozent der in Deutschland heimischen Arten nutzen, lässt sich zeigen, dass die Artenzahl der darin nistenden Tiere mit der Artenzahl der im Habitat insgesamt angesiedelten Wildbienen korreliert (Tscharrntke et al., 1998). Damit ist diese Methode ein gutes Maß der lokalen Biodiversität.

Darüber hinaus sind Nisthilfen aus didaktischer Perspektive ein überaus spannendes Unterrichtsmittel, da sich in der Natur nur selten die Gelegenheit bietet, eine Wildbiene über einen längeren Zeitraum zu beobachten. Mit dem Einsatz von Nisthilfen kann eine Lernumgebung außerhalb des Klassenraumes entstehen, in der SchülerInnen Natur erfahren können, indem sie Wildbienen beim Bau ihrer Nester aus nächster Nähe beobachten. Da sie nur in unmittelbarer Nähe eine Scheu vor Menschen haben und selbst im Bereich ihrer Nester sehr friedfertig sind, lassen sie sich tagsüber vom zeitigen Frühjahr bis in den späten Herbst beobachten (Larsen & Langstein, 2021).

Nisthilfen finden im Kontext Citizen Science bereits Anwendung, werden jedoch von Laien meist nur aufgestellt und nach einer Nistperiode an die WissenschaftlerInnen zurückgeschickt oder fotografiert. Die Bestimmung der Nester wird dabei von Experten durchgeführt (siehe dazu <https://schulinsektenhaus.de> oder <https://wildbienen.thuenen.de/mitmachen/nisthilfe-patenschaft/>).

In unserem Projekt möchten wir gemeinsam mit der Professur für Naturschutz und Landschaftsökologie der Universität Freiburg noch einen Schritt weiter gehen und mit einem Lehrkonzept und digitaler Unterstützung mittels einer BestimmungsApp (angehende) Lehrkräfte und SchülerInnen befähigen, Wildbienen in Nisthilfen selbst zu bestimmen sowie die eigenständige Forschung der SchülerInnen und Studierenden fördern.

## *Insektennisthilfen an Schulen: Entwicklung einer Bestimmungsass und Identifikation von Gelingensbedingungen für interdisziplinäre Citizen Science Programme*

Dazu werden, eingebettet in ein dreigliedriges Fortbildungskonzept, Nisthilfen an die Schulen ausgegeben, schuljahres- beziehungsweise semesterbegleitende Langzeitbeobachtungen sowie zweimal jährlich eine Bestimmung der darin nistenden Bienen und Wespen durchgeführt (Monitoring).

Beim Einüben naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen werden Naturbeobachtungen und Primärerfahrungen ermöglicht, die zur Steigerung der Naturverbundenheit beitragen können. Zudem fördert eine vertiefte Auseinandersetzung mit Wildbienen und Wespen nicht nur die Artenkenntnis, sondern vermittelt zudem Problemwissen, Handlungswissen sowie Systemwissen. Dies resultiert in der Konzeption spezifischer Handlungsstrategien zum Erhalt der Artenvielfalt sowie der Identifikation von Faktoren, die sich hinderlich auf ebenjene auswirken.

Das Nisthilfenprojekt verfolgt nicht nur das Ziel, bei den Lernenden Artenkenntnis und ein Verantwortungsbewusstsein für Natur und Umwelt zu entwickeln, sondern darüber hinaus ein umweltgerechtes Verhalten zu fördern, welches sich in konkreten Maßnahmen zum Schutz der Artenvielfalt der Wildbienen äußert, z.B. durch eine Umgestaltung des Schulhofs bzw. des Universitätsgeländes.

