

Insektensterben im Unterricht – Ursachenforschung und Hand- lungsoptionen

Spielerische Zugänge für die Klassenstufen 5 bis 7

Laura Christ, Liane Flemming & Daniel Dreesmann

Johannes Gutenberg-Universität Mainz, AG Didaktik der Biologie, Institut für Organismische und Molekulare Evolutionsbiologie (iomE), D-55099 Mainz, laura.christ@uni-mainz.de

Es steht außer Frage, dass der Rückgang von Biodiversität und das damit einhergehende Insekten- und Wildbienensterben dringend Handlungsbedarf erfordern. Um jedoch eigenes Handeln reflektieren und bewerten zu können, muss im Vorhinein Ursachenforschung betrieben werden. Zur Erarbeitung im Biologieunterricht eignen sich hierfür vor allem spielerische Methoden. Im folgenden Artikel werden hierfür ein Mystery, welches die Komplexität der Thematik darstellt, sowie ein Planspiel, welches die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler abbildet und sie zu Handelnden macht, vorgestellt. Beide Materialien wurden im Projekt „Hummeln helfen! Rhein-Main“ eingesetzt und erprobt.

Stichwörter: Wildbienen, Insekten, Mystery, Planspiel, Wildbienensterben, Insektensterben

1 Bestäubende Insekten: Ihre Bedeutung und Gefährdung

Die biologische Vielfalt ist bedeutende Grundlage des menschlichen Lebens (vgl. BMU, 2018). Umso alarmierender ist es, dass sie als stark gefährdet gilt und weltweit immer mehr abnimmt: Laut Ergebnissen der sogenannten „Krefeld-Studie“ aus dem Jahr 2017 ist nicht nur die Artenvielfalt, sondern auch die Biomasse an Fluginsekten in den vergangenen 27 Jahren im Schnitt um 76,7 % zurückgegangen (vgl. Hallmann et al., 2017). Schätzungen nach sind weltweit 250 000 bis 500 000 Insektenarten in den letzten 20 Jahren ausgestorben (Cardoso et al., 2014). Auch die Vielfalt in der Familie der Echten Bienen (Apidae, s. Kasten 1) ist stark gefährdet: Etwa 48 % der einheimischen Wildbienen sind laut Roter Liste und Gesamtartenliste der Bienen bestandsgefährdet oder schon ausgestorben (Westrich et al., 2011; Westrich, 2018).

Wenn die Entwicklung weiter in diesem Maße voranschreitet, bringt dies auch negative Folgen für das menschliche Wohlergehen mit sich, da zahlreiche Pflanzen- und Tierarten für Ökosystemleistungen wie Bestäubung, Bodenbildung oder Selbstreinigung von Wasser und Luft erheblich sind

(vgl. Fartmann et al., 2021) und zahlreiche Funktionen in Ökosystemen erfüllen. Hierzu zählt insbesondere die Bestäubung von Pflanzen. Daneben spielt die Artenvielfalt von Insekten vor allem für die Stabilität verschiedenster Ökosysteme eine tragende Rolle (vgl. Goulson et al., 2015; Klein et

Weltweit gibt es in der Familie der „Echten Bienen“ (Apidae) neben der Honigbiene (*Apis*) eine enorme Wildbienen Vielfalt. Obwohl diese Vielfalt nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch entscheidend bedeutsam ist, ist diese Tatsache den meisten Menschen nicht bewusst. Auch Schülerinnen und Schüler besitzen nicht die Fähigkeit, die Bedeutung von Wildbienenarten für die biologische Vielfalt zu erkennen und zwischen einzelnen Arten der Familie Apidae zu unterscheiden: In einer Studie von Christ & Dreesmann (2022) mit 421 Schülerinnen und Schülern der Klassen 5 bis 7 assoziieren 28,1 % mit dem Begriff „Wildbiene“ lediglich die Honigbiene. Auch die Identifikation anhand von Fotos fällt Schülerinnen und Schülern schwer: Weniger als die Hälfte von 12 Fotos mit Honigbienen, Wildbienen und Schwebfliegen wurden richtig bestimmt (Christ & Dreesmann, 2022).

al., 2007). Zudem sind für die Vielfalt von Blütenpflanzen bestäubende Insekten, vor allem Wildbienen, aber auch Hummeln, die zu den Wildbienen gezählt werden, und Schmetterlinge entscheidend.

Kasten 1

Zusätzlich gehen durch den Verlust einzelner, auf bestimmte Pflanzen spezialisierte Insekten, notwendige Interaktionen zwischen diesen Lebewesen verloren (vgl. Biesmeijer et al., 2006), was zu einem Rückgang beider Arten führt. Diese Spezialisierung ist auch der Grund, warum Ausfälle einer Art oft nicht von anderen Arten kompensiert werden können. Folglich ist nicht nur die reine Anzahl einzelner Arten von Bedeutung, sondern ihre gesamte Vielfalt (vgl. Müller & Heubach, 2016). Dazu kommt die enorme ökonomische Bedeutung von Bestäubung: Etwa 90 % der Blütenpflanzen und ca. 374 unserer Nutzpflanzenarten sind auf Insektenbestäubung angewiesen (vgl. Segerer & Rosenkranz, 2018:33). Dadurch ist über drei Viertel des Ernteertrags der Welt auf die Bestäubung durch Insekten zurückzuführen (vgl. Klein et al., 2007), was in der EU einem wirtschaftlichen Wert von insgesamt ca. 14,6 Milliarden Euro, also 12 % der jährlichen Pflanzenproduktion entspricht (vgl. Leonhardt et al., 2013).

