

---

Arten- und Formenkenntnis von Kindern  
und Erwachsenen am Beispiel der Wirbeltiere  
unter besonderer Berücksichtigung der Vögel

---

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
Dr. rer. nat.

der Fakultät für Biologie  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von  
**Thomas Dieter Gerl**  
aus Kufstein, Österreich

März 2023

Erstgutachterin: Prof. Dr. Birgit J. Neuhaus

Zweitgutachter: Prof. Dr. Martin Heß

Tag der Abgabe: 08.03.2023

Tag der mündlichen Prüfung: 20.06.2023

*„Die Weisheit beginnt damit, die Dinge beim richtigen Namen zu nennen.“  
(Chinesisches Sprichwort)*

## Zusammenfassung

Arten- und Formenkenntnis ist nicht nur eine Voraussetzung für Maßnahmen zum Schutz der biologischen Vielfalt, sondern leistet auch einen Beitrag zur Erschließung der Welt und steigert das persönliche Wohlbefinden. Trotz dieser Bedeutung liegen aus Deutschland keine aktuellen Daten vor, wie viele Arten verschiedene Bevölkerungsgruppen erkennen. In dieser Dissertation wurde deshalb die Arten- und Formenkenntnis von Kindern und Erwachsenen bei Wirbeltieren im Allgemeinen und Vögeln im Besonderen untersucht, die Bedeutung verschiedener Einflussfaktoren auf diese ermittelt und schließlich auf Grundlage dieser Daten ein Kompetenzstrukturmodell der taxonomischen Bildung sowie Lerngelegenheiten zum Aufbau von Arten- und Formenkenntnissen entwickelt.

In drei unabhängig durchgeführten empirischen Fragebogen-Studien wurden insgesamt knapp 4000 Probanden befragt. Eine dieser drei Studien untersuchte an 984 Gymnasiast:innen der Jahrgangsstufe 6 wie viele Wirbeltier-Arten die Kinder erkennen konnten. Die beiden weiteren Studien testeten die Vogel-Arten- und Formenkenntnis von 1957 Schüler:innen aller Schularten bzw. einer repräsentativ ausgewählten Gruppe von 1003 Erwachsenen. Mithilfe von soziodemographischen Variablen, der Anzahl an Gelegenheiten, Tierbeobachtungen zu machen, sowie persönlichen Interessen und Erwartungen sollte die Varianz der mittleren Testleistungen aufgeklärt werden.

Schülerinnen schneiden in den Tests besser als Schüler ab, während das Geschlecht bei Erwachsenen, genau wie die Größe des Wohnorts keine Rolle spielt. Kinder aus Großstädten erkennen mehr Vogel-, aber nicht mehr Wirbeltier-Arten als jene aus ländlichen Regionen. Schüler:innen mit nicht-deutscher Muttersprache erzielen schlechtere Testergebnisse im Bereich der Wirbeltier-Formenkenntnis. Unter den Erwachsenen erkennen ältere Menschen signifikant mehr Vögel als jüngere. Gelegenheiten für Tierbeobachtungen verbessern die Arten- und Formenkenntnis stärker, wenn sie gezielt (z.B. an Futterstellen, Nistkästen oder bei der Stunde der Winter- bzw. Gartenvögel) erfolgen, als wenn sie sich zufällig beim Spielen oder im Rahmen von Unterrichtsgängen ereignen. Die persönliche Erwartung an das Testergebnis war der Prädiktor mit der größten Effektstärke für die Wirbeltier-Arten- und Formenkenntnis, gefolgt von der unterrichtenden Lehrkraft. Weder das Lieblingsfach der Schüler:innen noch ihre Leistungen im Fach Biologie wirkten sich auf die Zahl der erkannten Wirbeltier-Arten aus. Bei Erwachsenen hatten weitere Faktoren aus dem Bereich der persönlichen Interessen (z.B. Mitgliedschaft in einem Naturschutzverband, Spendenbereitschaft oder die Quellen des Wissens) einen Einfluss auf die

Anzahl der richtig benannten Vögel. Unter den Wirbeltieren werden Säugetiere besonders gut, Vögel dagegen eher schlecht erkannt.

Der Vergleich mit ähnlichen Untersuchungen aus der Vergangenheit belegt ein „shifting baseline“-Syndrom bei Schüler:innen, die heute rund 15% weniger Wirbeltier- bzw. rund 20% weniger Vogel-Arten erkennen als bei vergleichbaren Erhebungen im Jahr 2006 bzw. 2007.

Der Befund, dass die Arten- und Formenkenntnis der Testpersonen stärker von den tatsächlichen Naturbeobachtungen der Probanden sowie persönlichen Interessen und Erwartungen als von soziodemographischen Faktoren abhängt, legt die Vermutung nahe, dass beim Erwerb dieses Fachwissens motivatorische Aspekte eine besondere Rolle spielen. Dies erklärt auch, warum Kinder die für sie interessantesten Säugetiere häufiger richtig benennen als Vertreter anderer Taxa. Neben dem Interesse an den Tieren fördern auch auffällige morphologische Merkmale oder sprechende Namen im Gegensatz zur Beobachtbarkeit der Arten die Bekanntheit der Tiere.

Der Rückgang der Arten- und Formenkenntnis bei Schüler:innen könnte u.a. auf die geringere Bedeutung taxonomischer Inhalte in den Biologie-Lehrplänen zurückzuführen sein. Um diesem Verlust des Wissens entgegenzuwirken, sollten Arten- und Formenkenntnis in schulischen und außerschulischen Prozessen verbessert werden. Dafür wird ein Kompetenzstrukturmodell der taxonomischen Bildung entwickelt und diskutiert, das neben dem Erkennen von Arten aus dem Kompetenzbereich „Fachwissen“ auch das Bestimmen unbekannter Spezies aus dem Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“ umfasst. Die Nutzung digitaler Medien erlaubt dabei neue didaktische und methodische Ansätze. Die konkrete Umsetzung dieser Überlegungen wird an Praxisbeispielen für den Biologie-Unterricht (BISA-Projekt) und die Erwachsenenbildung (NABU | naturgucker-Akademie) vorgestellt, um so Menschen zu befähigen, die mit dem Erhalt der biologischen Vielfalt verbundenen Herausforderungen zu meistern.

## Abstract

Species knowledge is not only a prerequisite for measures to protect biodiversity, but also contributes to the understanding of the world and increases personal well-being. Despite this importance, there are no current data from Germany on how many species different population groups recognize. In this dissertation, therefore, the children's and adults' species knowledge of vertebrates in general and birds in particular were investigated, the significance of various influencing factors was determined and finally a competence structure model of taxonomic literacy as well as learning opportunities for the development of species knowledge were developed on the basis of these data.

In three independently conducted empirical questionnaire studies, a total of almost 4000 people were interviewed. One of these three studies examined 984 grammar school students in grade 6 to see how many vertebrate species the children could recognize. The two further studies tested the bird species knowledge of 1957 pupils of all school types and a representatively selected group of 1003 adults. With the help of sociodemographic variables, the number of opportunities to make animal observations, as well as personal interests and expectations, the variance of the mean test performance should be evaluated.

Female students perform better than male students in the tests, while gender does not matter in adults, just like the size of the place of residence. Children from large cities recognize more bird species, but not more vertebrate species than those from rural areas. Students with a non-German mother tongue achieve worse test results in vertebrate species knowledge. Among adults, older people recognize significantly more birds than younger ones. Opportunities for animal observation improve species knowledge more if they are focused (e.g. at feeding sites, nesting boxes or at the hour of winter or garden birds) than if they happen by chance while playing or during excursions with the class. The personal expectation of the test result was the predictor with the greatest effect size for vertebrate species knowledge, followed by the teacher. Neither the students' favorite subject nor their performance in biology affected the number of vertebrate species recognized. In adults, other factors from the area of personal interests (e.g. membership in a nature conservation association, willingness to donate or the sources of knowledge) had an influence on the number of correctly named birds. Among vertebrates, mammals are particularly well recognized, while birds were poorly identified.

The comparison with similar studies from the past shows a "shifting baseline" syndrome in students, who today recognize about 15% fewer vertebrate and about 20% fewer bird species than in comparable surveys of 2006 and 2007.

The finding that the test subjects' knowledge of species depends more on the subjects' actual observations of nature as well as on personal interests and expectations than on sociodemographic factors suggests that motivational aspects play a special role in the acquisition of this expertise. This also explains why children are more likely to correctly name mammals, that are more interesting to them than representatives of other taxa. In addition to the interest in the animals, conspicuous morphological features, or meaningful names, in contrast to the observability of the species, promote the popularity of the animals.

The decline in the knowledge of species among pupils could be due, among other things, to the lower importance of taxonomic content in biology curricula. In order to counteract this loss of expertise, species knowledge should be fostered in school and extracurricular processes. For this purpose, a competence structure model of taxonomic education is developed and discussed, which, in addition to the recognition of species from the competence area "content knowledge", also includes the determination of unknown species from the competence domain "knowledge acquisition". The use of digital media allows new didactic and methodological approaches. The concrete implementation of these considerations will be presented using practical examples for biology lessons (BISA project) and adult education (NABU | naturgucker-Akademie) in order to enable people to meet the challenges associated with the conservation of biodiversity.

# Inhalt

1	Einleitung .....	13
1.1	Rückgang der biologischen Vielfalt.....	13
1.2	Bedeutung der Arten- bzw. Formenkenntnis.....	15
1.3	Empirische Untersuchungen zur Arten- bzw. Formenkenntnis .....	17
1.3.1	Was ist eigentlich eine Art? .....	17
1.3.2	Arten- und Formenkenntnis: Eine Begriffsklärung .....	21
1.3.3	Auswahl der Organismengruppe.....	22
1.3.4	Ermittlung der Arten- bzw. Formenkenntnis .....	24
1.3.5	Bisherige Studien zur Arten- bzw. Formenkenntnis und „shifting baselines“.....	25
1.3.6	Einflussfaktoren auf die Formen- bzw. Artenkenntnis .....	28
1.3.7	Bekanntheit bestimmter Taxa.....	34
1.4	Vermittlung von Arten- und Formenkenntnis.....	35
1.4.1	Historische Ansätze zur Vermittlung von Arten- und Formenkenntnis .....	36
1.4.2	Aktuelle Stellung von Arten- und Formenkenntnis in der schulischen Bildung.....	39
1.4.3	Bedeutung der Lehrkräfte für den Aufbau von Arten- und Formenkenntnis .....	42
1.4.4	Bestimmung unbekannter Arten.....	43
1.5	Gestaltung von Lernumgebungen unter Verwendung digitaler Medien zur Vermittlung von Arten- und Formenkenntnis.....	44
1.5.1	Aufgabenformate bei der Verwendung digitaler Medien zur Vermittlung von Arten- und Formenkenntnis.....	45
1.5.2	Aufbau von Arten- und Formenkenntnis in der außerschulischen Bildung .....	48
2	Ziele.....	49
3	Ergebnisse .....	52
3.1	Publikation I: Wirbeltier-Arten und Formenkenntnis bei Gymnasiast:innen.....	52
3.2	Publikation II: Vogel-Arten- und Formenkenntnis bei Schüler:innen .....	74
3.3	Publikation III: Vogel-Arten- und Formenkenntnis bei Erwachsenen.....	91
3.4	Anwendung I: Arten- und Formenkenntnis verbessern.....	105



3.5	Anwendung II: Fachdidaktische Einsatzmöglichkeiten unterschiedlicher Bestimmungsmethoden .....	113
3.6	Anwendung III: Nutzung von digitalen Beobachtungsplattformen im Biologie-Unterricht.....	117
3.7	Anwendung IV: Beispiel aus der Unterrichtspraxis.....	121
4	Diskussion .....	125
4.1	Einfluss verschiedener Faktoren auf die Arten- und Formenkenntnis .....	125
4.1.1	Soziodemographische Faktoren .....	125
4.1.2	Gelegenheiten Tiere zu beobachten .....	135
4.1.3	Interessen und persönliche Erwartungen .....	139
4.1.4	Quellen des Wissens .....	143
4.2	Bekanntheit von Arten.....	145
4.2.1	Auffällige morphologische Merkmale .....	146
4.2.2	Verwechslungsmöglichkeiten .....	147
4.2.3	Häufigkeit der Interaktionen .....	149
4.3	Veränderung der Arten- und Formenkenntnis .....	150
4.3.1	Ermittlung einer Bezugsgröße für Erwachsene .....	150
4.3.2	Shifting Baselines bei Schüler:innen .....	150
4.4	Aufbau von Arten- und Formenkenntnis durch Bildungsprozesse.....	155
4.4.1	Verknüpfung taxonomischer Bildung mit Medienkompetenz .....	155
4.4.2	Erstellung von Unterrichtsmaterialien zum Aufbau von Arten- und Formenkenntnis im BISA-Projekt.....	158
4.4.3	Implementierung der Unterrichtsmaterialien durch Fortbildungsveranstaltungen für Lehrkräfte .....	160
4.4.4	Möglichkeiten zur Verbesserung der Arten- und Formenkenntnis Erwachsener durch außerschulische Bildungsprozesse.....	161
4.5	Von der Arten- und Formenkenntnis zur taxonomischen Bildung.....	164
4.5.1	Fachwissen .....	165
4.5.2	Erkenntnisgewinnung.....	165

4.5.3	Kommunikation .....	166
4.5.4	Bewertung.....	167
5	Fazit.....	169
6	Abkürzungen.....	170
7	Lebenslauf .....	171
8	Literaturverzeichnis.....	178
9	Danksagung.....	200

# 1 Einleitung

## 1.1 Rückgang der biologischen Vielfalt

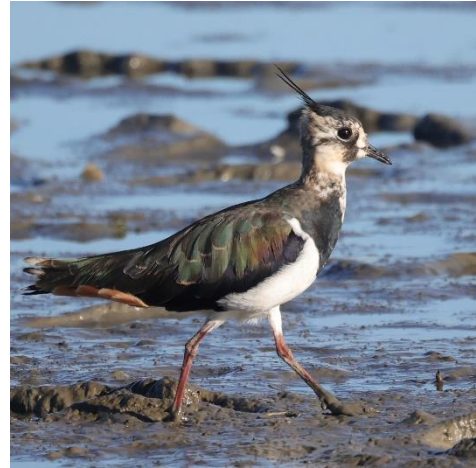
Waren es in der Vergangenheit vor allem geologische Prozesse (z.B. Kontinentaldrift, Vulkanausbrüche, ...), Änderungen der Sonnenaktivität oder der zufällige Einschlag von Meteoriten, die globale Ökosysteme langfristig veränderten, so prägt der Mensch seit Beginn der industriellen Revolution lokale, regionale und globale Prozesse auf der Erde. Diese Entwicklung veranlasste Geowissenschaftler:innen dazu, ein neues Erdzeitalter, das Anthropozän, vorzuschlagen, um dem tiefgreifenden Einfluss des Menschen Rechnung zu tragen (Crutzen, 2021), da sich menschliche Aktivitäten inzwischen stärker auf die Erde auswirken als natürliche Prozesse (Waters et al., 2016).

Der genaue Beginn des Anthropozäns ist noch Gegenstand der geowissenschaftlichen Diskussion (Zalasiewicz et al., 2015). Neben dem Nachweis der bei Atomwaffen-Explosionen freigesetzten radioaktiven Nuklide in geologischen Sedimenten, ist es vor allem der anthropogene Einfluss auf die Atmosphäre und damit das weltweite Klima, sowie der rasche Rückgang der biologischen Vielfalt, die diese neue geologische Epoche kennzeichnen.

Für die Biologie ist der Rückgang der biologischen Vielfalt als Kennzeichen des Anthropozäns von besonderem Interesse. Genau wie beim Klimawandel sind es anthropogene Ursachen, die für den Verlust an Biodiversität verantwortlich sind. In den frühen 1990er Jahren weist die weltweite Staatengemeinschaft auf diesen negativen Einfluss des Menschen hin (United Nations, 1992).

Studien aus der jüngeren Vergangenheit belegen den Rückgang der Artenzahlen bzw. der Abundanz verschiedenster Taxa auf lokaler, aber auch globaler Ebene. So zeigte beispielsweise die Krefelder Insektenstudie einen signifikanten Rückgang der Fluginsekten-Biomasse um über 75 % in den vergangenen drei Jahrzehnten (Hallmann et al., 2017). Weitere Untersuchungen bestätigen dieses „Insektensterben“ auch in anderen Gebieten (Seibold et al., 2019).

Besonders gut dokumentiert sind seit einigen Jahren auch die Rückgänge im Bestand zahlreicher europäischer Vogel-Arten, deren Individuenzahl in den vergangenen Jahrzehnten stark gesunken sind (Brlík et al., 2021; Inger et al., 2015). Besonders dramatisch ist die Situation für bodenbrütende Wiesenvögel, wie z. B. die in Abbildung 1 gezeigten Kiebitze (*Vanellus vanellus*) oder Kampfläufer (*Calidris pugnax*), deren Populationen zwischen 1992 und 2016 um über 90% zurückgegangen sind (Gerlach et al., 2019; Kamp et al., 2020).



Bei den heimischen Amphibien werden nur 6 der 21 vorkommenden Arten in Deutschland als ungefährdet eingestuft. Alle anderen sind mehr oder weniger stark vom Aussterben bedroht. Für mehr als 47% der deutschen Lurch-Arten zeigen die Bestandstrends der Jahre 2009-2018 gegenüber jenen des Zeitraum 2000-2008 eine sehr starke Abnahme (Rote-Liste-Gremium Amphibien und Reptilien, 2020). Die Liste ließe sich um zahlreiche weitere Taxa erweitern.



Abbildung 1: Kiebitz (*Vanellus vanellus*) oben und Kampfläufer (*Calidris pugnax*) unten<sup>1</sup>.

In der Fachliteratur herrscht noch große Unsicherheit über die tatsächlichen Aussterberaten, die zwischen drei (Myers 1989) und 100 Arten (Stork 2010) pro Tag schwanken. Doch egal wie hoch der exakte Wert ist, weltweit betrachtet ist die aktuelle Aussterberate mindestens 1000mal größer als die natürliche Aussterberate (Vos et al., 2015) und damit so groß, wie in keiner geologischen Epoche zuvor (Pimm et al., 2014). Der Rückgang der Biodiversität gerät mittlerweile an eine planetare Grenze oder könnte diese Grenze sogar schon überschritten haben (Mace et al., 2014; Newbold et al., 2016; Steffen et al., 2015).

Dieser Verlust an biologischer Vielfalt wirkt sich aber nicht nur auf die Zusammensetzung von Biozöosen und damit die Funktionalität der Ökosysteme aus, sie stellt auch eine Bedrohung für die menschliche Gesundheit dar (Schmeller et al., 2020), gilt als eine der drei größten Risiken für das globale Wirtschaftsleben (World Economic Forum, 2022) und das menschliche Überleben überhaupt (Díaz et al., 2018).

<sup>1</sup> Diese und alle folgenden Bilder der Arten wurden vom Verfasser der Dissertation selbst angefertigt.

Somit scheint die Einschätzung des Weltbiodiversitätsrats gerechtfertigt, dass der Verlust an biologischer Vielfalt (neben der Klimakrise) eine der größten Herausforderungen ist, die die Menschheit in der (nahen) Zukunft bewältigen muss (Díaz et al., 2019).

Als Hauptursachen für die Abnahme der Biodiversität gelten unter anderem Veränderungen in der Landnutzung (Chaudhary & Mooers, 2018; Newbold et al., 2015; Powers & Jetz, 2019), der anthropogen verursachte Klimawandel (Harfoot et al., 2021; Newbold, 2018) oder invasive Neobiota (Ricciardi, 2013). Um den massiven Rückgang der biologischen Vielfalt zu stoppen oder wenigstens zu verlangsamen, sollten Maßnahmen ergriffen werden, die diese genannten Ursachen bekämpfen. Da solche Interventionen auch Auswirkungen auf die Menschen in den Lebensräumen und darüber hinaus haben, fordert die von 196 Staaten (u. a. auch Deutschland) unterzeichnete Convention on Biological Diversity in ihrem Artikel 13 auch Bildungsprogramme, um innerhalb der Gesellschaften das Wissen über biologische Vielfalt und die Akzeptanz von Schutzmaßnahmen zu fördern (United Nations, 1992; van Weelie & Wals, 2002).

## 1.2 Bedeutung der Arten- bzw. Formenkenntnis

Arten- oder Formenkenntnis hat als spezieller Teil des biologischen Fachwissens in vielfältiger Hinsicht sowohl gesellschaftliche als auch persönliche Relevanz (Abbildung 2).

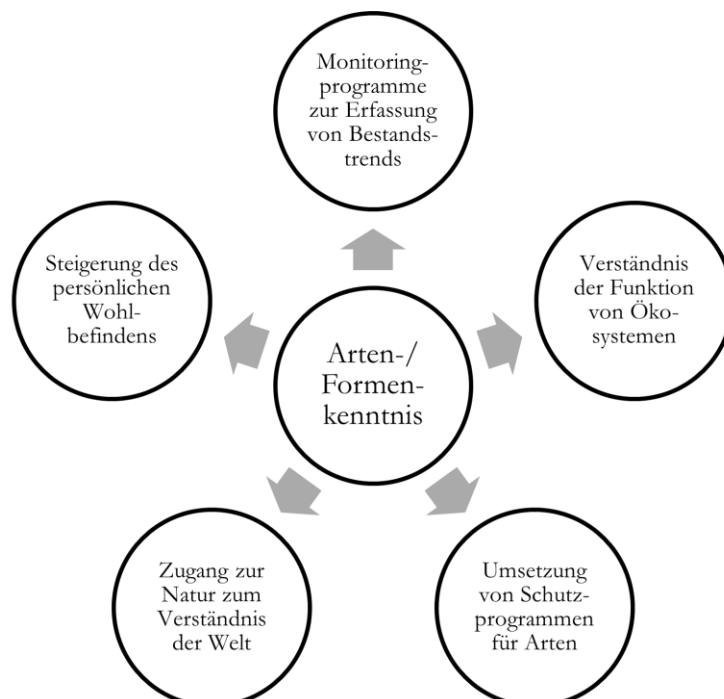


Abbildung 2: Bedeutung von Arten- bzw. Formenkenntnis für den Menschen in verschiedenen Feldern.

Zum einen ist die Fähigkeit Lebewesen zu erkennen eine notwendige Voraussetzung für die Erfassung von Bestandstrends durch Monitoring-Programme oder Untersuchungen zum Verständnis der Funktionalität von Ökosystemen, um daraus konkrete Schutzprogramme für

Arten bzw. Ökosysteme zu entwickeln, umzusetzen und ihren Erfolg zu evaluieren (Bickford et al., 2012; Bilton, 2014; Sturm & Berthold, 2015). Diese Fertigkeiten erfordern vertiefte Kenntnisse und eine lange Übungsphase, die bei vielen der aktuellen taxonomischen Experten bereits in ihrer Kindheit begann (Frobel & Schlumprecht, 2016), weil die ersten Konzepte zur Unterscheidung von Arten entwicklungspsychologisch bereits sehr früh angelegt werden (Tomkins & Tunnicliffe, 2015). Da die Anforderungen an die taxonomischen Kenntnisse der beteiligten Personen in diesen Tätigkeitsfeldern sehr hoch sind, ist die Zahl der entsprechenden Expert:innen relativ klein (Schulte et al., 2019).

Um die zum Teil sehr kostenintensiven Schutzprogramme politisch durchsetzen zu können, ist zudem eine möglichst breite Akzeptanz in der Bevölkerung von großer Bedeutung. Auch hier zeigen Studien, dass Arten- bzw. Formenkenntnisse die Bereitschaft erhöhen, sich für den Erhalt der biologischen Vielfalt einzusetzen, wobei nicht (immer) geklärt ist, ob eine höhere Arten- bzw. Formenkenntnis die Ursache oder eher die Folge des Naturschutzengagements ist (Bögeholz, 1999; Greene, 2005; Hallmann et al., 2005; Hosaka et al., 2017; Wilson & Tisdell, 2005).

Über diese gesellschaftliche Ebene hinaus wirkt sich die Fähigkeit Lebewesen zu erkennen auch noch auf einer persönlichen Ebene aus. Obwohl die Begriffe „Allgemeinbildung“ bzw. „Allgemeinwissen“ weder exakt definiert noch mit konkreten Inhalten versehen sind, so kann doch in erster Näherung davon ausgegangen werden, dass diese Konstrukte Individuen befähigen, sich die Welt zu erschließen (Böhm & Ahrens, 1988). Arten- bzw. Formenkenntnis stellt dabei einen Ausschnitt des Wissens dar, der dabei hilft, biologische Sachverhalte zu verstehen und sich damit in der Natur zurechtzufinden (Berck & Klee, 1992; Gebhard, 2013) bzw. Handlungskompetenzen zum Erhalt der biologischen Vielfalt zu erwerben (Blessing, 2007).

Schon seit einiger Zeit ist bekannt, dass Menschen in Lebensräumen mit höherer biologischer Vielfalt gesünder sind und von einem höheren Wohlbefinden berichten, als vergleichbare Gruppen in einer artenärmeren Umgebung (Dallimer et al., 2012; Marselle et al., 2019). Darüber hinaus zeigen Untersuchungen, dass nicht nur die Vielfalt allein das Wohlbefinden beeinflusst, sondern die Wahrnehmung der Vielfalt eine entscheidende Rolle spielt. Je mehr Arten Menschen in ihrer Umgebung wahrnehmen (und erkennen), desto wohler fühlen sie sich (Cox & Gaston, 2015; Keniger et al., 2013).

Zusammenfassend betrachtet hat eine hohe Arten- bzw. Formenkenntnis nicht nur gesellschaftliche Bedeutung, um die biologische Vielfalt zu erhalten, sondern sie steigert auch das persönliche Wohlbefinden und hilft den Menschen bei der Welterschließung. Trotz dieser hohen

Relevanz ist bis heute unklar, wie viele oder gar welche Arten Kinder oder Erwachsene (in Deutschland) erkennen.

### 1.3 Empirische Untersuchungen zur Arten- bzw. Formenkenntnis

#### 1.3.1 Was ist eigentlich eine Art?

In Carl von Linnés biologischem System stellt die Art die kleinste Einheit dar und ist daher von grundlegender Bedeutung für die Biologie (Mayr, 1996). Eine einheitliche Definition, was eine Art ist, fehlt bisher, so dass verschiedene Artkonzepte nebeneinander existieren (Abbildung 3). Um die Arten- bzw. Formenkenntnis einer Testgruppe zu ermitteln, muss also zunächst geklärt werden, welcher Artbegriff in den entsprechenden Untersuchungen verwendet wird.



Abbildung 3: Überblick über die drei verschiedenen Hauptkonzepte zur Definition des Artbegriffes.

In seiner „Philosophia botanica“ von 1751 klassifiziert Linné die Lebewesen nach sichtbaren Kennzeichen, wobei sich Individuen einer Art zwar nicht völlig gleichen, aber in ihren „wesentlichen Merkmalen“ übereinstimmen (**morphologischer Artbegriff**) und deren Nachkommen wieder ähnliche Eigenschaften tragen (Linné, 1758).

Die Einteilung der Lebewesen in „Morphospezies“, die sich nach Linnés Definition durch sichtbare Merkmale oder Verhaltensweisen unterscheiden, ist in vielerlei Hinsicht problematisch. Da alle Individuen bei genügend genauer Betrachtung verschiedene Merkmale zeigen, trägt eine Einteilung nach morphologischen (oder ethologischen) Kennzeichen oft subjektive Züge, da nicht objektiv klar ist, was genau ein „wesentliches“ Merkmal ist. Zudem können sich Individuen auch innerhalb einer Arte durch Sexualdimorphismus oder verschieden aussehende Altersstadien (Larve, Imago, ...) stark unterscheiden (Abbildung 4). Da auch Umwelteinflüsse das Aussehen von Individuen mehr oder weniger stark modifizieren, ergibt sich so innerhalb einer einzigen Morphospezies eine hohe phänotypische Plastizität.



Abbildung 4: Sexualdimorphismus (oben links) bei Stockenten (*Anas platyrhynchos*) und unterschiedlich alte Individuen der Enten-Art (oben rechts). Kaulquappen-Larve (unten links) und adulter Grasfrosch (*Rana temporaria*) (unten rechts).

Gleichzeitig existiert der umgekehrte Fall, dass sich durch konvergente Entwicklung unter ähnlichen Selektionsbedingungen, beinahe gleich aussehende Individuen herausbilden, die allerdings zu verschiedenen Arten gehören, obwohl sie ähnliche morphologische Merkmale aufweisen. In der Natur existieren sogenannte Zwillingarten wie z. B. Sumpf-Meise (*Poecile palustris*) und Weiden-Meise (*Poecile montanus*), die sich morphologisch kaum unterscheiden (Abbildung 5).



Abbildung 5: Sumpf- (links) und Weiden-Meise (rechts) sind Zwillingarten, die in ähnlichen Biotopen leben und durch äußere Merkmale kaum zu unterscheiden sind. Beide Arten sind durch ihren unterschiedlichen Gesang (ethologisch) isoliert.

Mit zunehmendem Wissen über Evolution, Ökologie und Populationsgenetik wurde deshalb der morphologische Artbegriff durch andere Konzepte ergänzt. Nach dem **populationsgenetischen**



(= **biologischen**) **Artbegriff** sind Arten reproduktiv voneinander isolierte Fortpflanzungsgemeinschaften mit einem gemeinsamen Genpool, deren Mitglieder unter natürlichen Bedingungen durch sexuelle Fortpflanzung Allele austauschen und fruchtbare Nachkommen erzeugen (Mayr, 1996). Morphologische Merkmale spielen somit für die Charakterisierung von „Biospezies“ keine Rolle.

Allerdings lassen sich Spezies, die sich nur ungeschlechtlich vermehren, nicht mit dem biologischen Artbegriff klassifizieren. Zudem existieren (vor allem im Pflanzenreich) zahlreiche Art- oder sogar Gattungshybride, die durch Introgression genetisches Material zwischen verschiedenen Arten austauschen und trotzdem fruchtbare Nachkommen erzeugen (Abbildung 6).



Abbildung 6: Beispiel für die Bildung des Hybriden Heufleurs Gymnigritelle (*Gymnigritella x haeufleri*) aus Mücken-Händelwurz (*Gymnadenia conopsea*) und Schwarzem Kohlröschen (*Nigritella nigra*) innerhalb der Familie der Orchideengewächse (*Orchidaceae*) durch Introgression über Gattungsgrenzen hinweg.

Nach dem biologischen Artbegriff sollten diese Individuen zum gleichen Taxon gehören, werden aber de facto weiterhin – z. B. auf Grund großer morphologischer Unterschiede - verschiedenen Spezies zugerechnet.

Der **phylogenetische Artbegriff** definiert eine Art als Gruppe von Populationen, die die gleiche Abstammung haben. Dabei wird die Dimension Zeit berücksichtigt, da solche „Evospezies“ von der Artspaltung ihrer Vorfahren bis zu dem Zeitpunkt existieren, an dem sie entweder keine Nachkommen mehr haben oder sich selbst erneut aufspalten (Wheeler & Meier, 2000). Durch molekularbiologische Methoden, insbesondere den Vergleich von DNA-Sequenzen, lassen sich auf

diese Weise Ähnlichkeiten und Unterschiede quantitativ definieren, ab welchen die Individuen zu verschiedenen Spezies zu zählen sind, ohne auf morphologische Kennzeichen oder sexuelle Fortpflanzungsmechanismen achten zu müssen. Durch die Verbesserung molekularbiologischer Verfahren gewinnen genetische Unterscheidungsmethoden wie z.B. das DNA-Barcoding sowohl in der Systematik als auch der Ökologie seit geraumer Zeit an Bedeutung bei der Festlegung, was eine Art ist (Herbert et al., 2003). Gleichwohl ist das Maß, ab welcher (genetischen) Varianz von getrennten Spezies zu sprechen ist, höchst umstritten (Mayr, 2000).

Neben diesen drei beschriebenen Konzepten zur Definition des Artbegriffes (Abbildung 3) gibt es auch ökologische, evolutionsbiologische oder genotypische Versuche, den Begriff der Art zu fassen. Keiner dieser Versuche wird dabei bisher den tatsächlichen Verhältnissen in der Natur ohne Ausnahme gerecht, so dass es bis auf weiteres sinnvoll erscheint, bei der Nennung eines Artnamens stets das zu Grunde liegende Artkonzept in entsprechenden Publikationen mit anzugeben (Hey, 2001; Lee, 2003).

Welche Bedeutung haben diese Versuche den Begriff der Art zu fassen nun für die vorliegenden Untersuchungen zur Arten- und Formenkenntnis bestimmter Testgruppen? Trotz aller Unzulänglichkeiten des morphologischen Artbegriffs und Linnés falscher Annahme, dass Arten mit ihren typischen Merkmalskombinationen für alle Zeit konstant sind (Linné, 1751), hat der morphologische Artbegriff auch heute noch eine hohe wissenschaftliche, gesellschaftliche und schulische Relevanz (Abbildung 7).

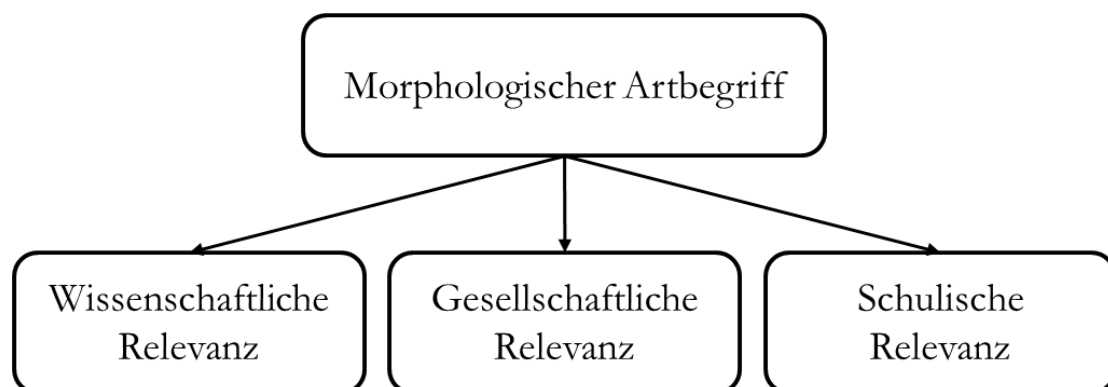


Abbildung 7: Aktuelle Bedeutung des morphologischen Artbegriffs in verschiedenen Feldern.

Zahlreiche, vor allem freilandbiologische Fragestellungen nutzen aus pragmatischen Gründen den morphologischen Artbegriff, da sich weder die Fortpflanzungsbiologie noch die phylogenetische Abstammung von Individuen im Feld untersuchen lassen. Somit ist der morphologische Artbegriff zumindest in diesen Teilgebieten der Biologie von hoher wissenschaftlicher Relevanz.

Zudem teilen Laien – und damit weite Teile der Bevölkerung – Arten in der Alltagssprache nach ihren äußeren Kennzeichen ein. Auch die Bestimmungsliteratur – egal ob für wissenschaftliche Zwecke in der Forschung oder naturkundlich interessierte Laien im Alltag – nutzt äußere Kennzeichen (und Verhaltensweisen), um Spezies voneinander zu unterscheiden. Der morphologische Artbegriff hat damit eine hohe gesellschaftliche Relevanz für einen großen Teil der Bevölkerung.

In den Allgemeinen Bildungsstandards für die Sekundarstufe II wird nur der populationsgenetische Artbegriff erwähnt (Kultusministerkonferenz, 2020). Da im gleichen Dokument die qualitative und im erhöhten Leistungsniveau auch die quantitative Erfassung von Arten in einem Areal im Freiland gefordert ist, müssen die Lernenden den morphologischen Artbegriff zwar nicht definieren, aber anwenden können. Deshalb wurden z. B. im LehrplanPLUS für die Oberstufe des bayerischen Gymnasiums sowohl der morphologische als auch der populationsgenetische Artbegriff in der Jahrgangsstufe 12 im Lernbereich 3 „Evolution“ als Lerninhalte aufgenommen (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2018). In den vorangegangenen Lernjahren des Gymnasiums und auch in allen nicht-gymnasialen Schulformen Bayerns orientiert sich die Einteilung der Arten an ihren äußeren Kennzeichen. Somit hat der morphologische Artbegriff auch eine hohe schulische Relevanz.

Aus diesen genannten Gründen liegt den vorliegenden Untersuchungen zur Fähigkeit verschiedene Tierarten unterscheiden und benennen zu können, der morphologische Artbegriff zu Grunde. Doch müssen die getesteten Personen tatsächlich immer die Individuen auf Art-Niveau erkennen oder umfasst Artenkenntnis nicht auch die Einordnung in höhere taxonomische Gruppen?

### ***1.3.2 Arten- und Formenkenntnis: Eine Begriffsklärung***

Empirische Untersuchungen, deren Ziel es ist zu evaluieren, wie viele Arten innerhalb einer bestimmten Testgruppe erkannt werden, verwenden sowohl die Begriffe Arten- als auch Formenkenntnis in zum Teil abweichender Bedeutung. In frühen Arbeiten wird der Begriff „Formenkenntnis“ (Gahl, 1973; Scherf, 1986; Sturm, 1982) synonym zu „Artenkenntnis“ gebraucht. Englischsprachige Studien verwenden nur den Begriff „species knowledge“. Die Antworten der Teilnehmenden werden in diesen Studien dichotom als entweder richtig (Angabe des Artnamens) oder falsch gewertet - auch wenn eine richtige übergeordnete taxonomische Einheit angegeben wurde - so dass im Ergebnis entweder kein Punkt oder die volle Punktzahl erreicht wurde (Hooykaas et al., 2019; Hooykaas et al., 2022). In anderen Untersuchungen an Grundschulkindern Baden-Württembergs oder der Schweiz werden – je nach Lebewesen - verschiedene taxonomische Ebenen (Art, Gattung oder Familie) als vollständig richtig gewertet,

um den deutschen Sprachgebrauch entsprechend abzubilden (Jaun-Holderegger, 2019; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018).

Die in der vorliegenden Arbeit vorgestellten empirischen Untersuchungen zur Formen- und Artenkenntnis von Wirbeltieren im Allgemeinen und Vögeln im Besonderen unterscheiden verschiedene Ebenen des Erkennens von Lebewesen. Dieser Ansatz geht auf eine Untersuchung zur Tierartenkenntnis in den 80er Jahren zurück (Eschenhagen, 1982). Für die Codierung der Testleistungen unterschied Eschenhagen die Formenkenntnis, bei der ein Tier auf einer höheren taxonomischen Ebene erkannt wurde, von der Artenkenntnis, die ein exaktes Ansprechen der Spezies erfordert. Artenkenntnis, also das wirkliche Erkennen der Spezies, setzt ein tieferes Wissen voraus als die Formenkenntnis, bei der das Individuum einer höheren taxonomischen Gruppe zugeordnet wird. Deswegen vergab Eschenhagen dementsprechend unterschiedlich viele Bewertungseinheiten (Abbildung 8).