Diese Förderung der Gestaltungskompetenz kann sich beispielsweise in der Umgestaltung des Schul- bzw. Universitätsgeländes mit Fokus auf die Förderung der Biodiversität manifestieren. Wir erwarten, dass eine solche Umgestaltung als konkrete Maßnahme die Biodiversität beziehungsweise die Populationsdichte von Wildbienen erhöht wird, was die TeilnehmerInnen mit ihrer Datenerhebung selbst messen können. Diese direkte Rückmeldung auf ihr Handeln sollte die Ergebnis- und Selbstwirksamkeit der TeilnehmerInnen fördern und sich positiv auf die wahrgenommene Gestaltungskompetenz auswirken. Die Umsetzung solcher Maßnahmen erfordert dabei nicht nur eine gemeinsame Planung, sondern auch Aushandlungsprozesse der verschiedenen Interessensgruppen wie Schulleitung, GärtnerInnen und möglichen GeldgeberInnen.

### **4. Forschungsumgebung**

Um Lernende zu befähigen, Wildbienen und Wespen in Nisthilfen zu erfassen, ist es zunächst wichtig, (angehende) Lehrkräfte und Dozierende als MultiplikatorInnen entsprechendes Fachwissen zu vermitteln sowie reliable Werkzeuge an die Hand zu geben. Unser Projekt umfasst daher ein Paket (Abb.2), das wir im Folgenden vorstellen.

*Insektennisthilfen an Schulen: Entwicklung einer Bestimmungsapp und Identifikation von Gelingensbedingungen für interdisziplinäre Citizen Science Programme*

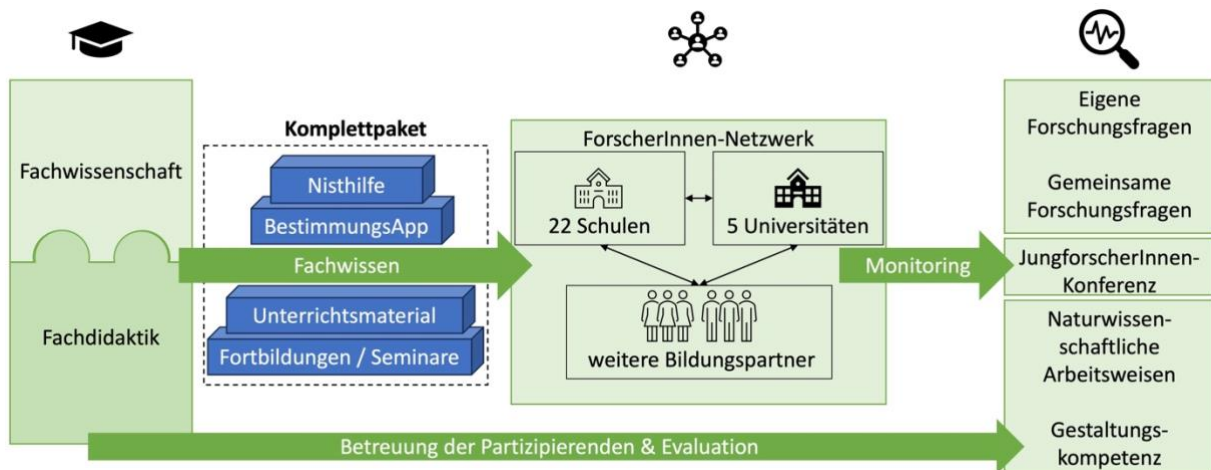


Abb. 2: Konzeption der forschenden Lehr-Lern-Umgebung (Quelle: eigene Darstellung)

*BestimmungsApp*

Die Identifizierung von Wildbienen- und Wespenarten anhand ihrer Nester stellt hohe Anforderungen an Laien. Im ersten Schritt wurden daher Merkmale identifiziert, die eine eigenständige Bestimmung der Nistgänge in Nisthilfen durch SchülerInnen und StudentInnen ermöglichen. Dazu wurde auf der Plattform ID-Logics in einem Design-Based Research-Ansatz (Reinmann, 2005) eine App programmiert (Larsen et al., im Druck) und auf Basis der Evaluationsergebnisse von zwei Testzeitpunkten überarbeitet. Diese wurden mittels Screenshot-Analysen der Bestimmungspfade, Beobachtungen der ProbandInnen (SchülerInnen, Studierende, Lehrkräfte) und gezielten Feedbackgesprächen erhoben. Durch die Entwicklung von Hilfsvideos, die Neustrukturierung und Beschriftung der Grafiken sowie die Überarbeitung der Fragen konnte die Anzahl richtiger Bestimmungen von Testzeitpunkt 1 zu Testzeitpunkt 2 um 25% auf 58% gesteigert werden (Larsen et al., 2024). Ob nach wiederholter Überarbeitung die Bestimmungsquote weiter gesteigert werden kann, wird bis Ende des Jahres 2024 evaluiert.