1.1 Ursachen und Einflussgrößen des Insektensterbens

Insekten werden in ihren Individuen- und Artenzahlen zunehmend durch die Lebensweise der menschlichen Bevölkerung gefährdet und verringert (vgl. Hopper et al., 2005). Als Einflussgrößen für das Wildbienen- und Insektensterben gelten in erster Linie der Verlust an natürlichen Lebensräumen (vgl. Fahrig, 2003), die veränderte und intensivierte Landnutzung (vgl. Hansen, Defries & Turner, 2012) sowie die Einführung invasiver Arten (vgl. Chornesky & Randal, 2003). Der steigende Verbrauch von Landschaften aufgrund der Ausdehnung von Siedlungsflächen und damit einhergehenden Flächenversiegelungen oder der Intensivierung der Landwirtschaft führt zu einem Schrumpfen artenreicher Habitats (vgl. Segerer & Rosenkranz, 2018:110). Außerdem verursacht

die industrielle und intensive Landwirtschaft, dass monotone Nutzflächen angebaut werden und dadurch ausgeräumte Kulturlandschaften entstehen, deren Monokulturen mit Pestiziden behandelt und regelmäßig gedüngt und zudem freistehende Flächen intensiv gemäht werden. Besonders Pestizide wie das Herbizid Glyphosat beeinflussen Wildbienenpopulationen in hohem Maße: Durch die Aufnahme der Schädlingsbekämpfungsmittel infolge direkten Kontaktes mit kontaminierten Blättern oder durch eine direkte Aufnahme über den Nektar der Nahrungspflanzen. Eine indirekte Beeinflussung findet durch die Vernichtung ihrer Nahrungspflanzen durch eben solche Mittel statt (vgl. Goulson, Lye & Darvill, 2007). Auch Praktiken der intensiven Landwirtschaft, wie die Verlagerung von Klee und Heu zur Silageproduktion für Futter oder der Verlust der Fruchtfolge von Hülsenfrüchten nach Ersatz durch kontinuierlichen Anbau von Getreide, schaden den Wildbienen (Fartmann et al., 2021). In der Folge sinkt das verfügbare qualitative und quantitative Blütenangebot, welches jedoch den wichtigsten Faktor für die Diversität und den Individuenreichtum der Wildbienenfauna darstellt. Hinzu kommen die Folgen des voranschreitenden Klimawandels, wodurch auf der einen Seite die Ausbreitung von Krankheitserregern auch für Insekten beeinflusst wird (vgl. Potts et al., 2010), auf der anderen Seite nähern sich herrschende Temperaturen durch Klima-Extreme den physiologischen Grenzen der Arten, was zunehmend mit dem Verlust der biologischen Vielfalt verbunden sein wird (vgl. Bridle & Rensburg, 2020).

2 Biodiversität und Insektensterben im Biologieunterricht

Um Biodiversität weltweit zu erhalten, hat die UN-Biodiversitätskonvention 20 Ziele gesteckt, die im Zeitraum von 2011 bis 2020 erreicht werden sollten. Das erste der Ziele lautet, ein erhöhtes Bewusstsein der Biodiversität zu schaffen und fordert, dieses und das Verständnis für die biologische Vielfalt und ihren Wert auch für das menschliche Wohlergehen in die nationalen Lehrpläne zu integrieren (vgl. CBD, 2014: 34). Da das Ziel im Fortschrittsbericht des Jahres 2020 als nicht erreicht eingestuft wurde (vgl. CBD, 2020: 6), ist es umso wichtiger, in Schulen und an Universitäten den Nutzen und die Gefährdung der Biodiversität stärker thematisch zu verankern, um ein Bewusstsein für die Notwendigkeit und den Wert der Biodiversität zu entwickeln (vgl. Crisci et al., 2014). Um dies umzusetzen, müssen Schülerinnen und Schüler zunächst ein Verständnis für die Wichtigkeit von Artenkenntnissen erwerben (vgl. Sturm & Berthold, 2015). Darauf aufbauend können anschließend Zusammenhänge innerhalb verschiedener Arten aufgezeigt werden, um die Bedeutung der Vielfalt an sich und für den Menschen, sowie Auswirkungen auf die Vielfalt zu verstehen. Da Insekten mit etwa 75 % aller bekannten höheren Lebewesen die artenreichste Klasse ausmachen (vgl. Segerer & Rosenkranz, 2018:22) und einen enormen ökologischen und ökonomischen Wert aufweisen (vgl. Fartmann et al., 2021:9), ist eine Beschäftigung mit eben diesen unausweichlich. Zusätzlich dazu sieht die Kultusministerkonferenz ein Ziel des Biologieunterrichts im Legen von Grundlagen für umweltverträgliches Verhalten (Kultusministerkonferenz, 2005), was für den Schutz von Biodiversität notwendig ist.

Lehrplanbezüge und Kompetenzbereiche

Die Thematiken *Artenvielfalt* und *Verantwortung für den Artenschutz* finden sich in den Lehrplänen aller Bundesländer der Bundesrepublik Deutschland. Das im Folgenden vorgestellte Material wurde für Schulen in Rheinland-Pfalz und Hessen konzipiert und im Rahmen des Projektes „Humeln helfen! Rhein-Main“ (siehe Kasten 2) entsprechend erprobt. Sowohl das im Artikel vorgestellte Mystery als auch das Planspiel sind schülerzentriert sowie kompetenz- und handlungsorientiert und decken damit alle in den Bildungsstandards genannten Kompetenzbereiche im Fach Biologie (KMK, 2004) ab (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Kompetenzbereiche der Bildungsstandards (KMK, 2004), die in den spielerischen Erarbeitungen des Insektensterbens abgedeckt werden.