Formenkenntnis	Artenkenntnis
Angabe einer höheren taxonomischen Gruppe:	Angabe des korrekten Artnamens:
z. B. Meise ( <i>Parus sp.</i> )	Kohl-Meise ( <i>Parus major</i> )
Bewertung: 0,5 BE	Bewertung: 1 BE

Abbildung 8: Unterscheidung zwischen Formen- und Artenkenntnis am Beispiel der Kohlmeise (*Parus major*).

Dieses Vorgehen spiegelt sich auch in den auf Eschenhagen folgenden Untersuchungen bei der Codierung der Antworten aus den Testbögen wider, in dem die Einordnung in eine höhere Gruppe nur mit einem Teil der maximalen Bewertungseinheiten, die es für die Angabe des korrekten Artnamens gegeben hätte, bepunktet wurde (Randler, 2006; Schulemann-Maier & Munzinger, 2018; Sturm, U. et al., 2020; Zahner et al., 2007).

Eine fachdidaktische Abgrenzung der verschiedenen Ebenen des Erkennens von Arten mit einer entsprechenden Vereinheitlichung der Begriffe für zukünftige Studien in einem „Modell der taxonomischen Bildung“ steht noch aus und soll im Rahmen dieser Arbeit versucht werden (s. Kapitel 3.4).

### 1.3.3 Auswahl der Organismengruppe

Um den Stand der Arten- bzw. Formenkenntnis einer Testgruppe zu ermitteln ist die Auswahl der zu testenden Organismen von großer Bedeutung. In der Literatur existieren Untersuchungen, die nur Pflanzenarten (Bebbington, 2005; Patrick & Tunnicliffe, 2011; Scherf, 1986), nur Tierarten (Hooykaas et al., 2019; Hooykaas et al., 2022; Patrick et al., 2013; Randler, 2003, 2006; Randler et

al., 2015; Randler & Heil, 2021; Randler & Wieland, 2010; Sturm, U. et al., 2020; Zahner et al., 2007) oder beide Organismenreiche zusammen abdecken (Eschenhagen, 1982; Jaun-Holderregger, 2019; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018).

Testdesigns in denen die Teilnehmenden sowohl Tiere als auch Pflanzen erkennen sollten, umfassen entweder nur wenige Arten und lassen daher auch nur begrenzte Aussagen zu einer kleinen Auswahl an Organismen zu oder sie umfassen sehr viele Arten-Items, um die entsprechende Breite abzudecken mit entsprechend langen Fragebögen. Enthalten sie zudem noch weitere Items, um z.B. Faktoren zu identifizieren, die die Arten- bzw. Formenkenntnis beeinflussen, kann es sehr leicht zu einer Ermüdung durch die Teilnehmenden kommen, die die Qualität der Antworten negativ beeinflusst (Burchell & Marsh, 1992; Sahlqvist et al., 2011).

Deshalb fokussieren sich die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit auf einheimische Wirbeltiere und insbesondere die Vögel, um einerseits ein genügend breites Spektrum an Arten aus der taxonomischen Gruppe zu testen und gleichzeitig die Anzahl der Items in den verwendeten Fragebögen so klein zu halten, dass möglichst keine Ermüdung bei den Testpersonen eintritt. Die Argumente für die Auswahl der getesteten Tiere sind in den jeweiligen Publikationen beschrieben (s. Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3.).

Der Vergleich der aktuellen Studien mit Untersuchungen aus der Vergangenheit, um Veränderungen in der Arten- und Formenkenntnis zu entdecken, spricht ebenfalls für die Auswahl von Wirbeltieren bzw. Vögeln, da zu diesen Tiergruppen Daten aus der Vergangenheit zur Verfügung standen.

### 1.3.4 Ermittlung der Arten- bzw. Formenkenntnis

In den bisher vorliegenden Studien werden unterschiedliche Untersuchungsdesigns genutzt, um die Arten- bzw. Formenkenntnis einer Testgruppe zu ermitteln (Abbildung 9).

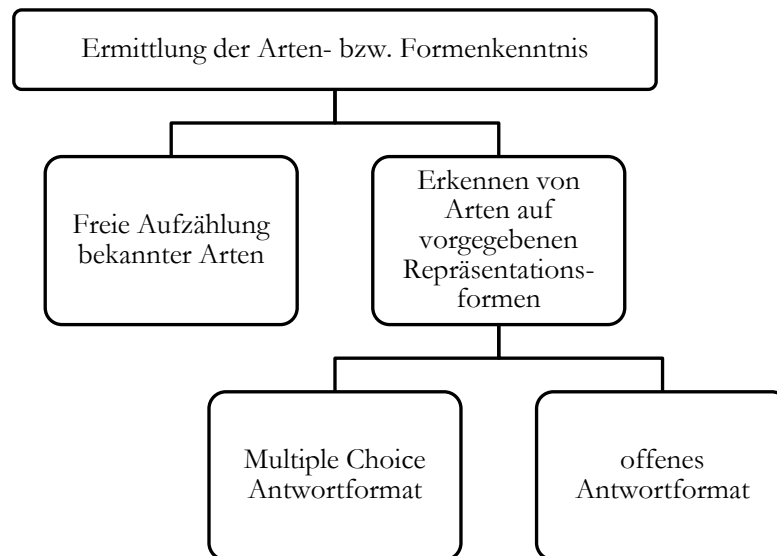


Abbildung 9: Verschiedene Untersuchungsdesigns zur Ermittlung von Arten- bzw. Formenkenntnis.

Auf der einen Seite gibt es Untersuchungen in denen die Testpersonen Arten aufzählen sollen, die sie z. B. in ihrer Umgebung wahrnehmen (Lindemann-Matthies, 2002; Lindemann-Matthies & Bose, 2008; Lindemann-Matthies, 2006; Patrick & Tunnicliffe, 2011; Yli-Panula & Matikainen, 2014). Die Anzahl der genannten Arten ist dabei ein Maß für die Arten- bzw. Formenkenntnis der Testpersonen. Diese offene Herangehensweise lässt den Teilnehmenden zahlreiche Freiheiten und definiert nicht vorab, welche ausgewählten Spezies für die Arten- bzw. Formenkenntnis repräsentativ sind.

Da bei diesem Verfahren neben der Arten- und Formenkenntnis auch die Erinnerungsfähigkeit und die Abrufbarkeit von deklarativem Wissen eine Rolle spielt, nutzt ein zweites Untersuchungsdesign Repräsentationsformen (z. B. Originale, Stopfpräparate, Abbildungen, ...), anhand derer die Testpersonen die Arten erkennen sollen. Die richtige Antwort kann dann entweder in einem Multiple Choice-Format ausgewählt werden (Hooykaas et al., 2022) oder muss in einem offenen Antwortformat angegeben werden (Eschenhagen, 1982; Randler, 2006; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018; Sturm, U. et al., 2020; Zahner et al., 2007). Für alle Studien der vorliegenden Arbeit wurden Abbildungen von Tieren genutzt, deren Namen die Testpersonen dann in einem offenen Item-Format angeben mussten. Eine methodische Beschreibung des Vorgehens erfolgt in den einzelnen Studien (siehe Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3).

### ***1.3.5 Bisherige Studien zur Arten- bzw. Formenkenntnis und „shifting baselines“***

Vorangegangene Studien zur Arten- und Formenkenntnis können einen Beitrag zur Aufklärung eines sogenannten „shifting baseline“-Syndroms leisten. Der Schotte Ian McHarg prägte in den späten 60er Jahren diesen Begriff, in dem er die damalige Landschaft mit jenen seiner Vorfahren verglich und feststellte, dass Menschen Veränderungen nur dann wahrnehmen, wenn sie sich an den früheren Zustand erinnern können (McHarg, 1969). In der Naturschutz-Arbeit konnte gezeigt werden, dass Menschen eher auf ihre persönlichen Erfahrungen als auf jene ihrer Vorfahren zurückgreifen, um Veränderungen in Ökosystemen wahrzunehmen, d. h. langfristige Trends lassen sich nur schwer fassen, weil der Zeitraum an den sich die Menschen erinnern oft wesentlich kürzer ist, als die Veränderung andauert (Papworth et al., 2009; Pauly, 1995). Dieses „shifting baseline“-Syndrom stellt für den Erhalt der biologischen Vielfalt immer dann ein Problem dar, wenn ein mehrere Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte dauernder Rückgang der Artenabundanz von den jeweiligen Generationen als nicht dramatisch wahrgenommen wird, weil sie sich nur an die kleinen Veränderungen während ihrer persönlichen Lebenszeit erinnern, aber diese nicht in Bezug setzen zu einer starken Abnahme über mehrere Generationen hinweg von der sie gar nichts wissen (Baum & Myers, 2004; Jackson et al., 2001; Leather & Quicke, 2010).

So einleuchtend das Konzept der „shifting baselines“ erscheint, so wenig empirisch belegte Daten über den postulierten Rückgang des Wissens gibt es, weil die Ermittlung der „Baselines“ früherer Generationen eher auf anekdotischen Einzelerfahrungen beruht, als auf umfangreichen Datensätzen, die weitgehend fehlen (Ainsworth et al., 2008; Jackson et al., 2001; Papworth et al., 2009).

So wird auch über den Rückgang der Artenkenntnis als weitere „shifting baseline“ seit Jahrzehnten geklagt (Gahl, 1973; Genschel, 1950). Empirische Daten, die eine Abnahme der Kenntnisse belegen, gibt es auch hier kaum. Einige Untersuchungen berichten von einem Rückgang der „ecological knowledge“, wobei die Testpersonen in den entsprechenden Fragebögen keine Arten erkennen mussten (Pilgrim et al., 2008) oder aus anderen Kulturkreisen stammen (Spoon, 2014), so dass sich die Ergebnisse nur schwierig auf die Verhältnisse in westlichen Industrienationen übertragen lassen.

Andere Studien untersuchen eher skurrile Fragestellungen zur Arten- bzw. Formenkenntnis. So konnten Kinder in Großbritannien beispielsweise mehr fiktive Pokémon-Charaktere identifizieren als einheimische Tierarten (Balmford, 2002) oder Jugendliche in Los Angeles erkannten am Klang einer automatischen Schusswaffe deren Marke besser als den Gesang einer einheimischen Vogelart (Nabhan & Trimble, 1994). Letztlich fehlen jedoch breit angelegte Studien zum Kenntnisstand der Arten- und Formenkenntnis früherer Generationen.

Jüngst erschienene empirische Untersuchungen ermitteln zumindest für die Schweiz und die Niederlande aktuelle Daten, wie viele Tierarten unterschiedliche Testgruppen erkennen können und welche Faktoren die Testleistung beeinflussen (Tabelle 1). Damit existiert für diese Länder eine Bezugsgröße mit der sich „shifting baselines“ in zukünftigen Untersuchungen verfolgen lassen.

**Tabelle 1: Überblick über jüngere Studien zur Tier-Arten- und Formenkenntnis.**

Land	Schweiz (Jaun-Holderegger, 2019)	Schweiz (Remmele & Lindemann-Matthies, 2018)	Niederlande (Hooykaas et al., 2019)	Niederlande (Hooykaas et al., 2022)
Stichprobe	Kinder (N=241), Biologie-Lehrkräfte (N= 14)	Kinder (N=402) mit Elternteil (N=402)	Kinder (N=602), erwachsene Laien (N=3210) & Expert:innen (N= 938)	Erwachsene (N=7249)
Getestete Arten	67 Tierarten, davon 39 Wirbeltiere	24 Tierarten davon 17 Wirbeltiere	27 Tierarten davon 23 Wirbeltiere	60 Wirbeltiere- (heimisch und exotisch)
Getestete Einfluss- faktoren	Alter, Geschlecht, Naturerfahrungen			
	Muttersprache, Mitgliedschaft in NGOs/Vereinen	Größe Wohnort Quelle der Artenkenntnis	Ausbildungsniveau, Einstellung zu Natur, Medienkonsum	Ausbildungs- niveau

Entsprechende Studien zur Arten- bzw. Formenkenntnis verschiedener Personengruppen in Deutschland sind entweder schon älter, bilden nur eine kleine Zahl von Arten ab oder untersuchen nur eine spezielle Gruppe von Probanden (Tabelle 2).

**Tabelle 2: Überblick über Studien zur Tierarten- bzw. Formenkenntnis innerhalb Deutschlands.**

Jahr	1981 (Eschenhagen, 1982)	2006 (Randler, 2006)	2006 (Zahner et al., 2007)	2020 (Randler & Heil, 2021)
Stichprobe	Kinder Jgst. 5, 8, 9 (N=684)	Kinder Jgst. 6 (N=154)	Kinder Jgst 4, 7 und 12 (N=3228)	Erwachsene (N=2139)
Getestete Arten	48 Tierarten, davon 30 Wirbeltiere	20 Wirbeltier- Arten	12 Vogel-Arten	28 Vogel-Arten
Getestete Einfluss- faktoren	Alter, Geschlecht	Geschlecht, Schulform	Alter, Geschlecht, Schulform, Quelle des Wissens, Naturerfahrung, Interesse an den Tieren	Alter, Geschlecht, Größe Wohnort, Naturerfahrung, Interesse an den Tieren

Seit den Datenerhebungen von Eschenhagen (1982) und Randler (2006) haben sich die gesellschaftlichen und schulischen Rahmenbedingungen deutlich verändert, so dass eine neue Erhebung der Wirbeltier-Arten- und Formenkenntnis von Kindern und Jugendlichen geboten erscheint, um die Datenlage zu aktualisieren. Publikation I der vorliegenden Arbeit möchte diese Wissenslücke schließen und auch die Veränderungen der Arten- bzw. Formenkenntnis gegenüber der Untersuchung von Randler (2006) untersuchen (s. Kapitel 3.1).



Zur Arten- und Formenkenntnis von Vögeln existiert ein umfangreicher Datensatz von tausenden Schüler:innen aus der Studie von Zahner et al. (2007) mit dessen Hilfe sich das postulierte Phänomen der „shifting baselines“ empirisch bestätigen oder verwerfen ließe, in dem man Zahners Ergebnisse mit jenen einer heutigen Testkohorte vergleicht (s. Kapitel 3.2).

Während es zur Arten- und Formenkenntnis von Kindern und Jugendlichen zumindest einige Studien gibt, ist das entsprechende Wissen bei Erwachsenen – bis auf wenige Ausnahmen an kleineren Testgruppen - kaum untersucht (Dallimer et al., 2012; Randler et al., 2015). Eine Ausnahme bildet eine aktuelle Studie zur Vogel-Arten-Kenntnis von Mitarbeitenden bzw. Studierenden der Universität Tübingen (Randler & Heil, 2021) wobei die Testgruppe ausschließlich aus akademisch gebildeten Personen bestand und so die Ergebnisse kaum auf die Gesamtbevölkerung übertragbar sind.

Durch die Befragung einer repräsentativen Personengruppe sollen Wissenslücken im Bereich der Arten- bzw. Formenkenntnis von Erwachsenen mit der vorliegenden Arbeit zumindest für die heimischen Vogel-Arten geschlossen und eine Datengrundlage für zukünftige Untersuchungen an Erwachsenen erhoben werden (s. Kapitel 3.3).

### 1.3.6 Einflussfaktoren auf die Formen- bzw. Artenkenntnis

Um passgenaue Lernmodule für Schülerinnen und Schüler zu entwickeln, ist die Erfassung von Einflussgrößen auf die Arten- bzw. Formenkenntnis der Testgruppe wichtig. Dabei lassen sich soziodemographische Faktoren von Gelegenheiten zur Tierbeobachtung und persönlichen Interessen bzw. Erwartungen abgrenzen. (Abbildung 10).

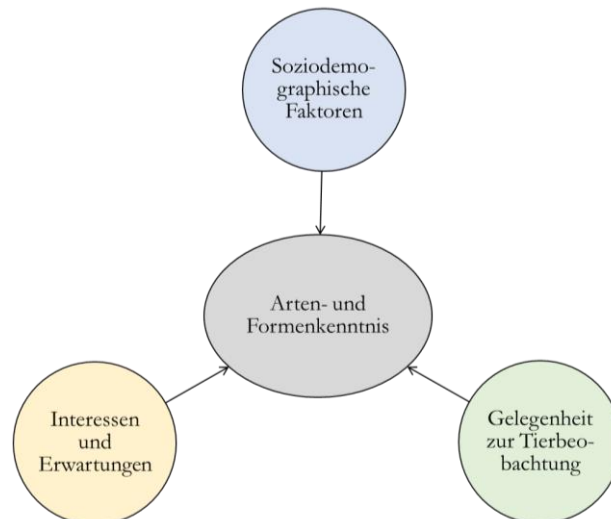


Abbildung 10: Überblick über Gruppen von Variablen, die die Arten- und Formenkenntnis beeinflussen.

#### 1.3.6.1 Soziodemographische Faktoren

Soziodemographische Faktoren (Abbildung 11) dienen einerseits zur Beschreibung der Testgruppe(n) und erlauben andererseits auch ihre Einteilung in bestimmte Kohorten, denen sich entsprechende Testergebnisse zuordnen lassen (Hoffmeyer-Zlotnik & Warner, 2014).

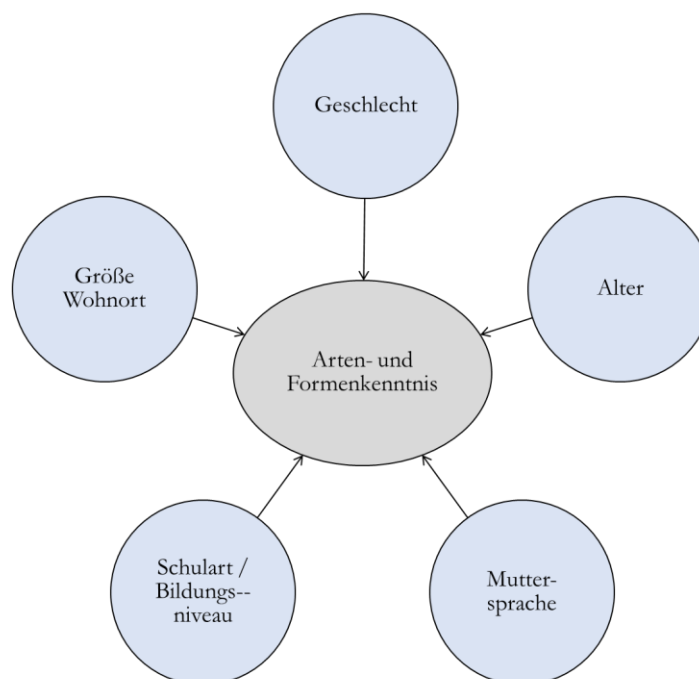


Abbildung 11: Überblick über die in der vorliegenden Arbeit untersuchten soziodemographischen Faktoren.

Der Einfluss des *Geschlechts* auf die Arten- und Formenkenntnis wurde in den vorliegenden Studien uneinheitlich bewertet. So erzielten in einigen Studien Jungen / Männer höhere Test-Ergebnisse beim Erkennen von Tieren (Eschenhagen, 1982; Hooykaas et al., 2019; Huxham et al., 2006; Nyhus et al., 2003; Peterson et al., 2017; Randler & Heil, 2021), während in anderen Untersuchungen Mädchen / Frauen mehr Arten erkannten (Bashan et al., 2021; Hooykaas et al., 2019; Jaun-Holderregger, 2019; Lindemann-Matthies, 2002; Prokop, Kubiak, & Fančovičová, 2008; Schlegel & Rupf, 2010; Zahner et al., 2007). Einige Studien zur Arten- und Formenkenntnis konnten keine geschlechtsspezifischen Unterschiede messen (Hummel et al., 2015). Die Publikationen I, II und III dieser Arbeit sollen einen weiteren Beitrag dazu leisten den Einfluss des Geschlechts auf die Arten- und Formenkenntnis zu ermitteln.

Neben dem Geschlecht beeinflusste auch das *Alter* der Testpersonen ihre Testleistung in den bisherigen Studien. Kinder zeigen nach Angaben älterer Studien am Ende der Primarstufe bzw. vor dem Eintritt in die Pubertät die größte Arten- und Formenkenntnis (Lindemann-Matthies, 2002; Randler, 2006, 2010; Zahner et al., 2007). Eine Studie aus der Schweiz ergab dagegen nur für Pflanzen-, aber nicht für Tier-Arten eine Abnahme der Artenkenntnis nach der Pubertät (Jaun-Holderregger, 2019). Da die Frage nach dem Einfluss der Altersabhängigkeit der Arten- und Formenkenntnis große Bedeutung für die zielgruppenadäquate Gestaltung von Lehrplänen und Lernmaterialien hat, stellt sich die Frage, ob die vor einiger Zeit beschriebene Abnahme der Arten- und Formenkenntnis nach der Pubertät noch immer beobachtet werden kann. Publikation II (s. Kapitel 3.2) soll einen Beitrag dazu leisten, diese Frage zu klären. Bei Erwachsenen nimmt die Arten- und Formenkenntnis mit dem Alter der getesteten Personen zu (Hooykaas et al., 2019; Randler & Heil, 2021). Publikation III (s. Kapitel 3.3) geht der Frage nach, ob diese Beobachtung auch für die Vogel-Arten- und Formenkenntnis der Bevölkerung Bayerns gilt.

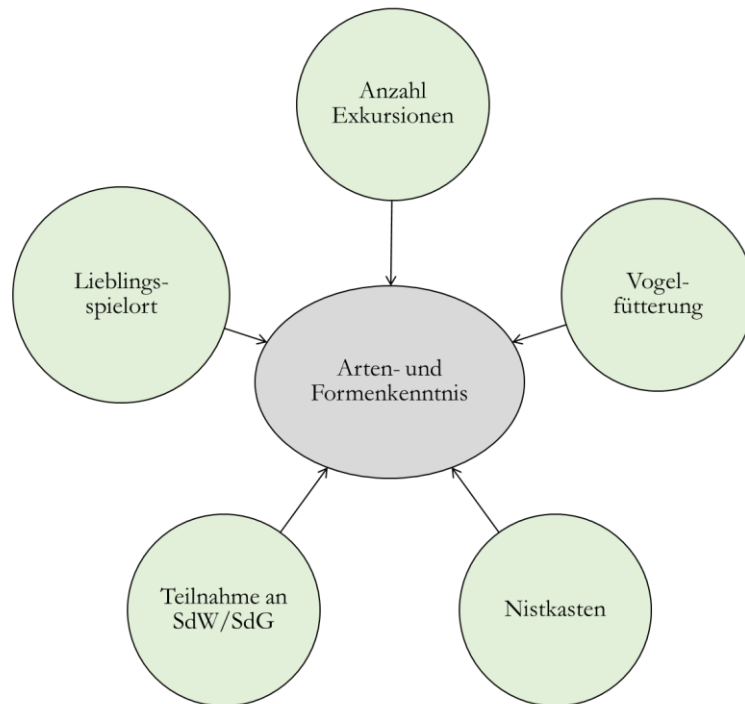
Eine weitere Einflussgröße auf die Arten- und Formenkenntnis könnte die *Muttersprache* der Teilnehmenden sein. Da Kinder mit einer anderen Muttersprache in Tests zu mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenzen schlechter abschneiden (Kempert et al., 2016; Wendt et al., 2016), liegt die Vermutung nahe, dass auch die Arten- und Formenkenntnis von den Sprachkenntnissen abhängt, zumal die Nomenklatur der jeweiligen Taxa ein besonderes, selbst für Muttersprachler schwierig zu erlernendes Vokabular darstellt (Randler & Metz, 2005). In der einzigen zu diesem Thema bisher vorliegenden Untersuchung aus der Schweiz bestätigte sich diese Vermutung (Jaun-Holderregger, 2019). Da es zum Einfluss der Muttersprache auf die Arten- und Formenkenntnis aus Deutschland bisher keine Daten gibt, soll Publikation I (s. Kapitel 3.1) diese Lücke schließen.

Inbesondere innerhalb der Gruppe der Erwachsenen könnte das allgemeine *Bildungsniveau* bzw. innerhalb der Kinder und Jugendlichen die besuchte *Schulform* die Arten- und Formenkenntnis der Teilnehmenden beeinflussen. Bei einer Studie aus den Niederlanden erkannten Menschen mit höherem Bildungsniveau mehr Tierarten (Hooykaas et al., 2019). Die wenigen Untersuchungen zur Arten- und Formenkenntnis Erwachsener aus Deutschland erlauben keine Rückschlüsse auf einen Zusammenhang zwischen den erzielten Testergebnissen und dem Bildungsniveau der Testpersonen, weil die Auswahl der Probanden entweder nicht repräsentativ ist (Randler & Heil, 2021) oder die entsprechenden Testgruppen sehr klein sind (Randler et al., 2015). Mithilfe der Daten aus Publikation III (s. Kapitel 3.3) soll diese offene Frage geklärt werden. Bei Kindern und Jugendlichen wurde von einem Zusammenhang zwischen ihrer Vogel-Arten- und Formenkenntnis mit der besuchten Schulform berichtet (Zahner et al., 2007). Allerdings liegt die Erhebung schon einige Zeit zurück, sodass in Publikation II (s. Kapitel 3.2) noch einmal untersucht wird, ob die Vogel-Arten- und Formenkenntnis der heutigen Kinder und Jugendlichen noch immer von der besuchten Schulform abhängt.

Ob es einen Zusammenhang zwischen der *Größe des Wohnorts* und der Formen- und Artenkenntnis der getesteten Personen gibt, lässt sich mit den bisher vorliegenden Daten nicht endgültig klären. Während in einigen Untersuchungen Bewohner:innen ländlicher Regionen mehr Arten erkannten als jene aus städtischen Gebieten (Bashan et al., 2021; Eschenhagen, 1982; Lückmann & Menzel, 2014; Palmberg et al., 2015; Zahner et al., 2007), zeigen andere Untersuchungen keine signifikanten Unterschiede in der Arten- und Formenkenntnis zwischen diesen Testgruppen (Hooykaas et al., 2019; Lindemann-Matthies, 2002; Randler & Heil, 2021). Die Publikationen I, II und III sollen einen Beitrag leisten, die noch unklare Datenlage im Hinblick auf diese Einflussgröße zu verbessern (s. Kapitel 3.1-3.3).

### 1.3.6.2 Gelegenheiten Tiere zu beobachten

Neben den soziodemographischen Einflussfaktoren sollte auch die Anzahl an Gelegenheiten eigene Tierbeobachtungen durchzuführen (Abbildung 12) eine Rolle für die Arten- und Formenkenntnis spielen.



**Abbildung 12:** Überblick über die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Gelegenheiten zur Tierbeobachtung. Dabei steht SdW bzw. SdG für die Citizen Science Aktionen „Stunde der Winter-/Gartenvögel“.

Personen, die häufig Gelegenheiten haben eigene Naturbeobachtungen durchzuführen, zeigen in vorangegangenen Studien eine höhere Arten- und Formenkenntnis (Hooykaas et al., 2019; Palmberg et al., 2018; Palmberg et al., 2019; Randler et al., 2015; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018).

Daraus könnte sich die Forderung ableiten lassen, dass beispielsweise Lehrpläne so gestaltet werden sollten, dass die Lernenden im Rahmen formaler Bildungsprozesse möglichst viele Gelegenheiten bekommen, direkte Naturbeobachtungen beispielsweise im Rahmen von *Exkursionen* zu machen. Da solche Lerngelegenheiten einen hohen organisatorischen Aufwand für die Lehrkraft bedeuten und auch den Schulalltag in anderen Fächern tangieren, soll in Publikation I (s. Kapitel 3.1) der Frage nachgegangen werden, ob die Anzahl an Exkursionen die Fähigkeit der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler Wirbeltiere zu erkennen beeinflusst.

Natürlich können Tierbeobachtungen auch im außerschulischen Rahmen gemacht werden. Die so erworbene Arten- und Formenkenntnis basiert dabei auf informellen Lernprozessen (Lewalter & Neubauer, 2019). Um diesen Einfluss zu quantifizieren, wurde in vorangegangenen

Untersuchungen die Möglichkeit der Testpersonen einen Garten zu nutzen, herangezogen. Dabei wurde vermutet, dass die Anzahl an Gelegenheiten zur Tierbeobachtung steigt, wenn man Zugang zu einem Garten hat. Tatsächlich haben Nutzer:innen von Gärten eine höhere Arten- und Formenkenntnis bei Tieren im Allgemeinen (Hooykaas et al., 2019; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018) und Vögeln im Besonderen (Randler & Heil, 2021; Zahner et al., 2007) als Personen, die keinen Zugang zu einem Garten haben. Allerdings ist der Zugang zu einem Garten allein kein sehr treffsicheres Indiz dafür, ob die Testpersonen auch wirklich Naturbeobachtungen im Garten machen. In den Studien aus Kapitel 3.2 und 3.3 wird deshalb für die Arten- und Formenkenntnis bei Vögeln untersucht, ob beispielsweise der Unterhalt einer *Futterstelle*, das Anbringen von *Nistkästen* oder die Teilnahme an *Citizen Science* Projekten zur Vogelbeobachtung die Testergebnisse der Probanden beeinflusst.

Da Beobachtungen in Gärten in einem vom Menschen stark gestaltetem Umfeld mit hohem Hemerobiegrad stattfinden, ergeben sich dort eher Begegnungen mit Kulturfolgern, andere Arten sind in Gärten kaum wahrzunehmen. Viele Wirbeltiere meiden jedoch Siedlungen, weshalb Beobachtungsmöglichkeiten in Gärten nur zu einem Teil die resultierende Wirbeltier-Arten- und Formenkenntnis erklären. In der Studie aus Kapitel 3.1 wird deshalb analog zur Verfügbarkeit eines Gartens, der *Lieblingsspielort* (z. B. drinnen, in gestalteter Umgebung, in der der Natur) der teilnehmenden Kinder in Beziehung zu ihrer Wirbeltier-Arten- und Formenkenntnis gesetzt.

### 1.3.6.3 Interessen und persönliche Erwartungen

Neben soziodemographischen Faktoren und der Anzahl an Gelegenheiten Tiere zu beobachten, könnten auch persönliche Interessen und Erwartungen (Abbildung 13) die Anzahl der erkannten Tierarten beeinflussen.

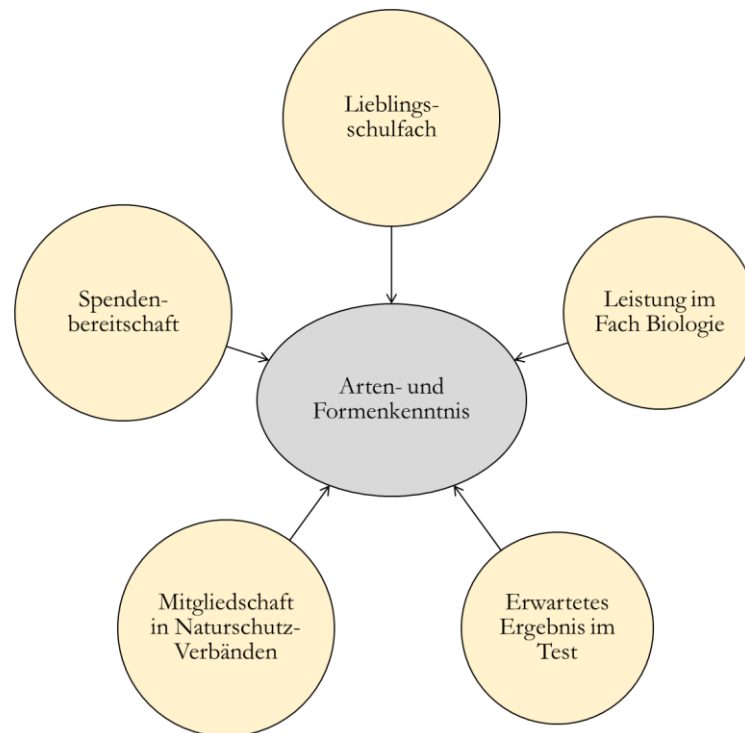


Abbildung 13: Überblick über die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Interessen und Erwartungen der Teilnehmenden.

Die vorliegenden Untersuchungen zur Arten- und Formenkenntnis konzentrieren sich bisher vor allem auf das Interesse der Testpersonen an der Natur im Allgemeinen bzw. den getesteten Taxa im Besonderen. Alle Untersuchungen zeigen dabei, dass die Arten- und Formenkenntnis steigt, je stärker sich die Probanden für die zu erkennenden Lebewesen interessieren (Hooykaas et al., 2019; Jaun-Holderegger, 2019; Lindemann-Matthies, 2002; Randler, 2006; Todt, 1990).

Kaum untersucht sind schulische Einflussfaktoren bei Kindern und Jugendlichen. Bei Tests zum Fachwissen aus anderen Gebieten konnte beispielsweise ein Zusammenhang zwischen dem angegebenen *Lieblingsschulfach* der Schüler:innen und ihrer Testleistung gezeigt werden (Kubiatko et al., 2012; Raza & Shah, 2011). Ob die Arten- und Formenkenntnis vom Lieblingsschulfach der getesteten Kinder in der Schule abhängt, soll die in Kapitel 3.1 vorgestellte Studie, klären.

Gemäß der Erwartungs-Wert-Theorie wirken sich auch die persönlichen Erwartungen der Probanden an die eigene Leistung auf das Testergebnis einer empirischen Untersuchung aus (Eccles & Wigfield, 2002; Schunk et al., 2014; Wigfield & Eccles, 2000). Ob dies auch für Tests zur Arten- und Formenkenntnis gilt, wurde in den bisher vorliegenden Studien noch nicht überprüft.

Publikation I (s. Kapitel 3.1) geht dieser Frage nach und unterscheidet zwischen *Leistungen im Fach Biologie* im Allgemeinen und den *erwarteten Leistungen im vorliegenden Test* zur Arten- und Formenkenntnis im Besonderen.

Für Kinder und Jugendliche konnte gezeigt werden, dass *Mitglieder eines Naturschutzverbands* höhere Arten- und Formenkenntnisse haben als Personen, die keinem dieser Verbände angehören (Bögeholz, 1999; Jaun-Holdererger, 2019). Inwieweit dies auch für Erwachsene gilt, soll in Publikation III (s. Kapitel 3.3) genauso geklärt werden, wie die Frage, ob es einen Zusammenhang zwischen der *Spendenbereitschaft* (für Naturschutzzwecke) mit der Arten- und Formenkenntnis der Probanden gibt.

#### 1.3.6.4 *Quellen des Wissens*

Die Arten- und Formenkenntnis von Kindern und Jugendlichen hängt stark von Bezugspersonen ab, die ihnen dieses Wissen vermitteln (Chand & Shukla, 2003; Jaun-Holdererger, 2019; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018; Tarłowski, 2019). Findet dieser Lernprozess in der Familie oder dem näheren persönlichen Umfeld statt, zeigen die getesteten Personen eine höhere Arten- und Formenkenntnis, als durch schulische Lernprozesse (Tunncliffe & Reiss, 1999; Zahner et al., 2007). Da formale Bildungsprozesse durch ihren verbindlichen Charakter weniger zufällig stattfinden als informelle Bildungsprozesse außerhalb der Schule, soll in Publikation I (s. Kapitel 3.1) der Frage nachgegangen werden, ob die jeweiligen Lehrkräfte der Kinder einen Einfluss auf die Arten- und Formenkenntnis der getesteten Gymnasiast:innen haben.

Bei Erwachsenen liegen keine Informationen vor, wodurch sie ihre Arten- und Formenkenntnisse erworben haben. Da für die Erstellung entsprechender Bildungsangebote für diese Zielgruppe passende Lehr- und Lernmaterialien gestaltet werden müssten, versucht Publikation III (s. Kapitel 3.3) zu ermitteln, woher Erwachsene ihr Wissen zur Arten- und Formenkenntnis haben.

#### 1.3.7 *Bekanntheit bestimmter Taxa*

Zur Gestaltung von Lehrplänen und Unterrichtsmaterialien für alle Altersstufen wäre es wünschenswert zu wissen, warum manche Taxa bekannter sind als andere, um so etwaige Defizite in der Bekanntheit einzelner Artengruppen möglichst effizient auszugleichen.

Aus den vorliegenden empirischen Untersuchungen zur Arten- und Formenkenntnis lassen sich beschreibende Aussagen formulieren, welche Arten besonders oft in den Tests erkannt werden, aber Rückschlüsse auf mögliche Ursachen der Bekanntheitsunterschiede wurden bisher kaum analysiert. Sowohl in den älteren (Eschenhagen, 1982; Randler, 2006) als auch den neueren Studien (Hooykaas et al., 2019; Jaun-Holdererger, 2019; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018) zeigt sich, dass Testpersonen Vertreter der Säugetiere besser erkennen können, als jene aus anderen



Wirbeltierklassen. Eine Erklärung für dieses Phänomen fehlt in den erwähnten Arbeiten und könnte im vergleichsweise höheren Interesse der Testpersonen an Säugetieren als an anderen Taxa gesehen werden (Palmberg et al., 2015; Patrick et al., 2013; Patrick & Tunnicliffe, 2011). Als eine Ursache für dieses höhere Interesse an Säugetieren wird dabei ihre relativ große morphologische und ethologische Ähnlichkeit zu uns Menschen diskutiert (Batt, 2009; Borgi & Cirulli, 2015; Stokes, 2007).

Neben Ähnlichkeiten mit uns Menschen in Aussehen und Verhalten, muss es jedoch weitere Variablen geben, die die Bekanntheit einer Art beeinflussen, da die Bekanntheit auch innerhalb der Säugetiere variiert (Hooykaas et al., 2019; Jaun-Holderegger, 2019) und für Vertreter anderer Taxa dieses Konzept der Ähnlichkeit kaum anwendbar scheint, da z.B. die Unterscheide zwischen Vögeln oder Fischen und uns Menschen zu groß werden. Deshalb wurden bisher auffällige morphologische Merkmale wie beispielsweise die Größe eines Tieres (Berti et al., 2020) oder „sprechende Namen“ (Randler & Metz, 2005) als weitere Einflussgrößen auf die Bekanntheit einer Art genannt.

Zumindest bei Pflanzen scheint die Beobachtbarkeit einer Art ihre Bekanntheit zu beeinflussen (Jäkel & Schaer, 2004; Jaun-Holderegger, 2019; Lindemann-Matthies, 2002; Lindemann-Matthies & Bose, 2008; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018; Scherf, 1986). Für Wirbeltier-Arten im Allgemeinen und Vogel-Arten im Besonderen steht eine entsprechende Analyse noch aus und soll in den Kapiteln 3.1-3.3 dieser Arbeit begonnen werden.