## Insektennisthilfen an Schulen: Entwicklung einer Bestimmungsapp und Identifikation von Gelingensbedingungen für interdisziplinäre Citizen Science Programme

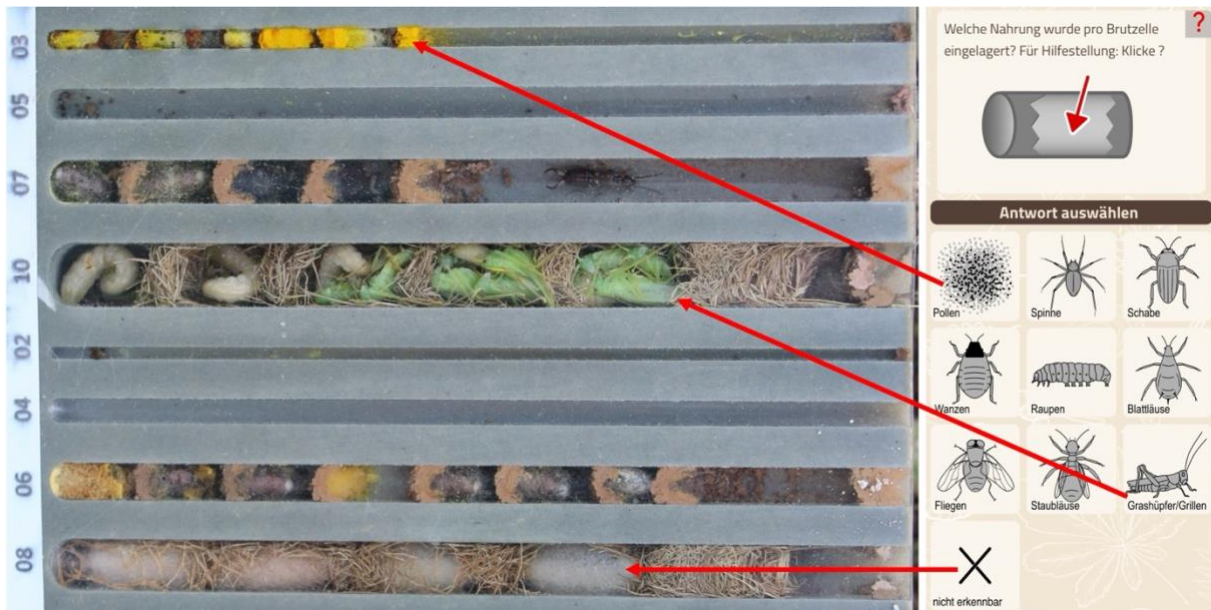


Abb. 3: Von Wildbienen und Wespen genutzte Nistgänge einer Nisthilfen (links) und Einblick in die BestimmungsApp (rechts) (Quelle: eigene Darstellung)

### Fortbildungs- und Betreuungskonzept

Das entwickelte Fortbildungsangebot ist sequenziell und partizipativ strukturiert, sodass MultiplikatorInnen zunächst Fachwissen zu Wildbienen und Solitärwespen sowie dem Umgang mit der Nisthilfe erlangen. Darauf aufbauend beschäftigt sich das zweite Fortbildungsmodul mit dem didaktischen Potenzial, also Möglichkeiten der unterrichtlichen Umsetzung anhand zuvor entwickelter Unterrichtsmaterialien. Darüber hinaus wird die Bestimmung der Nester mit der entwickelten App eingeübt. Die dritte Fortbildung nutzt die von den Schulen selbst erhobenen Daten als Ausgangspunkt für die Diskussion möglicher Fragestellungen sowie konkreter Möglichkeiten der (Weiter)Entwicklung des Projekts an der eigenen Schule im Sinne einer BNE.