Kompetenzbereich	
Fachwissen	<p><i>Basiskonzept Struktur und Funktion:</i> Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die strukturelle und funktionelle Organisation im Ökosystem.</p> <p><i>Basiskonzept Entwicklung:</i> Die Schülerinnen und Schüler kennen und erörtern Eingriffe des Menschen in die Natur.</p>
Erkenntnisgewinnung	<p>Die Schülerinnen und Schüler erkennen die mit der Abnahme natürlicher Vielfalt verbundenen Risiken und Folgen und beschreiben das Zusammenwirken dieser.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erklären dynamische Prozesse in Ökosystemen mithilfe von Modellvorstellungen.</p>
Kommunikation	<p>Die Schülerinnen und Schüler kommunizieren und argumentieren in verschiedenen Sozialformen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler werten Informationen zu biologischen Fragestellungen aus verschiedenen Quellen zielgerichtet aus und verarbeiten diese situationsgerecht.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erklären biologische Phänomene und setzen Alltagsvorstellungen dazu in Beziehung.</p>
Bewertung	<p>Die Schülerinnen und Schüler beschreiben und beurteilen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in einem Ökosystem.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler erörtern und bewerten Handlungsoptionen, um im Alltag dem Insektensterben entgegenzuwirken.</p>

Das Projekt Hummeln helfen! Rhein-Main

Im Projekt erarbeiten Schülerinnen und Schüler weiterführender Schulen die Bedeutung von Bestäubern sowie der Insektenvielfalt im Alltag. Anschließend untersuchen sie ihr eigenes Schulgelände im Rahmen eines Monitoring und gestalten dieses aufbauend auf ihren Ergebnissen hummel- und insektenfreundlich um. Dabei sollen sie, dem *Citizen Science*-Konzept folgend, zu eigenem Handeln ermutigt werden und als ausgebildete Hummelhelferinnen und -helfer ihr persönliches Umfeld für Aktionen zum Insektenschutz begeistern.

Das Projekt „Hummeln helfen! Rhein-Main“ wird im Bundesprogramm Biologische Vielfalt durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums, für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) gefördert.

www.hummeln-helfen.de



Abb. 1. Das Projektlogo von "Hummeln helfen! Rhein-Main" © Laura Christ | AG Didaktik der Biologie

Kasten 2

3 Spielerische Erarbeitung des Wildbienensterbens

Eine große Methodenvielfalt im Unterricht und speziell in den naturwissenschaftlichen Fächern ist zielführend, um Schülerinnen und Schülern Wissen und eine positive Haltung zum Unterrichtsfach zu vermitteln (vgl. Killermann, 2010). Aufgrund der Vielfalt an möglichen Methoden ist es wichtig, bei der Auswahl das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler zu berücksichtigen und sich an ihrer Lebenswelt zu orientieren. Im Folgenden werden zwei Methoden vorgestellt, um das Wildbienensterben im Biologieunterricht auf spielerische Weise zu analysieren und dadurch Wissen kompetenzorientiert zu vermitteln. Die Mystery-Methode ermöglicht die Darstellung der Komplexität sowie das Zusammenspiel der Einflussgrößen des Wildbienensterbens und erfordert gleichzeitig Lösestrategien. Die Planspiel-Methode bietet die Möglichkeit, die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler didaktisch reduziert abzubilden und macht sie selbst zu Handelnden, indem sie persönliche Entscheidungen treffen und Strategien entwickeln. An beide Erarbeitungsmethoden schließt sich eine Reflexion an, um die Inhalte anwendungsorientiert nutzbar zu machen und die Schülerinnen und Schülern aufzufordern, ihr eigenes Handeln zu reflektieren und gegebenenfalls zu überdenken.

3.1 Die Mystery-Methode

Die Mystery-Methode soll vernetzendes Denken sowie die Problemlösekompetenzen von Schülerinnen und Schülern gezielt fördern (vgl. Vankan, Rohwer & Schuler, 2007). Dabei geht es darum, eine rätselhafte Aussage oder Frage zu bearbeiten, wobei es nicht um „richtig“ oder „falsch“ geht, sondern darum, vorliegende Einzelinformationen zur Lösung eines Problems sinnvoll zu verknüpfen (vgl. Mülhausen & Pütz, 2017:5). Jedes Mystery beginnt mit einer zunächst scheinbar widersprüchlichen Leitaussage oder Leitfrage, die anschließend von Schülerinnen und Schülern in Kleingruppen untersucht werden soll. Dafür erhalten sie Einzelinformationen, die sie in Beziehung zueinander setzen müssen, um das Rätsel zu lösen bzw. die Leitfrage zu beantworten.

Das Mystery „Wo sind all' die Äpfel hin?“

Im Mystery „Wo sind all' die Äpfel hin?“ untersuchen die Schülerinnen und Schüler die Leitaussage: **„Herr Schmitt hat zu viel zu tun und Lea kann daher keinen Apfelkuchen backen“**. Dabei untersuchen sie die verschiedenen Einflussgrößen und Ursachen des Insektensterbens, wodurch sie die Komplexität und das Zusammenspiel einzelner Ursachen untersuchen und bewerten sollen. Die Einflussfaktoren, die im Mystery mithilfe von Informationskärtchen aufgezeigt werden, umfassen den Klimawandel, die Urbanisierung sowie die Veränderung der Landwirtschaft (siehe Abb. 2).