#### **1.4 Vermittlung von Arten- und Formenkenntnis**

Vor dem Hintergrund der drängenden Probleme rund um den Verlust der biologischen Vielfalt und dem gleichzeitigen Rückgang der Zahl taxonomisch versierter Personen (Frobel & Schlumprecht, 2016; Schulte et al., 2019; Walz et al., 2013) ist mangelnde Arten- und Formenkenntnis oft ein limitierender Faktor bei der Entwicklung von Strategien zum Erhalt der Biodiversität (Kim & Byrne, 2006). Aus diesem Grund scheint die Entwicklung eines Bildungsprogramms zur gezielten Förderung von Arten- und Formenkenntnis ein gesellschaftliches Desiderat zu sein, das im schulischen Bereich bereits von den aktuellen Lehrplänen verschiedener Schularten aufgegriffen (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2014, 2018) und auch in der Erwachsenenbildung zunehmend gefordert wird (Pearson et al., 2011; Schulte et al., 2019). Doch wie lässt sich Arten- und Formenkenntnis eigentlich vermitteln?

### 1.4.1 Historische Ansätze zur Vermittlung von Arten- und Formenkenntnis

Die Ansichten über die beste Art der Vermittlung von Arten- bzw. Formenkenntnissen haben sich in den vergangenen Jahrhunderten mehrfach verändert. Galt in der frühen Neuzeit die persönliche Unterweisung durch einen Lehrmeister oder die Arbeit mit Büchern als der geeignetste Weg, Wissen zu erwerben, setzte sich im 16. Jahrhundert durch die Arbeiten von JOHANN AMOS COMENIUS die Ansicht durch, dass die Lernenden am besten durch den direkten Umgang mit Lerngegenständen, den sogenannten Realien, oder wenigstens Abbildungen dieser Objekte, mehr Wissen erwerben als durch das reine Wort. In seinem Naturkunde-Lehrbuch (Abbildung 14) verwendete Comenius deshalb zum ersten Mal überhaupt Abbildungen (Comenius, 1658)



Abbildung 14: Titelseite und Einblick in das naturkundliche Werk "Orbis sensualium pictus" von Iohannes Comenius (1658), das neben einer Aufzählung nützlicher Tiere und Pflanzen zum ersten Mal überhaupt in einem Schulbuch Abbildungen enthielt.

In Folge dieser Abwendung vom geschriebenen und gesprochenen Wort als Transportmittel der Bildungsinhalte legten Bildungseinrichtungen beispielsweise eigene Gärten und naturwissenschaftliche Sammlungen von Präparaten an.

Ihre größte Bedeutung in der schulischen Bildung erreichte die Vermittlung von Arten- bzw. Formenkenntnissen Mitte des 19. Jahrhunderts. Schulbücher aus dieser Zeit widmen sich praktisch ausschließlich der Bestimmung von Tier- und Pflanzenarten und ihrer Einordnung ins biologische System (Leunis, 1851; Lüben, 1838). Um sehr umfangreiche Kenntnisse der Lernenden

<sup>2</sup> Alle Bilder aus: Johann Amos Comenius, Public domain, via Wikimedia Commons

aufzubauen, setzten die Autoren auf lange Artenlisten, dichotome Bestimmungsschlüssel und detailreich gezeichnete Abbildungen morphologischer Merkmale (Abbildung 15).

**Schul-Naturgeschichte.**

—+—+—+—

Eine  
analytische Darstellung der drei Naturreiche,  
zum Selbstbestimmen der Naturkörper.

Mit vorzüglicher Berücksichtigung  
der nützlichen und schädlichen Naturkörper Deutschlands  
für  
höhere Lehranstalten  
bearbeitet  
von  
**Johannes Leunis,**  
Professor am Josephinum in Gildesheim und Mitglied mehrerer naturhistorischen  
Gesellschaften.

Erster Theil.  
**Zoologie.**

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.  
Mit 250 Abbildungen auf 190 Holzstöcken.

I. Coleoptera. Käfer. 141

**6) Hydrocantharida. Schwimmkäfer.** §§. 126, 6 u. 133.  
 Köpfe bohrenförmig, länger als der Kopf; Vorderbein beim ♂ mit freis-  
 förmiger Saugföhre (Fig. 75a, b) — **Schwimmkäfer** ..... 43) *Dytiscus* L.  
 Köpfe kurz, länger als der Kopf; Augen in ein oberes und unteres Paar ge-  
 trennt — **Zaunkäfer** ..... 44) *Oryctes* L.

**7) Hydrophilina. Wasserkäfer.** §§. 126, 7 u. 134.  
 Brustbein ganz geteilt, hinten in eine Saugföhre verlängert; Hinterbein kurz  
 zusammengebogen (Fig. 75d) — **Wasserkäfer** ..... 45) *Hydrophilus*  
 Brustbein nur in der Mitte geteilt; Hinterbein kaum zusammengebogen ..... 46) *Hydrobia*  
 Leach.

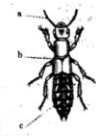


Fig. 74.  
*Staphylinus erythropterus* (§. 132).  
Weiblicher Käfer.  
a) Bohrenförmige Köpfe.  
b) Zweifelhafte, schwarze Schilde.  
c) Wenn den Flügeldecken wenig bedeckt, also fast auf-  
 ter Hinterleib mit dreifachen, gelblich-behaarten  
 Röhren.

§. 127.

**8) Toxicornia. Taxisförmige.** §§. 126, 9 u. 135.  
 Köpfe ähnlich in eine 3-gliedrige Reihe ruhend; Körper halbförmig ..... 47) *Anticoma* Jll.  
 Köpfe gleichförmig; weiblich dreifach ..... 48) *Hypophloeus* F.

**9) Stenelytra. Engflügler.** §§. 126, 9 u. 136.  
 Flügeldecken hart, meist abgestumpft; Köpfe gelblich; Hinterleib in eine lange  
 Spitze ruhend — **Stachelkäfer** ..... 49) *Mordella* F.  
 Flügeldecken weich, meist abgestumpft; Köpfe fadenförmig; Kopf röhrenförmig ..... 50) *Ordoidea*  
 Oliv.

**10) Melanosomata. Schwarzförmige.** §§. 126, 10 u. 137.  
 Flügeldecken an der Naht vermahten — **Tobackkäfer** ..... 51) *Blaps* F.  
 Flügeldecken nicht vermahten; weiblich dreifach (simuliförmig) — **Wühlkäfer** (Fig. 97, 102) *Trox* F.

**11) Trachelophora. Halskäfer.** §§. 126, 11 u. 138.  
 Köpfe fadenförmig; Flügeldecken den Hinterleib bedeckend — **Wasserkäfer** ..... 52) *Lytta* F.  
 Köpfe peitschenförmig; Flügeldecken verflügelte, flügellos — **Lebkäfer** ..... 53) *Meloe* F.

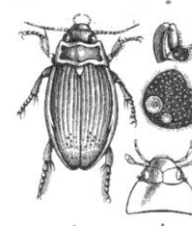


Fig. 75.  
a) *Dytiscus marginalis* (§. 133). Weibchen  
 des Gildesheim (natürliche Größe).  
 b) Köpfe bohrenförmig; hinterleibige  
 Schwimmbeine. Runde Flügeldecken außen  
 gelb gerandet, oben in der Quersicht im  
 ganzen Umfange.  
 c) Vorderbein des ♂ vergrößert, mit  
 freisförmiger Saugföhre, welche bei c noch  
 mehr vergrößert ist.  
 d) Kopf des veranschaulichten Wasserfä-  
 chers (*Hydrophilus piceus*, §. 134). Köpfe  
 freisförmig.

Abbildung 15: Einblick in das Lehrbuch<sup>3</sup> „Schul-Naturgeschichte“ von Johannes Leunis mit detailreichen Zeichnungen der zu vermittelnden Arten.

Die bahnbrechenden Entdeckungen in der Biologie des 19. Jahrhunderts, wie etwa die Idee ERNST HAECKELS, das Zusammenwirken der Lebewesen untereinander und mit ihrer unbelebten Umwelt in der neuen Disziplin Ökologie zu beschreiben oder – wie GREGOR MENDEL – das Experiment als Erkenntnismethode in der Biologie zu verankern, veränderten nicht nur die Fachwissenschaft Biologie, sondern auch Ziele und Inhalte des Biologie-Unterrichts.

Diese neue didaktische Herangehensweise wird zuerst in FRIEDRICH JUNGES Buch „Der Dorfteich als Lebensgemeinschaft“ sichtbar. Anstatt die betrachteten Arten nach ihrer Stellung im systematischen System anzuordnen, erscheinen sie in diesem Werk zum ersten Mal als interagierende Lebensgemeinschaft (Junge, 1885).

<sup>3</sup> Alle Bilder aus: Leunis, J. (1875). Schul-Naturgeschichte: Eine analytische Darstellung der drei Naturreiche zum Selbstbestimmen der Naturkörper (2. Auflage) via Google Books. Public Domain.

Als DARWIN'S Evolutionstheorie einen holistischen Erklärungsansatz für die beobachteten Phänomene bereitstellte, wurde der eher deskriptive Ansatz des bis dato herrschenden Biologie-Unterrichts um weitere Elemente aus der damals modernen Fachwissenschaft ergänzt. OTTO SCHMEIL (Abbildung 16) regte Ende des 19. Jahrhunderts an, dass morphologische Strukturen im Biologie-Unterricht nicht nur zur Unterscheidung von Arten dienen, sondern evolutive Anpassungen einer Funktion für das Überleben der Art darstellen sollten (Schmeil, 1897).

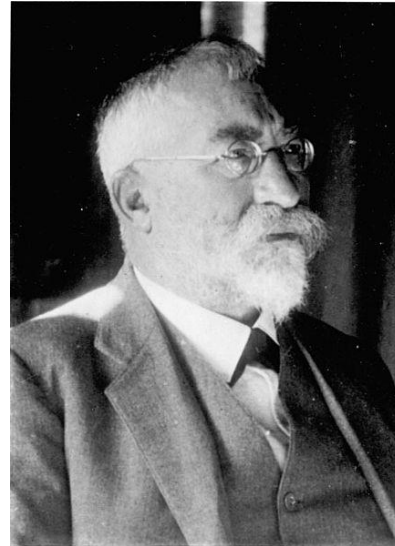


Abbildung 16: Otto Schmeil im Alter von 70 Jahren<sup>4</sup>.

Diese Herangehensweise wirkt sich bis heute als Basiskonzept „Struktur und Funktion“ auf die Lehrplangestaltung im Allgemeinen und die konkrete Unterrichtsplanung fast jeder Biologie-Stunde im Speziellen aus.

Am Ende dieser Entwicklungen wandelte sich die Formen- und Artenkenntnis vom einzigen Zweck des Biologie-Unterrichts zu Beginn des 19. Jahrhunderts hin zu einer notwendigen Voraussetzung für das tiefere Verständnis größerer Zusammenhänge wie der Evolution oder Ökologie, die fortan im Zentrum des Biologie-Unterrichts standen.

Durch die Entwicklung molekularbiologischer Methoden kam es vom Ende des zweiten Weltkriegs bis in die Gegenwart zu einem weiteren rasanten Wissenszuwachs, der sich nicht mehr mit den Lebewesen an sich beschäftigt, sondern funktionale Zusammenhänge auf weit kleinerer Systemebene beschreibt. Neben der Funktionsweise von Zellen und der Interaktion ihrer Organellen, stehen molekulare Mechanismen im Zentrum des wissenschaftlichen Interesses. Diese Verschiebung wird auch in der Unterrichtsgestaltung deutlich. Physiologische und molekularbiologische Fragestellungen nehmen einen immer breiteren Raum ein und verdrängen biologische Taxonomie und Systematik zunehmend aus den Lehrplänen (Blessing, 2007).

Als konkretes Beispiel dieser Entwicklung dient die Behandlung der Wirbeltiere im gymnasialen Biologie Unterricht Bayerns. Während im Lehrplan des bis zum Jahr 2011 laufenden neunjährigen Gymnasiums alle fünf Wirbeltierklassen in Jahrgangsstufe 6 verbindlich vorgegeben waren und zusätzlich explizit auf die Vogel-Artenkenntnis als verbindlicher Lerninhalt hingewiesen wurde (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 1990), standen im darauf folgenden

<sup>4</sup> Quelle: Bundesarchiv, Bild 102-09017 / CC-BY-SA 3.0, CC BY-SA 3.0 DE  
<<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/deed.en>>, via Wikimedia Commons

achtjährigen Gymnasium 3 der 5 Wirbeltierklassen für die unterrichtliche Behandlung zur Auswahl (Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, 2008).

Ob sich diese Veränderungen in den Lehrplänen auf die Formen- und Artenkenntnis auswirken, ist bislang nicht untersucht. Die vorliegende Arbeit soll diese Lücke schließen, in dem die Fähigkeit Wirbeltiere (insbesondere Vögel) zu erkennen von mit unterschiedlichen Lehrplänen unterrichteten Schülergruppen, verglichen wird, um Auswirkungen der Lehrplaninhalte auf das biologische Fachwissen zu analysieren.

#### **1.4.2 Aktuelle Stellung von Arten- und Formenkenntnis in der schulischen Bildung**

Bereits in der ersten Ausgabe der „Convention on Biological Diversity“ (=CBD) wurde die herausragende Rolle von Bildungsprozessen für den Erhalt der biologischen Vielfalt in Artikel 13 genannt:

*“Article 13. Public Education and Awareness*

*The Contracting Parties shall:*

*(a) Promote and encourage understanding of the importance of, and the measures required for, the conservation of biological diversity, as well as its propagation through media, and the inclusion of these topics in educational programmes; and*

*(b) Cooperate, as appropriate, with other States and international organizations in developing educational and public awareness programmes, with respect to conservation and sustainable use of biological diversity.”<sup>5</sup> (United Nations, 1992)*

Auch für die UNESCO ist Bildung „essential for the sustainable and equitable use of biodiversity and its conservation“ (UNESCO, 2021). In den entsprechenden „Sustainable Development Goals“ (=SDG) zeigt die Organisation auch Wege auf, wie sich Lernende Zusammenhänge in der Biodiversitätsbildung in verschiedenen Themenfeldern erarbeiten können (Rieckmann et al., 2017; UNESCO, 2018). Von besonderer Bedeutung ist dabei Ziel 15 der SDGs: „Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern, Wälder nachhaltig bewirtschaften, Wüstenbildung bekämpfen, Bodendegradation beenden und umkehren und dem Verlust der biologischen Vielfalt ein Ende setzen.“

Auch in der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (=NBS) der Bundesrepublik Deutschland wird Bildung als besonders geeignete Maßnahme aufgeführt, um den Rückgang der Biodiversität aufzuhalten (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und

<sup>5</sup> United Nations. (1992). Convention on Biological Diversity. United Nations. Article 13. <https://www.cbd.int/convention/text/>. Zuletzt abgerufen am 26.9.2022

<sup>6</sup> UNESCO (2021): “UNESCO's commitment to biodiversity”. <https://en.unesco.org/themes/biodiversity/education>. Zuletzt abgerufen am 9.9.2022

Reaktorsicherheit, 2015). Im Aktionsfeld C14 „Bildung und Information“ der NBS werden Aufgaben verschiedener Akteure in der Biodiversitätsbildung vorgeschlagen (Abbildung 17).

EU / Bund

**Abbildung 17: Auswahl vorgeschlagener Maßnahmen zur Umsetzung des Aktionsfeldes C14 "Bildung und Information" der NBS (verändert nach Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015).**

Die in dieser Arbeit betriebene Erforschung der Arten- und Formenkenntnis verschiedener Bevölkerungsgruppen, entspricht somit ganz den Zielen dieser NBS. Zudem erteilt die NBS auch den gesellschaftlichen Auftrag an verschiedene Akteure, entsprechende Lernmaterialien zu entwickeln und bereitzustellen, um z. B. die Arten- und Formenkenntnisse von Kindern und Jugendlichen im Biologie-Unterricht zu erweitern. Aber bilden die nationalen Bildungsstandards (=BiStas) und jeweiligen Lehrpläne diesen Auftrag auch ab?

Die BiStas für die Sekundarstufe I fordern aktuell keine Artenkenntnis im Sinne des Kompetenzbereichs „Fachwissen“, d. h. die Lernenden müssten bis zum mittleren Schulabschluss keine Lebewesenarten erkennen können, sondern nur in der Lage sein, diese zu bestimmen, weil alle taxonomischen Inhalte dem Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“ zugeordnet sind (Kultusministerkonferenz, 2005). Dabei steht nicht die Benennung der Arten, sondern das kriteriengeleitete Vergleichen der verschiedenen Lebensformen im Zentrum des Unterrichtsgeschehens (Hamann & Bayrhuber, 2002).

In den neueren BiStas für die Sekundarstufe II wird Wissen über die Entstehung und Bedeutung der Biodiversität nicht nur als ein Teil der Sachkompetenz betrachtet, sondern sogar als wesentlicher Bildungsbeitrag des Faches Biologie zur Erhaltung des Lebens und der entsprechenden Lebensgrundlagen angeführt (Kultusministerkonferenz, 2020). Die qualitative (grundlegendes Niveau) bzw. quantitative (erhöhtes Niveau) Erfassung von Arten in einem Ökosystem ist ein für alle Lernenden in den Bildungsstandards für die Sekundarstufe II verbindlich vorgegebenes fachliches Verfahren.

Eine Analyse der Lehr- und Bildungspläne aller Bundesländer zeigt, dass Inhalte zur taxonomischen Einordnung einheimischer Lebewesen aufgegriffen werden, aber sowohl der Umfang als auch die didaktischen und methodischen Ansätze z.T. recht deutliche Unterschiede aufweisen (Lindemann-Matthies & Remmele, 2021).

Das vorangegangene Kapitel 1.4.1 zeigte, dass der Biologie-Unterricht in der Vergangenheit stets ein leicht verzögertes Abbild aktueller fachwissenschaftlicher Strömungen war. Da die Biodiversitätsforschung vor dem Hintergrund des rapiden Verlusts an biologischer Vielfalt in den letzten Jahren nicht nur an gesellschaftlicher Relevanz gewonnen hat, sondern auch neue Methoden entwickelt wurden die Vielfalt zu erfassen, ist es nicht verwunderlich, dass taxonomische Inhalte als zentrale Bildungsziele gerade eine Renaissance erleben. Der im Schuljahr 2017/18 in Kraft getretene LehrplanPLUS für das neunjährige bayerische Gymnasium ist der im Moment neueste Lehrplanentwurf aller 16 deutschen Bundesländer (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2018). Während in seinem Vorläufer für das achtjährige Gymnasium in keiner einzigen Jahrgangsstufe das Wort „Artenkenntnis“ erwähnt wird, verlangt der LehrplanPLUS den Aufbau von Artenkenntnis im Natur und Technik- bzw. Biologie-Unterricht an insgesamt 13 Stellen in fast allen Jahrgangsstufen bis zum mittleren Schulabschluss. Am häufigsten wird dieser Fachinhalt in der Jahrgangsstufe 6 im Themenbereich „Biodiversität bei Wirbeltieren“ und in der Jahrgangsstufe 9 im Themenbereich „Biodiversität bei Wirbellosen“ genannt. Dabei wird in den Kompetenzerwartungen und Inhalten sowohl die Erkenntnismethode des Bestimmens unbekannter Spezies als auch das Fachwissen des Erkennens von Arten bzw. übergeordneten taxonomischen Gruppen erwähnt (Tabelle 3).

**Tabelle 3: Beispiele für Kompetenzformulierungen und Inhalte aus dem LehrplanPLUS für das bayerische Gymnasium, wie Arten- und Formenkenntnis bei den Lernenden aufgebaut werden soll (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2018).**

Jgst. (Fach)	Kompetenzerwartung	Inhalt
5 (NuT)	sammeln einheimische Samenpflanzen und <b>bestimmen</b> diese [...], um ihre <b>Artenkenntnis</b> zu erweitern.	grundlegende Arbeitstechniken: [...] im Freiland u. a. Sammeln und <b>Bestimmen</b> von Pflanzen; [...]
6 (NuT)	vergleichen Vertreter aus unterschiedlichen Wirbeltierklassen [...] in Bezug auf die aktive Bewegung. Dabei identifizieren sie arttypische Merkmale und unterscheiden sie von allgemeinen Merkmalen übergeordneter systematischer Gruppen.	ausgewählte Vertreter [...] und ihrer speziellen Anpasstheiten im Bereich der aktiven Bewegung, <b>Artenkenntnis</b>
9 (B)	vergleichen die Anpasstheit der aktiven Bewegung bei Insekten an verschiedene Lebensräume.	ausgewählte Vertreter der Wirbellosen, <b>Formenkenntnis</b>

Zusätzlich schreibt der LehrplanPLUS freilandbiologische Untersuchungen verschiedener Ökosysteme vor (Abbildung 18).

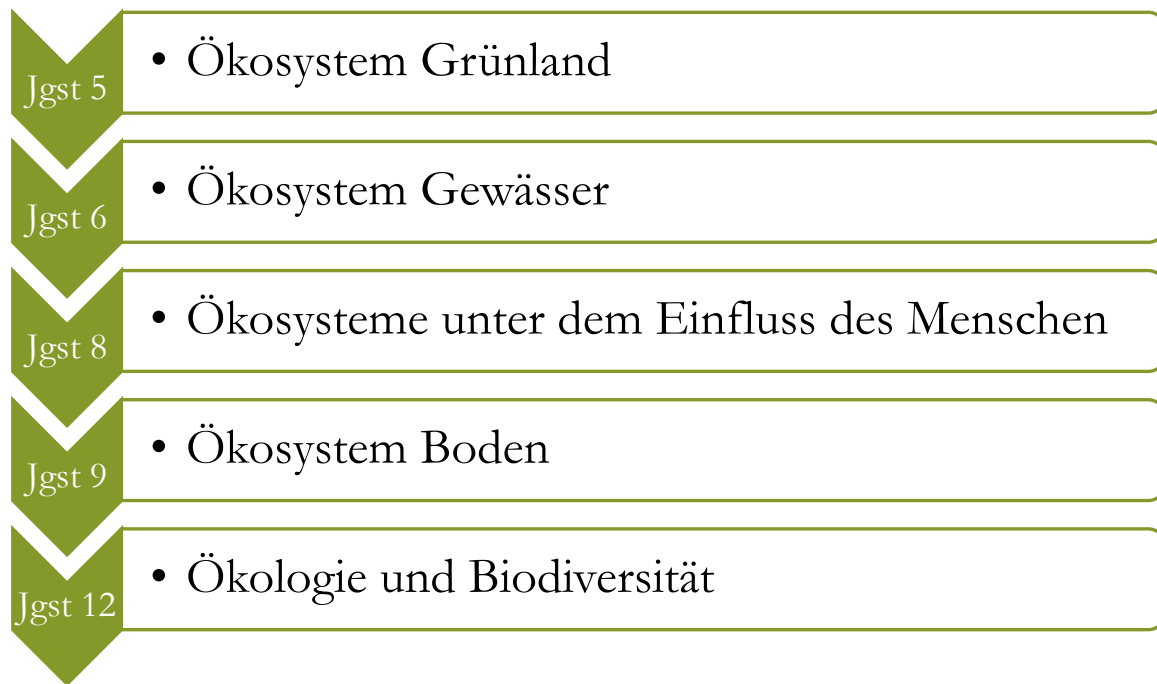


Abbildung 18: Überblick über die im LehrplanPLUS für das bayerische Gymnasium verbindlich zu behandelnden Ökosysteme mit ihren entsprechenden Biozöosen.

Dieser breite taxonomische Ansatz vor einem ökologischen Hintergrund erinnert an die Ideen Friedrich JUNGES, wobei sich die didaktischen Konzepte und unterrichtlichen Methoden seit dem Ende des 19. Jahrhunderts stark gewandelt haben.

### 1.4.3 Bedeutung der Lehrkräfte für den Aufbau von Arten- und Formenkenntnis

In der schulischen Bildung sind die Biologie-Lehrkräfte hauptverantwortlich für die Gestaltung entsprechender Lernmaterialien zum Aufbau von Arten- und Formenkenntnissen. Obwohl Lehrkräfte in etlichen Studien aus verschiedenen Ländern die Bedeutung von Artenkenntnis für Ziele aus dem Bereich der Bildung für nachhaltige Entwicklung immer wieder betonten, sind ihre eigenen Arten- und Formenkenntnisse oft nicht besonders hoch (Bebbington, 2005; Kaasinen, 2019; Lindemann-Matthies et al., 2009; Lindemann-Matthies et al., 2017; Palmberg et al., 2018; Skarstein & Skarstein, 2020; Wolff & Skarstein, 2020). Einige Studien führen diesen Mangel auf den Rückgang taxonomischer Inhalte in der (universitären) Ausbildung zurück (Bilton, 2014; Cotterill & Foissner, 2010; Leather & Quicke, 2009, 2010; Wheeler et al., 2004).

Neben dem taxonomischen Fachwissen fehlen vielen (angehenden) Lehrkräften auch fachdidaktische Konzepte, wie Arten- und Formenkenntnis vermittelt werden soll. Skandinavische Studierende gaben beispielsweise an, dass allein die Begegnung mit den Objekten im Freiland ausreicht, die Artenkenntnis der Lernenden zu steigern ohne dass eine weitere fachdidaktische Einbettung des Lernens erforderlich sei (Moser & Martinsen, 2010; Skarstein & Skarstein, 2020).



Zumindest viele angehenden Lehrkräfte sind sich ihrer fachlichen und fachdidaktischen Unsicherheit Arten- und Formenkenntnisse zu vermitteln bewusst (Lindemann-Matthies et al., 2011). Aus diesem Grund greifen sie für die Vermittlung taxonomischer Fähigkeiten gerne auf bereits vorhandene Lernmaterialien, wie z.B. Schulbücher zurück. Untersuchungen in Baden-Württemberg zeigen aber, dass nicht nur die Zahl der in Schulbüchern abgebildeten Wirbeltiere seit den 1950er Jahren rückläufig ist, sondern auch eine Einbindung der Tiere in den ökologischen Kontext fehlt, so dass sich mit diesen Lehrwerken kaum Handlungskompetenz für die Erhaltung der Biodiversität aufbauen lässt (Blessing, 2007). In Bayern hat dagegen die Anzahl der abgebildeten Wirbeltiere seit den 1980er Jahren zugenommen (Gerl & Urbasik, 2019), wobei auch hier kaum Aufgabenformate oder Übungsbeispiele in den Schulbüchern zur Verfügung gestellt werden, um den Lernenden taxonomische Kenntnisse zu vermitteln.

Da die Vermittlung taxonomischer Kenntnisse durch einen Mediator (z. B. eine Lehrkraft) besonders erfolgreich ist (Remmele & Lindemann-Matthies, 2018; Tarlowski, 2019), diese sich jedoch in diesem Themenfeld häufig unsicher fühlen (Lindemann-Matthies et al., 2011) wäre ein Modell wünschenswert, das beschreibt, welche Kompetenzen Lernende im Bereich der taxonomischen Lerninhalte erwerben sollten, um Lehrende in die Lage zu versetzen entsprechende Lernsettings zu entwickeln. In der vorliegenden Arbeit wird ein entsprechendes Kompetenzstrukturmodell entwickelt und in Kapitel 3.4 vorgestellt.

#### **1.4.4 Bestimmung unbekannter Arten**

Neben dem Erkennen bekannter Arten ist die Fähigkeit unbekannte Taxa zu bestimmen eine weitere Kompetenz, die dem Aufbau von Arten- und Formenkenntnis dient und auch als Teil der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung in den Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss verbindlich vorgeschrieben ist (Kultusministerkonferenz, 2005).

Standen bis vor kurzem nur bebilderte Bestimmungsliteratur oder dichotome Schlüssel zur Identifikation von Arten zur Verfügung, hat sich die Vielfalt der Bestimmungsmöglichkeiten durch die Weiterentwicklung der digitalen Medien deutlich vergrößert (Groß, 2017; Schmidt & Graf, 2020; Wäldchen & Mäder, 2019).

Somit stellt sich aus fachdidaktischer Sicht die Frage, welche Bestimmungsmethode sich für den unterrichtlichen Einsatz in einer konkreten Lernsituation am besten eignet, da neben der fachlichen Richtigkeit des Ergebnisses auch weitere Lernziele eine Rolle für die Auswahl der Bestimmungsmethode spielen. In Kapitel 0 soll diese Frage geklärt werden.

## **1.5 Gestaltung von Lernumgebungen unter Verwendung digitaler Medien zur Vermittlung von Arten- und Formenkenntnis**

Um sich tatsächlich aktiv für Umweltschutz einzusetzen, spielen Emotionen in der Umweltbildung eine wichtige Rolle (Fröhlich et al., 2013; Menzel & Bögeholz, 2010; Müller et al., 2009). Deshalb sollte bei der Gestaltung einer entsprechenden Lernumgebung darauf geachtet werden, dass die jeweiligen Lernziele eine affektive Dimension haben.

Doch neben der Bereitschaft sich für den Erhalt der biologischen Vielfalt einzusetzen, ist auch Sachkompetenz, das heißt Fachwissen, erforderlich, um konkrete Handlungen ausführen zu können (Sturm & Berthold, 2015). Eine Metastudie zu über 100 verschiedenen Umweltbildungsprogrammen weltweit zeigt, dass die entsprechenden Bildungsangebote ihre jeweiligen Lernziele dann besonders gut erfüllen, wenn sie einen lokalen Bezug haben und konkrete Handlungen der Lernenden einbinden (Ardoin et al., 2020). Im konkreten Fall bedeutet dies, dass die Auswahl der Lerninhalte (z.B. die zu vermittelnden Taxa, ...) oder die Art der Aufgabenstellung von großer Bedeutung für den Lernerfolg sind.

Deshalb sollen in dieser Arbeit auch exemplarisch Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie Lernumgebungen zum Aufbau von Arten- und Formenkenntnis im schulischen und außerschulischen Bereich gestaltet werden könnten.

### *1.5.1 Aufgabenformate bei der Verwendung digitaler Medien zur Vermittlung von Arten- und Formenkenntnis*

Für die Planung und Entwicklung dieser Lernumgebungen wurde die unterschiedliche Effektivität der verwendeten Materialien nach dem ICAP-Modell berücksichtigt. Das ICAP-Modell unterteilt beobachtbare Aktivitäten der Lernenden in die vier Qualitätsstufen: passiv, aktiv, konstruktiv und interaktiv (Chi & Wylie, 2014), wobei die Effektivität und auch der Aufwand für die Lernenden in dieser Reihenfolge steigt (Abbildung 19).

**Abbildung 19: Anwendung des ICAP-Modells auf beispielhafte Inhalte aus dem Bereich Arten- und Formenkenntnis in Anlehnung an Chi & Wylie (2014).**

Gleichzeitig bietet die Nutzung digitaler Medien neue Chancen bei der Gestaltung von Lernumgebungen, da diese neue Wege eröffnen Lerninhalte zu transportieren, einzuüben und anzuwenden. Bei der Planung von Unterrichtsmaterialien mit digitalen Medien stellt sich in der Praxis die Frage nach deren Mehrwert gegenüber anderen Verfahren zur Vermittlung von Lerninhalten. Das SAMR-Modell (Abbildung 20) definiert dabei vier unterschiedliche Stufen (Puentedura, 2016).

**Abbildung 20: SAMR-Modell mit Beispielen aus dem Bereich der taxonomischen Bildung in Anlehnung an Puentedura (2016).**

Verknüpft man das ICAP-Modell mit dem SAMR-Modell zu einer Kombinationsmatrix (Kramer et al., 2019) lassen sich entsprechende Unterrichtsmaterialien dementsprechend klassifizieren und so für die jeweilige unterrichtliche Situation gezielt auswählen. In Kapitel 4.4.1 werden Beispiele aus der unterrichtlichen Praxis zur Verbesserung der Arten- und Formenkenntnis nach dem ICAP- und SAMR-Modell sortiert. Dabei lassen sich digitale Medien für den Aufbau taxonomischer Kenntnisse in vielfältiger Weise einsetzen (Abbildung 21).

**Abbildung 21: Beiträge digitaler Medien zum Aufbau taxonomischer Bildung.**

Die Vermittlung von Lerninhalten durch Gamefication-Ansätze wirkt sich allgemein positiv auf die akademische Leistung, die Einsatzbereitschaft und Motivation der Lernenden aus (Manzano-Leon et al., 2021; Sailer, 2016). Dementsprechend lohnt es sich solche spielerischen Ansätze auch für den Aufbau von Arten- und Formenkenntnis zu nutzen. Die fachdidaktische Analyse einiger unterschiedlich komplexer Spiele verdeutlicht ebenfalls die Chancen von Online-Spielen beim Erkennen von Arten (Rolletschek, 2022; Schaal et al., 2015; Schaal, 2021; Schneider & Schaal, 2018).

Einen weniger spielerischen, sondern eher forschungsorientierten Ansatz verfolgen Citizen Science Projekte bei denen durch die Erhebung des Vorkommens bestimmter Taxa auch die Arten- und Formenkenntnis durch Naturbeobachtungen gesteigert wird (Brossard et al., 2005; Bryce et al., 2021; Keleman-Finan et al., 2013). Da Studien den Lernerfolg dieses Citizen Science Ansatzes für Erwachsene belegen (Heilmann-Clausen et al., 2019; Peter et al., 2019), sollten entsprechende Lerngelegenheiten auch für formale Bildungsprozesse in der Schule entwickelt werden. Eine für schulische Zwecke noch weitgehend unberücksichtigte Möglichkeit ist dabei die Nutzung von Beobachtungsdaten aus offenen Online-Dokumentationsplattformen, wie z. B. „naturgucker.de“ oder „ornitho.de“ für Bildungszwecke (Gerl, 2021d). In Kapitel 3.6 soll ein erster Versuch gemacht werden, das Potenzial dieser Datenbanken für den Aufbau von Arten- und Formenkenntnis zu beschreiben.

Über solche Online-Plattformen können interessierte Naturbeobachter:innen nicht nur Daten auszutauschen oder sich gegenseitig bei der Bestimmung schwieriger Taxa unterstützen, sondern sie bieten besonders interessierten Personen durch die überregionale Vernetzung auch die Möglichkeit soziale Eingebundenheit zu erleben. Dadurch wird eine der drei „basic needs“ im Sinne der Theorie zur Entstehung intrinsischer Motivation erfüllt (Deci et al., 1993).

Alle bisher genannten Einsatzmöglichkeiten für digitale Medien zum Aufbau von Arten- und Formenkenntnis eignen sich durch ihren hohen Grad an Selbsttätigkeit der Lernenden und ihren vorwiegenden Einsatz im Freiland, besonders gut für projektorientierte Unterrichtsverfahren. Studien zeigen, dass solche Projekte sowohl die Arten- und Formenkenntnis verbessern, als auch die Bereitschaft sich für den Erhalt der biologischen Vielfalt einzusetzen (Duerden & Witt, 2010; White et al., 2018). Allerdings wird in Schulen – oft aus organisatorischen Gründen - kaum projektorientierter Unterricht angeboten. Der Biologie-Unterricht findet in den allermeisten Fällen im Klassenzimmer mit einem Wechsel des Faches nach 45 bzw. 90 Minuten statt. Für diese Rahmenbedingungen existieren noch sehr wenige Lernmaterialien, die beispielsweise digitale Medien nutzen, um Arten- und Formenkenntnisse interaktiv zu üben bzw. zu sichern. Diese Lücke sollen eine ganze Reihe von Materialien schließen, die im Rahmen des BISA-Projekts (Gerl, 2020a)

entwickelt wurden. Eine dieser Unterrichtseinheiten wird in Kapitel 3.7 exemplarisch vorgestellt, viele weitere publizierte Materialien im Kapitel 4.4.2 und 7 im Überblick präsentiert.

### *1.5.2 Aufbau von Arten- und Formenkenntnis in der außerschulischen Bildung*

Während im formalen Bildungskontext des Biologie-Unterrichts die Lerninhalte durch Lehrpläne vorgegeben und die unterrichtlichen Mittel durch Lehrkräfte ausgewählt werden, ist die außerschulische Bildung frei von diesen Vorgaben. Darüber hinaus erfolgt diese Form des Kompetenzerwerbs bei Erwachsenen in aller Regel auf freiwilliger Basis, so dass die Lernmotivation der Teilnehmenden in der Regel höher ist als in formalen Bildungskontexten (Schreiber-Barsch & Stang, 2021). Trotz der Heterogenität der Teilnehmenden (z. B. Alter, Vorwissen, ...) eint die Lernenden das gemeinsame Interesse an dem gewählten Thema.

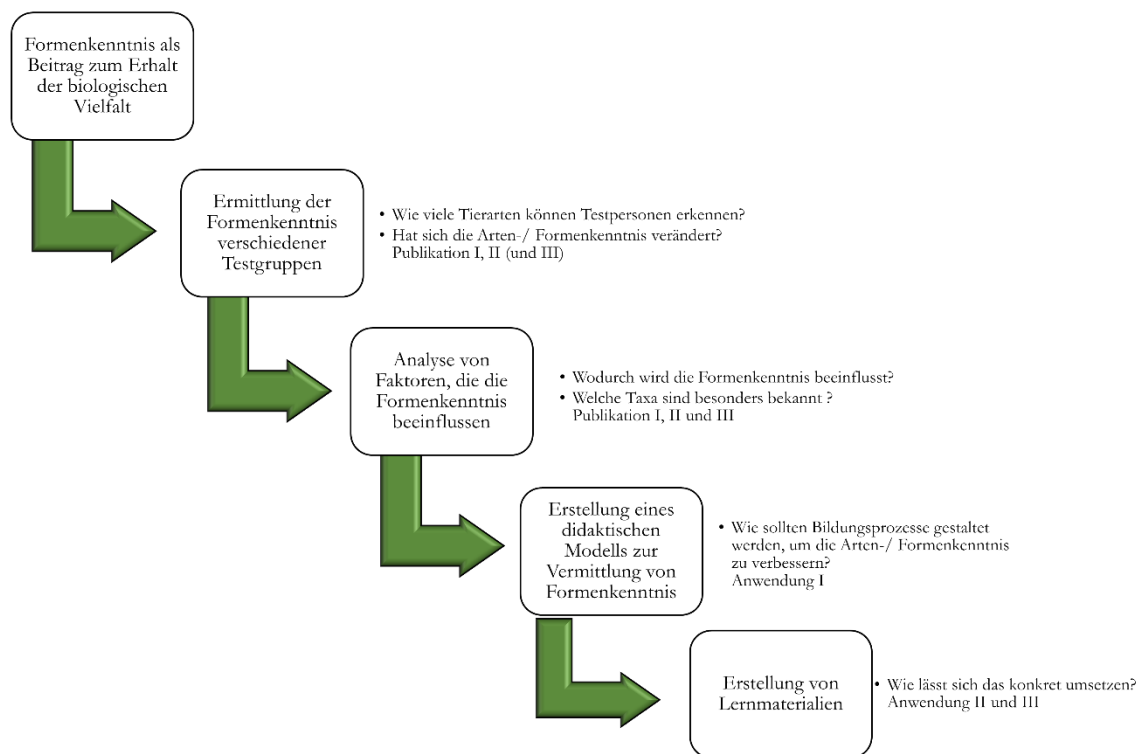
Allerdings sind viele Angebote in der Erwachsenenbildung sowohl geographisch an einen Standort als auch zeitlich an einen festen Termin gebunden. Diese beiden Randbedingungen erschweren die Teilnahme für viele Personen, sodass ein sowohl räumlich als auch terminlich unabhängiges E-Learning-Angebot für diese Zielgruppe besonders interessant ist.