Projektbegleitend erheben wir mittels Fragebögen die Gelingensbedingungen unseres Citizen Science Projekts (Abb. 4). Über den gesamten Projektverlauf begleiten wir die Teilnehmenden über E-Mail, stehen als persönliche AnsprechpartnerInnen zu Verfügung und bieten Online-Meetings zum gegenseitigen Austausch an. Dabei ist es von großer Wichtigkeit, dass sich die Beteiligten als gemeinsames Forschungsnetzwerk verstehen und durch eine regelmäßige Feedbackkultur die Möglichkeit haben, das Projekt mitzugestalten.

### Unterrichtsmaterialien

Das in Zusammenarbeit mit Studierenden entwickelte Unterrichtsmaterial ist überwiegend in Form interaktiver E-Books (MuxBooks) erstellt worden, die traditionelle Lehrmethoden mit multimedialen Elementen erweitern. Sie ermöglichen eine flexible und anschauliche Auseinandersetzung mit Wildbienen und Wespen (Larsen & Raab, 2023). Ein MuxBook greift die im Rahmen der Evaluation der BestimmungsApp identifizierten Bestimmungshürden auf. Nach Nutzung des MuxBook ließ sich bei SchülerInnen einer vierten Klasse ein Zuwachs der

## *Insektentisthilfen an Schulen: Entwicklung einer Bestimmungsapp und Identifikation von Gelingensbedingungen für interdisziplinäre Citizen Science Programme*

korrekten Bestimmungen um 8% feststellen (Gran, unveröffentlicht). Darüber hinaus entwickeln wir gemeinsam mit Studierenden Kurzvideos einzelner Wildbienen- und Wespenarten sowie deren Identifizierung mit unserer BestimmungsApp. Daran anknüpfend wird aktuell ein Spiel basierend auf dem Bau von Nistgangmodellen verschiedener Wildbienenarten entwickelt, das zur Erforschung der Habitatsbedingungen und ökologischen Abhängigkeiten von Wildbienen anregt (Kalweit, unveröffentlicht).

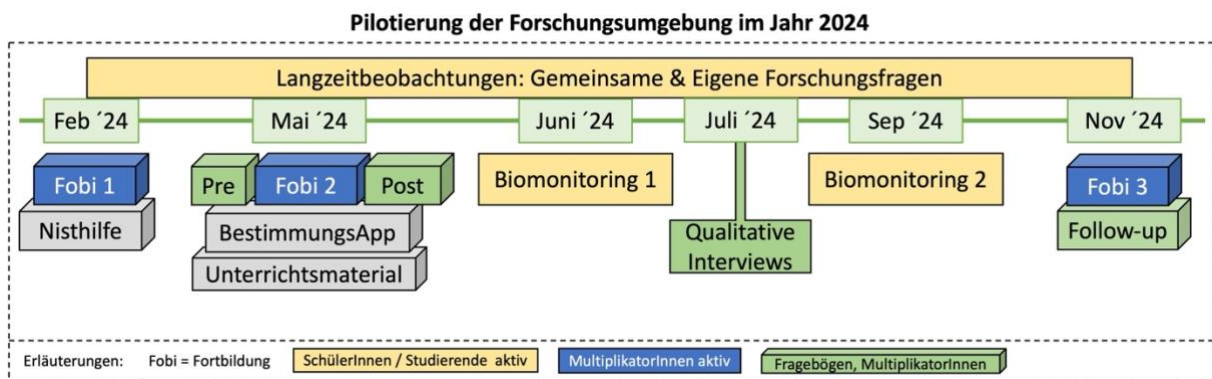


Abb. 4: Struktur der Pilotierung der Forschungsumgebung im Jahr 2024 (Quelle: eigene Darstellung)

### **5. Ausblick**

Die Pilotierung unseres interdisziplinären Citizen Science Projekts im Jahr 2024 erfuhr rege Beteiligung. Es nehmen bereits fünf Universitäten, 22 Schulen sowie weitere außerschulische Bildungsakteure teil. Diese Teilnehmenden wurden zu MultiplikatorInnen und implementierten das Projekt auf vielfältige Weise in den Unterricht, von freiwilligen Angeboten im Rahmen von AG's und Wahlseminaren bis hin zu konkreten Konzepten für Seminare der gymnasialen Oberstufe.