<p>Die globale Erwärmung durch den Klimawandel führt zu veränderten Blühzeiten vieler Pflanzenarten. Außerdem führen steigende Temperaturen dazu, dass der Lebensraum von Hummeln schrumpft, da sie bei zu hohen Temperaturen nicht fliegen können.</p>	<p>Pestizide*, wie Glyphosat oder Neonicotinoide wirken sich nicht nur auf zu bekämpfende Schädlinge aus, sondern beeinflussen auch andere Tierarten.</p> <p>*Pestizide sind im Allgemeinen Pflanzenschutzmittel, zu denen Schädlingsbekämpfungsmittel, aber auch Herbizide gezählt werden.</p>	 <p>Beispiel einer Monokultur: Ein Rapsfeld, das Bestäubern kurzzeitig viel Nahrung bietet.</p>
---	---	---

Abb. 2: Die Kärtchen des Mysterys enthalten Informationen über die Einflussfaktoren Klimawandel, Urbanisierung und Veränderung der Landwirtschaft.

Die verschiedenen Einflussgrößen haben zur Folge, dass Nahrungs- und Nisthabitate für Wildbienen fehlen, wodurch auf der einen Seite die Biodiversität abnimmt, auf der anderen Seite durch fehlende Bestäubung Früchte fehlen. Die Informationskarten werden gemeinsam in einer Kleingruppe sortiert, gewichtet, geordnet und in Beziehung zueinander gesetzt, um auf dieser Grundlage die Leitfrage zu beantworten. Die Kleingruppen entwickeln so eine gemeinsame Lösung, die sie als Wirkungsgefüge mit Pfeilen und Beschriftungen darstellen (siehe Abb. 3).

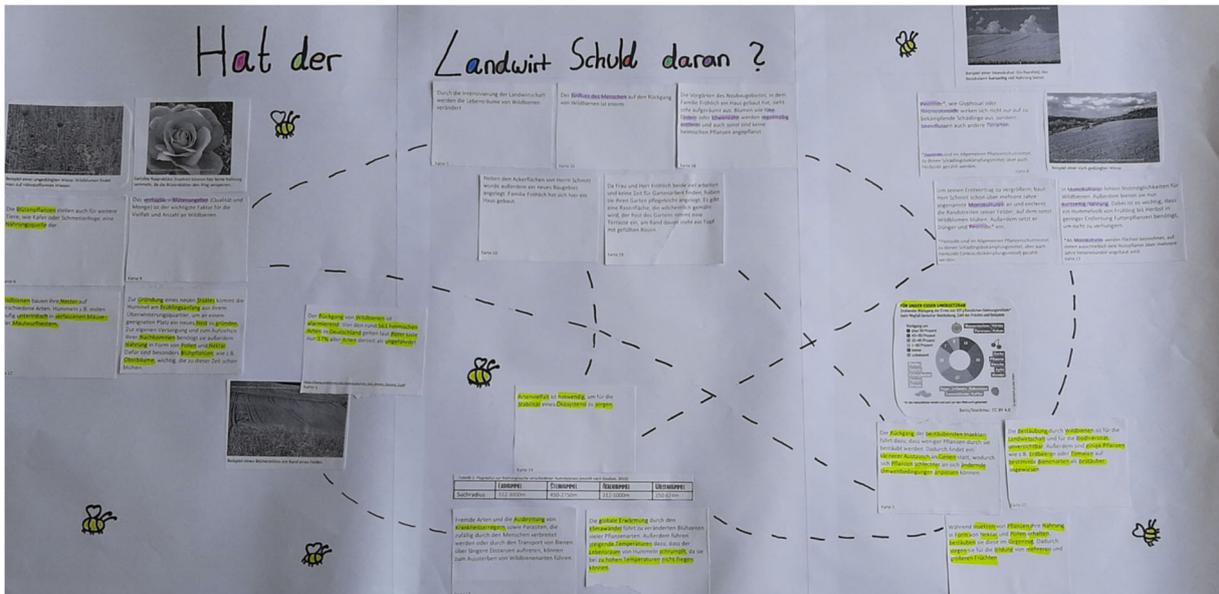


Abb. 3: Mögliches Wirkungsgefüge als Lösung des Mysterys von Schülerinnen und Schülern. © AG Didaktik der Biologie

In einer Vertiefung können aufbauend auf den Ergebnissen Handlungsoptionen erarbeitet werden, die im Alltag in den Bereichen Landwirtschaft, Klimawandel und Gestaltung des persönlichen Umfeldes, umgesetzt werden können. Dazu gehört z.B. das Einkaufen bei regionalen Landwirten oder der Konsum von Bio-zertifizierten Lebensmitteln, bei denen strengere Regeln bzgl. des Spritzmitteleinsatzes gelten und nicht invasive Anbauweisen unterstützt werden können. Um den Klimawandel nicht noch schneller voranzutreiben, ist es wichtig, den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren. Dafür kann z.B. auf häufige Autofahrten, Flugreisen oder übermäßiges Heizen verzichtet werden. Auch der Konsum von regionalen und saisonalen Produkten sowie ein reduzierter Fleisch- und Milchkonsum helfen dabei. Durch das Anpflanzen heimischer Pflanzen im Garten oder auf dem Balkon, schafft man ein breites Nahrungsangebot für Bestäuber. Wildpflanzen, die häufig umgangssprachlich als „Unkraut“ bezeichnet werden, eignen sich hierfür ideal. Auf das Anpflanzen von Zierpflanzen mit gefüllten Blüten, wie z.B. Rosen, und häufiges Mähen sollte verzichtet werden.