Eine entsprechende Plattform stellt für die Lernenden sowohl die Lernumgebung als auch das Lernmaterial (inklusive Lernaufgaben) sowie Online-Veranstaltungen bereit, in denen sich die Lernenden austauschen können (Kerres, 2016). Diese Vorgaben lassen sich mit einem Learning-Management-System (z.B. Moodle, Illias,...) umsetzen, in dem die Lerninhalte geordnet präsentiert und die Lernfortschritte durch Selbsttest dokumentiert werden (Kalz & Schön, 2020).

In Kapitel 4.4.4 wird am Beispiel der NABU | naturgucker-Akademie ein konkretes E-Learning-Angebot vorgestellt, das sich gezielt an Erwachsene richtet, die auf freiwilliger Basis ihre Arten- und Formenkenntnis verbessern wollen. Das didaktische Konzept aller Kurse der NABU | naturgucker-Akademie fußt dabei auf dem in Kapitel 3.4 entwickelten Kompetenzmodell der Arten- und Formenkenntnis.

## 2 Ziele

Mit dieser Dissertation soll die Wirbeltier-Formenkenntnis verschiedener Personengruppen mit Hilfe empirischer Untersuchungen ermittelt, Einflussgrößen auf die Formenkenntnis analysiert und Veränderungen der Formenkenntnis über die Zeit beobachtet werden, um auf Grundlage dieser Daten Materialien zu erstellen, die die Formenkenntnis zielgruppenspezifisch verbessern können (Abbildung 22).



**Abbildung 22: Ziele und sich daraus ergebende Forschungsfragen dieser Dissertation.**

Auf Grund der in Kapitel 1.2 Bedeutung der Arten- bzw. Formenkenntnis dargelegten Bedeutung der Arten- und Formenkenntnisse für den Erhalt der biologischen Vielfalt ergibt sich folgendes erstes Forschungsziel für die vorliegende Arbeit:

*Ziel 1: Die Wirbeltier-bzw. Vogel-Formenkenntnis soll bei Gymnasiast:innen und einer repräsentativ ausgewählten Gruppe von Erwachsenen ermittelt werden, um Daten zum aktuellen Stand dieses biologischen Fachwissens zu erhalten.*

Dieses Ziel wurde in Publikation I, II und III (s. Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3) adressiert. Durch einen Vergleich der so gewonnenen Daten mit entsprechenden Befunden aus weiter zurück liegenden Untersuchungen, könnten zudem mögliche „shifting baseline“-Effekte bei der Arten- und Formenkenntnis der heimischen Wirbeltiere (insbesondere der Vögel) nachgewiesen werden.

Gleichzeitig zur Erhebung der Arten- und Formenkenntnis verschiedener Personengruppen verfolgt diese Arbeit ein zweites Ziel:

*Ziel 2: Der Einfluss bestimmter Variablen (z.B. sozioökonomische Faktoren, Anzahl an Naturbeobachtungen, Unterstützung von NGOs oder unterschiedliche Quellen des Wissens um die Arten) auf die Formenkenntnis soll identifiziert werden, um daraus abzuleiten, wie Formenkenntnis besonders effektiv vermittelt werden könnte.*

Die für die Erreichung dieses Ziels notwendigen Daten werden in Publikation I, II und III (s. Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3) präsentiert. Insgesamt fließen die Ergebnisse von drei Umfragen in diese Dissertation ein, um die Ziele 1 und 2 zu erreichen. Die Wirbeltier-Formenkenntnis (25 Wirbeltier-Arten) von bayerischen Gymnasiast:innen der Jahrgangsstufe 6 (N = 984) wurde mithilfe von ausgedruckten Fragebögen an den jeweiligen Schulen ermittelt. Die empirischen Daten zur Vogel-Formenkenntnis (15 Vogel-Arten) unter Schüler:innen (N = 1957) stammen ebenso aus einer Online-Umfrage, wie jene einer repräsentativen Gruppe von Erwachsenen (N = 1003).

Aus der Interpretation dieser empirischen Untersuchungen lässt sich ein weiteres Ziel ableiten:

*Ziel 3: Auf Grundlage der empirischen Daten zur Arten- und Formenkenntnis verschiedener Testgruppen und der Bekanntheit der getesteten Wirbeltier- bzw. Vogel-Arten innerhalb der Testgruppen soll ein Kompetenzstrukturmodell zur Vermittlung von Arten- und Formenkenntnis entwickelt werden, um die Formenkenntnis bei unterschiedlichen Zielgruppen zu beschreiben und zu verbessern.*

Die fachdidaktischen Überlegungen zur Modellbildung werden in Anwendung I (s. Kapitel 3.4) vorgestellt. Um diese theoretischen Überlegungen mit konkreten Beispielen zu illustrieren, wurde folgendes Ziel formuliert.

*Ziel 4: Auf Grundlage des Kompetenzstrukturmodells zur Arten- und Formenkenntnis, sowie der ICAP- und SAMR-Modelle sollen konkrete Lernmaterialien für unterschiedliche Zielgruppen erstellt werden, um deren Arten- und Formenkenntnis zu verbessern.*

In Anwendung II, III und IV (s. Kapitel 0, 3.6 und 3.7) werden exemplarisch zwei konkrete Möglichkeiten vorgestellt, wie dieses Ziel in der konkreten Unterrichtspraxis erreicht werden könnte. Weitere Beispiele für den Biologie-Unterricht in der Schule und die Erwachsenenbildung über Learning Management Systeme werden in Kapitel 4.4 angeführt.

Abbildung 23 zeigt im Überblick, welche Inhalte die drei empirischen Untersuchungen in den unterschiedlichen Testgruppen adressierten und wie sie für diese kumulative Dissertation publiziert wurden (s. Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3). Auf Grundlage dieser Erhebungen wurde ein Kompetenzstrukturmodell der Arten- und Formenkenntnis (s. Kapitel 3.4) sowie mehrere Lerngelegenheiten (s. Kapitel 0, 3.6 und 3.7) für die praktische Anwendung entwickelt und in entsprechenden Zeitschriften veröffentlicht.



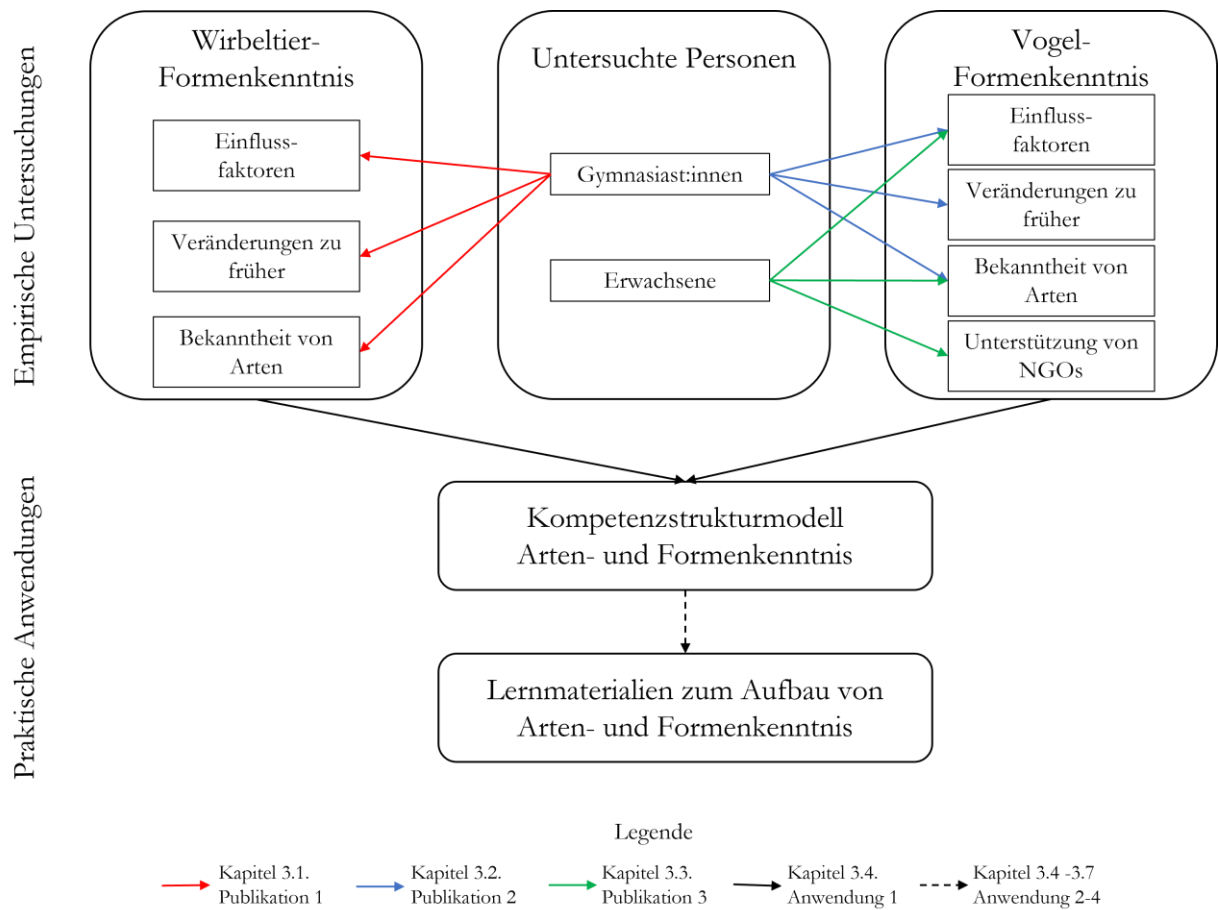


Abbildung 23: Überblick über die in dieser Dissertation zusammengestellten wissenschaftlichen Publikationen sowie darauf aufbauenden Anwendungen aus der Praxis.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Publikation I: Wirbeltier-Arten und Formenkenntnis bei Gymnasiast:innen

Gerl T., Randler C., Neuhaus B. J. (2021): Vertebrate species knowledge: an important skill is threatened by extinction. *International Journal of Science Education* 43 (6), 928-948, DOI: 10.1080/09500693.2021.1892232 7



International Journal of Science Education



ISSN: (Print) (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/tsed20>

#### Vertebrate species knowledge: an important skill is threatened by extinction

Thomas Gerl, Christoph Randler & Birgit Jana Neuhaus

To cite this article: Thomas Gerl, Christoph Randler & Birgit Jana Neuhaus (2021): Vertebrate species knowledge: an important skill is threatened by extinction, *International Journal of Science Education*, DOI: 10.1080/09500693.2021.1892232

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1892232>



© 2021 The Author(s). Published by Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group



Published online: 28 Feb 2021.



Submit your article to this journal [↗](#)



View related articles [↗](#)



View Crossmark data [↗](#)

Full Terms & Conditions of access and use can be found at  
<https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=tsed20>

## Vertebrate species knowledge: an important skill is threatened by extinction

Thomas Gerl <sup>a</sup>, Christoph Randler <sup>b</sup> and Birgit Jana Neuhaus <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Faculty of Biology, Ludwig-Maximilians University of Munich, Munich, Germany; <sup>b</sup>Department of Biology, University of Tübingen, Tübingen, Germany

### ABSTRACT

Vertebrate species knowledge, a key factor for conserving biodiversity, is a compulsory part of school curricula. This study evaluated the vertebrate species knowledge of sixth-grade German grammar school pupils (aged 11–13) to investigate the influence of socio-demographic factors (gender, size of hometown, mother tongue), personal expectations (favourite school subject, performance in biology, expected test results) and possibilities to do nature observations (favourite playing area, number of excursions to nature) on identification skills. In addition, the study examined whether schoolchildren's taxonomic knowledge changed over the years. In a species identification test, participants ( $N = 984$ ) scored an average of  $14.18 \pm 3.82$  out of 25 points. The results showed that their species knowledge was significantly influenced by their personal expectations on test performance, the school, favourite playing area, mother tongue and gender. Hometown size, the number of excursions to nature, favourite school subject and performance in biology did not significantly affect children's species knowledge. Mammals had the highest identification rates, whereas birds and reptiles were rather unknown. These results were compared with a similar dataset in 2006 indicating a 15% loss in pupils' species knowledge within the last decade. A change in the curriculum as a reason for this decline in taxonomic knowledge is discussed.

### ARTICLE HISTORY

Received 27 April 2020  
Accepted 15 February 2021


### KEYWORDS


Species knowledge;  
biodiversity; conservation;  
biodiversity awareness;  
science communication

## Introduction

### *Why do children need species knowledge?*

There is a long history of warnings that humans are facing a mass extinction caused by themselves (United Nations, 1992). The loss of biodiversity recently riveted the attention not only of some ecologists, but a broad part of society (Díaz et al., 2019; Hallmann et al., 2017; Steffen et al., 2015). Even the World Economic Forum (2018) listed the 'loss of biodiversity' among the 10 most dangerous threats for the welfare of societies. Taxonomic knowledge is a fundamental skill when it comes to understanding ecological connections and the conservation of biodiversity (Bilton, 2014; Leather & Quicke, 2010; Palmberg

**CONTACT** Thomas Gerl  t.gerl@lmu.de  Faculty of Biology, Winzerer Str 45/II, 80797 Munich, Germany

 Supplemental data for this article can be accessed at <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1892232>.

© 2021 The Author(s). Published by Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>), which permits non-commercial re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited, and is not altered, transformed, or built upon in any way.

et al., 2018; Randler, 2008). Therefore, it is vital to have taxonomic experts, but most taxonomic professionals are rather old (Frobel & Schlumprecht, 2016; Kuhlmann, 2015). The possible extinction of experience might cause a shifting baseline problem relevant to nature conservation activities (Miller, 2005).

It is also vital to teach children species knowledge because of the positive correlation between the understanding of nature and the disposition to preserve natural resources. Studies of the past showed that people with high species knowledge are more willing to save the environment than others (Hosaka et al., 2017; Prokop & Fančovičová, 2013; Scott et al., 2012). From the society's point of view, species knowledge is therefore essential for developing conservation strategies by taxonomic experts as well as for the acceptance of these strategies in society.

Many curricula demand the teaching of species identification skills. They are present in the sustainable development goals of the United Nations (Rieckmann et al., 2017), as well as in compulsory curricula of schools (e.g. Palmberg et al., 2019; Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, 2017). Teaching biodiversity at school is not only an obligatory necessity but offers many possibilities for hands-on activities (Fančovičová & Prokop, 2017) or outdoor experiences (Lindemann-Matthies, 2006) to motivate pupils and enrich biology lessons.

A closer connection to nature offers further educational benefits, e.g. increasing student's attention to nature (Li & Sullivan, 2016). Furthermore, acquisition of species knowledge fosters children's ability to detect small morphological differences, which is vital for the development of their observational skills from early childhood (Kohlhauf et al., 2011) to formal educational processes in schools (Tomkins & Tunnicliffe, 2001) and to professional qualification procedures such as medical diagnostics (Jasani & Saks, 2013).

There are also other strong motives to teach species knowledge for the personal well-being, as sound ecosystems have a positive effect on the physical health of humans (Lindley et al., 2019). Since Louv (2008) coined the term 'nature deficit disorder', many surveys have shown positive correlations between biodiversity and mental health (Cox & Gaston, 2015; Keniger et al., 2013; Marselle et al., 2019).

### ***Determinants influencing species knowledge***

#### ***Socio-demographic factors***

*Gender:* There are contradictory research findings on whether boys or girls know more animal species. In some studies, boys achieved higher scores than girls, but these studies are either quite old (Eschenhagen, 1982) or conducted in far away countries (Nyhus et al., 2003) and thus the socialisation process is not comparable to our test group. Other studies contained non-native animals (Huxham et al., 2006), so the outcome may be biased. Peterson et al. (2017) found better species knowledge of boys, which was explained by their higher interest in hunting activities.

On the other hand, there are surveys reporting better species identification skills for females. Birds in particular seem to be more popular among girls (Gerl et al., 2018; Zahner et al., 2007), but these researchers explained the findings with the girls' higher motivation to achieve good results in the test, rather than with their knowledge differences. Yet other surveys could not find any gender-related differences

in identification skills (Hooykaas et al., 2019) or general knowledge of animals (Prokop et al., 2008).

*Size of hometown:* Although several studies reported that the children's ability to identify plant species is better in rural areas than in big towns (Lückmann & Menzel, 2014; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018), it might be different for animal identification skills. Older surveys (Eschenhagen, 1982; Zahner et al., 2007) reported slightly better results for pupils inhabiting rural areas, but recent studies on animal knowledge do not find any differences between rural or urban children (Hooykaas et al., 2019; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018) or even better results for pupils in big cities (Gerl et al., 2018).

Children, especially pre-school or primary schoolchildren, need a mediator to communicate species knowledge (Chand & Shukla, 2003; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018; Tarłowski, 2019). This person is often part of their family (Remmele & Lindemann-Matthies, 2018; Tunnicliffe & Reiss, 1999). The older the children are, the more important their learning processes in formal education (e.g. biology lessons) should become. As the quality of the mediation process in different classes might vary, the school children attend should influence their species knowledge.

*Mother tongue:* Several studies showed that immigrant children with another mother tongue are likely to score weaker results in tests on scientific skills (Wendt et al., 2016) due to their lack of vocabulary (Kempert et al., 2016). As many species names are not related to morphological characteristics (e.g. blackbird) but the name of scientists (e.g. Temminck's stint), they are difficult to memorize (Randler & Metz, 2005) and should therefore be even more difficult to learn for pupils with a different mother tongue.

### ***Animal observations***

*Favourite playing area:* Species knowledge is positively influenced by animal-related activities such as keeping a pet (Prokop & Tunnicliffe, 2010; Randler, 2010). In addition, direct observations of species are an effective strategy to foster pupils' identification skills (Gerl et al., 2018; Hooykaas et al., 2019; Palmberg et al., 2018; Palmberg et al., 2019; Randler et al., 2015; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018). Children who prefer to play in nature have a higher chance to encounter animals and should outperform those with less possibilities to observe species.

*Number of excursions into nature:* As nature experiences influence children's attitudes towards ecosystems and in consequence their ecological knowledge (Torkar & Krašovec, 2019), observations of wild animals should also improve their species knowledge. But the chance to see an animal by accident during leisure time activities might not increase children's ability to name animals as much as during nature excursions in biology lessons. Therefore, pupils who participated in more excursions should have better identification skills.

### ***Favourite school subject and personal expectations***

Studies reported that pupils achieve higher test results if the test items are similar to the content of their favourite school subject (Kubiatko et al., 2012; Raza & Shah, 2011). Assuming that these results could be generalised, researchers can argue that pupils who like biology as a school subject should recognise more animals. Furthermore,

high personal expectations to perform well in tasks were reported as an explanation for higher test results (Eccles & Wigfield, 2002; Schunk et al., 2014). Pupils who think that they do better than their classmates in the subject biology or perform well in the animal identification test itself should therefore achieve higher scores.

### **Change of species knowledge over the years**

Atran et al. (2004) claimed a deterioration of knowledge and understanding of natural surroundings (including species identification) within several technologically oriented societies, whereas indigenous groups with a closer contact to nature could identify plants and animals better on the species level. These findings are in line with the study that children from western societies know more Pokémon creatures than real animals (Balmford, 2002).

However, empirical data supporting a decline of species knowledge over time is quite rare because there are only a few older studies investigating children's taxonomic knowledge that could be used as a baseline to examine any changes through the years. First hints came from Randler (2006), who repeated a survey on species knowledge of vertebrates among German pupils done by Eschenhagen (1982). But these two studies were not comparable as Eschenhagen used stuffed animals, while Randler (2006) displayed pictures for testing pupils' species knowledge.

Gerl et al. (2018) repeated a survey of Zahner et al. (2007) with pupils in higher secondary education. The participants in 2017, who had to identify common birds, scored an average of 20% less in the same test than did those back in 2007. In this present study, we want to verify if those findings were just a singular coincidence attributed to birds or a common trend in schoolchildren's declining vertebrate species knowledge in general over the years.

### **Aim of the study and research questions**

This study evaluated how many native vertebrate species grade six pupils from grammar schools can identify. Furthermore, we wanted to find out if certain sociodemographic factors (gender, size of hometown, mother tongue), animal observations, personal expectations and interests influence the children's ability to recognise animals. In addition, we tried to answer the question whether species knowledge has declined over the years by comparing the results of today's children with similar data collected by Randler (2006) more than a decade ago. All examined questions and tested hypotheses are summarised in Table 1.

### **Materials and methods**

#### **Sample**

In 2018, a paper and pencil test was conducted with 984 ( $n_{\text{male}} = 476$ ,  $n_{\text{female}} = 497$ ) sixth-grade pupils in grammar school. The 40 participating classes from 20 different schools were chosen by personal contact. More than half of the participants (52.7%) lived in small towns with 5000–50,000 inhabitants, about one third (31.9%) came

**Table 1.** Questions and hypotheses of this study.

Which determinants influence species knowledge?		
	Determinant	Hypothesis
Socio-demographic factors	Gender	Girls know more species than boys.
	Size of hometown	Children living in rural areas know more species than those inhabiting big towns.
	Mother tongue	Native speakers know more species than those with another first language.
Animal observations	Favourite playing area	Pupils, who prefer playing in nature know more species than those playing indoor.
	Number of excursions into nature per school year	The more excursions into nature children make, the more species they know.
Expectations and interests	Favourite school subject	Pupils whose favourite school subject is biology know more species than others.
	Performance in biology compared to classmates	The higher the performance of the tested pupils in biology is, the more species they will know.
	Expected test results	The higher the expectations of the tested pupils are, the more species they will know.
Does species knowledge decline over the years?		
	Factor	Hypothesis
	Change of knowledge over the years	Pupils in 2018 know less species than those of a comparable group in 2006.

from villages with less than 5000 inhabitants and 11.4% dwelt in big cities with more than 50,000 residents. This classification of different settlement sizes follows the one made by Gerl et al. (2018). Most of the participants (85.0%) spoke German as their first language.

These results were compared with those of 154 ( $n_{\text{male}} = 65$ ,  $n_{\text{female}} = 89$ ) sixth-grade pupils in a German grammar school back in 2006 (Randler, 2006).

### Measures

The pupils had to identify 25 native vertebrate species by viewing coloured pictures of animals in an open-ended item format. The pictures were checked prior to the test by three taxonomic experts to ensure all necessary criteria for identification are visible. The distribution of species in the test (6 mammals, 10 birds, 3 reptiles, 3 amphibians and 3 fish species) reflects the distribution of native vertebrates among the vertebrate classes (Haupt, 2009) in Germany. The animals were selected because they either appeared in previous tests on species knowledge or are attractive species representative for a special ecosystem. The pupils had 45 minutes to complete the test in the presence of their teacher.

According to previous studies (Eschenhagen, 1982; Gerl et al., 2018; Randler, 2006; Zahner et al., 2007), the participants could score 1 point for naming one species (i.e. a maximum of 25 points) and 0.5 point if they could not report the exact name of the species but a higher taxonomic group. The resulting scale *species knowledge* had a good reliability, Cronbach's  $\alpha = .80$  (Cortina, 1993). For comparison of this study's results with those of Randler's (2006) study, only 20 of the 25 species could be used, as the Grey partridge (*Perdix perdix*), Eurasian Eagle-Owl (*Bubo bubo*), Eurasian Lynx (*Lynx lynx*), Eurasian Beaver (*Castor fiber*) and the European Eel (*Anguilla anguilla*)

**Table 2.** Popularity of the species according to the identification rate.

Identification rate	Popularity category
100–75%	Well known
74–50%	Rather well known
49–25%	Rarely known
24–0%	Unknown

were not part of Randler's survey. The reduced scale of *species knowledge 20* had an acceptable reliability, Cronbach's  $\alpha = .77$ .

To identify determinants influencing pupils' species knowledge, the questionnaire contained closed format items asking for information about gender, size of hometown, mother tongue, favourite school subject or playing area. Furthermore, we asked for the number of excursions into nature pupils took part during a school year. In addition, the pupils had to rank their interest in the different vertebrate classes to compare this ranking with the identification rates of the taxonomic groups.

To test if the expectancy-value theory (Eccles & Wigfield, 2002) could be used to predict species identification skills, pupils were asked to estimate their performance in the school subject biology compared to their classmates, their expected test results and their interest in different vertebrate classes.

A translated version of the original test instrument with all questions analysed in this study is available for download (Appendix).

The identification rate is defined as the proportion of participants' correct answers and characterises their popularity of the species. These rates were categorised in four quartiles shown in Table 2. In a similar procedure, we calculated the identification rates of vertebrate classes by dividing the average score within a systematic group by the number of species belonging to each class in the test.

### Data analysis

The average score  $M$  on species knowledge was used to describe pupils' ability to identify animals and to compare this ability between different groups within the participants. All tested variables did not show strong Pearson correlations ( $r > .35$ ). So a general linear model (GLM Type III SS) with the pupils' school as random factor and all other explanatory variables (number of excursions, gender, mother tongue, size of hometown, expected test result, preferred leisure time activities and the favourite school subject) as fixed factors, was used to test the influence of these variables on the average species knowledge  $M$ . Non-significant variables ( $p > .05$ ) were eliminated for the final model. The statistical analysis was carried out with IBM SPSS Statistics for Windows version 25. The effect size partial eta-squared ( $\eta^2$ ) was used to quantify the effect of a determinant on the average species knowledge.

For detecting possible changes in identification skills between the children in 2006 and 2018, Randler's original data in 2006 underwent the identical statistical procedure as for the data of 2018. Although the scores of species knowledge do not follow a Gaussian distribution using Shapiro–Wilk-Test,  $D(984) = .995$ ,  $p < .005$ , we used parametric tests ( $t$ -test) to compare the differences in average scores, because the number of items building the scale and the number of participants were rather high and skewness test



results are usually significant with a sample size higher than 500 (Field, 2013). To measure the effect size of the different average test results in 2006 and 2018, we used Cohen's *d*.

To find out if the identification rate of a single species had changed over the years, we calculated the identification rate of each species in both test groups separately and compared the two means with a *t*-test.

## Results

### *Determinants influencing species knowledge*

The pupils in 2018 could identify an average of  $14.18 \pm 3.82$  of species of the given 25 species in the test. Table 3 displays an overview of the variables correlated with the participants' average species knowledge.

#### *Socio-demographic factors.*

There were significant gender differences, but the effect size  $\eta^2$  was small (Cohen, 1988). The size of the pupils' hometown showed no correlation with their species knowledge, but the pupils' school (and therefore their teacher) correlated significantly (Figure 1) with a medium effect size.

Native speakers achieved higher scores than did those with a different mother tongue. The difference of about 1.3 points was significant with a small effect size.

**Table 3.** Factors influencing the average species knowledge *M* with standard error (SE), the ANOVA-Values (*F*), significance (*p*) according to a univariate GLM sorted by the effect size partial  $\eta^2$ .

Factor		<i>n</i>	<i>M</i> ± SE	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
Expected test result	<5	47	8.6 ± 0.65	48.713	<.001	.200
	5–9	154	9.8 ± 0.26			
	10–14	285	11.3 ± 0.19			
	15–20	336	13.4 ± 3.32			
	>20	133	15.33 ± 0.40			
School (Figure 1)				4.974	<.001	.110
Favourite playing area	Indoor	147	12.81 ± 0.32	10.46	<.001	.030
	Outdoor	537	14.34 ± 0.16			
	Nature	149	15.10 ± 0.29			
Mother tongue	German	836	14.51 ± 0.10	19.463	<.001	.020
	Other	148	12.28 ± 0.33			
Gender	Male	476	13.97 ± 0.19	8.208	.004	.010
	Female	497	14.41 ± 0.16			
Size of hometown	<5000	296	14.13 ± 0.22	2.469	.085	.007
	5000–50,000	519	14.01 ± 0.16			
	>50,000	112	15.36 ± 0.38			
Performance in biology compared to classmates	Better	162	14.81 ± 0.30	0.861	.423	.003
	Equal	609	14.27 ± 0.15			
	Worse	185	13.02 ± 0.28			
Number of excursions per school year	0	548	13.76 ± 0.16	0.490	.689	.002
	1	233	14.27 ± 0.26			
	2	122	14.91 ± 0.32			
	>2	60	16.29 ± 0.49			
Favourite school subject	Biology	315	14.19 ± 0.23	0.617	.433	.001
	Other	669	14.17 ± 0.14			

### Animal observations

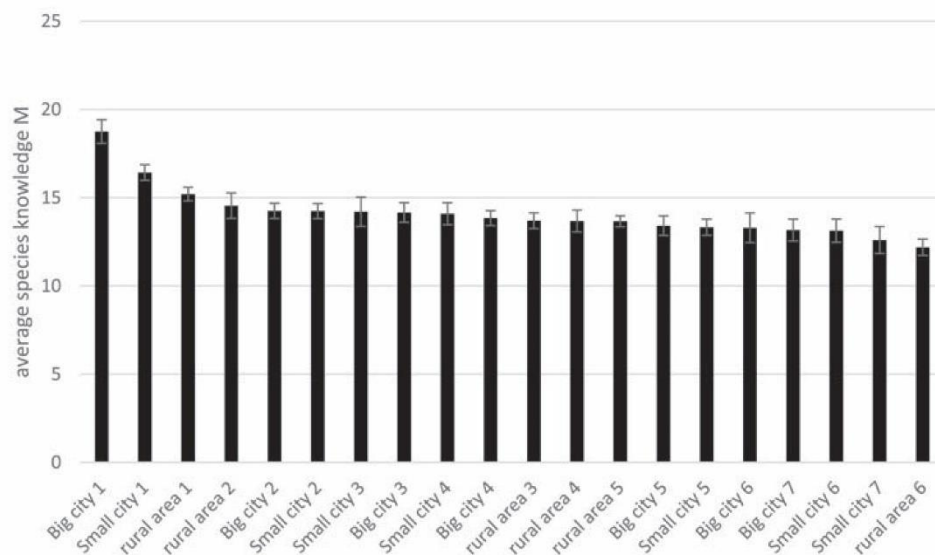
Another significant but small effect on species knowledge is connected to the place where pupils like to spend their leisure time. Those who prefer to play in nature (e.g. forests) scored about 1.5 points more compared to those who like to play outdoors (e.g. sports) and even 2.3 points more compared to those who favour indoor activities (Table 3).

Although the number of nature excursions was not significantly associated with species knowledge according to the general linear model (GLM), we found that the group of pupils who attended more than two of these excursions per year ( $n = 60$ ) scored an average of 16.3 points, which is the highest result in the group (Table 3).

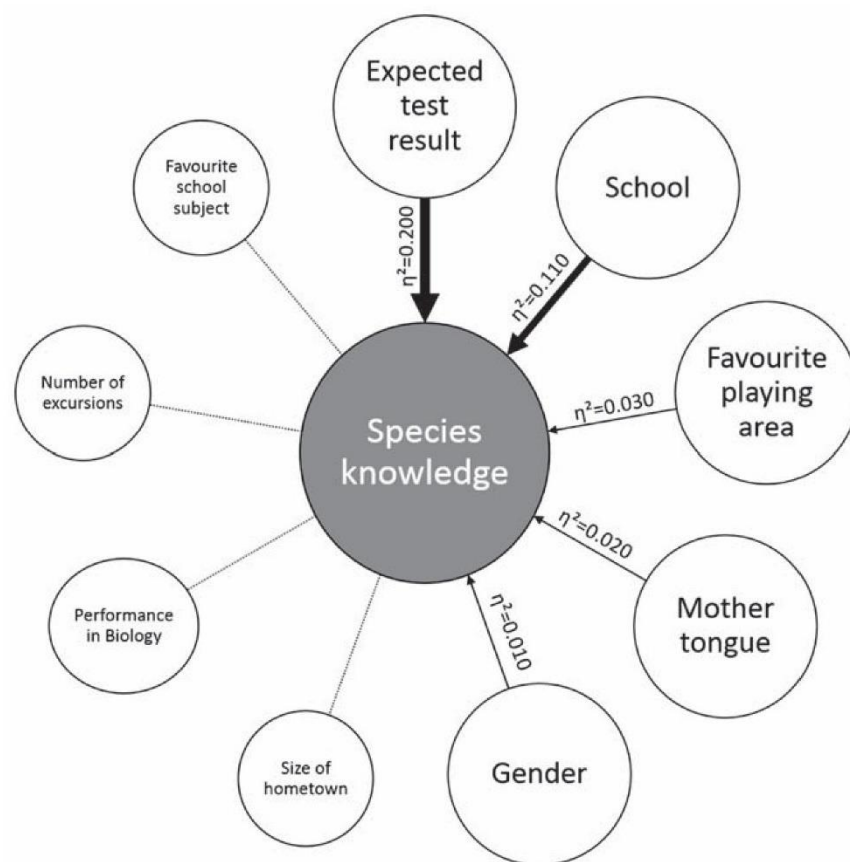
Favourite school subject and personal expectations Although pupils, who thought that they could do better in biology compared to their classmates, scored higher in our test, there was no significant correlation between species knowledge and their expected performance in biology or between species knowledge and their favourite school subject. The expected test results were found to have a large effect on their test scores, but many pupils underestimated their scores. Figure 2 summarizes the determinants' correlation to species knowledge.

### Identification rates

As displayed in Figure 3, the group of eight well-known species (identification rate higher than 75%) consists of mainly of mammals (six species), whereas all species identified by less than 25% were birds.



**Figure 1.** Average species knowledge M of pupils in different schools with error bars showing the standard error (SE).

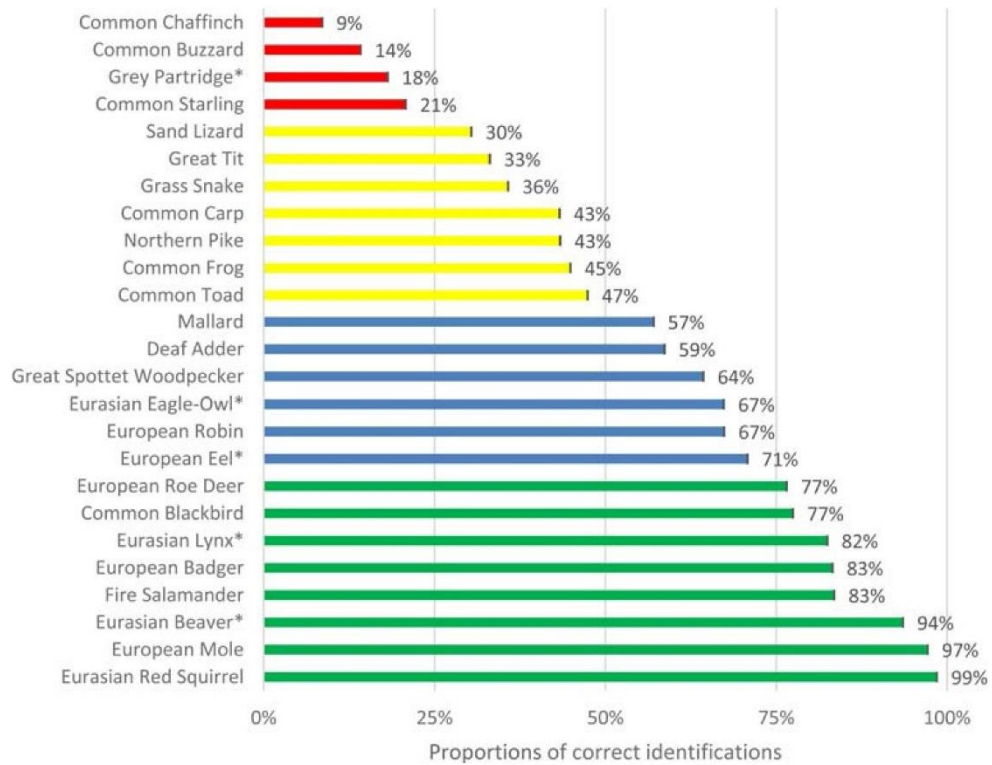


**Figure 2.** Summary of factors influencing species knowledge with their effect sizes. Non-significant factors are marked with dotted lines and smaller font size.

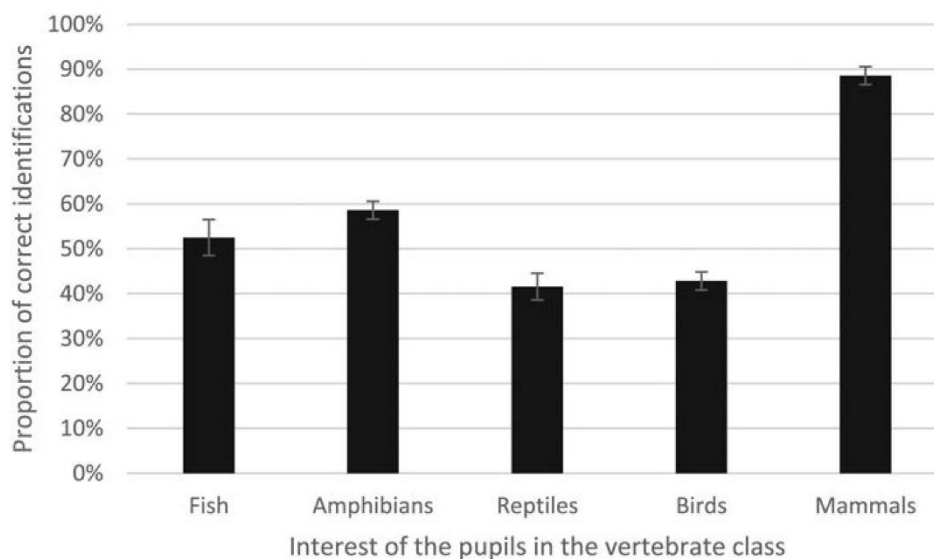
Hence, the results showed that the participants' best-known group of vertebrates were the mammals followed by fish and amphibians, whereas birds and reptiles were rather unknown. This result did not relate to the interest in the different vertebrate classes stated by pupils (Figure 4).

**Table 4.** Species showing a difference of 5% or greater between the identification rates on species level and on a higher taxonomic level in 2018 and 2006.