Auf diesem Erfolg aufbauend, planen wir im Jahr 2025 die deutschlandweite Ausweitung des Projekts mit einer JungforscherInnen-Konferenz zum Jahresabschluss. Dabei begegnen sich teilnehmende Schulen und Studierende, stellen ihre eigenen Beobachtungen, Forschungsideen und Umsetzungen vor und analysieren ihre Daten gemeinsam. SchülerInnen und Studierenden können untereinander und mit WissenschaftlerInnen diskutieren, Handlungsmöglichkeiten erschließen, planen und gemeinsam umsetzen.

*Insektennisthilfen an Schulen: Entwicklung einer Bestimmungsapp und Identifikation von Gelingensbedingungen für interdisziplinäre Citizen Science Programme*

**Literatur**

Bleys, B., Defloor, B., Van Ootegem, L., & Verhofstadt, E. (2018). The Environmental Impact of Individual Behavior: Self-Assessment Versus the Ecological Footprint. *Environment and Behavior*, 50(2), 187–212. <https://doi.org/10.1177/0013916517693046>

Braßler, M. (2018). Hochschulbildung für eine nachhaltige Entwicklung: Wie kann man Nachhaltigkeit wirksam lehren und lernen? In C. T. Schmitt & E. Bamberg (Hrsg.), *Psychologie und Nachhaltigkeit* (S. 81–90). Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-19965-4\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-658-19965-4_7)

Brock, A., & Grund, J. (2022). *Formale Bildung in Zeiten von Krisen – die Rolle von Nachhaltigkeit in Schule, Ausbildung & Hochschule*. (S. 24 Seiten). Freie Universität Berlin. <https://doi.org/10.17169/REFUBIUM-36890>

de Haan, G. (2002). Die Kernthemen der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. *ZEP: Zeitschrift für internationale Bildungsforschung und Entwicklungspädagogik*, 25(1), 13–20. <https://doi.org/10.25656/01:6177>

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) (30.10.2024).

Eitzel, M. V., Cappadonna, J. L., Santos-Lang, C., Duerr, R. E., Virapongse, A., West, S. E., Kyba, C. C. M., Bowser, A., Cooper, C. B., Sforzi, A., Metcalfe, A. N., Harris, E. S., Thiel, M., Haklay, M., Ponciano, L., Roche, J., Ceccaroni, L., Shilling, F. M., Dörler, D., ... Jiang, Q. (2017). Citizen Science Terminology Matters: Exploring Key Terms. *Citizen Science: Theory and Practice*, 2(1), 1. <https://doi.org/10.5334/cstp.96>

Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A., Kremen, C., Carvalheiro, L. G., Harder, L. D., Afik, O., Bartomeus, I., Benjamin, F., Boreux, V., Cariveau, D., Chacoff, N. P., Dudenhöffer, J. H., Freitas, B. M., Ghazoul, J., Greenleaf, S., ... Klein, A. M. (2013). Wild Pollinators Enhance Fruit Set of Crops Regardless of Honey Bee Abundance. *Science*, 339(6127), 1608–1611. <https://doi.org/10.1126/science.1230200>

Gran, D. (unveröffentlicht). *Bestimmung von Wildbienen im Sachunterricht Überwindung von Lernhürden mithilfe Multimedia User Experience Books (MuxBooks)*. Otto-Friedrich Universität Bamberg. MuxBook verfügbar unter: <https://www.uni-bamberg.de/nawididaktik/forschungsgebiete-kooperationen/muxbooks/> (01.11.2024).