Möglicher Stundenablauf und Materialien

Zur Vorbereitung müssen die Mystery-Karten in gewünschter Anzahl kopiert (ein Set pro Kleingruppe von 3 bis 4 Schülerinnen und Schülern), ausgeschnitten und in einem Umschlag verstaут werden. Der weitere Verlauf der Unterrichtsstunde ist in der folgenden Tabelle (siehe Tabelle 2) beschrieben:

Tabelle 2: Möglicher Ablauf einer Unterrichtsstunde, in der das Mystery als Erarbeitungsmethode verwendet wird.

Unterrichtsphase	Inhalt	Materialien
Einstieg	Mystery-Geschichte im Plenum vorlesen; Vermutungen zur Beantwortung der Leitfrage aufstellen lassen und sammeln.	Mystery-Geschichte
Erarbeitung	Erklärung der Mystery-Methode: Es wird in Kleingruppen gearbeitet. Jede/r Schüler/in zieht nacheinander eine Mystery-Karte. Die Nummern auf den Karten vereinfachen die Diskussion und haben keine weiterführende Bedeutung. Einteilung in Kleingruppen aus ca. 3-4 Schüler/innen, die jeweils pro Gruppe einen Umschlag mit den vorbereiteten Mystery-Karten erhalten. Erarbeitung des Mysterys Vorstellung der Ergebnisse. Hier sollen noch einmal die wichtigsten Inhalte gemeinsam zusammengefasst werden und die Hauptgründe Landwirtschaft, Klimawandel und Gestaltung des Umfeldes hervorgehoben werden.	AB Mystery
Vertiefung	Erarbeitung von Handlungsmöglichkeiten.	

3.2 Die Planspiel-Methode

Planspiele gehören wie Rollenspiele zu den Simulationsspielen und beinhalten eine vereinfachte Nachbildung der Realität (vgl. Meyer, 2011). Diese Nachbildung bezieht sich auf einen bestimmten, didaktisch reduzierten Teil der Realität, woraus ein fiktives Szenario entsteht (vgl. Capaul & Ulrich, 2003:18). Zur Charakterisierung des Planspiels werden Begriffe wie „gelenktes Rollenspiel“ oder „Entscheidungsspiel“ genannt (vgl. Meyer, 2011). In einem Planspiel machen sich die Spielenden mit dem fiktiven Szenario vertraut, analysieren die Ausgangslage sowie die Ziele und treffen konkrete Entscheidungen (vgl. Capaul & Ulrich, 2013:14). Durch dieses Prinzip des Rollenspiels wird den Spielenden ermöglicht, fremde Perspektiven einzunehmen und aus diesen Perspektiven heraus zu handeln. Nach der Durchführung des Spiels ist es wichtig, die Spielerfahrungen auf die Wirklichkeit zu transferieren, sie reflektierend zu beobachten, zu verallgemeinern und schließlich anwendungsorientiert in der Realität zu nutzen (vgl. ebd., 25f).

Das Planspiel “Insektenschutz durch Artenkenntnis“

Das Planspiel thematisiert die komplexen Zusammenhänge in einem Ökosystem und beleuchtet die Eingriffe des Menschen in die Umwelt am Beispiel der Landwirtschaft. Dafür wird den Schülerinnen und Schülern zuerst die heimische Artenvielfalt anhand von 17 Insekten und 7 Blütenpflanzen in einem Kartenspiel aufgezeigt. Daran anschließend werden die Schülerinnen und Schüler in eine simulierte Realität versetzt, in der sie ein Stück Ackerland bepflanzen und eigene Entscheidungen für den Anbau oder die Ernte von Rapsfeldern und Wildblumenwiesen treffen müssen. Hierbei werden komplexe Zusammenhänge, wie die Bestäuber-Funktion der Insekten und die Eingriffe des Menschen in die Umwelt, verständlich gemacht. Dazu kommen Ereigniskarten, die sich auf den Spielverlauf auswirken können. Die Ereignisse betreffen z.B. die wechselseitige Abhängigkeit verschiedener Lebewesen oder die Wichtigkeit des Verhältnisses von Rapsfeldern zu Wildblumenwiesen.

Möglicher Stundenablauf und Materialien

Zur Vorbereitung müssen die Spielmaterialien (siehe Abb. 4) in gewünschter Anzahl ausgedruckt bzw. kopiert, ausgeschnitten und laminiert werden. Die entsprechende Anzahl der verschiedenen Materialien ist der Materialliste zu entnehmen. Sinnvoll ist das Spielen in Kleingruppen von vier bis sechs Schülerinnen und Schülern. Zusätzlich zu den Druckmaterialien werden pro Kleingruppe ca. 20 Spielsteine und 70 Taler, die aus Papier ausgestanzt werden können, benötigt. Es können aber auch Spielsteine, Spielgeld usw. aus dem Fachhandel bezogen oder aus anderen Brettspielen verwendet werden.



Abb. 4: Übersicht der Materialien des Planspiels Insektenschutz durch Artenkenntnis. © AG Didaktik der Biologie

Die Durchführung des Planspiels umfasst verschiedene Arbeitsphasen, die in Tabelle 3 zusammengefasst sind. Der Einstieg in das Planspiel besteht aus einem Kartenspiel mit Quizfragen. Inhaltlich umfasst das Kartenspiel 24 verschiedene Pflanzen- und Insektenarten (Dunkle Erdhummel, Steinhummel, Honigbiene, Holzbiene, Feldwespe, Schwebfliege, Taubenschwänzchen, Hirschkäfer, Ölkäfer, Tagpfauenauge, Großer Kohlweißling, Kleiner Fuchs, Wiesensalbei, Gänseblümchen, Ackerkratzdistel, Wiesenklees, Klatschmohn, Flockenblume, Siebenpunkt-Marienkäfer, Apfelbaum, Brennnessel, Rauchschwalbe, Blattlaus und Krabbenspinne; siehe Abb. 5).