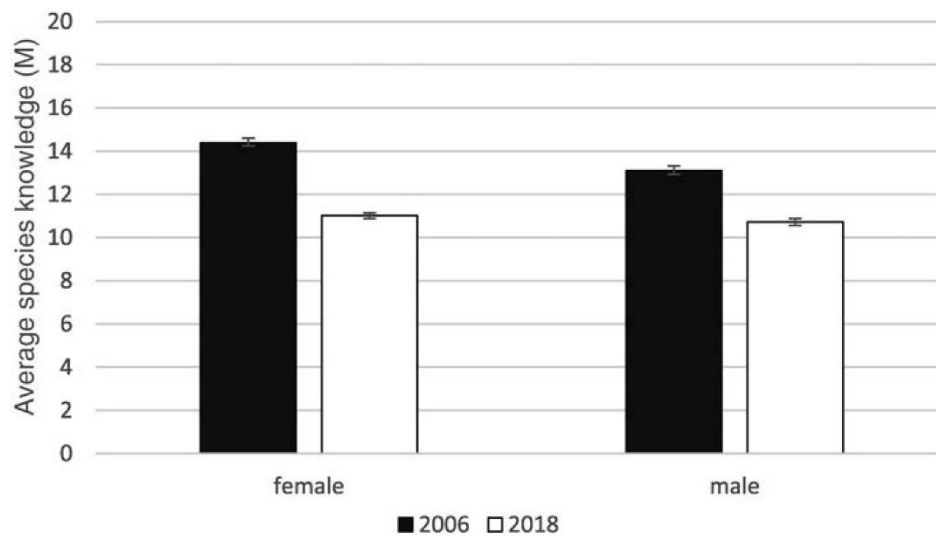
Species / Higher taxonomic level	2018			2006		
	Diff. (%)	Higher taxonomic level (%)	Species level (%)	Diff. (%)	Higher taxonomic level (%)	Species level (%)
Mallard/Duck	<b>41</b>	57	16	<b>27</b>	68	41
Common Frog/Frog	<b>30</b>	45	15	<b>27</b>	32	4
Common Toad/Toad	<b>28</b>	47	19	<b>25</b>	51	25
Gr. Spotted Woodpecker/ Woodpecker	<b>27</b>	64	37	<b>12</b>	52	40
Sand Lizard/Lizard	<b>19</b>	30	12	<b>27</b>	34	7
Great Tit/Tit	<b>7</b>	33	26	<b>12</b>	48	36
Fire Salamander/ salamander	<b>6</b>	83	77	<b>13</b>	73	60
Common Buzzard/Buzzard	<b>3</b>	14	12	<b>8</b>	23	15

10  T. GERL ET AL.

**Figure 3.** Proportions of correct identifications on species level tested in 2018. Species that were not tested in 2006 are marked with an '\*'.



**Figure 4.** Proportions of correct identifications for the different vertebrate classes with error bars showing the standard error depending on the pupils' interest in the vertebrate class.



**Figure 5.** Average species knowledge (M) of boys and girls in 2006 and 2018 with error bars showing the standard error (SE).

Table 4 shows differences of 5% or more between the rate of identification on species respectively a higher taxonomic level in 2006. These eight animal species were the same in 2018 except for the Common Buzzard. The remaining twelve animal species could either be identified on species level or not at all.

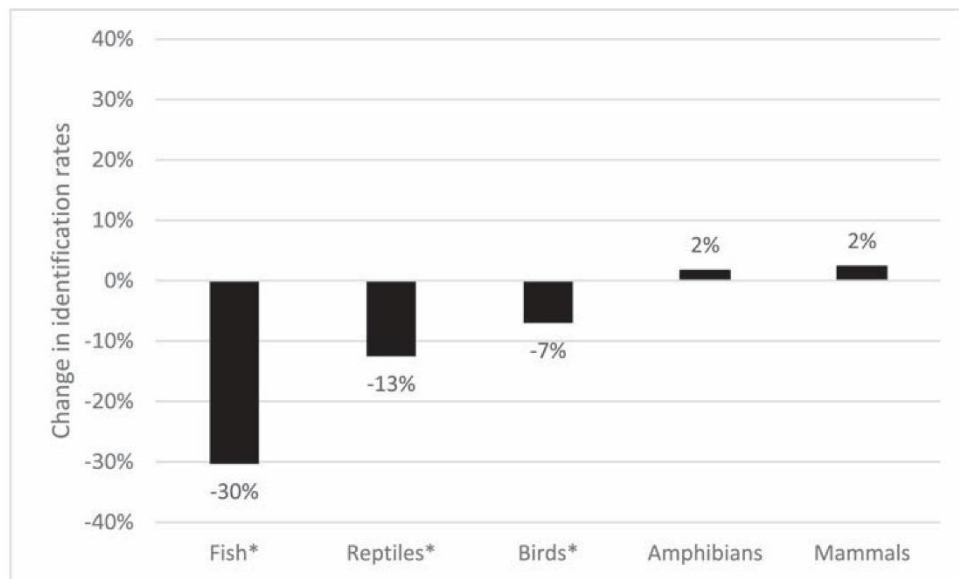
### **Change of species knowledge since 2006**

Between 2006 and 2018, we observed a significant difference in species knowledge within the test groups. The participants in 2018 ( $M = 10.86 \pm 3.26$ ) had a lower average score which was 3.0 less than that of their peers in 2006 ( $M = 13.83 \pm 3.26$ ). This difference of about 15% over the last decade is marked by a large effect size ( $p < .001$ , Cohen's  $d = 0.91$ ): for boys - 2.4 less ( $p < .001$ ,  $d = 0.8$ ), for girls 3.3 less ( $p < .001$ ,  $d = 1.1$ ) (Figure 5).

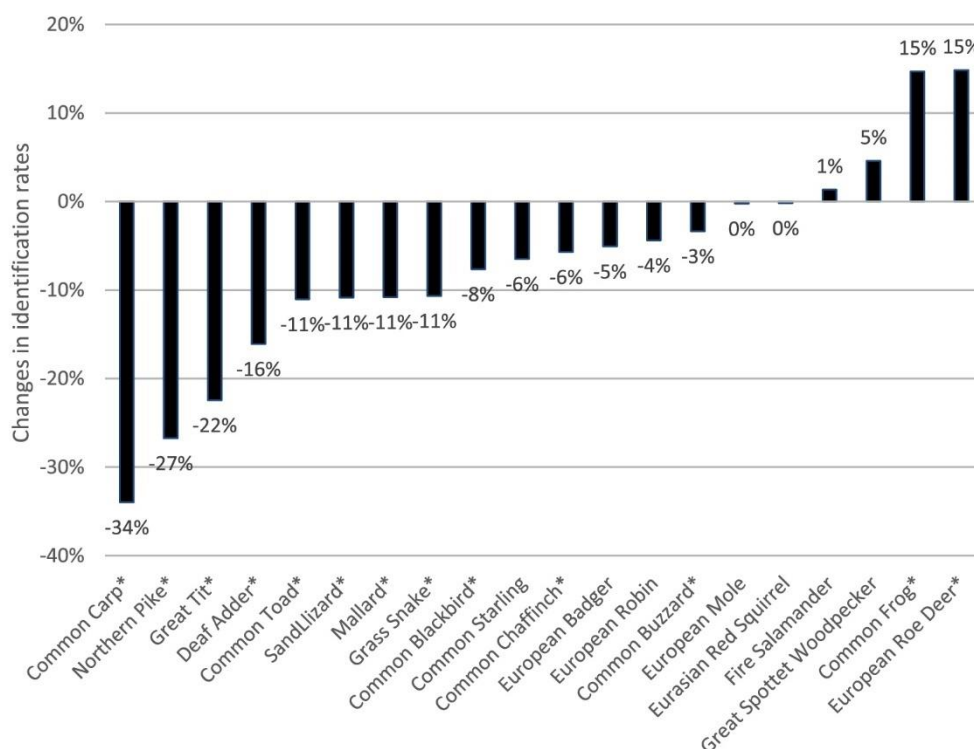
Figure 6 displays the proportion of correct answers for different vertebrate classes in 2006 and 2018. For mammals and amphibians, the results did not show any significant changes over time, but there was a significant difference in the test results concerning the knowledge of birds (-7%,  $p < .001$ ,  $d = 0.34$ ), reptiles (-13%,  $p < .001$ ,  $d = 0.41$ ) and fish (-30%,  $p < .001$ ,  $d = 0.78$ ).

On the species level, for 12 out of the 20 vertebrates, the results showed a significant change in identification rates. Two of them, the Common Frog and the European Roe deer, could be identified better by pupils in 2018 compared to those in 2006, whereas ten other species were less well known in 2018 (Figure 7).

The five most and least popular species were the same in 2006 and 2018 (Table 5). Interestingly, two fish species (Northern Pike and Common Carp) lost four and eight places in the ranking of the identification rates, whereas the 'winners' (European Roe Deer, Common Frog and Great Spotted Woodpecker) were distributed over three vertebrate classes.



**Figure 6.** Differences in identification rates of vertebrate classes with the same species tested in 2018 and in 2006 with significant differences indicated by '\*'.



**Figure 7.** Changes in identification rates of the different vertebrate species tested in 2018 compared to those in 2006 with significant changes indicated by '\*'.

**Table 5.** Ranking of species' identification rates in 2006 compared to those in 2018.

Rank	2006	2018
1	Eurasian Red Squirrel	Eurasian Red Squirrel
2	European Mole	European Mole
3	European Badger	Fire salamander  +2
4	Common Blackbird	European badger
5	Fire Salamander	Common Blackbird
6	Common Carp	European Roe Deer  +5
7	Deaf Adder	European Robin
8	European Robin	Great Spotted Woodpecker  +4
9	Northern Pike	Deaf Adder  -2
10	Mallard	Mallard
11	European Roe Deer	Common Toad  +2
12	Great spotted Woodpecker	Common Frog  +5
13	Common Toad	Northern Pike  -4
14	Great Tit	Common Carp  -8
15	Grass snake	Grass Snake
16	Sand Lizard	Great Tit  -2
17	Common Frog	Sand Lizard
18	Common Starling	Common Starling
19	Common Buzzard	Common Buzzard
20	Common Chaffinch	Common Chaffinch

## Discussion

### *Determinants influencing species knowledge*

#### *Socio-demographic factors*

*Gender:* Gender has a significant but very small influence on the participants' species knowledge. This is in contrast to the findings of several studies on Dutch and Swiss schoolchildren (Hooykaas et al., 2019; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018) that showed no significant gender differences in their species knowledge. Gerl et al. (2018) and Zahner et al. (2007) reported higher bird species knowledge of girls in German grammar schools. Therefore, gender seems to contribute little to the variance of children's species knowledge. As (German) professionals in nature conservation and taxonomic sciences or laypeople in environmental clubs are mostly male (Frobel & Schlumprecht, 2016), the key factor affecting boys and girls to pursue their adult professional careers and interests is yet to be discovered.

*Size of hometown:* Our empirical data do not support the hypothesis that pupils from rural areas have better species knowledge. This is in line with the results of Remmele and Lindemann-Matthies (2018) or other studies that reported greater species knowledge for children of urban areas compared to those of rural areas (Gerl et al., 2018).

A closer look reveals the weak points of the assumption that rural people should outperform all other groups in the test. Many tested animals are difficult to observe in nature because they are either rare, shy, nocturnal or in hidden habitats, that is, their knowledge can hardly be derived from direct observations, but mostly from other information sources (e.g. school, media, family) that are available in urban surroundings as well.

In addition, it is more of a bias than a given fact that the chances of direct nature observations are higher in rural areas. Our data showed that children's preferences of where to spend their leisure time are the same in rural and urban areas. Furthermore, animals can be spotted more easily in urban parks than in agricultural monocultures

because they benefit from a larger variety of ecological niches and more contact with humans (Ossola & Niemelä, 2018). This is in line with Randler et al.'s (2015) study showing that urban park visitors had higher species knowledge compared to non-visitors.

Our finding that the pupils' school (i.e. their biology teacher) influences their scores in the test are similar to those of Remmele and Lindemann-Matthies (2018), who showed that a mediating person (e.g. a teacher) fosters identification skills. Different teachers might have different abilities in teaching species knowledge and therefore, influence their pupils' test results. This assumption needs further empirical survey because other sociocultural factors (e.g. educational level of parents, leisure time activities of families, etc.) connected with the catchment area of the school might be responsible for the school-related difference in results, too (Tarlowski, 2019).

*Mother tongue:* Parent-child conversations are important in fostering children's biological knowledge (e.g. Remmele & Lindemann-Matthies, 2018) but, if done in a different language, children might lack the words to name species in German. Given that many children with a different mother tongue grew up in a different geographic environment with other animal species, it is also possible, that they are not yet familiar with species native to their new home country. Differences in cultural background, that is, the way different cultures look at animals, may also influence species knowledge, too.

A different mother tongue influences educational success in general. Raabe (2019) explained this inequality by the observation that immigrant children are often isolated within their classes, whereas other studies discussed the varying socio-economic status of immigrant and native speaker families as the main cause for the pupils' different results in standardised tests (Arikan et al., 2017). Further investigation is necessary to clarify whether these lower test results are a linguistic phenomenon or caused by other factors within the social, cultural and economic background of immigrant children. The surprisingly small effect size might be explained by the schooltype we surveyed. A selection process at the end of the fourth grade allows only pupils with excellent language skills to change to grammar schools, so that the sample in our test group was biased with high-performing immigrant children.

### **Animal observations**

*Favourite playing area:* The results supported our hypothesis (i.e. the more nature observations children make, the higher their species knowledge will be) because pupils who spend more time in nature do have better species knowledge. These findings are similar to those of previous studies (Hooykaas et al., 2019; Randler et al., 2015), but the effect size was surprisingly small for our test group.

*Number of excursions:* Several studies emphasised the educational potential of first-hand nature experiences (Skarstein & Skarstein, 2020; Waters & Maynard, 2010), but the number of excursions into nature our participants attended during their biology lessons had no significant influence on their species knowledge. This could be explained by the fact that observing animals in nature – especially with a group of children – is rather difficult. Therefore, pupils might acquire their animal species knowledge not mainly by direct observations. Different researchers pointed out the importance of media to pupils' interest in animals and consequently, their species knowledge (e.g. Prokop et al., 2008) or the role of mediators (e.g. their parents) for fostering species knowledge (Remmele & Lindemann-Matthies, 2018; Tarlowski, 2019). Nevertheless,



the small group of pupils in our study who made more than two nature excursions within a school year outperformed all others in the identification test. Although this difference was not significant, it might be worthwhile to repeat this survey with a bigger number of children attending nature excursions more often.

### ***Favourite school subject and personal expectations***

*Favourite school subject and performance in biology.* As the biology curriculum in the tested grammar school classes focused on the human body and general requirements for the survival of vertebrates in an evolutionary context, the tested pupils chose biology as their favourite subject not because they like to identify animals but for other reasons. This might be an explanation of why pupils with biology as their favourite subject did not obtain higher scores than did their classmates who prefer other subjects.

Briede (2016) pointed out that the pedagogic approach of the teacher, but not the content of the subject, is important for pupils' perceptions of mathematics at school. Assuming that Briede's findings are generalisable to pupils' perceptions of other subjects, we believe our findings are not inconsistent with the hypothesis that a high interest in a topic should lead to better scores because our pupils' choice of their favourite subject does not necessarily reflect their interest in native animals.

The observation that the pupils' expected performance in biology did not significantly influence their test results might be explained by the different requirements of the tasks in biology lessons and in the species knowledge test. This is because pupils who perform well in biology might also do so likewise in other subjects. In addition, nonformal education processes in families (Remmele & Lindemann-Matthies, 2018; Tarłowski, 2019) might superimpose the effect of formal education on pupils' species knowledge.

*Expected performance in the test:* If the participants think they can do well in the identification task, they score significantly higher with a large effect size, but most pupils in our study underestimated their real performance in the test. This might be caused by a rather low self-confidence in identifying animals. To avoid disappointment, children tried to keep their expectations low. These findings indicate an influence of motivational factors on the test results, but further investigation is necessary to examine such influencing factors in detail.

The interpretation of these results in this study seems to suggest that personal expectations influenced the test results as predicted by the expectancy-value theory (Eccles & Wigfield, 2002; Schunk et al., 2014). But the interpretation of the data should be done very carefully because our questionnaire focused on pupils' performance in this specific test and not on their skills in recognising animals in general. Further investigation should be done to examine the applicability of the expectancy-value theory to predict species knowledge.

### ***Identification rates of vertebrate species***

Our result that mammals are the best known animals is in line with other studies on species knowledge of vertebrates (Eschenhagen, 1982; Gerl et al., 2018; Hooykaas et al., 2019; Huxham et al., 2006; Randler, 2006; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018). This might be explained by the large number of attractive species of mammals and by their close phylogenetic relationship to humans. As children claim that they

like mammals more than all other vertebrate groups (Patrick et al., 2013), it is a logical consequence that mammals are often part of children's books or television shows to provoke positive emotions. The rich knowledge of these species is therefore rather connected with their omnipresence in media than in personal nature observations. Species that are quite easy to observe such as chaffinches, buzzards or starlings are unknown to most of the tested pupils. Hence, the chance to see an animal is not a good predictor of its popularity.

Pupils are surprisingly unfamiliar with bird species because they are easy to see, colourful and get a lot of attention in the media. Other studies also noticed this special unfamiliarity with birds (Randler, 2006; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018; Zahner et al., 2007). Hooykaas et al. (2019) found significant differences in bird identification skills between lay-people (primary school children and general public) and professionals. Professionals had no difficulties in naming birds. The reason for this incongruity between the high visibility and poor identification rates for birds might be the way children look at their natural surroundings. As some birds are small, far away and rather erratic in flight, they all seem to be the same. Children cannot distinguish between different species by linking their special morphological characteristics to their names during the short time of observing them.

Amphibians are the animals in the vertebrate class with the second-highest identification rate because the Fire Salamander is a very attractive species familiar to most pupils. Furthermore, the way we measured species knowledge helped amphibians' identification rate because pupils scored credits for naming a popular higher taxonomic group such as frogs or toads, even if they did not name the species. This explanation is supported by the big differences between the pupils' knowledge of the amphibian species and that of a higher taxonomic group. There are two possible explanations for such differences. First, the pupils might have a systematic concept that there are more different frogs than the Common Frog, but they were not sure which frog species it is. Therefore, they named a superordinate taxonomic group as their best answer. Second, the pupils did not have this taxonomic concept. Atran (1998) found that students did not use a taxonomic hierarchy to sort animals. Neither did Polish students, who mentioned several further aspects of how to classify animals besides their morphology (Chyleńska & Rybska, 2018). Therefore, it is very likely, that pupils in our study, who answered 'frog' thought that all frogs are the same.

Although fish are difficult to observe due to their submerged life, pupils are quite familiar with them. As all three fish in the test are edible, one explanation for the popularity of fish species is that they knew them as part of their food.

### ***Decline of species knowledge and possible reasons***

If the reason for the observed decline in species knowledge is sought in school teaching, one explanation may be curricular changes concerning vertebrates. In 2006, it was compulsory to teach all five vertebrate classes, whereas teachers within the tested school system in 2018 could focus on mammals plus two other classes of their choice. Hence, it is highly probable that today's pupils encounter fewer vertebrate species in biology lessons than did their peers a decade ago. This might be an explanation for the decline in pupils' species knowledge over a decade, although no data is available on how many species the pupils really saw during their formal education process.

On the other hand, not only the school's curriculum has changed but today's pupils also grow up in a different socio-cultural environment as compared to those back in 2007. Screen time (media-based activities) that were not even available in the early years of the twenty-first century diminishes the time today's children spent in nature (Larson et al., 2019) and this might be one of the causes for a declining human-nature-connection in general (Colding et al., 2020). Further investigation on the influence of pupils' screen time and time in nature on their species knowledge will be helpful for an explanation why there is such a decline over a decade.

## Conclusion

As a part of environmental knowledge, the ability to recognize species is as important for understanding natural processes as it is for fostering positive attitudes and emotions to conserve nature (Wolff & Skarstein, 2020). Our findings that species knowledge of pupils declined should be regarded as a threat for the environment due to a shifting baseline phenomenon (Leather & Quicke, 2010), but further empirical research with pupils from other educational systems should be done to clarify if the loss of species knowledge is limited to German grammar school pupils or a broader phenomenon.

As environmental education plays an important role in conserving global biodiversity, biology of organisms and taxonomic knowledge should be a focus in the curricula of formal (secondary) education. In addition, efficient teaching strategies to foster species knowledge should be developed. As teachers will be the ones to implement these strategies, their role in passing species knowledge to schoolchildren would be interesting to examine in future surveys. Finally, it could be helpful to foster public species knowledge to define a canon of native animals that every citizen should recognise as part of the general education.

## Acknowledgements

The authors would like to thank the pupils and teachers who participated in the research.

## Disclosure statement

No potential conflict of interest was reported by the author(s).

## Data availability statement

Raw data were generated at the Ludwig-Maximilians University Munich. Derived data supporting the findings of this study are available on request.

## ORCID

Thomas Gerl  <http://orcid.org/0000-0001-7608-8270>

Christoph Randler  <http://orcid.org/0000-0002-7357-2793>

Birgit Jana Neuhaus  <http://orcid.org/0000-0001-6031-9660>

## References

- Arikan, S., van de Vijver, F. J. R., & Yagmur, K. (2017). PISA mathematics and reading performance differences of mainstream European and Turkish immigrant students. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 29(3), 229–246. <https://doi.org/10.1007/s11092-017-9260-6>
- Atran, S. (1998). Folk biology and the anthropology of science: Cognitive universals and cultural particulars. *Behavioral and Brain Sciences*, 21(4), 547–569. <https://doi.org/10.1017/S0140525X98001277>
- Atran, S., Medin, D., & Ross, N. (2004). Evolution and devolution of knowledge: A tale of two biologies. *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 10(2), 395–420. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9655.2004.00195.x>
- Balmford, A. (2002). Why conservationists should heed pokémon. *Science*, 295(5564), 2367b–2367. <https://doi.org/10.1126/science.295.5564.2367b>
- Bilton, D. T. (2014). What's in a name? What have taxonomy and systematics ever done for us? *Journal of Biological Education*, 48(3), 116–118. <https://doi.org/10.1080/00219266.2014.926653>
- Briede, L. (2016). The relationship between mathematics teachers' teaching approaches and 9th grade students' mathematical self. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 18(1), 34–47. <https://doi.org/10.1515/jtes-2016-0003>
- Chand, V. S., & Shukla, S. R. (2003). Biodiversity contests': Indigenously informed and transformed environmental education. *Applied Environmental Education & Communication*, 2(4), 229–236. <https://doi.org/10.1080/15330150390256782>
- Chyleńska, Z. A., & Rybska, E. (2018). Understanding students ideas about animal classification. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), 6. <https://doi.org/10.29333/ejmste/86612>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed). Taylor & Francis Inc.
- Colding, J., Giusti, M., Haga, A., Wallhagen, M., & Barthel, S. (2020). Enabling relationships with nature in cities. *Sustainability*, 12(11), 4394. <https://doi.org/10.3390/su12114394>
- Cortina, J. M. (1993). What is coefficient alpha? *An examination of theory and applications*. *Journal of Applied Psychology*, 78(1), 98–104. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.78.1.98>
- Cox, D. T. C., & Gaston, K. J. (2015). Likeability of garden birds: Importance of species knowledge & richness in connecting people to nature. *PLoS One*, 10(11), e0141505. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141505>
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E., Ngo, H. T., Guèze, M., Agard, J., Arneth, A., Patricia Balvanera, P., Brauman, K., Butchart, S., Chan, K., Garibaldi, L., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., ... Zayas, C. (2019). *Summary for policy-makers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. [https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/spm\\_unedited\\_advance\\_for\\_posting\\_htn.pdf](https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/spm_unedited_advance_for_posting_htn.pdf)
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Eschenhagen, D. (1982). Untersuchung zur Tierartenkenntnissen von Schülern [survey of animal species knowledge of pupils]. *Unterricht Biologie*, 6(68), 40–44.
- Fančovičová, J., & Prokop, P. (2017). Effects of hands-on activities on conservation, disgust and knowledge of woodlice. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(3), 721–729. <https://doi.org/10.12973/ejmste/80817>
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. 4th ed. SAGE Publications Ltd.
- Frobel, K., & Schlumprecht, H. (2016). Erosion der Artenkenntnis: Ergebnisse einer Befragung und notwendige Reaktionen [Erosion of taxonomic experts: Results of an evaluation and necessary reactions]. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 48(4), 105–113.
- Gerl, T., Almer, J., Zahner, V., & Neuhaus, B. J. (2018). Der BISA-Test: Ermittlung der Formenkenntnis von Schülern am Beispiel einheimischer Vogelarten [The BISA-Test:

- Evaluation of pupils' species knowledge using the example of native birds]. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften*, 24(1), 235–249. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0086-7>
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, 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(10), e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Haupt, H. (2009). *Naturschutz und Biologische Vielfalt: Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands [Conservation and biodiversity: Red list of German endangered animals, plants and fungi]*. Bundesamt für Naturschutz.
- Hooykaas, M. J. D., Schilthuizen, M., Aten, C., Hemelaar, E. M., Albers, C. J., & Smeets, I. (2019). Identification skills in biodiversity professionals and laypeople: A gap in species literacy. *Biological Conservation*, 238, 108202. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108202>
- Hosaka, T., Sugimoto, K., & Numata, S. (2017). Childhood experience of nature influences the willingness to coexist with biodiversity in cities. *Palgrave Communications*, 3(1), 17071. <https://doi.org/10.1057/palcomm.2017.71>
- Huxham, M., Welsh, A., Berry, A., & Templeton, S. (2006). Factors influencing primary school children's knowledge of wildlife. *Journal of Biological Education*, 41(1), 9–12. <https://doi.org/10.1080/00219266.2006.9656050>
- Jasani, S. K., & Saks, N. S. (2013). Utilizing visual art to enhance the clinical observation skills of medical students. *Medical Teacher*, 35(7), e1327–e1331. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2013.770131>
- Kempert, S., Edele, A., Wolf, K. M., Paethsch, J., Darsow, A., Maluch, J., & Stanat, P. (2016). Die Rolle der Sprache für zuwanderungsbezogene Ungleichheiten im Bildungserfolg [The role of language skills in migrationcaused differences in educational success]. In C. Diehl, C. Hunkler, & C. Kristen (Eds.), *Ethnische Ungleichheiten im Bildungsverlauf: Mechanismen, Befunde, Debatten* (pp. 157–241). Springer VS.
- Kohlhauf, L., Rutke, U., & Neuhaus, B. (2011). Influence of previous knowledge, language skills and domain-specific interest on observation competency. *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 667–678. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9322-3>
- Kubiatko, M., Janko, T., & Mrazkova, K. (2012). The influence of gender, grade level and favourite subject on Czech lower secondary school pupils' perception of geography. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 21(2), 109–122. <https://doi.org/10.1080/10382046.2012.672675>
- Kuhlmann, M. (2015). Entomology: The bee-all and end-all. *Nature*, 521(7552), 58–58. <https://doi.org/10.1038/521S57a>
- Larson, L. R., Szczytko, R., Bowers, E. P., Stephens, L. E., Stevenson, K. T., & Floyd, M. F. (2019). Outdoor time, screen time, and connection to nature: Troubling trends among rural youth? *Environment and Behavior*, 51(8), 966–991. <https://doi.org/10.1177/0013916518806686>
- Leather, S. R., & Quicke, D. J. L. (2010). Do shifting baselines in natural history knowledge threaten the environment? *The Environmentalist*, 30(1), 1–2. <https://doi.org/10.1007/s10669-009-9246-0>
- Li, D., & Sullivan, W. C. (2016). Impact of views to school landscapes on recovery from stress and mental fatigue. *Landscape and Urban Planning*, 148, 149–158. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.12.015>
- Lindemann-Matthies, P. (2006). Investigating nature on the way to school: Responses to an educational programme by teachers and their pupils. *International Journal of Science Education*, 28(8), 895–918. <https://doi.org/10.1080/10670560500438396>
- Lindley, S. J., Cook, P. A., Dennis, M., & Gilchrist, A. (2019). Biodiversity, physical health and climate change: A synthesis of recent evidence. In M. R. Marselle, J. Stadler, H. Korn, K. N. Irvine, & A. Bonn (Eds.), *Biodiversity and health in the face of climate change* (pp. 17–46). Springer International Publishing.
- Louv, R. (2008). *Last child in the woods: Saving our children from nature-deficit disorder*. Algonquin Books.

- Lückmann, K., & Menzel, S. (2014). Herbs versus trees: Influences on teenagers' knowledge of plant species. *Journal of Biological Education*, 48(2), 80–90. <https://doi.org/10.1080/00219266.2013.837404>
- Marselle, M. R., Martens, D., & Dallimer, M. (2019). Review of the mental health and well-being benefits of biodiversity. In M. R. Marselle, J. Stadler, H. Korn, K. N. Irvine, & A. Bonn (Eds.), *Biodiversity and health in the face of climate change* (pp. 175–214). Springer International Publishing.
- Miller, J. R. (2005). Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(8), 430–434. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.05.013>
- Nyhus, P. J., Sumianto, & Tilson, R. (2003). Wildlife knowledge among migrants in southern sumatra, Indonesia: Implications for conservation. *Environmental Conservation*, 30(2), 192–199. <https://doi.org/10.1017/S0376892903000183>
- Ossola, A., & Niemelä, J. (2018). *Routledge studies in urban ecology. Urban biodiversity: From research to practice*. Routledge.
- Palmberg, I., Hermans, M., Jeronen, E., Kärkkäinen, S., Persson, C., & Yli-Panula, E. (2018). Nordic student teachers' views on the importance of species and species identification. *Journal of Science Teacher Education*, 29(5), 397–419. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1468167>
- Palmberg, I., Kärkkäinen, S., Jeronen, E., Yli-Panula, E., & Persson, C. (2019). Nordic student teachers' views on the most efficient teaching and learning methods for species and species identification. *Sustainability*, 11(19), 5231. <https://doi.org/10.3390/su11195231>
- Patrick, P., Byrne, J., Tunnicliffe, S. D., Asunta, T., Carvalho, G. S., & Havu-Nuutinen, T. R. B. (2013). Students (ages 6, 10, and 15 years) in six countries knowledge of animals. *Nordic Studies in Science Education*, 9(1), 18–32. <https://doi.org/10.5617/nordina.624>
- Peterson, M. N., Chesonis, T., Stevenson, K. T., & Bondell, H. D. (2017). Evaluating relationships between hunting and biodiversity knowledge among children. *Wildlife Society Bulletin*, 41(3), 530–536. <https://doi.org/10.1002/wsb.792>
- Prokop, P., & Fančovičová, J. (2013). Does colour matter? The influence of animal warning coloration on human emotions and willingness to protect them. *Animal Conservation*, 16(4), 458–466. <https://doi.org/10.1111/acv.12014>
- Prokop, P., Kubiátko, M., & Fančovičová, J. (2008). Slovakian pupils' knowledge of, and attitudes toward, birds. *Anthrozoös*, 21(3), 221–235. <https://doi.org/10.2752/175303708X332035>
- Prokop, P., & Tunnicliffe, S. D. (2010). Effects of having pets at home on children's attitudes toward popular and unpopular animals. *Anthrozoös*, 23(1), 21–35. <https://doi.org/10.2752/175303710X12627079939107>
- Raabe, I. J. (2019). Social exclusion and school achievement: Children of immigrants and children of natives in three European countries. *Child Indicators Research*, 12(3), 1003–1022. <https://doi.org/10.1007/s12187-018-9565-0>
- Randler, C. (2006). War früher alles besser? Eine Untersuchung zu Wirbeltierartenkenntnissen bei Schülerinnen und Schülern [Has the past been better? A survey on the vertebrate species knowledge of pupils]. *Natur Und Landschaft*, 81(11), 547–549.
- Randler, C. (2008). Teaching species identification – a prerequisite for Learning Biodiversity and Understanding Ecology. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(3), 223–231. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75344>
- Randler, C. (2010). Animal related activities as determinants of species knowledge. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(4), 237–243. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75244>
- Randler, C., Höllwarth, A., & Schaal, S. (2015). Urban park visitors and their knowledge of animal species. *Anthrozoös*, 20(1), 65–74. <https://doi.org/10.2752/089279307780216696>
- Randler, C., & Metz, K. (2005). Zusammenhänge zwischen Artenkenntnis und Artnamen [relation between species knowledge and species' names]. *Praxis Der Naturwissenschaften – Biologie in Der Schule*, 54(6), 41–42.
- Raza, M. A., & Shah, A. F. (2011). Impact of favourite subject towards the scientific aptitude of the students at elementary level. *Pakistan Journal of Social Sciences*, 31(1), 135–143. [https://www.bzu.edu.pk/PJSS/Vol31No12011/Final\\_PJSS-31-1-12.pdf](https://www.bzu.edu.pk/PJSS/Vol31No12011/Final_PJSS-31-1-12.pdf)

- Remmele, M., & Lindemann-Matthies, P. (2018). Like father, like Son? On the relationship between parents' and children's familiarity with species and sources of knowledge about plants and animals. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10), 1–10. <https://doi.org/10.29333/ejmste/92287>.
- Rieckmann, M., Mindt, L., & Gardiner, S. (2017). *UNESCO education for sustainable development goals: Learning objectives*. United Nations Education, Scientific and Cultural Organisation.
- Schunk, D. H., Meece, J. L., & Pintrich, P. R. (2014). *Motivation in education: Theory, research, and applications* (4th ed). Pearson.
- Scott, G. W., Goulder, R., Wheeler, P., Scott, L. J., Tobin, M. L., & Marsham, S. (2012). The value of fieldwork in life and environmental sciences in the context of higher education: A case study in learning about biodiversity. *Journal of Science Education and Technology*, 21(1), 11–21. <https://doi.org/10.1007/s10956-010-9276-x>
- Skarstein, T. H., & Skarstein, F. (2020). Curious children and knowledgeable adults – early childhood student-teachers' species identification skills and their views on the importance of species knowledge. *International Journal of Science Education*, 42(2), 310–328. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1710782>
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung. (2017). *LehrplanPLUS Biologie [curriculum of biology]*. <https://www.lehrplanplus.bayern.de/>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., de Vries, W., Wit, C. A. J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Tarłowski, A. (2019). Parent-child conversations about biological kinds as a potential contributor to the variability in biological knowledge. *Psychology of Language and Communication*, 23(1), 238–276. <https://doi.org/10.2478/plc-2019-0011>
- Tomkins, S. P., & Tunnicliffe, S. D. (2001). Looking for ideas: Observation, interpretation and hypothesis-making by 12-year-old pupils undertaking science investigations. *International Journal of Science Education*, 23(8), 791–813. <https://doi.org/10.1080/09500690119322>
- Torkar, G., & Krašovec, U. (2019). Students' attitudes toward forest ecosystem services, knowledge about ecology, and direct experience with forests. *Ecosystem Services*, 37, 100916. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100916>
- Tunnicliffe, S. D., & Reiss, M. J. (1999). Building a model of the environment: How do children see animals? *Journal of Biological Education*, 33(3), 142–148. <https://doi.org/10.1080/00219266.1999.9655654>
- United Nations. (1992). *Convention on biological diversity*. <https://www.cbd.int/convention/text/>
- Waters, J., & Maynard, T. (2010). What's so interesting outside? A study of child-initiated interaction with teachers in the natural outdoor environment. *European Early Childhood Education Research Journal*, 18(4), 473–483. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2010.525939>
- Wendt, H., Bos, W., Selter, C., Köller, O., Schwippert, K., & Kasper, D. (2016). *TIMSS2015: mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich [TIMSS2015: Mathematical and natural scientific competencies in Germany compared to international results]*. Waxmann.
- Wolff, L.-A., & Skarstein, T. H. (2020). Species learning and biodiversity in early childhood teacher education. *Sustainability*, 12(9), 3698–3716. <https://doi.org/10.3390/su12093698>.
- World Economic Forum. (2018). *The Global Risks report 2018*. World Economic Forum. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GRR18\\_Report.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GRR18_Report.pdf)
- Zahner, V., Blaschke, S., Fehr, P., Herlein, S., Krause, K., Lang, B., & Schwab, C. (2007). Vogelarten-Kenntnis von Schülern in Bayern [bird species knowledge of pupils in Bavaria]. *Vogelwelt*, 128(1), 203–214.

### 3.2 Publikation II: Vogel-Arten- und Formenkenntnis bei Schüler:innen

Gerl T., Almer J., Zahner V., Neuhaus B.J. (2018) Der BISA-Test. Ermittlung der Formenkenntnis von Schülern am Beispiel einheimischer Vogel-Arten. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 24, 235–249. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0086-7><sup>8</sup>



<sup>8</sup> Dieser Artikel wurden mit Erlaubnis von Springer Nature abgedruckt (Reproduced with permission from Springer Nature)



**Your article is protected by copyright and all rights are held exclusively by Gesellschaft für Didaktik der Physik und Chemie (GDPC), Fachsektion Didaktik der Biologie im VBIO (FDdB im VBIO) und Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature. This e-offprint is for personal use only and shall not be self-archived in electronic repositories. If you wish to self-archive your article, please use the accepted manuscript version for posting on your own website. You may further deposit the accepted manuscript version in any repository, provided it is only made publicly available 12 months after official publication or later and provided acknowledgement is given to the original source of publication and a link is inserted to the published article on Springer's website. The link must be accompanied by the following text: "The final publication is available at [link.springer.com](http://link.springer.com)".**

ZfDN  
<https://doi.org/10.1007/s40573-018-0086-7>

ORIGINAL PAPER



## Der BISA-Test: Ermittlung der Formenkenntnis von Schülern am Beispiel einheimischer Vogelarten

Thomas Gerl<sup>1</sup> · Johannes Almer<sup>2</sup> · Volker Zahner<sup>3</sup> · Birgit J. Neuhaus<sup>4</sup>

Eingegangen: 8. Januar 2018 / Angenommen: 20. November 2018

© Gesellschaft für Didaktik der Physik und Chemie (GDPC), Fachsektion Didaktik der Biologie im VBIO (FDdB im VBIO) und Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2018

### Zusammenfassung

Der Rückgang der Biodiversität gilt nach Aussage der Weltbank als eine der zentralen Bedrohungen der Menschheit ähnlich dem Klimawandel. Dies ist somit nicht nur ein Experten-, sondern ein gesellschaftlich relevantes Thema. Um die Entwicklung der Artenkenntnis in den letzten 10 Jahren zu ermitteln, prüfte die vorliegende Studie die Formenkenntnis 15 häufiger Vogelarten an knapp 2000 Schülerinnen und Schülern. Dabei zeigt sich, dass diese Testgruppe rund ein Drittel der Vogelarten erkennt. Damit hat die Artenkenntnis in den vergangenen zehn Jahren weiter abgenommen.