Guckeisen, L. (2023). *Welche Rolle spielt das Thema Nachhaltigkeit im Unterricht? Interview mit Dr. Antje Brock und Julius Grund*. <https://www.campus-schulmanagement.de/magazin/welche-rolle-spielt-das-thema-nachhaltigkeit-im-unterricht> (29.10.2024).

Hamann, K., Baumann, A., & Löschinger, D. (2016). *Psychologie im Umweltschutz: Handbuch zur Förderung nachhaltigen Handelns*. Initiative Psychologie im Umweltschutz e.V.

*Insektennisthilfen an Schulen: Entwicklung einer Bestimmungsapp und Identifikation von Gelingensbedingungen für interdisziplinäre Citizen Science Programme*

Holfelder, A.-K. (2018). *Orientierungen von Jugendlichen zu Nachhaltigkeitsthemen*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-18681-4>

Holland, D. A. (2023). *Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) kooperativ gestalten: Vergleich monodisziplinärer und interdisziplinärer Kooperation von Lehramtsstudierenden bei der Planung, Durchführung und Reflexion von Online-BNE-Unterricht*. Logos Verlag Berlin. <https://doi.org/10.30819/5760>

Klaus, F., Ayasse, M., Classen, A., Dauber, J., Diekötter, T., Everaars, J., Fornoff, F., Greil, H., Hendriksma, H. P., Jütte, T., Klein, A. M., Krahnert, A., Leonhardt, S. D., Lüken, D. J., Paxton, R. J., Schmid-Egger, C., Steffan-Dewenter, I., Thiele, J., Tschardt, T., ... Pistorius, J. (2024). Improving wild bee monitoring, sampling methods, and conservation. *Basic and Applied Ecology*, 75, 2–11. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2024.01.003>

Larsen, Y., Kalweit, M., Fornoff, F., & Messig, D. (im Druck). Pollen oder Grashüpfer? Digitale Bestimmung von Wildbienen und Wespen in Nisthilfen für mehr Artenvielfalt im Biologieunterricht. *MNU-Journal*.

Larsen, Y., Kalweit, M., Messig, D., & Fornoff, F. (2024). *Biology education to bridge the gap between science and society: Citizen science by monitoring and protecting wild bees and wasps*. ERIDOB 2024 - 14th Conference of European Researchers in Didactics of Biology, Lyon, France. DOI: 10.20378/irb-97891.

Larsen, Y., & Langstein, J. (2021). *Nisthilfen für Wildbienen*. Klett MINT. <https://mint-zirkel.de/wp-content/uploads/2021/06/8-10-nisthilfen-fuer-wildbienen-web-1.pdf>

Larsen, Y., & Raab, P. (2023). Auf den Spuren der Wildbienen – Storytelling mit Hilfe eines multimedialen Buches. In Tramowsky, Meßinger-Koppelt, & Irion (Hrsg.), *Naturwissenschaftlicher Sachunterricht digital: Toolbox für den Unterricht* (Bd. 3, S. 88–91). Joachim Herz Stiftung Verlag. [https://www.mint-digital.de/detail-experimente?tx\\_mintexperiments\\_detail%5Baction%5D=detail&tx\\_mintexperiments\\_detail%5Bcontroller%5D=Experiment&tx\\_mintexperiments\\_detail%5Bexperiment%5D=310&cHash=a921d84263d08143996cbbf84f93feba](https://www.mint-digital.de/detail-experimente?tx_mintexperiments_detail%5Baction%5D=detail&tx_mintexperiments_detail%5Bcontroller%5D=Experiment&tx_mintexperiments_detail%5Bexperiment%5D=310&cHash=a921d84263d08143996cbbf84f93feba)

Patel, V., Pauli, N., Biggs, E., Barbour, L., & Boruff, B. (2021). Why bees are critical for achieving sustainable development. *Ambio*, 50(1), 49–59. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01333-9>