Abb. 5: Die Einführung des Planspiels besteht aus einem Kartenspiel, das Quizfragen erhält und wodurch die Schülerinnen und Schüler die Artenvielfalt kennenlernen.

Durch die unterschiedlichen äußeren Erscheinungsformen der Arten wird die Vielfalt dieser heimischen Lebewesen, die in Deutschland am häufigsten verbreitet und allgemein bekannt sind, verdeutlicht. Da die verschiedenen Arten untereinander in Verbindung stehen, soll bereits an dieser Stelle das Abhängigkeitsverhältnis von z.B. Bestäubern und Blütenpflanzen, zum Ausdruck kommen. Das einführende Kartenspiel hat zum Ziel, dass Schülerinnen und Schüler die Arten wiedererkennen und benennen können sowie zusätzlich Informationen zu diesen erhalten und sich einprägen.

Die anschließende **Spieldurchführung** des Simulationsspiels knüpft an das erworbene Wissen über heimische Arten aus der Einführungsphase an. Hier sollen die Schülerinnen und Schüler konkrete Spielerfahrungen bezüglich der Anbaumöglichkeiten in der Landwirtschaft sammeln und über deren Auswirkungen auf die im Spiel integrierten Insekten und Blütenpflanzen lernen. In jeder Runde müssen als erste Aktion strategisch Rapsfelder und Wildblumenwiesen auf dem eigenen Stück Ackerland mit zehn verfügbaren Parzellen gepflanzt und wieder geerntet werden, wobei nur Rapsfelder gewinnbringend geerntet werden können. Als zweite Aktion wird eine Ereigniskarte gezogen, deren Ereignis direkt ausgeführt werden muss und sich in unterschiedlicher Weise auf den eigenen Spielverlauf auswirken kann (siehe Abb. 6). Das Ereignis fördert dabei entweder den

Spielfluss, betont die Interdependenzen in Ökosystemen oder stellt den Unterschied zwischen dem Anbau von Rapsfeldern und dem Anbau von Wildblumenwiesen heraus. Als dritte Aktion kann in einer Runde eine Artenkarte geraten werden, wofür ausreichend Taler benötigt werden. Durch den Einsatz und Erwerb von Talern kommt zu den ökologischen Aspekten der ökonomische hinzu, der in der Landwirtschaft eine gewichtige Rolle spielt. Ein Video (siehe Tab. 3) zeigt den Spielaufbau, die Spieldurchführung sowieso einen möglichen Ablauf und kann als Anleitung verwendet werden.

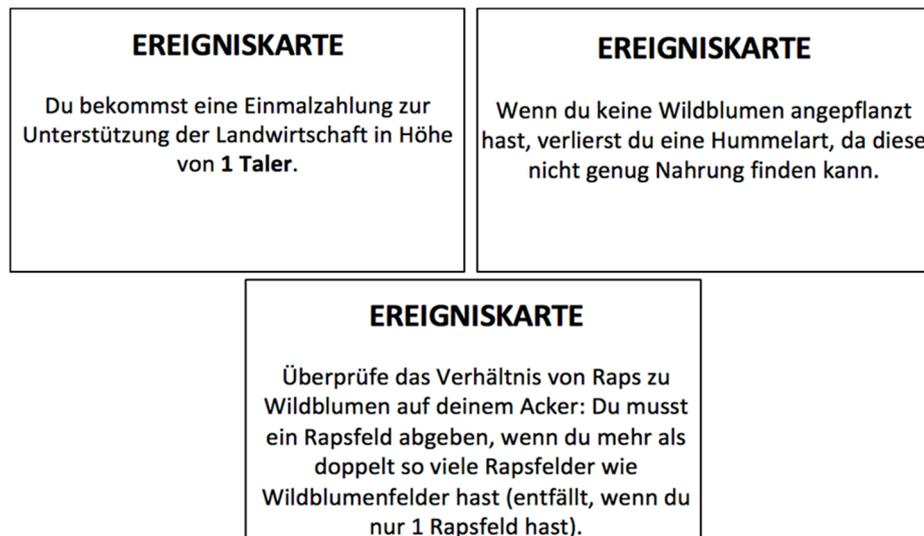


Abb. 6: Die Ereigniskarten, die als zweite Aktion im Spiel gezogen werden, wirken sich in unterschiedlicher Weise auf den Spielverlauf aus.

Ist das Spiel beendet, sollen die Schülerinnen und Schüler mithilfe eines **Reflexionsbogens** konkret gesammelte Spielerfahrungen verallgemeinern und auf die Wirklichkeit transferieren. Dazu zählt die eigene Darstellung einer sinnvollen Bestellung von Ackerland in der Realität und die Begründung dieser Verteilung. Außerdem soll auf dem Reflexionsbogen kurz ausgeführt werden, warum Insekten geschützt werden müssen. Während der Abschlussbesprechung zur Reflexion des Spieles ist zudem darauf zu achten, dass die Schülerinnen und Schüler den Modellcharakter des Simulationsspiels erkennen. Der Verlauf Planspiels ist in der folgenden Tabelle beschrieben (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Das Planspiel umfasst eine Einführungsphase, die Spieldurchführung sowie eine Auswertung der Spielerfahrung.