Die Bekanntheit einzelner Arten erweist sich durch einen Vergleich mit Vorläuferstudien über die Jahre hinweg als stabil. Sie ist weitgehend unabhängig von gesellschaftlichen oder schulischen Bedingungen und steht kaum in Zusammenhang mit der Beobachtbarkeit der einzelnen Arten. So erkennen Schülerinnen und Schüler Amsel und Rotkehlchen seit Jahren sehr gut, während andere häufige Arten, wie z. B. Buchfink oder der Haussperling, nahezu unbekannt sind.

Die Daten aus dieser Untersuchung zeigen, dass sich nicht nur die globale Biodiversität verkleinert, sondern auch das taxonomische Wissen zurückgeht. Somit soll diese Studie dazu anregen, dem Erwerb von Artenkenntnis im schulischen Zusammenhang wieder mehr Bedeutung zuzumessen, um nicht der reduzierten Vielfalt auch noch mit reduzierter Kenntnis Vorschub zu leisten.

**Schlüsselwörter** Biodiversität · Formenkenntnis von Vogelarten · Bekanntheit von Vogelarten

Das Akronym BISA steht für das Projekt „Biodiversität im Schulalltag“.

✉ Thomas Gerl  
 t.gerl@lmu.de

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Didaktik der Biologie,  
 Ludwig-Maximilians-Universität München,  
 Winzererstr. 45/II, 80797 München, Deutschland

<sup>2</sup> Ludwig-Thoma-Gymnasium Prien, Prien, Deutschland

<sup>3</sup> Zoologie, Wildtierökologie, Entomologie, Hochschule  
 Weihenstephan-Triesdorf, Freising, Deutschland

<sup>4</sup> Lehrstuhl für Didaktik der Biologie,  
 Ludwig-Maximilians-Universität München, München,  
 Deutschland

Published online: 28 November 2018

Springer

## BISA-Test—Evaluation of Pupils' Knowledge of Native Bird Species in Germany

### Abstract

The loss of biodiversity is due to the world bank one the top ten major threads for mankind. Therefore it is not only a problem for experts but for the whole society. The present study examines the knowledge of common birds. Approximately 2000 pupils were tested in order to assess their bird identification skills according to different determining factors. By comparing our data with previous studies the variance of species knowledge within the last decades was declining. The tested pupils could identify little more than one third of the 15 presented bird species. The order of recognition of bird species does not change and seems to be independent of social or academic changes over the past decades. The chance of sighting a bird in nature does not correlate with the recognition level of the species within the test. While students could identify blackbirds and robins since many years on a constantly high level, other common species like chaffinch and a house sparrow are almost unknown.

This survey illustrates, that not only global biodiversity, but also the taxonomic knowledge among pupils is declining. Therefore, this study wants to stimulate teachers and educational authorities to attach more value to the acquirement of species knowledge in lessons.

**Keywords** Biodiversity · Species knowledge of birds · Recognition level of bird species

## Bedeutung des Erwerbs von Formenkenntnis

### Gesellschaftliche Bedeutung

Nicht erst seit der viel beachteten Langzeitstudie über den Rückgang der Insektenbiodiversität und -abundanz des Krefelder Entomologenvereins (Hallmann et al. 2017) rückt der zunehmende Verlust an Artenvielfalt verstärkt in den Fokus der (medialen) Öffentlichkeit. Für die Wissenschaft gilt der Rückgang der Biodiversität weltweit schon länger als einer der zehn größten Risikofaktoren, die mit einer hohen Eintrittswahrscheinlichkeit innerhalb der kommenden zehn Jahre ernsthafte negative Auswirkungen auf Staaten oder Industrien haben werden (World Economic Forum 2016; Steffen et al. 2015). Zwei der insgesamt 15 „sustainable development goals“ der Vereinten Nationen rufen zum Schutz von aquatischen und terrestrischen Ökosystemen und ihrer Biozöosen auf. In der Umsetzungsstrategie der UN zu diesen Zielen wird mehrfach auf die Bedeutung Arten zu erkennen, hingewiesen und der Erwerb von Artenkenntnis als zentrale Bildungsaufgabe definiert, um die Nachhaltigkeitsziele der UN zu erreichen (Rieckmann et al. 2017). Auch die deutsche Bundesregierung hat im Jahr 2007 „Bildung und Information“ als Aktionsfeld C14 in die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt aufgenommen und dort u. a. „Maßnahmen zur Evaluation des Kenntnisstands in verschiedenen Bevölkerungsgruppen“ sowie die „Intensivierung von Fortbildungen für Lehrende“ als Ziele angegeben (BMU<sup>1</sup> 2015).

In etlichen Studien wurde untersucht, welche Faktoren sich auf die Bereitschaft von Schülerinnen und Schüler aus-

wirken, sich für Ziele des Umweltschutzes stark zu machen. Dabei lässt sich die Bedeutung von Emotionen eindeutig nachweisen (Müller et al. 2009; Menzel und Bögeholz 2010; Fröhlich et al. 2013). Darüber hinaus bleibt die Frage, ob sich auch die kognitive Dimension „Formenkenntnis“ bei Kindern und Jugendlichen auf die persönliche Werthaltung zu Natur- und Umweltschutz auswirkt.

Für Naturschutzpraktiker scheint ein umfangreiches und zuverlässiges taxonomisches Wissen eine unabdingbare Voraussetzung zu sein, um sich für den Schutz der Umwelt einzusetzen (Sturm und Berthold 2015). Auch die Daten aus der empirischen Bildungsforschung stützen diese These, da Schülerinnen und Schüler mit einer hohen Handlungsbereitschaft, sich im Umweltschutz zu engagieren, eine höhere Artenkenntnis aufweisen (Scherf 1986; Bögeholz 1999; Lude 2001; Hallmann et al. 2005; Hosaka et al. 2017). Allerdings bleibt bei allen Untersuchungen unklar, ob die größere Formenkenntnis die Ursache für das Umweltengagement der getesteten Jugendlichen ist oder deren Folge.

Betrachtet man den Altersdurchschnitt von Personen, die entweder ehrenamtlich in Naturschutzorganisationen tätig sind (Walz et al. 2013) oder ihren Lebensunterhalt mit taxonomischer Arbeit bestreiten (Frobel und Schlumprecht 2016), so liegt dieser aktuell deutlich über 50 Jahren, d. h. in den nächsten Jahren werden viele taxonomisch versierte Experten ihr Tätigkeitsfeld verlassen, sodass bei einer schlechten Förderung des Nachwuchses in diesem Bereich Stellen evtl. nicht nachbesetzt und somit Artenkenner zu einer knappen Ressource auf dem Arbeitsmarkt werden könnten. Dies könnte auch Folgen für die notwendige Forschung zum Schutz und Erhalt der Biodiversität haben, wenn es zukünftig an fachkundigen Experten in diesem Bereich mangelt.

<sup>1</sup> BMU=Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.

### Bedeutung im Biologie-Unterricht

Die Bestimmung von Lebewesen wird in den nationalen Bildungsstandards Biologie der Kultusministerkonferenz für den mittleren Schulabschluss als spezielle Arbeitstechnik dem Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“ zugeordnet und ist somit in allen Schularten verbindlich zu unterrichten (KMK<sup>2</sup> 2004). Auch anerkannte Artenkennernorden der Schule beim Erwerb von Formenkenntnissen eine besondere Bedeutung zu, obwohl sie selbst ihr eigenes Wissen eher autodidaktisch bzw. in Hochschulkursen erworben haben (Frobel und Schlumprecht 2016).

Kinder sind von Natur aus in der Lage, sehr rasch eine große Zahl unterschiedlicher Kreaturen zu unterscheiden, wie eine Untersuchung britischer Grundschul Kinder am Beispiel artifizierlicher „Pokemon-Lebewesen“ ergab, wobei die intrinsische Motivation, d.h. die Freude an den zu unterscheidenden Objekten, eine wesentliche Voraussetzung für den Erwerb der „Formenkenntnis“ darstellt (Balford 2002).

Trotz dieser ausgeprägten Fähigkeit sich Unterscheidungsmerkmale einzuprägen, werden die „immer schlechter werdenden Kenntnisse“ der einheimischen Flora und Fauna von Schülerinnen und Schülern seit Jahrzehnten beklagt (eine Zusammenstellung entsprechender Zitate seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts findet sich in Berck und Klee 1992).

Ob die Artenkenntnisse von Tieren bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland tatsächlich rückläufig sind, ist nicht abschließend empirisch geklärt, weil die wenigen vorliegenden Untersuchungen über Langzeiteffekte uneindeutig sind. Einerseits zeigte der Vergleich der Formenkenntnis von Wirbeltierarten zwischen 1982 (Eschenhagen 1982) und 2005 keinen negativen Trend (Randler 2006), während andererseits die Fähigkeit Vogelarten korrekt zu identifizieren zwischen 1982 (Eschenhagen 1982) und 2007 (Zahner et al. 2007) z.T. deutlich zurückgegangen ist. Die Vergleichbarkeit der Daten in den zitierten Studien wird durch unterschiedliche Untersuchungsdesigns, z.T. recht kleine Schülergruppen oder eine nicht immer identische Zusammensetzung der getesteten Personenkohorten, erschwert.

### Bedeutung für die Persönlichkeitsentwicklung

Seit Wilson (1984) die Hypothese entwickelt hat, dass Menschen ein Verlangen innewohnt in Kontakt zur Natur zu treten, diese zu beschreiben und zu katalogisieren, zeigten zahlreiche Untersuchungen aus verschiedenen Ländern (zusammengestellt in Gebhard 2013), dass positive Naturerfahrungen in der Kindheit besonders wichtige Faktoren sind, im späteren Leben nicht nur Naturerlebnisse zu su-

chen, sondern sich auch für Natur- und Umweltschutz einzusetzen (Eigner und Schmuck 1998). Dabei wird ein ästhetisches, soziales und vor allem emotionales Erleben der natürlichen Umgebung als besonders wirkungsvoll angesehen, diese Handlungsbereitschaft positiv zu beeinflussen (Schultz et al. 2004).

Der Bereich „Umwelt und Naturschutz“ gewinnt seit 2002 für Jugendliche in Deutschland an persönlicher Bedeutung (Albert et al. 2015). Gleichzeitig existiert eine auffällige Diskrepanz zwischen der theoretischen Akzeptanz, dass Umweltthemen (insbesondere die Erhaltung biologischer Vielfalt) eine gewichtige Rolle für die gesellschaftliche Zukunft spielen (BMU et al. 2016) und einem deutlichen Mangel an konkretem Wissen um Zusammenhänge in der Natur, die sich auch auf einen Rückgang der direkten Kontakte mit Flora und Fauna zurückführen lassen (Brämer et al. 2016).

Eine gute Formenkenntnis wirkt sich auf das persönliche Leben jedes einzelnen aus. Metastudien belegen einen Zusammenhang zwischen der physischen bzw. psychischen Gesundheit von Testpersonen und ihrer Verbundenheit mit der Natur (Keniger et al. 2013). Genauere Untersuchungen zeigen, dass insbesondere die Artenvielfalt in der Umgebung einen positiven Effekt auf die Lebensqualität von Probanden aus urbanen Regionen hat (Dallimer et al. 2012). Interessanterweise ist es dabei wichtiger, wie viele Arten von den Personen wahrgenommen (und am besten erkannt) werden, als tatsächlich in dem Lebensraum vorkommen. Somit legitimiert sich der Erwerb von Formenkenntnis auch als ein Beitrag zum persönlichen Wohlbefinden (Cox und Gaston 2015).

### Forschungsziele

Aus den oben beschriebenen Grundlagen ergeben sich für die hier beschriebene Studie folgende Forschungsfragen und Hypothesen:

*Forschungsfrage 1: Wie groß ist die Vogelartenkenntnis von Schülerinnen und Schülern im Jahr 2017?*

- *H1.1: Teilnehmerinnen weisen eine höhere Artenkenntnis auf als Teilnehmer.*
- *H1.2: Je kleiner der Wohnort der Schülerinnen und Schüler, desto besser ist ihre Artenkenntnis.*
- *H1.3: Die Formenkenntnis ist bei 14-jährigen Schülerinnen und Schülern am größten.*
- *H1.4: Je anspruchsvoller die besuchte Schulform der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ist, desto besser ist ihre Formenkenntnis.*
- *H1.5: Je mehr eigene Naturbeobachtungen angestellt werden, desto besser ist die Artenkenntnis der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.*

<sup>2</sup> Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder.

Die Bildung der Hypothesen erfolgte auf der Grundlage vorangegangener Untersuchungen zur Formenkenntnis einheimischer Wirbeltiere (Eschenhagen 1982; Randler 2006) und im Speziellen der Avifauna (Zahner et al. 2007; Randler 2004). Bei der Untersuchung der Formenkenntnis in Abhängigkeit vom Geschlecht fließen zudem Erkenntnisse mit ein, die Mädchen eine höhere Motivation bei der Durchführung von Leistungstests bescheinigen (Jones et al. 2000; Hannover und Kessels 2011), die mit insgesamt besseren schulischen Leistungen korreliert (Spinath et al. 2014).

*Forschungsfrage 2: Wie hat sich die Formenkenntnis einheimischer Vogelarten in den vergangenen Jahren verändert?*

- *H2.1: Die Formenkenntnis einheimischer Singvögel ist in den vergangenen Jahren bei Schülerinnen und Schülern kleiner geworden.*

Studien aus dem Jahr 2007 (Zahner et al. 2007) zeigen einen Rückgang der Formenkenntnisse von Vögeln gegenüber den frühen 1980er Jahren (Eschenhagen 1982), wobei in vorliegender Studie weitere Veränderungen in den vergangenen zehn Jahren ermittelt werden sollen, um diese in Beziehung zu veränderten Lehr- und Bildungsplänen bzw. gesellschaftlichen Bedingungen zu setzen.

*Forschungsfrage 3: Welche Vogelarten sind bei Schülerinnen und Schülern besonders bekannt?*

- *H3.1: Die Bekanntheit der Arten bleibt über die Zeit stabil, d. h. die Reihenfolge der bekanntesten Arten verändert sich nicht.*
- *H3.2: Die sprechenden Namen mancher Vogelarten sind für Schülerinnen und Schüler ein häufiger Grund für Fehlbestimmungen.*

Unter der Annahme, dass die Formenkenntnis von Schülerinnen und Schülern unabhängig von den gesellschaftlichen Umständen der Zeit, den geltenden Lehrplänen und der vorherrschenden Unterrichtsmethodik ist, sollten sowohl die Bekanntheit der Arten als auch die Ursachen für Verwechslungen im Vergleich zu den Untersuchungen von Zahner et al. (2007) weitgehend unverändert sein.

## Methode

### Warum Vögel?

Vorliegende Studien zur Formenkenntnis bei Schülerinnen und Schülern konzentrieren sich entweder auf Pflanzenarten (z. B. Scherf 1986; Hesse 2002; Jäkel und Schaer 2004) oder Beispiele aus der einheimischen Wirbeltierfauna (Eschenhagen 1982; Randler 2003, 2006). Besonders detaillierte Untersuchungsergebnisse liegen für die Gruppe der Vögel vor (Zahner et al. 2007), sodass sich bei diesem Taxon die

Veränderung der Formenkenntnisse besonders gut vergleichen lässt.

Ein weiteres Argument für die Auswahl von Vogelarten als Indikatoren für die Formenkenntnis bei den Probanden ist ihre überschaubare Artzahl, deren Abundanz merklich zurückgeht. Seit etwa 30 Jahren beobachtet man bei über einem Drittel der 248 Brutvogelarten Deutschlands Bestandsrückgänge (Wahl et al. 2014), die auch in einer breiten Öffentlichkeit immer häufiger diskutiert werden (Berthold 2017).

Darüber hinaus lassen sich Vogelarten durch ihre geringe Fluchtdistanz und Tagaktivität – im Gegensatz zu den meisten einheimischen Säugetierarten – gut beobachten, sodass sich die Formenkenntnisse innerhalb dieser Gruppe gut mit der seit Jahrzehnten dokumentierten Häufigkeit einer Art in Beziehung setzen lassen. Die Beobachtungsdaten stammen dabei zum großen Teil aus Citizen Science-Projekten, wie z. B. der Stunde der Wintervögel, bei der NGOs in bundesweiten Kampagnen die Bevölkerung dazu aufrufen, Vogelsichtungen zu dokumentieren und diese Daten auf einer Online-Plattform der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen (NABU Deutschland 2016).

Die große Diversität in einfach zu sehenden Merkmalen (z. B. Gefiederfarbe) erlaubt ein „Auf den ersten Blick-Erkennen“ der (15 ausgewählten) Vogelarten ohne detaillierte Untersuchungen schwer zu beobachtender Kriterien, wie sie z. B. bei der Identifikation von Pflanzen- oder Insektenarten nötig wären.

Ihrer Nähe zum Menschen (auch in urbanen Regionen), ihrer Farbigkeit und ihrer quirligen Lebensweise verdanken die Vögel ihre hohe Beliebtheit (Cox und Gaston 2015) und machen sie zusammen mit den oben angeführten Argumenten zu idealen Studienobjekten für die Formenkenntnis von Schülerinnen und Schülern.

### Stichprobe

An der vorliegenden Studie zur Ermittlung der Formenkenntnis einheimischer Vögel beteiligten sich insgesamt 1957 Personen. Davon waren 806 (41,2%) männlich, 969 (49,5%) weiblich. 182 (9,3%) Teilnehmerinnen und Teilnehmer gaben kein Geschlecht an. Die Altersspanne lag zwischen 6 und 19 Jahren ( $M = 12,9$ ;  $SD = \pm 2,2$ ).

Von allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern besuchten 1622 (82,9%) ein Gymnasium, 73 (3,7%) eine Realschule, 35 (1,8%) eine Haupt-/Mittelschule, 75 (3,8%) befanden sich noch in der Grundschule und 49 (2,5%) gaben eine andere Schulform an. Von 103 (5,3%) Personen liegen keine Angaben vor.

Mit 70,9% stammte die Mehrzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus Gemeinden unter 5000 Einwohnern (=ländlich). Die Bewohner von Orten zwischen 5000 und 50.000 Einwohnern (=städtisch) waren mit 7,8% etwas häu-

figer vertreten als Menschen aus Metropolen über 50.000 Einwohnern (5,9%). Von 15,3% der Teilnehmerinnen und Teilnehmer lagen keine Angaben über ihre Herkunft vor.

Die Auswahl der teilnehmenden Schulklassen erfolgte durch Lehrkräfte, die u. a. durch den Kontaktbrief Biologie des bayerischen Instituts für Schulqualität und Bildungsforschung (=ISB) über die Aktion informiert wurden (Reinold 2016).

Aus der vorangegangenen Untersuchung von Zahner et al. (2007) lagen Daten von 3228 Schülerinnen und Schülern aller bayerischen Schularten vor. Um die Entwicklung der Vogelartenkenntnisse seit dieser Untersuchung in der vorliegenden Studie zu beschreiben, wurden dabei nur die Daten der 708 Gymnasiasten genutzt, die an der damaligen Studie teilgenommen hatten. Für einen aussagekräftigen Vergleich der Schülerinnen und Schüler aus anderen Schularten waren die Personenzahlen aus dieser Untersuchung und der Vorläuferstudie zu unterschiedlich.

### Umfragedesign

Die Datenerhebung erfolgte von Dezember 2015 bis Juli 2017 mithilfe eines Online-Fragebogens. Dabei wurden Informationen zu Alter, Geschlecht, Schulbildung und Herkunft abgefragt. Darüber hinaus konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer Angaben zur Quelle ihres Wissens über Vogelarten und ihre Möglichkeiten eigenständig Vogelbeobachtungen durchzuführen (Betreuung einer Vogelfütterung bzw. eines Nistkastens und die Bekanntheit von Vogelbeobachtungsaktionen), in geschlossenen Antwortformaten machen.

Zudem wurde ein Leistungstest durchgeführt, bei dem die teilnehmenden Personen 15 Männchen einheimischer Vogelarten anhand eines Bildes erkennen und den Namen in ein Textfeld (offenes Antwortformat) eingeben mussten.

Die Durchführung des Tests erfolgte bei Schülerinnen und Schülern im regulären Unterricht in Einzelarbeit an Computern unter Aufsicht einer Lehrkraft, um zu verhindern, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer auf externe Hilfen zurückgreifen konnten.

### Messinstrumente

Die Auswahl der Vögel richtete sich einerseits nach vorliegenden Studien (Zahner et al. 2007), um Veränderungen bei der Formenkenntnis (zwölf Arten) der Teilnehmerinnen und Teilnehmer über die Zeit zu ermitteln. Blaumeise und Erlenzeisig ergänzten das Artenspektrum der getesteten Vögel, um einen Zusammenhang zwischen der Beobachtbarkeit der Arten und ihrer Bekanntheit herzustellen, da diese beiden Spezies bei der Stunde der Wintervögel (NABU Deutschland 2016) sehr häufig beobachtet wurden. Der Eichelhäher komplettiert die Auswahl wegen der dem

Buntspecht ähnlichen Größe. Alle verwendeten Abbildungen wurden im Vorfeld von Experten geprüft, ob die Abbildungen die für die Bestimmung relevanten Merkmalskombinationen in ausreichender Güte zeigen. Die Antworten der Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden bei den 15 Items der Skala „Formenkenntnis“ mit einem Punktesystem bewertet.

In Anlehnung an vorangegangene Untersuchungen (Zahner et al. 2007; Randler 2006; Eschenhagen 1982) erhielten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer für die Nennung des richtigen Artnamens einen ganzen und für die Angabe eines korrekten übergeordneten Taxons (z. B. „Meise“ bei „Kohlmeise“ oder „Specht“ bei „Buntspecht“) einen halben Punkt. Die daraus resultierende metrische Skala weist 0–15 Punkte auf (*Cronbachs*  $\alpha=0,904$ ) und wird im Folgenden herangezogen, um die Formenkenntnis der Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu beschreiben.

Zur Skalierung der Bekanntheit einer Vogelart wurde das Verhältnis der von allen getesteten Personen erzielten Punkte bei einem Vogelart-Item zu der Gesamtzahl an Teilnehmerinnen und Teilnehmern berechnet. Je größer die resultierende Zahl ist, desto bekannter ist die Art.

Ein alternativer Indikator für die Formenkenntnis der teilnehmenden Personen wäre ihre tatsächliche Artenkenntnis. Dabei müssten die Testpersonen den korrekten Artnamen nennen um einen Punkt zu erzielen, so dass sich eine Skala der Artenkenntnis von 0–15 Punkten ergibt. Wendet man dieses Verfahren auf den vorliegenden Datensatz an (*Kuder Richardson*  $r=0,898$ ), so gelangt man zu sehr ähnlichen Ergebnissen.

Die differenzierte Vergabe von Punkten, wie sie in dieser Studie angewendet wurde, beschreibt allerdings die Formenkenntnis der Probanden genauer als eine dichotome Beurteilung der Antworten im Hinblick auf die reine Artenkenntnis, weil z. B. eine Person für die Antwort „Meise“ beim Item „Kohlmeise“ keinen Punkt erhält, obwohl ihre Formenkenntnis sicher besser ist als bei einer Person, die die Kohlmeise gar nicht erkennt.

Um die Entwicklung der Formenkenntnis seit den frühen 1980er Jahren zu beobachten, wurde einerseits die mittlere Formenkenntnis verschiedener Gruppen miteinander verglichen, indem der gesamte vorliegende Datensatz von Zahner et al. (2007) umcodiert und im Anschluss für die Gymnasiasten mit den gleichen Messinstrumenten wie in der vorliegenden Untersuchung getestet wurde. Da die Originaldaten der Arbeit von Eschenhagen (1982) nicht vorlagen, konnten hier nur die in der Literatur angegebenen Ergebnisse zitiert und mit vorliegenden Daten verglichen werden.

Um Ursachen von Fehlbestimmungen durch Schülerinnen und Schüler näher einzugrenzen, wurde ermittelt, wie häufig eine Art mit einer anderen verwechselt wurde und setzten diese Zahl in Beziehung zu der Anzahl korrekter

**Tab. 1** Anzahl der Personen ( $N$ ), ihre mittlere Testleistung ( $M$ ) mit Standardabweichung ( $SD$ ), Anteil an Personen mit sehr großer ( $h_o$ ) bzw. sehr kleiner Formenkenntnis ( $h_u$ ) bei Teilnehmern bzw. Teilnehmerinnen der Studie, die mithilfe eines T-Tests ermittelte Signifikanz ( $p$ ) des Mittelwertunterschieds sowie die Effektstärke Cohen's  $d$  ( $d$ )

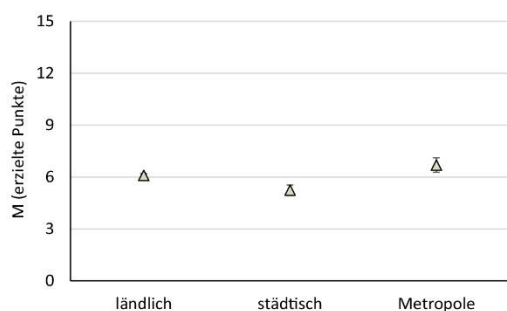
	$N$	$M$	$SD$	$h_o$ (%)	$h_u$ (%)	Signifikanz		
						$t$	$p$	$d$
Schüler	800	5,5	3,9	14	30	-5,2	<0,001	0,23
Schülerinnen	961	6,4	3,7	16	19			

Bestimmungen, um evtl. auftretende Gesetzmäßigkeiten zu beschreiben.

### Statistische Auswertverfahren

In die Auswertung kamen nur vollständig bearbeitete Fragebögen. Teilnehmerinnen und Teilnehmer, die bei einzelnen Items keine Angaben machten, wurden für die Berechnung der beschriebenen Kennwerte zur Formenkenntnis nicht berücksichtigt.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte unter Verwendung von SPSS. Als Indikator für die durchschnittliche Formenkenntnis einer Personengruppe wurde der Mittelwert  $M$  der erzielten Punkte mit der entsprechenden Standardabweichung bzw. des Standardfehlers berechnet. Obwohl der *Kolmogorov-Smirnov-Test* keine Normalverteilung der Variable „Formenkenntnis“ ergab ( $D(2754)=0,075, p<0,001$ ), wurden auf Grund der großen Gruppengröße trotzdem parametrische Tests durchgeführt (Field 2013). Die Überprüfung der Signifikanz des Unterschieds von zwei Mittelwerten erfolgte mit einem T-Test, jene zur Überprüfung von mehr als zwei Mittelwerten mit einem ANOVA-Verfahren. Um den Einfluss des Faktors auf die Formenkenntnis zu bestimmen, wurde für den Vergleich von zwei Mittelwerten Cohen's  $d$  mit einer ge-



**Abb. 1** Mittlere Testleistung ( $M$ ) der Formenkenntnis mit Standardfehler (Fehlerbalken) bei Schülerinnen und Schülern aus ländlicher Umgebung ( $N=1377, M=6,1, SD=3,8$ ), Kleinstädten ( $N=153, M=5,2, SD=3,7$ ) und Metropolen ( $N=115, M=6,7, SD=4,5$ ). Die maximal erreichbare Punktzahl lag bei 15 Bewertungseinheiten (y-Achse)

mittelten Standardabweichung bzw. die Effektstärke  $\eta^2$  für den Vergleich von mehr als zwei Mittelwerten berechnet.

Um Gruppen mit besonders großer bzw. besonders kleiner Formenkenntnis zu identifizieren, wurde zusätzlich der Anteil  $h_o$  an Teilnehmerinnen und Teilnehmern mit mehr als 12,5 bzw.  $h_u$  mit weniger als 3 Punkten ermittelt.

### Ergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchung werden im Folgenden in Bezug zu den aufgestellten Hypothesen vorgestellt:

*Teilnehmerinnen weisen eine höhere Artenkenntnis auf als Teilnehmer.*

Teilnehmerinnen zeigen eine höhere mittlere Formenkenntnis als männliche. In der Gruppe mit sehr großer Formenkenntnis ist der Frauenanteil im Gegensatz zu jener mit sehr kleiner Formenkenntnis höher (Tab. 1).

Die geschlechtsspezifischen Unterschiede der Mittelwerte sind signifikant. Hier erkennen Mädchen im Durchschnitt fast eine Art (0,9) mehr als ihre männlichen Klassenkameraden. Die Effektstärke Cohen's  $d$  indiziert dagegen einen eher kleinen Effekt des Geschlechts auf die Formenkenntnis. In der Gruppe mit sehr großer Formenkenntnis ist der Anteil der Mädchen und Jungen ähnlich, bei den Schülerinnen und Schülern mit sehr kleiner Formenkenntnis überwiegen deutlich die männlichen Personen.

Die Hypothese, dass weibliche Personen eine größere Formenkenntnis aufweisen als männliche, wird durch die Ergebnisse dieser Untersuchung gestützt.

*Je kleiner der Wohnort der Schülerinnen und Schüler, desto besser ist ihre Artenkenntnis*

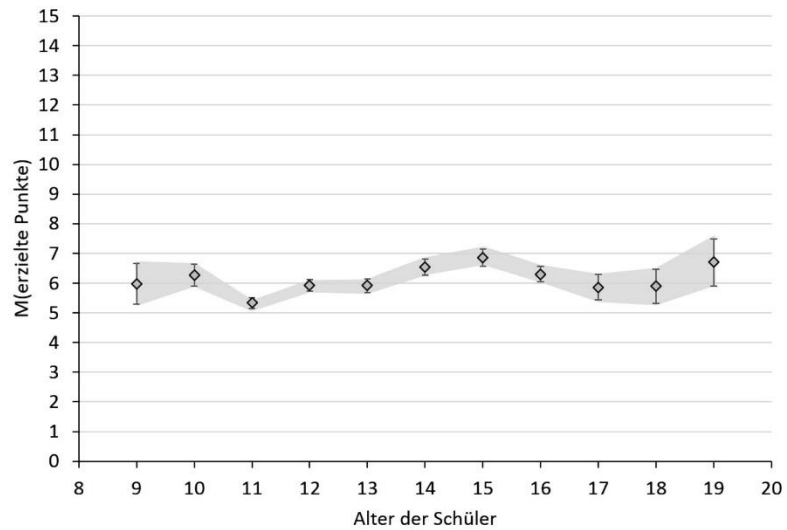
Die geringste mittlere Formenkenntnis zeigten Schülerinnen und Schüler aus einem städtischen Umfeld. In Metropolen über 50.000 Einwohnern erzielten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Schnitt die besten Leistungen (Abb. 1).

Die Unterschiede in den Mittelwerten sind, trotz der deutlich unterschiedlich großen Testgruppen, zwar signifikant, aber die Effektstärke ist sehr klein<sup>3</sup> ( $F(1645)=5,07, p=0,006, \eta^2=0,006$ ).

<sup>3</sup> Nach Cohen (1988) weist  $\eta^2=0,01$  auf einen kleinen,  $\eta^2=0,06$  auf einen mittleren und  $\eta^2>0,14$  auf einen großen Effekt hin.

ZfDN

**Abb. 2** Mittlere Testleistung (M) der Formenkenntnis mit grau hinterlegter Spanne des Standardfehlers von Schülerinnen und Schülern zwischen 9 und 19 Jahren. Die maximal erreichbare Punktzahl lag bei 15 Bewertungseinheiten (y-Achse)



Für Schülerinnen und Schüler kann die Hypothese mit diesem Test somit nicht gestützt werden, da die Datenlage darauf hinweist, dass die Formenkenntnis in großen Städten am größten ist.

*Die Formenkenntnis ist am bei 14-jährigen Schülerinnen und Schülern am größten.*

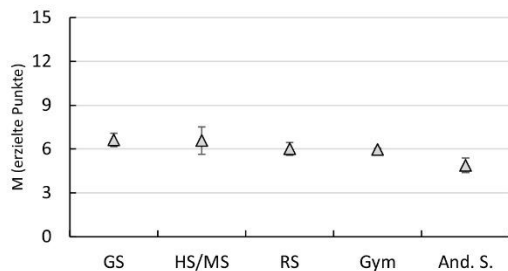
Die Entwicklung der Artenkenntnis hat einen wellenförmigen Verlauf mit drei kleinen Gipfeln. Die untersuchten Schülerinnen und Schüler zeigten zum Ende der Primarstufe bzw. am Anfang der Sekundarstufe I in einem Alter von ca. 10 Jahren sowie gegen Ende der Sekundarstufe I mit

15 Jahren und am Ende der Sekundarstufe II mit 19 Jahren die größte Artenkenntnis (Abb. 2).

Der Vergleich der Mittelwerte mit einem ANOVA-Testverfahren zeigt, dass die Unterschiede zwischen den Altersstufen zwar signifikant sind, die Effektstärke jedoch klein ist ( $F(19,29) = 2,86$ ,  $p = 0,002$ ,  $\eta^2 = 0,01$ ). Auffällig ist dabei die durch den Standardfehler indizierte größere Streuung innerhalb der Daten bei sehr jungen bzw. eher älteren Schülerinnen und Schülern.

Da die Artenkenntnis in einem Alter von 11–15 Jahren ansteigt und bei älteren Schülerinnen und Schülern wieder sinkt, unterstützt diese Untersuchung die aufgestellte Hypothese. Darüber hinaus zeigen die Daten aber auch zum Ende der Primarstufe eine beachtliche Formenkenntnis der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

*Je anspruchsvoller die besuchte Schulform der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ist, desto besser ist die Formenkenntnis.*



**Abb. 3** Mittlere Testleistung (M) der Formenkenntnis mit Standardfehler (Fehlerbalken) bei Schülerinnen und Schülern aus Grundschulen GS ( $N = 74$ ,  $M = 6,6$ ,  $SD = 3,9$ ), Haupt-/Mittelschulen HS/MS ( $N = 35$ ,  $M = 6,6$ ,  $SD = 5,5$ ), Realschulen RS ( $N = 72$ ,  $M = 6,0$ ,  $SD = 3,7$ ), Gymnasien Gym ( $N = 1615$ ,  $M = 5,9$ ,  $SD = 3,8$ ) und anderen Schulformen And. S. ( $N = 44$ ,  $M = 6,0$ ,  $SD = 3,8$ ). Die maximal erreichbare Punktzahl lag bei 15 Bewertungseinheiten (y-Achse)

Die Mittelwerte der Formenkenntnis bei Schülerinnen und Schülern unterschiedlicher Schularten sind sehr ähnlich (Abb. 3).

In der Studie konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Schulformen festgestellt werden ( $F(18,35) = 1,66$ ,  $p = 0,158$ ). Somit wird die Hypothese mit den vorliegenden Daten nicht gestützt.

*Je mehr eigene Naturbeobachtungen angestellt werden, desto besser ist die Artenkenntnis der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.*



**Tab. 2** Anzahl der Personen ( $N$ ), ihre mittlere Testleistung ( $M$ ) mit Standardabweichung ( $SD$ ), Anteil an Personen mit sehr großer ( $h_0$ ) bzw. sehr kleiner Formenkenntnis ( $h_1$ ) bei männlichen bzw. weiblichen Teilnehmern der Studie, die mithilfe eines T-Tests ermittelte Signifikanz ( $p$ ) des Mittelwertunterschieds sowie die Effektstärke Cohen's  $d$

	$N$	$M$	$SD$	$h_0$ (%)	$h_1$ (%)	Signifikanz		
						$t$	$p$	$d$
Fütterung	551	7,2	3,7	12,9	15,6	-8,476	<0,001	0,45
Keine Fütterung	1120	5,5	3,9	6,8	31,8			
Nistkasten	910	5,4	3,8	10,3	20,0	-7,501	<0,001	0,34
Kein Nistkasten	880	6,7	3,8	6,4	33,9			

Zur Überprüfung dieser Hypothese wurde zum einen die Formenkenntnis von Schülerinnen und Schülern verglichen, die eine Vogelfütterung oder einen Nistkasten in ihrem persönlichen Umfeld haben. Zum anderen diente auch die Bekanntheit der Citizen Science-Aktion „Stunde der Wintervögel“ als Indikator, wie intensiv die Teilnehmerinnen und Teilnehmer Naturbeobachtungen vornehmen.

Schülerinnen und Schüler, die eine Vogelfütterung betreiben, erkennen im Durchschnitt beinahe zwei Arten mehr als jene, denen eine solche Beobachtungsmöglichkeit fehlt (Tab. 2). Bei einer annähernd mittleren Effektstärke ist der Unterschied zwischen den Mittelwerten signifikant.

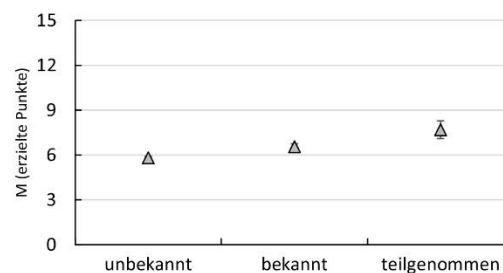
Das Vorhandensein eines Nistkastens im Umfeld der Schülerinnen und Schüler wirkt sich ebenfalls signifikant positiv auf ihre Formenkenntnis aus, wobei hier die Effektstärke kleiner ist als bei der Betreuung einer Vogelfütterung (Tab. 2).

In beiden Fällen ist der Anteil an Schülerinnen und Schülern mit sehr großer Formenkenntnis beinahe doppelt so groß, wenn die Kinder und Jugendlichen eine Vogelfütterung bzw. einen Nistkasten betreiben. Zudem ist die Rate an Personen mit sehr kleiner Formenkenntnis wesentlich geringer in den Gruppen, in deren Umfeld sich eine Vogelfütterung oder ein Nistkasten befindet (Abb. 4).

Die beste mittlere Formenkenntnis mit  $7,7 \pm 5$  Punkten hatten Schülerinnen und Schüler, die aktiv an der „Stun-

de der Wintervögel“ teilgenommen hatten. Auch jene, die zwar keine eigenen Beobachtungen beitrugen, aber die Aktion kannten, schnitten signifikant besser ab als jene denen diese Aktion unbekannt war ( $F(1954) = 12,759$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,013$ ). Die Effektstärke dieses Indikators ist allerdings klein.