Phillips, T. B., Parker, A., Bowser, A., & Haklay, M. (2021). Publicly Generated Data: The Role of Citizen Science for Knowledge Production, Action, and Public Engagement. In C. C. Ferreira & C. F. C. Klütsch (Hrsg.), *Closing the Knowledge-Implementation Gap in Conservation Science* (Bd. 4, S. 83–107). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-81085-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-81085-6_4)

Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Unterrichtswissenschaft*, 33(1), 52–69. <https://doi.org/10.25656/01:5787>

*Insektennisthilfen an Schulen: Entwicklung einer Bestimmungsapp und Identifikation von Gelingensbedingungen für interdisziplinäre Citizen Science Programme*

Richter, A., Singer-Brodowski, M., Hecker, S., Trénel, M., Letz, B., & Bonn, A. (2018). *Positionspapier: Handlungsbedarfe und Maßnahmen für die Förderung von Citizen Science in der Umweltbildung und Umweltkommunikation.*

Roczen, N., Kaiser, F. G., & Bogner, F. X. (2010). Umweltkompetenz – Modellierung, Entwicklung und Förderung. Projekt Umweltkompetenz. In *Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes: Bd. Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft* (Nummer 56, S. 126–134). Beltz. <https://doi.org/10.25656/01:3386>

Sauermann, H., Vohland, K., Antoniou, V., Balázs, B., Göbel, C., Karatzas, K., Mooney, P., Perelló, J., Ponti, M., Samson, R., & Winter, S. (2020). Citizen science and sustainability transitions. *Research Policy*, 49(5), 103978. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103978>

Schultz, P. W., & Kaiser, F. G. (2012). Promoting Pro-Environmental Behavior. In S. D. Clayton (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Environmental and Conservation Psychology* (S. 556–580). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199733026.013.0029>

Schulze, M., & Kondratjuk, M. (2024). Nachhaltigkeit lehren für die Erwachsenenbildung. Perspektiven auf BNE-Lehrprojekte im Modus Forschenden Lernens Mandy Schulze und Maria Kondratjuk. In M. Ebner von Eschenbach, B. Käßlinger, M. Kondratjuk, K. Kraus, M. Rohs, B. Schmidt-Hertha, K. J. Rott, & V. Thalhammer (Hrsg.), *Erwachsenenbildung und Nachhaltigkeit*. Verlag Barbara Budrich. <https://doi.org/10.3224/84742765>

Sheeran, P., & Webb, T. L. (2016). The Intention–Behavior Gap. *Social and Personality Psychology Compass*, 10(9), 503–518. <https://doi.org/10.1111/spc3.12265>

Tscharntke, T., Gathmann, A., & Steffan-Dewenter, I. (1998). Bioindication using trap-nesting bees and wasps and their natural enemies: Community structure and interactions. *Journal of Applied Ecology*, 35(5), 708–719. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1998.355343>

UNESCO & Education International. (2021). *Teachers have their say: Motivation, skills and opportunities to teach education for sustainable development and global citizenship*. <https://doi.org/10.54675/YXRW9784>

**Angaben zu den Autor\*innen:**

Maurice Kalweit studiert Mittelschullehramt und ist Mitarbeiter der Didaktik der Naturwissenschaften in Bamberg.

Sophia Hochrein ergänzt das Team interdisziplinär als wissenschaftliche Mitarbeiterin der Didaktik der Naturwissenschaften in Bamberg.

Prof. Dr. Yelva Larsen leitet die Professur für Didaktik der Naturwissenschaften in Bamberg.

Dr. Felix Fornoff ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Professur für Naturschutz und Landschaftsökologie der Universität Freiburg.

*Insektennisthilfen an Schulen: Entwicklung einer Bestimmungsass und Identifikation von  
Gelingensbedingungen für interdisziplinäre Citizen Science Programme*

Dieses Projekt gehört zum Forschungsprojekt DiKuLe (Digitale Kulturen der Lehre entwickeln) und wird durch die Stiftung Innovation in der Hochschullehre gefördert.