Unterrichtsphase	Inhalt	Materialien
Einstieg/ Einführungsphase	Einteilung der Lerngruppen, Bestimmung eines Spielleiters, Besprechung der Spielanleitung Kartenspiel	Quizkarten Anleitungsvideo: 
Erarbeitung	Simulationsspiel	Siehe Materialliste
Vertiefung	Reflexion: Spiel und Wirklichkeit	Reflexionsbogen

4 Fazit

Der aktuelle starke Rückgang der Artenvielfalt und die fortwährende Bedrohung der Biodiversität kann als das sechste große Massensterben der Erdgeschichte bezeichnet werden (vgl. McCallum, 2015; Mouillot et al., 2013). Vor allem Insekten, die eine enorme Bedeutung für die Funktionsweise von Ökosystemen und den Erhalt der Biodiversität haben, sind besonders betroffen. Dies erfordert eine Beschäftigung mit diesen Tierarten und ihrer Rolle, gerade auch, weil viele Menschen eine ablehnende oder ängstliche Haltung gegenüber Insekten haben (vgl. Leandro & Jay-Robert, 2019). Ein möglicher Ansatz bietet die Schule, in der die Förderung des eigenverantwortlichen Handelns zum Schutz der Umwelt zu den zentralen Aufgaben gehört. Um diese Aufgabe zu erfüllen, bietet nicht nur der Biologieunterricht viele Möglichkeiten.

Die vorgestellten Methoden und Materialien stellen einerseits Phänomene der Natur vor, andererseits verdeutlichen sie auch die Rolle des Menschen. Sowohl mithilfe des Mysterys als auch des Planspiels wird anwendungsorientiertes und anschlussfähiges Wissen erworben, welches Schülerinnen und Schüler dazu befähigt, Probleme eigenständig zu bewerten und für den Natur- und Artenschutz einzutreten. Durch eine anschließende Vertiefung werden gemeinsam Handlungsmöglichkeiten erarbeitet, an die die Schülerinnen und Schüler in ihrem eigenen Alltag anknüpfen können. Außerdem bieten beide methodischen Herangehensweisen weitere Möglichkeiten, der Thematik zu begegnen. So bietet es sich beispielsweise an, mit den Artenkarten des Planspiels ein Beziehungsnetz zu erstellen, um Abhängigkeiten zwischen Insekten und Blütenpflanzen in Ökosystemen zu verdeutlichen. Des Weiteren können Einflussgrößen des Wildbienensterbens, die im Mystery genannt werden, im eigenen Alltag überprüft und hinterfragt werden. Auch eignet sich der Einsatz in einem Kontext fächerverbindenden Unterrichts, beispielsweise mit dem Fach Ethik, um der Frage zu begegnen, welchen Wert Natur für den Menschen hat. So kann durch die Beschäftigung mit der Thematik im gegenwärtigen Schulunterricht das allgemeine Bewusstsein über den

Wert der Natur und die Dringlichkeit des Naturschutzes erhöht werden, um so dem weltweiten Insektensterben zu begegnen.

5 Literatur

- Biesmeijer, J.C., Roberts, S.P., Reemer, M., Ohlemüller, R., Edwards, M., Peeters, T., Schaffers, A.P., Potts, S.G., Kleukers, R., Thomas, C.D., Settele, J., Kunun, W.E. (2006): Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313, 351-353.
- Bridle, J & van Rensburg, A. (2020): Discovering the limits of ecological resilience. *Science*: Vol. 367, Issue 6378, pp. 626-627. <https://doi.org/10.1126/science.aba6432>.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2018): Biologische Vielfalt in Deutschland. Rechenschaftsbericht 2017. Online: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/biologische_vielfalt_bf.pdf [27.8.2020].
- Capaul, R., Ulrich, M. (2003): Planspiele. Simulationsspiele für Unterricht und Training. Mit Kurztheorie: Simulations- und Planspielmethodik. Tobler-Verlag, Altstätten.
- Cardoso, P., Barton, P. S., Birkhofer, K., Chichorro, F., Deacon, C., Fartmann, T., Fukushima, C. S., Gaigher, R., Habel, J. C., Hallmann, C. A., Hill, M.J., Hochkirch, A., Kwak, M.L., Mammola, S., Noriega, J. A., Orfinger, A. B., Pedraza, F., Pryke, J. S., Roque, F. O., Settele, J., Simaika, J.P., Stork, N. E., Suhling, F., Vorster, C., Samways, M.S. (2020). Scientists' warning to humanity on insect extinctions, *Biological Conservation*, 242, 108426. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108426>
- CBD, Convention on Biological Diversity (2014): Global Biodiversity Outlook 4. <https://www.cbd.int/gbo4/> (3.12.2020).
- CBD, Convention on Biological Diversity (2020): Global Biodiversity Outlook 5. <https://www.cbd.int/gbo5> (28.1.2021).
- Christ, L. & Dreesmann, D. (2021). SAD but True: Species Awareness Disparity in Bees Is a Result of Bee-Less Biology Lessons in Germany, *Sustainability*, 14: 5, 2604, 23. <https://doi.org/10.3390/su14052604>.
- Crisci, J.V., Katinas, L., McInnery, J.D. & Apodeca, M.J. (2014). Taking Biodiversity to School: Systematics, Evolutionary Biology, and the Nature of Science. *Systematic Botany*, 39 (3), 677-680. <https://doi.org/10.1600/036364414X681563>.
- Chornesky, E.A., Randal, J.M. (2003): The Threat of Invasive Alien Species to Biological Diversity: Setting a future course. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 90 (1), 67-76. <https://doi.org/10.2307/3298527>.
- Fahrig, L. (2003): Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*. 34 (1), 487-515. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>.
- Fartmann, T., Jedicke, E., Stuhldreher, G. & Streitberger, M. (2021). Insektensterben in Mitteleuropa. Ursachen und Gegenmaßnahmen. Stuttgart: Ulmer.
- Goulson, D., Lye, G.C. & Darvill, B. (2007): Decline and Conservation of Bumble Bees. *Annual Review of Entomology*: Vol. 53:191-208. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093454>.

- Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C. & Rotheray, E. L. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science* (New York, N.Y.), 347 (6229), 1255957. <https://doi.org/10.1126/science.1255957>.
- Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Sternmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörrén, T., Goulson, D., de Kroon, H. (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS ONE*, 12 (19). <https://doi.org/10.1371/journal.phone.0185809>.
- Hansen, A.J., Defries, R.S., Turner, W. (2012): Land Use Change and Biodiversity. In: Gutman, G. (Hg.): Land Change Science. Remote Sensing and Digital Image Processing, vol. 6 Springer, Dordrecht, 277-299. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2562-4_16.
- Hessisches Kultusministerium (2010). Lehrplan Biologie. Gymnasialer Bildungsgang. Jahrgangsstufen 5G bis 9G.
- Hopper, D.U., Chapin III, F.S., Hector, A., Inchausti, P. (2005): Effects of Biodiversity on Ecosystem Functioning: A Consensus of Current Knowledge. *Ecological Monographs*, 75 (1), 3-35. <https://doi.org/10.1890/04-0922>.
- Killermann, W. (2010). Research into biology teaching methods. *Journal of Biological Education*, 33(1), 4-9. <https://doi.org/10.1080/00219266.1998.9655628>.
- Klein, AM., Vassière, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T. (2007): Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *The Royal Society, B* 2007 274, 303-313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>.
- Kultusministerkonferenz (2004). Beschlüsse der Kultusministerkonferenz: Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Bildungsabschluss. Beschluss vom 16.12.2004. Zugriff unter https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Biologie.pdf
- Leandro, C. & Jay-Robert, P. (2019). Perceptions and representations of animal diversity: Where did the insects go? *Biological Conservation*, 237, 400–408. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.07.031>
- Leonhardt, S. D., Gallai, N., Garibaldi, L. A., Kuhlmann, M.; Klein, A. (2013): Economic gain, stability of pollination and bee diversity decrease from southern to northern Europe. In: *Basic and Applied Ecology* 14 (6), S. 461–471. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2013.06.003>.
- McCallum, M. L. (2015). Vertebrate biodiversity losses point to a sixth mass extinction. *Biodiversity and Conservation*, 24(10), 2497-2519. <https://doi.org/10.1007/s10531-015-0940-6>.
- Meyer, H. (2011): Unterrichts-Methoden II: Praxisband. 14. Auflage. Cornelsen, Berlin.
- Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Jugend und Kultur (Hrsg.) (2010). Rahmenlehrplan Naturwissenschaften für die weiterführenden Schulen in Rheinland-Pfalz. Klassenstufen 5 und 6.
- Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur (Hrsg.) (2014). Lehrpläne für die Naturwissenschaftlichen Fächer für die weiterführenden Schulen in Rheinland-Pfalz. Biologie, Chemie, Physik. Klassenstufen 7 bis 9/10.

- Ministerin für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur (Hrsg.) (2016). Schulgesetz vom 30. März 2004 (GVBl. S. 239), zuletzt geändert am 16. Februar 2016 (GVBl. S. 37).
- Mouillot, D., Bellwood, D.R., Baraloto, C., Chave J., Galzin R., Harmelin-Vivien, M., Kulbicki, M., Lavergne S., Lavorel, S., Mouquet, N., Paine, C.E.T., Renaud, J., Thuiller, W. (2013): Rare Species Support Vulnerable Functions in High-Diversity Ecosystems. *PLoS Biology*, 11 (5), e1001569. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001569>.
- Müller, V., Heubach, K. (2016): Ohne sie läuft nicht: Bestäuber-Insekten und ihre Rolle für unsere Ernährung. nefo. Netzwerk-Forum zur Biodiversitätsforschung in Deutschland. http://www.biodiversity.de/sites/default/files/products/factsheets/kurzknapp_bestaeubung_2018.pdf [Zugriff 3.2.2021].
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. & Kunin, W. E. (2010): Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. In: *Trends in ecology & evolution* 25 (6), S. 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>.
- Seegerer, H., Rosenkranz, E. (2018): Das große Insektensterben. Was es bedeutet und was wir jetzt tun müssen. Oekom Verlag, München.
- Vankan, L., Rohwer, G. & Schuler, S. (Hrsg.) (2007). Diercke-Methoden. Denken lernen mit Geographie. Westermann.
- Westrich, Paul (2018): Die Wildbienen Deutschlands. 2. Aufl. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- Westrich, P., Frommer, U., Mandery, K., Riemann, H., Ruhnke, H., Saure, C. & Voith, J. (2011). Rote Liste und Gesamtartenliste der Bienen (Hymenoptera: Apidae) Deutschlands. In: Binot-Hafke, M., Balzer, S., Becker, N., Gruttke, H., Haupt, H., Hofbauer, N., Ludwig, G., Matzke-Hajek, G. & Strauch, M. (Red.): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 3: Wirbellose Tiere (Teil 1). – Münster (Landwirtschaftsverlag). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (3): 373–416.