Alle drei Parameter zeigen, dass die Formenkenntnis zunimmt, je intensiver eigene Naturbeobachtungen durchge-



**Abb. 4** Mittlere Testleistung ( $M$ ) der Formenkenntnis mit Standardfehler (Fehlerbalken) bei Schülerinnen und Schülern, denen die Aktion Stunde der Wintervögel nicht bekannt ( $N = 1512$ ,  $M = 5,8$ ,  $SD = 3,8$ ) bzw. bekannt war ( $N = 373$ ,  $M = 6,5$ ,  $SD = 3,9$ ) oder die an der Aktion teilgenommen hatten ( $N = 72$ ,  $M = 7,7$ ,  $SD = 5,0$ ). Die maximale erreichbare Punktzahl lag bei 15 Bewertungseinheiten (y-Achse)

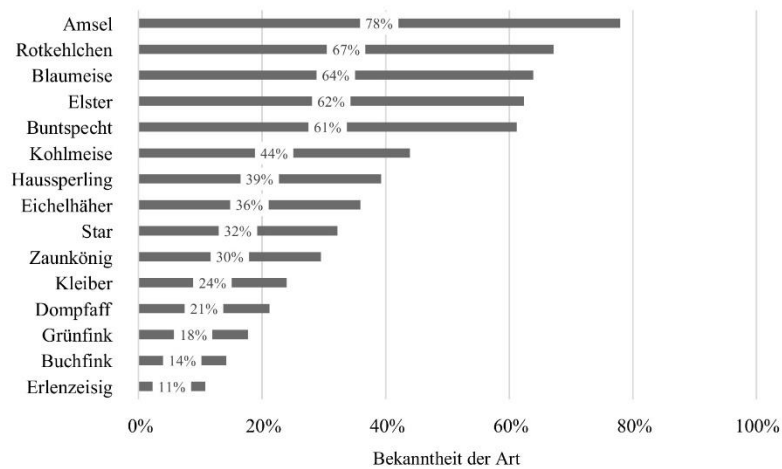
**Tab. 3** Bekanntheit einzelner Vogelarten in den Jahren 1982 und 2017

Jahr	Amsel (%)	Rotkehlchen (%)	Buntspecht (%)	Kohlmeise (%)	Buchfink (%)
1982	47	56	69	50	12
2016	78	67	61	44	14

**Tab. 4** Bekanntheitsgrad von zwölf Vogelarten unter bayerischen Gymnasiasten im Vergleich zu 2007

	Amsel (%)	Rotkehlchen (%)	Elster (%)	Buntspecht (%)	Kohlmeise (%)	Hausperling (%)	Star (%)	Zaunkönig (%)	Kleiber (%)	Gimpel (%)	Grünfink (%)	Buchfink (%)
BISA ( $N = 1378$ )	80	70	66	62	45	40	33	29	23	20	17	14
Zahner et al. (2007) ( $N = 708$ )	89	69	81	66	57	56	31	35	21	20	43	18

ZfDN

**Abb. 5** Bekanntheit der Vogelarten bei Schülerinnen und Schülern

führt werden (können). Die Hypothese wird damit unterstützt.

*Die Formenkenntnis einheimischer Singvögel ist in den vergangenen Jahren bei Schülerinnen und Schülern kleiner geworden.*

Für fünf Arten lässt sich die Bekanntheit seit 1982 nachvollziehen (Tab. 3). Dabei zeigt sich, dass die Bekanntheit von vier der fünf Vögel in den letzten 35 Jahren zugenommen hat.

Da die Zusammensetzung der getesteten Gruppen sehr unterschiedlich war, bleibt diese Datenlage allenfalls ein

wenig aussagekräftiges Indiz zur Verifizierung der Hypothese.

Aufgrund des Untersuchungsdesigns und der Zusammensetzung der Testgruppen lassen sich die Ergebnisse von bayerischen Gymnasiasten aus der vorliegenden Studie wesentlich besser mit den Daten der bayerischen Gymnasiasten aus einer im Jahr 2007 publizierten Studie vergleichen (Zahner et al. 2007).

Dabei zeigt sich (Tab. 4), dass acht Arten einen Rückgang der Bekanntheit um mehr als 3% aufweisen, vier Arten sind in etwa gleich bekannt (Unterschied  $< \pm 3\%$ ). Keine Art wird von den heutigen Gymnasiasten um 3% häufiger richtig bestimmt als im Jahr 2007. Den stärksten Rückgang der Bekanntheit verzeichnet mit über 25% Verlust der Grünfink, gefolgt vom Haussperling (16%) und der Elster (15%).

Im Durchschnitt erreichen bayerische Gymnasiasten in der vorliegenden Untersuchung ( $N=1378$ ) mit einem Mittelwert von  $5,0 \pm 3,0$  damit fast einen Punkt weniger als noch im Jahr 2007 ( $N=708$ ), als sie  $5,9 \pm 2,8$  Bewertungseinheiten erreichten. Die Unterschiede sind in einem unabhängigen T-Test signifikant bei einer zwischen klein und mittel liegenden Effektstärke ( $t(2084) = -6,56$ ,  $p < 0,001$ ,  $d = 0,31$ ).

Die Hypothese der weiter sinkenden Artenkenntnis lässt sich somit zumindest für die Gruppe der bayerischen Gymnasiasten mit den vorliegenden Daten unterstützen.

*Die Bekanntheit der Arten bleibt über die Zeit stabil, d. h. die Reihenfolge der bekanntesten Arten verändert sich nicht.*

**Tab. 5** Häufigkeit der Beobachtungen bei der „Stunde der Wintervögel“ des NABU im Vergleich zur Rangfolge der Bekanntheit der Arten im Test (mit Angabe der Platzänderung)

Platz	Beobachtungen	Bekanntheit
1	Kohlmeise	Amsel $\uparrow +3$
2	Feldsperling	Rotkehlchen $\uparrow +9$
3	Haussperling	Blaumeise $\uparrow +2$
4	Amsel	Elster $\uparrow +5$
5	Blaumeise	Buntspecht
6	Erlenzeisig	Kohlmeise $\downarrow -5$
7	Grünfink	Eichelhäher $\uparrow +8$
8	Buchfink	Haussperling $\downarrow -5$
9	Elster	Star
10	Kleiber	Zaunkönig
11	Rotkehlchen	Kleiber
12	Rabenkrähe	Dompfaff $\uparrow +2$
13	Stieglitz	Grünfink $\downarrow -6$
14	Dompfaff	Buchfink $\downarrow -6$
15	Schwanzmeise	Erlenzeisig $\downarrow -9$

**Tab. 6** Häufigkeit, mit der Schülerinnen und Schüler bestimmte Namen bei den Vogelarten Rotkehlchen, Dompfaff, Buchfink und Kleiber angeben (schwarze Felder entsprechen der korrekten Bestimmung)

Angegebene Namen	Zu bestimmende Vogelart			
	Rotkehlchen	Dompfaff	Buchfink	Kleiber
„Rotkehlchen“	1315	437	611	100
„Dompfaff“	7	415	44	4
„Buchfink“	0	31	278	9
„Kleiber“	1	5	12	469

Für alle 15 getesteten Vogelarten ergibt sich die in Abb. 5 dargestellte Reihenfolge der Bekanntheit. Die Amsel als bekannteste Art wird zu über 75 % richtig bestimmt, vier Vogelarten werden von mehr als der Hälfte der Teilnehmerinnen und Teilnehmer erkannt, während sieben Spezies, d. h. knapp die Hälfte aller Arten, von nicht einmal einem Drittel aller Teilnehmerinnen und Teilnehmer identifiziert werden können. Der unbekannteste Vogel ist in der Studie der Erlenzeisig, dessen Namen nur etwa ein Zehntel der Personen richtig angeben können.

Die Reihenfolge der Bekanntheit der zwölf in beiden Untersuchungen übereinstimmenden Vogelarten hat sich in den vergangenen zehn Jahren kaum verändert. Sechs von zwölf Arten nehmen den gleichen Platz ein, vier Arten verändern sich um einen Platz, die Bekanntheit des Stars verbessert sich, während die Bekanntheit des Grünfinks zurückgeht (Tab. 6). Die vorliegenden Daten stützen die Hypothese.

Vergleicht man die Reihenfolge der Bekanntheit der 15 untersuchten Vogelarten mit ihrer tatsächlichen Beobachtbarkeit, z. B. bei der „Stunde der Wintervögel“ (NABU Deutschland 2016), so ergibt sich eine auffällige Diskrepanz zwischen der Chance einen Vogel zu sehen und der Wiedererkennensrate in vorliegendem Test (Tab. 5).

*Die sprechenden Namen mancher Vogelarten sind für Schülerinnen und Schüler ein häufiger Grund für Fehlbestimmungen.*

Betrachtet man für Arten mit „sprechenden Namen“ wie dem „Rotkehlchen“ und der „Blaumeise“, wie oft sie mit ähnlichen Arten verwechselt werden, so zeigt sich, dass insbesondere Vögel mit rotem Brustgefieder sehr häufig mit dem Rotkehlchen verwechselt werden (Tab. 6), während beim Rotkehlchen selbst kaum andere Arten genannt werden. Beim Dompfaff geben Schülerinnen und Schüler etwa gleich häufig den Namen „Rotkehlchen“ an wie die richtige Benennung. Beim Buchfink ist die Angabe „Rotkehlchen“ mehr als doppelt so häufig wie die Anzahl der richtigen Antworten.

Allerdings kann diese Tendenz beim Begriff „Rotkehlchen“ nicht allein auf den „sprechenden Namen“ zurückgeführt werden, da der gleiche Effekt bei der „Blaumeise“ wesentlich seltener auftritt und ähnlich blaue, den Schüle-

**Tab. 7** Häufigkeit, mit der Schülerinnen und Schüler bestimmte Namen bei den Vogelarten Blaumeise, Kohlmeise und Kleiber angeben (schwarze Felder entsprechen der korrekten Bestimmung)

Angegebene Namen	Zu bestimmende Vogelart		
	Blaumeise	Kohlmeise	Kleiber
„Blaumeise“	1250	50	2
„Kohlmeise“	48	860	14
„Kleiber“	0	1	469

rinnen und Schülern aber weitgehend unbekannte Vögel, wie z. B. der Kleiber, kaum mit der Blaumeise verwechselt werden. Die häufigsten falschen Zuordnungen betreffen hier eher die Kohlmeise (ohne Blauanteile im Gefieder) und sind um eine Größenordnung seltener als beim Rotkehlchen (Tab. 7).

Die Hypothese, dass sprechende Namen zu häufigeren Verwechslungen führen, trifft nur für den Spezialfall des Rotkehlchens zu. Sie kann also nicht zur Gänze gestützt werden.

Andere Verwechslungsursachen sind seltener und betreffen eher die tatsächliche Ähnlichkeit der Vögel, wie z. B. bei den schwarz gefärbten Amseln und Staren, die nicht nur untereinander verwechselt werden, sondern von den Schülerinnen und Schülern auch häufig als „Rabe“ bezeichnet werden. Auch bräunlich-grüne Vogelarten, wie z. B. Grünfinken, verwechseln Schülerinnen und Schüler öfter mit einem „Spatz“.

## Inhaltliche Diskussion

Im Durchschnitt erkennen Schülerinnen und Schüler nur etwas mehr als ein Drittel der gezeigten Vogelarten, d. h. ihre Formenkenntnis einheimischer Vögel ist nicht gut ausgeprägt. Ein signifikanter Unterschied in der Formenkenntnis zwischen den Schülerinnen und Schülern einzelner Schularten zeigt sich in vorliegender Studie nicht.

Betrachtet man zusammenfassend die große Bedeutung von Artenkenntnis für kommende globale Herausforderungen (Steffen et al. 2015), so sollte diese relativ schlechte Formenkenntnis der Schülerinnen und Schüler alle Akteure des Schulsystems zum Nachdenken anregen, wie diese in Zukunft nachhaltiger unterrichtet werden könnte.

Eine Möglichkeit wäre es, formenkundliche Inhalte wieder verstärkt in die Lehrpläne des Biologieunterrichts aufzunehmen, um diesem Trend entgegenzuwirken und somit den von den Vereinten Nationen ausgerufenen „sustainable development goals“ zur Nachhaltigen Entwicklung des Planeten gerecht zu werden.

Im Folgenden soll die Diskussion einzelner Einflussgrößen dazu beitragen, besser zu verstehen, wie Unterricht gestaltet werden könnte, um Artenkenntnisse zu verbessern.

### Geschlecht

Die bereits von Zahner et al. (2007) beobachtete bessere Formenkenntnis der Schülerinnen im Vergleich zu Schülern zeigt sich auch in vorliegender Untersuchung. Ob das Erkennen von Arten aber insgesamt eine weibliche Domäne ist, darf bezweifelt werden, da die Unterschiede vermutlich auf motivationale Aspekte zurückzuführen sind. Die bessere durchschnittliche Artenkenntnis der Mädchen, aber insbesondere auch die größere Zahl an Jungen mit sehr geringer Formenkenntnis, ist das Ergebnis einer höheren Bereitschaft der Schülerinnen, sich ausdauernd mit einem Test auseinanderzusetzen und ihrem Wunsch gute (schulische) Ergebnisse zu erzielen (Jones et al. 2000; Hannover und Kessels 2011; Spinath et al. 2014), der bei Schülerinnen stärker ausgeprägt ist als bei ihren männlichen Altersgenossen.

Ein weiteres Indiz, das diese Vermutung stützt, ist der hohe Anteil an Männern unter professionell bzw. ehrenamtlich tätigen Artenschutzexperten (Frobel und Schlumprecht 2016).

Ein möglicher Ansatz, um die Kenntnisse der einheimischen Fauna und Flora männlicher Kinder und Jugendlicher gezielt zu verbessern, könnte die Nutzung digitaler Medien bei Freilandaktivitäten sein (Schaal et al. 2015; Gerl 2018).

### Wohnort

Auch wenn man bedenkt, dass die Testgruppen bei diesem Item eine deutlich unterschiedliche Größe hatten, ist es in Anbetracht der Ergebnisse von Zahner et al. (2007) trotzdem überraschend, dass Schülerinnen und Schüler aus Metropol-Regionen die größte Formenkenntnis haben. Eine mögliche Ursache könnte das insgesamt höhere Bildungsniveau in urbanen Regionen und das in den letzten Jahren damit einhergehende größere Interesse an Natur- und Umweltthemen sein (BMU et al. 2016). Diesem Erklärungsansatz über soziokulturelle Milieus widerspricht allerdings die Datenlage, dass die Formenkenntnis in kleineren Städten am geringsten ist, sodass neben demographischen Faktoren auch weitere Einflussgrößen existieren müssen.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Artenvielfalt und Abundanz von Vogelarten in Großstädten in vielen Fällen höher ist als in ländlichen Bereichen (Reichholf 2007; NABU Deutschland 2017) und insbesondere im Agrarland seit einigen Jahren ein massiver Rückgang der Vogel(arten)zahlen zu beobachten ist (Wahl et al. 2014), könnte – neben dem höheren Interesse – die bessere Beobachtbarkeit der Vögel in urbanen Regionen ein weiterer

Grund für die unerwartet hohe Formenkenntnis von „Stadtkindern“ sein.

### Alter

Ähnlich wie bei den vorangegangenen Untersuchungen (Zahner et al. 2007) zeigt sich in dieser Studie auch eine besonders gute Formenkenntnis im Alter von etwa 15 Jahren. Bis zu diesem Alter kommt der schulischen Förderung von Formenkenntnis eine besondere Bedeutung zu, wenn man bedenkt, dass viele heutige Artenkenner ihr Wissen in einem Alter zwischen 12- und 16 Jahren erworben haben (Frobel und Schlumprecht 2016).

Die vergleichsweise große Streuung bei der Formenkenntnis von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe II könnte man damit begründen, dass sich die ursprünglich breit angelegten Interessen der Kinder mit zunehmendem Alter immer stärker ausdifferenzieren (Todt 1990). Während sich ein Teil der älteren Jugendlichen für (freiland-)biologische Fragestellungen interessiert und eine sehr gute Formenkenntnis hat, fokussiert der Rest seine Aufmerksamkeit auf andere Bereiche und erzielt dann eher schlechte Ergebnisse beim Erkennen der Vogelarten. Somit resultiert der Mittelwert der Formenkenntnis aus einer bimodalen Verteilung der Ergebnisse, die die große Streuung erklärt. Zudem könnte die große Streuung der Werte in der Gruppe der 19-jährigen Schülerinnen und Schüler auch dadurch entstehen, dass hier die Teilnehmerzahl recht klein ist.

Besonders interessant ist das überraschend gute Abschneiden von Schülerinnen und Schülern zum Ende der Primarstufe, das in früheren Studien (Zahner et al. 2007) nicht zu beobachten war. Eine mögliche Ursache für die z. T. deutliche Verbesserung der Formenkenntnisse in dieser Altersstufe könnte der veränderte Lehrplan an bayerischen Grundschulen sein, aus denen die meisten der Schülerinnen und Schüler stammen.

Durch die explizite Aufnahme von Lerninhalten wie „Kenntnis der Artenvielfalt“ und Kompetenzerwartungen wie „Die Schülerinnen und Schüler beobachten und betrachten ausgewählte Tier- und Pflanzenarten und dokumentieren ihre Beobachtungen“ (ISB 2014) liegt im aktuell gültigen LehrplanPLUS ein Fokus auf Inhalten der organismischen Biologie.

Diese explizite Ausweisung formenkundlicher Themen fehlte im Lehrplan der Jahrgangsstufe 4, wie er für bayerische Schülerinnen und Schüler im Jahr 2007 gültig war (STMUK<sup>4</sup> 2000) und könnte somit ein Grund für die verbesserte Formenkenntnis der bayerischen Grundschülerinnen und Grundschüler sein.

<sup>4</sup> STMUK = Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus.

## Naturbeobachtungen

Je mehr Gelegenheiten Schülerinnen und Schüler bekommen eigene Naturbeobachtungen durchzuführen, desto mehr Vogelarten erkennen sie in dem Test. Daher ist es für den Erwerb von Formenkenntnis von großem Vorteil, wenn die Kinder und Jugendlichen die Vögel live im Freiland sehen und idealerweise dokumentieren.

Da Menschen den Anblick mehrerer Vögel (am besten verschiedenen Arten) mehr schätzen als die Beobachtung einzelner Individuen (Cox und Gaston 2015), ist es nicht verwunderlich, dass die Betreuung eines eigenen Nistkastens weniger effektiv für den Erwerb von Formenkenntnis ist als die Betreuung einer Vogelfütterung, weil sowohl die Anzahl als auch die Vielfalt der Arten, die an einem Nistkasten gesehen werden können, kleiner ist als an einer Futterstelle.

Die Betreuung einer eigenen Vogelfütterung im schulischen Umfeld kann somit nicht nur einen Beitrag zur Erhaltung der einheimischen Vogelfauna leisten (Berthold und Mohr 2008), sondern wird Schülerinnen und Schüler anregen eigene Beobachtungen anzustellen und damit ihre Formenkenntnis zu erweitern (Gerl et al. 2017).

Eine Besonderheit stellt in diesem Zusammenhang die Citizen Science Aktion „Stunde der Wintervögel“ dar, da deren aktive Teilnehmerinnen und Teilnehmer die mit Abstand beste Formenkenntnis aufweisen. Dieser Effekt lässt sich zum einen durch motivationale Aspekte erklären, da sich an dieser Aktion eher Menschen beteiligen, die ohnehin Freude an Naturbeobachtungen haben. Zum anderen erfordert die exakte Dokumentation der Arten über den definierten Zeitraum von einer Stunde hohe Konzentration und Aufmerksamkeit, die zusammen mit den für diese Aktion angefertigten Bestimmungsmaterialien einen hohen Lerneffekt bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern zur Folge haben.

Um die Formenkenntnis der Schülerinnen und Schüler zu verbessern, wäre es daher ratsam, für solche Beobachtungsaktionen im Unterricht zu werben bzw. die Gelegenheit zu nutzen und mit einer Klasse daran teilzunehmen, um Vögel z. B. an einer selbst gebauten Vogelfütterung im Schulgarten zu verfolgen.

## Veränderung der Formenkenntnis

Die zunehmende Bekanntheit von vier der fünf verglichenen Vogelarten seit den 80er Jahren (Eschenhagen 1982) ist wenig aussagekräftig, da sowohl das Untersuchungsdesign – neben Vogelarten mussten auch andere Wirbeltierarten erkannt werden – als auch die Zusammensetzung der Testgruppe (nur Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 5) zu unterschiedlich waren, um gesicherte Aussagen über die

Veränderung der Formenkenntnis in dieser Zeitspanne zu machen.

Obwohl die Untersuchung von Zahner et al. (2007) mit Stopfpräparaten statt Bildern durchgeführt wurde und die Testgruppen-Stichprobe im Hinblick auf Alterszusammensetzung oder Wohnort der teilnehmenden Personen nicht völlig identisch ist, lohnt sich ein Vergleich der Ergebnisse für die Gruppe der Gymnasiasten dennoch. Zum einen ist die Stichprobengröße mit über 700 im Jahr 2007 und über 1300 Schülerinnen und Schülern im Jahr 2017 recht groß, und zum anderen wurden die für verfügbaren Rohdaten aus der vorherigen Untersuchung mit dem gleichen Messinstrument erfasst.

Obwohl der Zeitraum zwischen den beiden Untersuchungen mit zehn Jahren nicht besonders groß erscheint, lassen sich vor dem Hintergrund der oben beschriebenen leicht unterschiedlichen Testmethodik Belege für eine geringere Bekanntheit fast aller 12 untersuchten Vogelarten sowie ein Rückgang der mittleren Formenkenntnis in der Gruppe der Gymnasiasten finden. Diese Abnahme der Vogelartenkenntnis fällt interessanterweise zusammen mit einer veränderten Struktur des bayerischen Gymnasiums und der entsprechenden Lehrpläne. Im neunjährigen Gymnasium, das die Testgruppe aus dem Jahr 2007 besuchte, waren in der Jahrgangsstufe 5 und 6 alle fünf Wirbeltierklassen als verbindliche Lerninhalte ausgewiesen und im Themenbereich Vögel (Jahrgangsstufe 6) ausdrücklich Stunden zur „Vielfalt der einheimischen Vogelwelt“ vorgeschrieben (StMuK 1990).

Dagegen wählen Natur und Technik-Lehrkräfte im achtjährigen Gymnasium neben den Säugetieren, nur noch zwei der vier weiteren Vertebratenklassen aus, um deren spezielle Anpassungen im Überblick zu besprechen. Ein expliziter Hinweis auf Bestimmungsübungen bei Vögeln fehlt (ISB 2008). Eine interessante Frage ist angesichts der bevorstehenden Rückkehr zum neunjährigen Gymnasium mit dem neuen bayerischen LehrplanPLUS, wie sich die Formenkenntnis zukünftig entwickelt. Auf Grund der wieder eingeführten Thematisierung aller fünf Wirbeltierklassen sowie den in allen Jahrgangsstufen ausgewiesenen freilandbiologischen Untersuchungen heimischer Ökosysteme und ihrer Biozönose (ISB 2017), sollte sich die Formenkenntnis bayerischer Gymnasiasten bei ähnlichen Untersuchungen in Zukunft wieder verbessern.

## Bekanntheit der Vogelarten

Trotz veränderter gesellschaftlicher und schulischer Rahmenbedingungen bleibt die Reihenfolge der Bekanntheit von einheimischen Vogelarten gegenüber der Untersuchung von Zahner et al. (2007) weitgehend gleich. Allein die Bekanntheit des Grünfinks nimmt im Vergleich zu anderen Vogelarten deutlich ab.

Eine denkbare Ursache ist das seit Anfang 2009 beobachtete und durch den Einzeller *Trichomonas gallinae* ausgelöste Grünfinksterben (Peters und Ludwischowski 2010). Der darauf zurückzuführende Bestandsrückgang hat seltenere Beobachtungen zur Folge (Bosch und Lachmann 2015), die wiederum zu einer sinkenden Bekanntheit führen.

Andererseits hängt die Bekanntheit der Vogelarten in vorliegender Untersuchung nicht direkt mit der Beobachtungshäufigkeit einer Art zusammen. Gut zu beobachtende Arten wie z.B. der Erlenzeisig oder der Buchfink als häufigster einheimischer Brutvogel (Sudfeldt et al. 2008), sind in dieser Untersuchung die unbekanntesten Vogelarten, während z.B. das relativ seltene Rotkehlchen oder der scheue Eichelhäher unter den teilnehmenden Personen sehr bekannt waren.

Die himmelblauen Flügeldecken des Eichelhähers stellen ein einprägsames Merkmal zur Wiedererkennung der Art dar. Genauso verhält es sich mit dem roten Hals- bzw. Brustgefieder des Rotkehlchens, das zusammen mit dem sprechenden Namen dazu führt, dass die Art leicht erkannt wird.

Die große Bekanntheit des Rotkehlchens ist aber nicht auf ein wirkliches Erkennen der Art zurückzuführen, sondern beruht darauf, dass viele Teilnehmerinnen und Teilnehmer den Namen „Rotkehlchen“ kennen, aber mangels eigener Beobachtung kein eindeutiges Bild von dem dazu passenden Vogel vor Augen haben und so praktisch alle Arten mit rotem Brustgefieder (z. B. Buchfink, Gimpel, ...) als Rotkehlchen bestimmen.

Ein weiterer Beleg für die These, dass sprechende Namen nur dann zu Verwechslungen führen, wenn Personen den Vogel nicht beobachtet haben, liefert die Blaumeise, deren sprechender Name für Verwechslungen mit anderen blau gefiederten Arten (wie z. B. dem Kleiber) sorgen sollte. Dies ist aber weit seltener der Fall als beim Rotkehlchen, weil die Teilnehmerinnen und Teilnehmer auf Grund der Abundanz der Arten wesentlich wahrscheinlicher eine Blaumeise in der Natur beobachten konnten als ein Rotkehlchen.

Für den Erwerb von Formenkenntnis lässt sich aus didaktischer Sicht folgern, dass die Verknüpfung eines Artnamens mit einer Naturbeobachtung das Abspeichern der korrekten Merkmalskombination im Gedächtnis besser fördert als das Erlernen des Vogelnamens anhand einer Abbildung.

Andere Verwechslungsursachen wie z.B. die tatsächliche Ähnlichkeit der Arten, vergleichbare Verhaltensweisen oder das Raten bei unbekanntem Vögeln, spielen lediglich eine untergeordnete Rolle.

## Ausblick

Vor dem Hintergrund der oben beschriebenen Ergebnisse sollten entsprechende Unterrichtsmaterialien zur Verbesserung der Vogelartenkenntnis entwickelt werden, die vor allem die direkte Naturbeobachtung durch Schülerinnen und Schüler als methodisches Konzept aufgreifen. Durch die große Anzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer und Vogelitems ergibt sich für die Skala der Formenkenntnis eine hohe interne Konsistenz, die in Pre-Post-Test-Designs den Erfolg dieser verschiedenen Unterrichtsmethoden und -materialien untersuchen, um die Hinweise zum möglichen Erfolg dieser Methode aus dieser Studie noch weiter abzusichern.

Darüber hinaus wäre es wünschenswert, über die Tierklasse der Vögel hinaus einen Einblick in die Formenkenntnis der Kinder und Jugendlichen zu bekommen, um zu überprüfen, ob sich das Phänomen der zurückgehenden Kenntnisse auch auf andere Tierklassen bzw. Pflanzenarten verallgemeinern lässt.

## Literatur

- Albert, M., Hurrelmann, K., & Quenzel, G. (2015). *Jugend 2015. 17. Shell Jugendstudie* (1. Aufl.). Frankfurt: S. Fischer.
- Balmford, A. (2002). Why conservationists should heed Pokemon. *Science*, 295(5564), 2367b–2367.
- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus (1990). Fachlehrplan für Biologie. München. <https://www.isb.bayern.de/gymnasium/lehrplan/archiv/ebene-4-fachlehrplaene/biologie/87/>. Zugegriffen: 6. Dez. 2017.
- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus (2000). Lehrplan für die bayerische Grundschule. Zugegriffen: 4. Dez. 2017.
- Berck, K.-H., & Klee, R. (1992). *Interesse an Tier- und Pflanzenarten und Handeln im Natur-Umweltschutz*. Europäische Hochschulschriften Reihe IX: Pädagogik, Bd. 500 (S. 1–228).
- Berthold, P. (2017). *Unsere Vögel: Warum wir sie brauchen und wie wir sie schützen können*. Berlin: Ullstein.
- Berthold, P., & Mohr, G. (2008). *Vögel füttern – aber richtig* (2. Aufl.). Stuttgart: Kosmos.
- Bögeholz, S. (1999). *Qualitäten primärer Naturerfahrung und ihr Zusammenhang mit Umweltwissen und Umwelthandeln*. Opladen: Leske + Budrich.
- Bosch, S., & Lachmann, L. (2015). *Bestandstrends bei häufigen Gartenvogelarten in Baden-Württemberg 2005–2014. Ergebnisse aus den ersten 10 Jahren des Citizen-Science-Projektes „Stunde der Gartenvögel“*. Ornithologische Jahreshefte Baden-Württemberg, Bd. 31 (S. 31–41).
- Brämer, R., Koll, H., & Schild, H.-J. (2016). *Jugendreport 2015*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2016). *Naturbewusstsein 2015 – Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015). *Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt – Kabinettsbeschluss vom 7. November 2007* (4. Aufl.). Rostock: Publikationsversand der Bundesregierung.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Aufl.). New York: Taylor & Francis.
- Cox, D. T. C., & Gaston, K. J. (2015). Likeability of garden birds. Importance of species knowledge & richness in connecting people to nature. *PLoS one*, 10(11), e141505.

- Dallimer, M., Irvine, K. N., Skinner, A. M. J., Davies, Z. G., Rouquette, J. R., Maltby, L. L., et al. (2012). Biodiversity and the feel-good factor. Understanding associations between self-reported human well-being and species richness. *BioScience*, 62(1), 47–55.
- Eigner, S., & Schmuck, P. (1998). Biografische Interviews mit Umwelt- und Naturschützern. *Umweltpsychologie*, 2(2), 42–53.
- Eschenhagen, D. (1982). Untersuchung zu Tierartenkenntnissen von Schülern. *Unterricht Biologie*, 68, 40–44.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4. Aufl.). Bd. 1. London: SAGE.
- Frobel, K., & Schlumprecht, H. (2016). Erosion der Artenkennner. Ergebnisse einer Befragung und notwendige Reaktionen. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 48(4), 105–113.
- Fröhlich, G., Sellmann, D., & Bogner, F. X. (2013). The influence of situational emotions on the intention for sustainable consumer behaviour in a student-centred intervention. *Environmental Education Research*, 19(6), 747–764.
- Gebhard, U. (2013). *Kind und Natur. Die Bedeutung der Natur für die psychische Entwicklung* (4. Aufl.). Wiesbaden: Springer.
- Gerl, T. (2018). Outdoor & Online – Naturbeobachtung 2.0. *Biologie* 5–10, 22, 42–45.
- Gerl, T., Hollweck, E., Almer, J., & Herden, M. (2017). Artenkenntnis einheimischer Vögel. *Biol. Unserer Zeit*, 47(4), 254–259.
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., & Schwan, H. (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLoS one*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>.
- Hallmann, S., Klöckner, C., Kuhlmann, U., & Beisenkamp, A. (2005). Freiheit, Ästhetik oder Bedrohung? Wie Kinder Natur bewerten. *Umweltpsychologie*, 9(2), 88–108.
- Hannover, B., & Kessels, U. (2011). Sind Jungen die neuen Bildungsverlierer? Empirische Evidenz für Geschlechterdisparitäten zuungunsten von Jungen und Erklärungsansätze. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 25(2), 89–103.
- Hesse, M. (2002). Eine neue Methode zur Überprüfung von Artenkenntnissen bei Schülern. Frühblüher: Benennen – Selbst einschätzen – Wiedererkennen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 8, 53–66.
- Hosaka, T., Sugimoto, K., & Numata, S. (2017). Childhood experience of nature influences the willingness to coexist with biodiversity in cities. *Palgrave Commun.* <https://doi.org/10.1057/palcomms.2017.71>.
- Jäkel, L., & Schaer, A. (2004). Sind Namen nur Schall und Rauch? Wie sicher sind Pflanzenkenntnisse von Schülerinnen und Schülern? *Bericht des Instituts der Didaktik Biologie IDB Münster*, 13, 1–24.
- Jones, M. G., Howe, A., & Rua, M. J. (2000). Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. *Science Education*, 84(2), 180–192.
- Keniger, L. E., Gaston, K. J., Irvine, K. N., & Fuller, R. A. (2013). What are the benefits of interacting with nature? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(3), 913–935.
- Lude, A. (2001). *Naturerfahrung und Naturschutzbewusstsein*. Innsbruck: Studien-Verlag.
- Menzel, S., & Bögeholz, S. (2010). Values, beliefs and norms that foster Chilean and German pupils' commitment to protect biodiversity. *International Journal of Environmental & Science Education*, 5(1), 31–49.
- Müller, M. M., Kals, E., & Pansa, R. (2009). Adolescents' emotional affinity toward nature: a cross-societal study. *The Journal of Developmental Processes*, 4(1), 59–69.
- NABU Deutschland (2016). Stunde der Wintervogel Ergebnisse 2016. <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/stunde-der-wintervogel/ergebnisse/21784.html?formchange=1&jahr=2016&bundesland=&vogelart=&ort=> Zugriffen: 29. Okt. 2017.
- NABU Deutschland (2017). Über zwölf Millionen Vogelbrutpaare weniger in Deutschland. Das massive Vogelsterben muss aufgehalten werden. <https://www.nabu.de/news/2017/10/23284.html>. Zugriffen: 19. Okt. 2017.
- Peters, M., & Ludwiczowski, I. (2010). Trichomonaden-Befall bei wild lebenden Grünfinken *Carduelis chloris* und anderen Singvögeln (Passeriformes) in Deutschland im Jahr 2009 – Versuch einer Bilanz. *Die Vogelwelt*, 131(3), 207–212.
- Randler, C. (2003). Amsel, Drossel, Fink und Star ... Welche Vogelarten kennen Schülerinnen und Schüler? *Praxis der Naturwissenschaften – Biologie in der Schule*, 52(1), 44–45.
- Randler, C. (2004). Förderung von Vogelartenkenntnissen bei Schülern, Studierenden und Erwachsenen. *Altmühlseebericht*, 11(11), 74–80.
- Randler, C. (2006). War früher alles besser? Eine Untersuchung zu Wirbeltierartenkenntnissen bei Schülerinnen und Schülern. *Natur und Landschaft*, 81(11), 547.
- Reichholz, J. H. (2007). *Stadtnatur*. München: oekom.
- Reinold, P. (2016). ISB Kontaktbrief Biologie 2016. [https://www.isb.bayern.de/download/19621/16\\_\\_b.pdf](https://www.isb.bayern.de/download/19621/16__b.pdf). Zugriffen: 29. Okt. 2017.
- Rieckmann, M., Mindt, L., & Gardiner, S. (2017). *UNESCO education for sustainable development goals. Learning objectives*. Paris: United Nations Education, Scientific and Cultural Organisation.
- Schaal, S., Schaal, S., & Lude, A. (2015). Digital geogames to foster local biodiversity. *International Journal for Transformative Research*, 3(1), 16–29.
- Scherf, G. (1986). *Zur Bedeutung pflanzlicher Formenkenntnisse für eine schützende Einstellung gegenüber Pflanzen und zur Methodik des formenkundlichen Unterrichts. Dissertation an der Universität München. Didaktik der Biologie*. München: Ludwig-Maximilians-Universität.
- Schultz, P. W., Schriver, C., Tabanico, J. J., & Khazian, A. M. (2004). Implicit connections with nature. *Journal of Environmental Psychology*, 24(1), 31–42.
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder (2004). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. Kultusministerkonferenz*. München: Wolters Kluwer.
- Spinath, B., Eckert, C., & Steinmayr, R. (2014). Gender differences in school success. What are the roles of students' intelligence, personality and motivation? *Educational Research*, 56(2), 230–243.
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (2008). Lehrplan des achtjährigen Gymnasiums. Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung. <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/content/3.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26433>. Zugriffen: 6. Dez. 2017.
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (2014). LehrplanPLUS für die Grundschule. Hg. v. Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung. München. <http://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/grundschule/4/hsu>. Zugriffen: 6. Dez. 2017.
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung (2017). LehrplanPLUS Biologie. Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung. München. <https://www.lehrplanplus.bayern.de/>. Zugriffen: 6. Dez. 2017.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., et al. (2015). Sustainability. Planetary boundaries. Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855.
- Sturm, P., & Berthold, T. (2015). Biodiversität im Unterricht – ein Konzept zur Umsetzung der Bayerischen Biodiversitätsstrategie im schulischen Bereich. *Anliegen Natur*, 37(2), 76–83.
- Sudfeldt, C., Dröschmeister, R., Grüneberg, C., Jaehne, A., Mitschke, A., & Wahl, J. (2008). *Vögel in Deutschland – 2008*. Münster: DDA-Schriftenversand.
- Todt, E. (1990). Entwicklung des Interesses. In H. Hetzer (Hrsg.), *Entwicklungspsychologie des Kindes- und Jugendalters*. Heidelberg: Quelle & Meyer.

ZfDN

- Wahl, J., Dröschmeister, R., Gerlach, B., Grüneberg, C., Langgemach, T., Trautmann, S., & Sudfeldt, C. (2014). *Vögel in Deutschland – 2014*. Münster: Eigenverlag des Dachverbands deutscher Avifaunisten.
- Walz, U., Bastian, O., Kästner, A., Wende, W., & Schwarze, H. (2013). Situation des Ehrenamts im Naturschutz. Ergebnisse einer Studie in Sachsen. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 45(8), 233–240.
- Wilson, E.O. (1984). *Biophilia*. Cambridge: Harvard University Press.
- World Economic Forum (2016). *The global risks report 2016* (11. Aufl.). Genf: World Economic Forum.
- Zahner, V., Blaschke, S., Fehr, P., Herlein, S., Krause, K., Lang, B., & Schwab, C. (2007). Vogelarten-Kennntnis von Schülern in Bayern. *Vogelwelt*, 128(128), 203–214.



### 3.3 Publikation III: Vogel-Arten- und Formenkenntnis bei Erwachsenen

Enzensberger, P., Schmid, B., Gerl, T., & Zahner, V. (2022). Robin Who? Bird Species Knowledge of German Adults. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 12(17), 2213. <https://doi.org/10.3390/ani12172213><sup>9</sup>



Article

## Robin Who? Bird Species Knowledge of German Adults

Pirmin Enzensberger<sup>1,\*</sup>, Benjamin Schmid<sup>1</sup>, Thomas Gerl<sup>2</sup> and Volker Zahner<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Forest Ecology and Management, University of Applied Sciences Weihenstephan-Triesdorf, 85354 Freising, Germany

<sup>2</sup> Institute for Biology Education, Ludwig-Maximilian University of Munich, 80797 München, Germany

\* Correspondence: enzensbergerpirmin@freenet.de; Tel.: +49-151-20606784

**Simple Summary:** Biodiversity is declining worldwide, and knowledge of species and interest in nature are decreasing. The present study investigated the knowledge about bird species among the adult Bavarian population. Data were collected through a representative online survey with over one thousand respondents. The participants were asked to identify the species of birds they were shown pictures of. On average, 6 of the 15 species were identified correctly. Older participants scored higher than younger ones. The Eurasian blackbird showed the highest recognition rate, which correlates with the species abundance. Participants who performed better showed a higher tendency to act proactively for nature conservation, for instance donating money to NGOs.

**Abstract:** Knowledge of species is the basis for involvement in biodiversity awareness and protection. For the first time, we investigated how bird species knowledge is spread among adults in Germany in a representative study. It was shown that of the 15 species presented, only 6 were recognized on average, and 4.5% of the tested persons did not recognize any species at all. Only 0.5% knew all presented species. Younger participants in particular knew significantly fewer species than the group over 60 years. We also tested if species knowledge has an impact on the motivation to act for nature conservation. In this study, knowledge of species correlated directly with the willingness to take action for species protection, e.g., through donating money for proactive nature conservation. Simply being in nature was meaningless for the test result. However, if one was actively involved with birds, e.g., via bird counts or bird feeding, species knowledge was significantly better.

**Keywords:** bird species knowledge; species identification skills; biological education; connectiveness with nature; representative survey



**Citation:** Enzensberger, P.; Schmid, B.; Gerl, T.; Zahner, V. Robin Who? Bird Species Knowledge of German Adults. *Animals* 2022, 12, 2213. <https://doi.org/10.3390/ani12172213>

Academic Editor: Jukka Jokimäki

Received: 21 July 2022

Accepted: 22 August 2022

Published: 28 August 2022

**Publisher's Note:** MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



**Copyright:** © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## 1. Introduction

It is a common fact that the world's ecosystems are within the process of a mass extinction of species [1,2]. One of the best indicators of biodiversity in an ecosystem is the species richness and abundance of birds [3]. Therefore, the population sizes of different bird species are quite well-known compared to other, less-studied taxa. Within the last decades, the biodiversity of birds declined rapidly [4,5]. A large-scale survey on the abundance of German birds reveals for example massive negative trends for species inhabiting farmlands and settlements since the 1990s [6]. In addition to the protection of species and their habitats, species knowledge is an important factor for saving biodiversity because taxonomic skills are necessary in all fields of conservational biology [7–9].

However, the observation and identification of birds not only contributes to a better understanding of ecosystems: it connects people to nature [10] with many benefits for personal well-being [11–13]. As birds are not very shy, the observation of birds is one of the rare occasions when people can interact with nature [14]. Feeding birds in urban gardens provides positive emotions [15] and therefore contributes to better connections to nature, which has been shown to be a significant predictor of personal happiness [16]. Some studies in environmental psychology show a trend that people prefer areas in urban

<sup>9</sup> Dieser Artikel wurde bei MDPI unter der Creative Commons Lizenz BY open access publiziert

environments with many birds [17,18], although it is not only the species richness but also the abundance of one single species that evokes positive emotions because many observers cannot distinguish between the different species [11]. An increased species knowledge of birds could therefore also lead to better personal well-being.

Prior surveys reveal that children do not know birds very well. Eight out of thirteen tested birds were practically unknown to Dutch primary school children, with identification rates under 6% [19]. The four least-known native vertebrates among German grammar school pupils were birds [20]. In surveys testing bird species knowledge among German children, they scored on average only one third of the possible points, with almost 30% of the pupils recognizing only three or fewer of the fifteen common bird species in the test [21]. Furthermore, the animal identification skill of German pupils has declined over the years. Today's children could identify about 25% fewer birds [21] and 15% fewer vertebrates [20] than their peers in similar tests 10 years ago [22,23].

This decline in species knowledge over the years may lead to a shifting baseline syndrome [14] and should be stopped by educational means. To gain knowledge in general and species knowledge in particular, children need adult mediators who communicate this content to them [24,25]. Family members play a decisive role in this learning process [26], but by now, the few studies on the species knowledge of adults used randomly chosen test groups that might have been biased related to the selection of participants [19,26,27]. Our study presents results for the bird identification skills and factors influencing bird species knowledge within a group of German adults that is representative of the whole German population.

Species knowledge seems to be a key factor not only in conservation biology but also in the field of environmental psychology, but how many (bird) species can people identify? Recent studies have focused on the species knowledge of children and different factors influencing their ability to identify animal species [19–22]. These results were used to design our study on adults.

We hypothesized that bird species identification skills are age- and gender-dependent [19–22,28,29]. Based on previous research on children, we predicted that older people would have better identification skills than younger ones and that men would be able to identify more bird species than women because birders in Germany are mainly older males. In addition, we hypothesized that the number of inhabitants in a person's hometown, or a person's current place of residence, would have an impact on that person's bird species knowledge [19–22,26]. We predicted that inhabitants of rural areas would score better than people in urban regions because they seem to have a closer contact to nature.

While other studies have been limited to socio-demographic aspects, we also wanted to examine for the first time how species knowledge affects conservation efforts. To do so, we hypothesized that participants' donation behaviour and their membership in nature conservation organizations would influence their species knowledge. We predict that members of those NGOs score better in the identification test as well as those who donate money for nature conservation, because they are probably more interested in nature.

The active observation of birds should be taken into account as a predictor of species knowledge. We hypothesized that people who proactively observe birds have different bird species knowledge than others [8,19–22,30]. Our prediction is that both participants maintaining a bird feeding place and those who participate in citizen science projects like bird counts have higher species knowledge because they spend more time dealing with birds.

In addition, we analysed how various sources of species knowledge might influence the score on our identification test and determined the recognition rates of the tested species to find out how popular different species are among German adults.

## 2. Materials and Methods

We conducted an online survey with 1003 participants, randomly chosen from the 'forsa.omninet' panel. This panel is considered representative of the German-speaking

population and consists of 80,000 participants, exclusively recruited by phone via multistage random selection (ADM master sample). Individuals without internet access will be provided a set-top box for the television to display visual content of surveys [31].

In the survey, the participants had to identify 15 different birds displayed in coloured pictures of these species, in an open-ended answer format. In addition to the species recognition test, the questionnaire included sociodemographic variables (age, gender, region, size of residence, political affiliation, household size and the number of children in the household) and items to explore the personal attitude of the participants towards nature conservation. To identify potential sources of species knowledge, participants were asked in what context they had learned about bird species in the past. To test whether their species knowledge was connected with their support of nature conservation, participants were asked whether they had donated to non-profit organizations in the past 12 months, distinguishing whether the purpose was conservation of nature and environment, animal welfare, or other.

The selection of the bird species and the photographic material taken by the authors were based on previous studies [21,22] that set a baseline for monitoring variations in the bird species knowledge of pupils over time. The selected species are listed in Table 1.

**Table 1.** List of bird species tested in this study.

<b>Great Tit (<i>Parus major</i>)</b>	<b>Eurasian Blackbird (<i>Turdus merula</i>)</b>
Eurasian Magpie ( <i>Pica pica</i> )	House Sparrow ( <i>Passer domesticus</i> )
Eurasian Bullfinch ( <i>Pyrrhula pyrrhula</i> )	Common Chaffinch ( <i>Fringilla coelebs</i> )
Great Spotted Woodpecker ( <i>Dendrocopos major</i> )	Eurasian Nuthatch ( <i>Sitta europaea</i> )
European Greenfinch ( <i>Chloris chloris</i> )	Northern Wren ( <i>Troglodytes troglodytes</i> )
European Robin ( <i>Erithacus rubecula</i> )	Common Starling ( <i>Sturnus vulgaris</i> )
Eurasian Siskin ( <i>Spinus spinus</i> )	Eurasian Blue Tit ( <i>Cyanistes caeruleus</i> )
European Jay ( <i>Garrulus glandarius</i> )	

These common and abundant garden birds are very suitable for measuring species knowledge because they are rather easy to observe and to distinguish with visible characteristics. In addition, abundant data from citizen science projects like the German Bird count are available.

With the exception of three, this list consists of the 15 bird species with the most observations in the German winter bird count [32]. As there are two similar sparrow species (*Passer montanus* and *P. domesticus*) among these frequently observed species, both named “sparrow” in German, we chose the house sparrow to diminish confusion. Carrion crows (*Corvus corone*) are also seen very often in gardens, but they are hard to distinguish from common ravens (*Corvus corax*), as their size is not properly visible in pictures. Therefore, we substituted this species by the Eurasian Siskin (*Spinus spinus*). The common wood pigeon (*Columba palumbus*) was replaced by the northern wren (*Troglodytes troglodytes*).

To quantify the species knowledge, we used a previously tested method [20–22]. Participants received 1.0 point per recognized species and 0.5 point per recognized superior taxonomic group, allowing participants to reach a maximum of 15 points. If the participants named the wrong species of the correct superior taxonomic group, they also received 0.5 point. If a participant, e. g., mixed up the blue tit with a great tit, the participant received 0.5 point for the superior taxonomic group but not the full score because the species was not correctly identified.

The sum of the points scored served as a measure of personal species knowledge. The reliability of the scale was calculated with Cronbach’s alpha. The value  $\alpha = 0.88$  indicates a high internal consistency of the scale [33].

To test the hypotheses, both difference and correlation analyses were performed. Since the hypothesis of normal distribution of the variable species knowledge was disproved by

the Shapiro–Wilk test ( $W(1003) = 0.98, p < 0.05$ ) and by the Kolmogorov–Smirnov test ( $D(1003) = 0.34, p < 0.05$ ), only nonparametric tests were conducted to test statistical significance.

Therefore, the Wilcoxon rank-sum test was used to determine significance of the rank-sum differences of two groups. For more than two groups, the Kruskal–Wallis test and pairwise analysis of rank-sum differences was performed, using the pairwise Wilcoxon rank-sum test with Bonferroni correction to counteract the multiple-comparisons problem. The threshold for significance was chosen to be  $p = 0.05$ . To determine the size of the difference between two medians, the effect size  $r$  was calculated. In the following, this is denoted by  $r_{\text{eff}}$  to distinguish it from the correlation coefficient. To examine correlations between the recognition rate of a species and its abundance, the Spearman correlation coefficient  $r$  was calculated.

Statistical analysis was conducted in RStudio 1.3.959 [34] in particular using the psych [35] and dplyr [36] packages.

Recognition rates were used to compare the popularity of the different bird species. According to previous studies, the recognition rate is the sum of scores for the species divided by the number of participants [20]. Therefore, it combines recognition on species at higher taxonomic levels. The higher this recognition rate, the better known the bird is within the test group (Table 2).

**Table 2.** Different categories of popularity defined by the recognition rates of the bird species.

Recognition Rate	Popularity of Species
100–75%	Well-known
74–50%	Rather well-known
49–25%	Rather unknown
24–0%	Unknown

To investigate the reasons for the different recognition rates of the species, Spearman correlation analyses were performed. Therefore, data on the abundances of the individual species were required. The percentages of Bavarian gardens in which a species was counted during the citizen-science projects garden bird count (“Stunde der Gartenvögel 2020”) and winter bird count (“Stunde der Wintervögel 2021”) were used to define the frequency of occurrence during summer as well as winter [32,37].

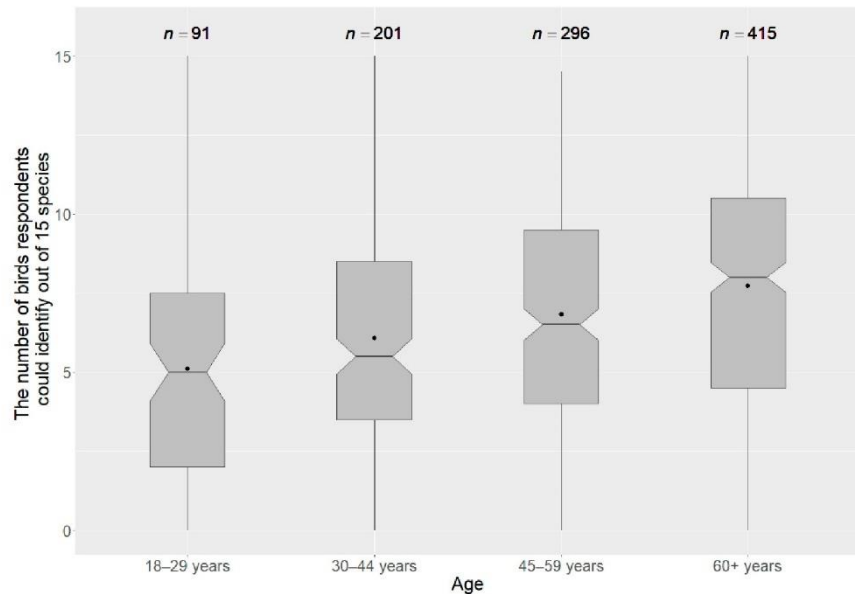
### 3. Results

The participants achieved an average of 6.89 (SD = 3.69) points, which corresponds to just under 46% of the maximum possible score of 15 points. Among the participants, 4.5% could not correctly identify a single bird species, and only 0.5% of the 1003 participants were able to correctly name all 15 species presented.

#### 3.1. Sociodemographic Factors

The performed Kruskal–Wallis tests revealed significant differences in the species knowledge for different age groups ( $\chi^2 = 52.097, df = 3, p < 0.001$ ) and the number of inhabitants in the current place of residence ( $\chi^2 = 9.5758, df = 3, p < 0.05$ ) as well as the number of inhabitants in the hometown ( $\chi^2 = 9.2291, df = 3, p < 0.05$ ).

In our test, older participants scored better on the bird identification test (Figure 1). The pairwise Wilcoxon rank-sum test showed that participants over 60 years performed significantly better than all other groups. They performed better than the group of 18- to 29-year-olds ( $W = 11,426, p < 0.001, r_{\text{eff}} = 0.24$ ), the 30- to 44-year-olds ( $W = 30,939, p < 0.001, r_{\text{eff}} = 0.19$ ), and the 45- to 59-year-olds ( $W = 52,668, p < 0.05, r_{\text{eff}} = 0.09$ ). The 45- to 59-year-old participants also performed significantly better than the 18- to 29-year-olds ( $W = 9731.5, p < 0.001, r_{\text{eff}} = 0.17$ ).



**Figure 1.** Bird species knowledge with standard deviation in error bars by participants of different age groups. Lower end of the boxplot shows the first quartile, the median is indicated by a line in the notch (95% confidence interval of the median) and the 75% quartile is marked by the upper end of the boxplot. The dot within the boxplot indicates the mean score.

Our results show a decrease in species knowledge with an increasing number of inhabitants in the current place of residence. However, the post hoc pairwise Wilcoxon rank-sum comparison showed only significant differences between participants from cities with over 100,000 inhabitants ( $M = 6.39$ ,  $SD = 3.68$ ) and those from places with under 5000 inhabitants ( $M = 7.32$ ,  $SD = 3.73$ ,  $W = 29,866$ ,  $p = 0.045$ ,  $r_{eff} = 0.05$ ).

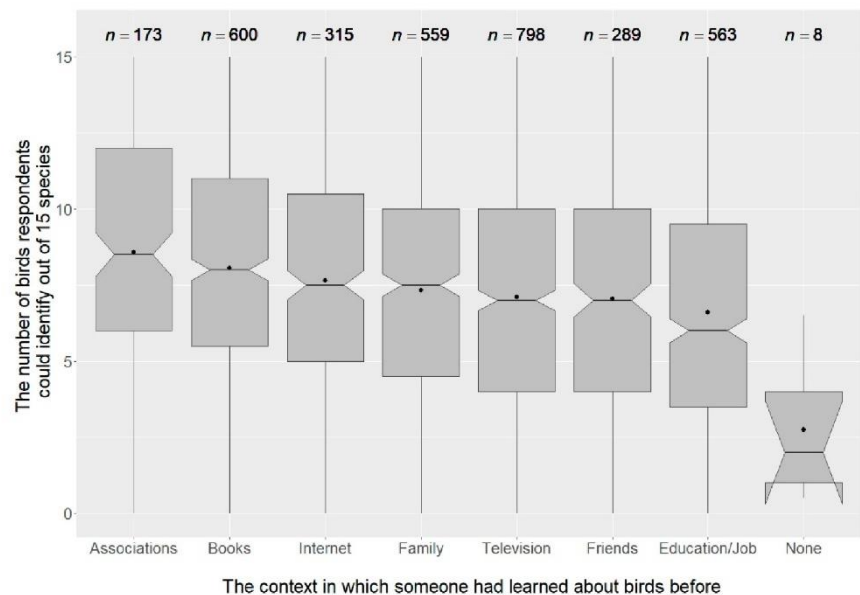
The pairwise Wilcoxon rank-sum comparison between groups with different numbers of inhabitants in their hometowns showed significant differences between people from cities with 20,000–100,000 inhabitants ( $M = 6.43$ ,  $SD = 3.62$ ) and those from places with less than 5000 inhabitants ( $M = 7.32$ ,  $SD = 3.65$ ,  $W = 35,063$ ,  $p = 0.03$ ,  $r_{eff} = 0.059$ ).

For the entirety of the respondents, no significant difference could be found between women and men. The education level of the participants as well as their political convictions had no significant effect on their performance in the test.

### 3.2. Sources of Species Knowledge

Bird species knowledge varied with the participants' chosen sources of information (Figure 2).

The highest score, with an average of 8.59 ( $SD = 3.9$ ) points was achieved by participants who stated that they had learned about birds through nature conservation organisations ( $n = 173$ ). Even though more than half of the participants ( $n = 563$ ) reported that they had gained knowledge about birds in the context of their job or education, this source achieved the lowest score with an average of 6.6 ( $SD = 3.63$ ) points and thus counts as a relatively inferior source of species knowledge. The fact that knowledge acquired through nature conservation organisations resulted in the highest species knowledge was also evident in other results shown in the following paragraphs.

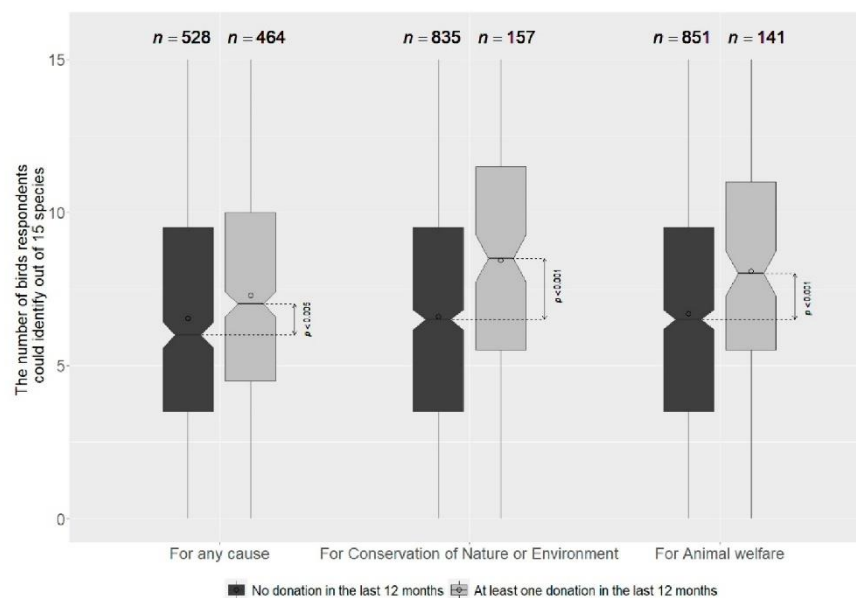


**Figure 2.** Bird species knowledge on the identification test depending on the specified source of knowledge. Lower end of the boxplot shows the first quartile, the median is indicated by a line in the notch (95% confidence interval of the median) and the 75% quartile is marked by the upper end of the boxplot. The dot within the boxplot indicates the mean score.

### 3.3. Species Knowledge and Attitude towards Nature Conservation

Participants who stated to be members of nature conservation organisations performed better than non-members. The Wilcoxon rank sum test showed a significant difference between these groups ( $W = 93,169$ ,  $p < 0.001$ ,  $r_{\text{eff}} = 0.26$ ). Donors to non-profit organisations were found to have significantly higher species knowledge than non-donors ( $W = 144,570$ ,  $p < 0.001$ ,  $r_{\text{eff}} = 0.1$ ). This was particularly true for people who said they had donated for nature conservation ( $W = 47,053$ ,  $p < 0.001$ ,  $r_{\text{eff}} = 0.17$ ) or animal welfare ( $W = 47,053$ ,  $p < 0.001$ ,  $r_{\text{eff}} = 0.13$ ) (Figure 3).

Participants who fed birds scored significantly higher on the identification test ( $\chi^2 = 51.717$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0.001$ ). Participants who reported feeding birds year-round had the highest result with an average of 8.46 (SD = 3.49) points. They performed significantly better than participants who fed birds exclusively in winter ( $M = 7.36$ ,  $SD = 3.6$ ,  $W = 32,143$ ,  $p < 0.001$ ,  $r_{\text{eff}} = 0.13$ ) and those who never fed birds ( $M = 5.68$ ,  $SD = 3.43$ ,  $W = 8956.5$ ,  $p < 0.001$ ,  $r_{\text{eff}} = 0.36$ ). The difference between feeding in winter and not feeding at all was also significant ( $W = 25,750$ ,  $p < 0.001$ ,  $r_{\text{eff}} = 0.2$ ). Participation in Citizen Science projects was also related to higher species knowledge. People who had participated multiple times in a garden or winter bird count achieved significantly higher scores ( $M = 10.66$ ,  $SD = 3.23$ ) than people who had not yet participated ( $M = 6.55$ ,  $SD = 3.57$ ,  $W = 11,140$ ,  $p < 0.001$ ,  $r_{\text{eff}} = 0.24$ ). Participation also resulted in a significantly higher score ( $M = 9.22$ ,  $SD = 3.01$ ) compared with non-participation ( $W = 5995$ ,  $p < 0.001$ ,  $r_{\text{eff}} = 0.13$ ).



**Figure 3.** Bird species knowledge of donors (grey) compared with non-donors (black) with significance level  $p$  and the number of participants in the group  $n$ . Lower end of the boxplot shows the first quartile, the median is indicated by a line in the notch (95% confidence interval of the median) and the 75% quartile is marked by the upper end of the boxplot. The dot within the boxplot indicates the mean value of the score.

### 3.4. Popularity of Species in Comparison

The recognition rates varied greatly between the species (Figure 4). At the species level, only the Eurasian blackbird was well-known, and three others (Eurasian magpie, European robin, Eurasian blue tit) were rather well-known. Eight of the remaining eleven species were rather unknown, and three (common chaffinch, house sparrow, Eurasian siskin) three were entirely unknown to the participants.

Five of the fifteen species were either identified at the species level or completely unknown. For the remaining ten, some proportions of the participants could identify these birds at the superior taxonomic level. For the house sparrow and the great spotted woodpecker, at the higher taxonomic level, the answers “sparrow” and “woodpecker”, respectively, contributed more than half of the score to total recognition rate, while almost one third of all participants named the great tit just “tit”.

Twelve of the fifteen bird species on the test had higher recognition rates within the group of adults compared with the similar survey with pupils [21]. Three species (Eurasian Siskin, northern wren and house sparrow) were more popular among children (Table 3).

Regarding the Spearman’s correlation analyses, the recognition rate was strongly correlated with the frequency of occurrence in gardens ( $p_{\text{winter}} = 0.01631$ ,  $r_{\text{winter}} = 0.62$ ,  $N_{\text{winter}} = 15$ ;  $p_{\text{summer}} = 0.005492$ ,  $r_{\text{summer}} = 0.69$ ,  $N_{\text{summer}} = 15$ ), with individual species deviating from this correlation (Table 3). An example for this is the chaffinch, which is one of the most common garden birds in Germany but had one of the lowest recognition rates.

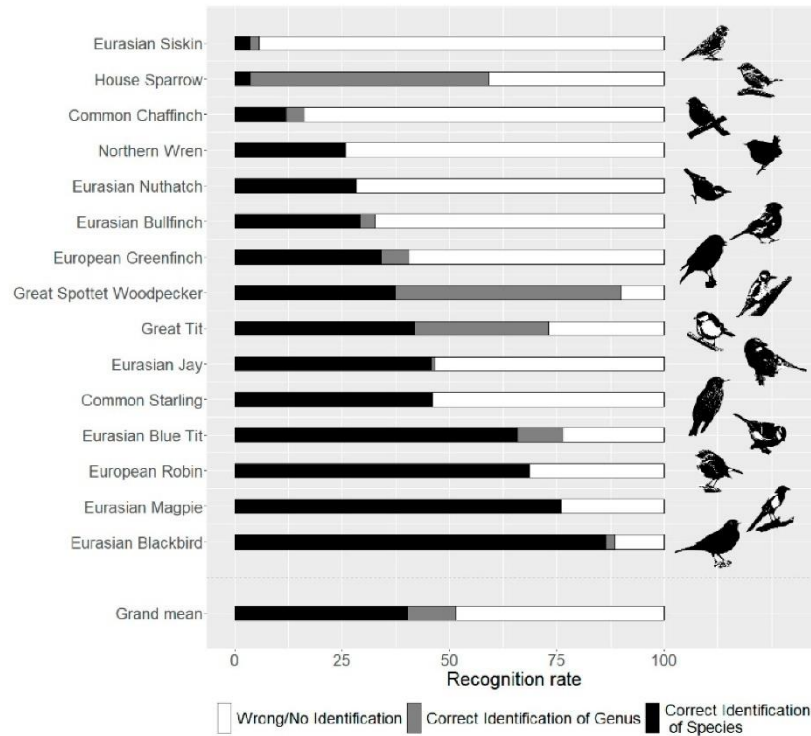


Figure 4. Species sorted by their recognition rates on species level.

Table 3. Recognition rates within the group of pupils and adults in comparison with the frequency of occurrence in gardens measured as the number of observations during the Citizen Science projects winter bird count 2021 and garden bird count 2020. Data from [21,32,37].

Species	Recognition Rate		Frequency of Occurrence in Gardens	
	Pupils [21]	Adults	Winter [32]	Summer [37]
Eurasian Blackbird	78%	87%	86%	94%
Eurasian Magpie	62%	76%	45%	55%
Eurasian Blue Tit	64%	71%	71%	63%
Eurasian Robin	67%	69%	58%	42%
Great Spotted Woodpecker	61%	64%	36%	28%
Great Tit	44%	55%	84%	81%
Eurasian Jay	36%	46%	14%	19%
Common Starling	32%	46%	2%	58%
European greenfinch	18%	37%	29%	37%
House Sparrow	39%	31%	54%	64%
Eurasian Bullfinch	21%	31%	8%	7%



Table 3. Cont.

	Recognition Rate		Frequency of Occurrence in Gardens	
Eurasian Nuthatch	24%	28%	28%	17%
Northern Wren	30%	26%	8%	5%
Common Chaffinch	14%	14%	44%	33%
Eurasian Siskin	11%	5%	19%	2%

#### 4. Discussion

In a situation where the shrinking of species knowledge runs parallel to the decline in species abundance and species richness, along with numerous factors like loss of biodiversity and well-being, the question arises of what are the factors that enhance species knowledge.

##### 4.1. Sociodemographic Factors

Concerning the parameters tested in our survey, species knowledge increases with age. In almost all other studies, age was also a significant predictor of species knowledge [38], but species knowledge does not simply increase with life experience; it also decreases when comparing age cohorts of different times. In the year 2007, German pupils scored 15% more points on a same-species identification test than they did in a follow-up study a decade later [20,21], for multiple possible reasons. Less training on birds due to changes in curricula [21] could be a reason for these differences between younger and older participants. Young adults up to age 25 years with a degree in higher secondary education were not taught in bird species during their time in grammar school due to the prevailing curriculum. Older participants with the same educational degree were educated in ornithology because it was mandatory in their curriculum. Nevertheless, these lessons in school are long ago, and probably much of their content is forgotten. Therefore, other explanations like changes in avian biodiversity [4,5], less observability in the living environment, or more interest in a more virtual world [22] should be taken into account to explain the changes in bird species knowledge along with age.

The hypothesis that people from rural areas should have better species knowledge, is supported in this study. This is in line with other studies [39]. Nevertheless, the small difference in species knowledge between the inhabitants of rural and urban areas is rather surprising, since several surveys summarized in [40] report a strong disconnection between urban citizens and nature. This disconnection seems to have only a small influence on bird species knowledge as other surveys observed even slightly better bird species knowledge in the group of urban citizens [21] or no significant influence of the hometown's number of inhabitants at all [19,20]. Another study found hometown sizes not relevant, but a distance >10 km to the next forest patch was correlated with a lower identification score [38]. Although we did not test the species knowledge of different indigenous groups, our results might support the presumption that members of post-industrial societies have less knowledge of nature than members of indigenous communities [41]. Further research on this topic might be helpful for clarifying this open question.

Previous studies confirm that a connection to nature is mainly formed in childhood [21,22,39]. Our results indicate that it is not the size of the hometown where people grew up that makes the difference but a different factor (like, e.g., influence of relatives) that has yet to be identified in future studies.

Nevertheless, this study is the first presentation of baseline bird species knowledge among a representative population of German adults. Further investigations on the effectiveness of educational projects to foster species knowledge could be evaluated in a pre-/posttest design using our data as a reference. This could show how bird species knowledge is evolving in the future.

#### 4.2. Knowledge and Connectiveness with Nature

Our study showed that people with higher scores on our species knowledge test were more active in citizen science projects and in nature conservation organizations and vice versa. The fact that repeated participation in citizen science projects resulted in the highest scores suggests that participation leads to a learning effect in terms of species knowledge or vice versa: That is, people with higher test results, i.e., a better knowledge of bird biodiversity, might have had greater willingness to act proactively for nature conservation such as donating money to an NGO. The higher knowledge of species among donors could be due to a comparatively high interest in nature and animal protection-related issues. This knowledge motivates people to protect nature by donating money for its conservation. However, the results also show that donating increases with age.

A representative 2019 study about nature awareness in Germany took a closer look at social milieus and species knowledge [42]. Members of the nature-loving milieus of the liberal-intellectuals and social-ecologicals had the best species knowledge. These milieus also show a high willingness to preserve biological biodiversity. This is an indication of the strong interaction between connectiveness with nature, species knowledge and attitude towards nature conservation.

However, species knowledge is not important only for nature conservation efforts. Studies show that species knowledge is a key factor for personal well-being [11,12]. Bird related activities could therefore enhance the quality of life.

#### 4.3. Sources of Species Knowledge

The points above highlight the importance of species knowledge for natural research, conservation and personal well-being, but how is species knowledge formed and acquired?

Comparing different sources of species knowledge showed large differences. NGO educational programs seemed to have the highest effect regarding providing species knowledge, while education and job environments ranked last. However, while educational programs offered by NGOs are voluntary and more likely to be taken up by people interested in nature, schooling is not. This could also explain the differences in the resulting scores.

Species knowledge develops best in an experiential and interactive way [21,22,43]. The comparison of a teacher-centred form of instruction and a form of instruction in which pupils worked in small groups with bird specimens, which resembles the environmental education offered by NGOs, showed that the group that actively engaged with the birds had higher species knowledge.

As the basis of species knowledge is laid during childhood, schools should be a key factor. However, formal education procedures performed poorly in our study. Other authors suspect curriculum changes, such as the missing thematization of native birds, as a reason for the decline in species knowledge [21]. The changing orientation of universities toward a focus on molecular biology and the accompanying reduction of taxonomic chairs could also be a reason why formal education processes are not very successful in teaching species knowledge [43]. Therefore, self-learning processes should be initiated to improve species knowledge, especially within the group of adults who are no longer part of the educational system [44].

But how do adults learn about birds? The most frequent mentions of television and books as the origin of species knowledge differ substantially in their ability to impart species knowledge. Following the ICAP model explaining the effectiveness of different teaching methods [45], it can be assumed that a mere passive consumption of bird-related content like in TV broadcasts leads to only small gains in species knowledge. While the consumption of books represents a more active action, the knowledge gain is higher than in passive learning processes. However, books dealing with birds are also more likely to be consumed by people already interested in the subject, whereas television programs such as nature documentaries probably appeal to a wider audience.

The internet ranked third in its ability to impart species knowledge. It offers numerous platforms and identification aids for beginners, advanced users and specialists with

regard to species knowledge and is expected to show increasing influence as a source of information for those interested. There is a wide range of different online materials from more or less passive tools that range from written books to explanatory videos similar to TV broadcasts, but with a special focus on bird-related content. Most recently, the online teaching community has also developed learning materials that engage the learners in a constructive or even interactive way [46–48]. The users have to fulfil certain tasks in an online connected group and obtain corrected feedback similar to formal education processes. As this kind of teaching is most effective [45], efforts should be made to promote these platforms. Further investigations should also clarify which teaching materials are most suitable for adults according to their effectiveness, acceptance and availability.

#### 4.4. Popularity of Species

Birds were quite unknown to the adult participants in this survey. This is in line with findings from previous studies indicating that birds are the least-known group of vertebrates among German pupils [20]. These findings are quite surprising, as birds are—compared with other vertebrates—rather easy to observe due to their diurnal activities and their comparatively small flight distances. In addition, their agility and their colourful plumage are fascinating to watch. However, our results show that outside of the group of “birders”, most species are rather unknown or even unknown to the majority of citizens.

To explain the different recognition rates of species is not an easy task. One key factor seems to be the frequency of observing the species: The more frequently the bird appears near human settlements, e.g., in gardens, the higher its recognition rate, although there are exceptions to this phenomenon. One of the most abundant German birds, the chaffinch, was unknown to more than three quarters of the participants: That is, almost everyone has seen a chaffinch, but only a few people can recognize and name it properly.

There are probably additional factors influencing the recognition rates, e.g., the morphology of the bird. The four biggest birds in the test are among the five species with the highest recognition rates, but size does not seem to be the only morphological characteristic influencing the species' recognition rates. Species with eye-catching colours are more popular than inconspicuous birds. Featherings with rich contrasts seem to foster the ability to recognize the bird. Good examples are the black body with eye-catching yellow beak of the blackbird, the black and white colours of the magpie or the iridescent shining of the starling. The number of different colours in the plumage seems to be less important in explaining the popularity of species, as there are colourful birds among the rather well-known species (e.g., great and blue tit) as well as among the (rather) unknown birds (chaffinch, nuthatch, siskin).

In previous surveys on German pupils, there was a correlation between the German species name and the popularity of the bird [49]. Our test supports the hypothesis that species with names referring to morphological characteristics are easier to recognize than others. The German names for the robin and the blue tit include the colour of the plumage, and both species are rather well-known. On the other hand, the greenfinch does not fit this model, as its name contains a morphological characteristic, but the species is actually rather unknown.

The significant difference in the recognition rates for the great spotted woodpecker versus the house sparrow at the species level and at a superior taxonomic level lead to a linguistic explanation for why some species are more popular than others: For these two birds, the participants in our test used the classification for the family because this is also the name of these birds in everyday language. The participants were probably not aware that there was more than one species in this superior taxonomic group. They did not know that there is a field sparrow in addition to the house sparrow or several quite similar woodpeckers in addition to the one in our test.

Therefore, species knowledge is more than knowing the name of the bird. It is necessary to know about the existence of other similar species in order to distinguish them properly. Further investigations should be conducted to verify this hypothesis using

individuals of the same species with different looks (old and young, male and female) and different species that are quite similar.

## 5. Conclusions

We tested a representative sample of adults in Germany for the first time. These data could be an important baseline for evaluating the success of a wide range of educational strategies to improve bird species knowledge. This makes it possible to filter the results for crucial predictors like age, the source of species knowledge and the conspicuousness of species. We showed that people with higher species knowledge had stronger connectiveness with nature and were more willing to act proactively for nature conservation.

**Author Contributions:** Conceptualization: P.E., B.S., V.Z. and T.G.; methodology: P.E., B.S., V.Z. and T.G.; formal analysis: P.E. and B.S.; investigation: P.E. and B.S.; data curation: P.E.; writing—original draft preparation: P.E. and B.S.; writing—review and editing: P.E., B.S., V.Z. and T.G.; All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

**Funding:** This research was funded by the Bavarian Nature Conservation Fund.

**Institutional Review Board Statement:** Approval was obtained from the local ethics committee.

**Informed Consent Statement:** Informed Consent was waived since the survey was conducted in an online panel with strict separation of survey data and personal data. At no point were answers given by panel participants merged with data that would allow conclusions to be drawn about individual persons. The data collected was processed anonymously, i.e. survey results were summarized in anonymous data records and also transmitted only in this form. Since the results were passed on anonymously, separate consent is not required for this re-search project.

**Data Availability Statement:** The data presented in this study are available on the Open Science Framework at <https://osf.io/j24bs/files/> (Accessed on 21 August 2022).

**Acknowledgments:** We thank the Bavarian Nature Conservation Fund for financing this study. We acknowledge support by the Landesbund für Vogelschutz (LBV). In addition, we would like to declare our gratitude to the anonymous revisors, who improved our manuscript by their comments.

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## References

1. Harfoot, M.B.J.; Johnston, A.; Balmford, A.; Burgess, N.D.; Butchart, S.H.M.; Dias, M.P.; Hazin, C.; Hilton-Taylor, C.; Hoffmann, M.; Isaac, N.J.B.; et al. Using the IUCN Red List to map threats to terrestrial vertebrates at global scale. *Nat. Ecol. Evol.* **2021**, *5*, 1510–1519. [CrossRef] [PubMed]
2. Díaz, S.; Settele, J.; Brondízio, E.; Ngo, H.T.; Guèze, M.; Agard, J.; Arneth, A.; Balvanera, P.; Brauman, P.; Butchart, S.; et al. *Summary for Policymakers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*; United Nations: San Francisco, CA, USA, 2019.
3. Gregory, R.; Noble, D.; Field, R.; Marchant, J.; Raven, M.J.; Gibbons, D. Using birds as indicators of biodiversity. *Ornis Hung.* **2003**, *12*, 11–24.
4. Inger, R.; Gregory, R.; Duffy, J.P.; Stott, I.; Voříšek, P.; Gaston, K.J. Common European birds are declining rapidly while less abundant species' numbers are rising. *Ecol. Lett.* **2015**, *18*, 28–36. [CrossRef] [PubMed]
5. Brlík, V.; Šilarová, E.; Škorpilová, J.; Alonso, H.; Anton, M.; Aunins, A.; Benkő, Z.; Biver, G.; Busch, M.; Chodkiewicz, T.; et al. Long-term and large-scale multispecies dataset tracking population changes of common European breeding birds. *Sci. Data* **2021**, *8*, 21. [CrossRef]
6. Kamp, J.; Frank, C.; Trautmann, S.; Busch, M.; Dröschmeister, R.; Flade, M.; Gerlach, B.; Karthäuser, J.; Kunz, F.; Mitschke, A.; et al. Population trends of common breeding birds in Germany 1990–2018. *J. Ornithol.* **2020**, *162*, 1–15. [CrossRef]
7. Bilton, D.T. What's in a name? What have taxonomy and systematics ever done for us? *J. Biol. Educ.* **2014**, *48*, 116–118. [CrossRef]
8. Palmberg, I.; Hermans, M.; Jeronen, E.; Kärkkäinen, S.; Persson, C.; Yli-Panula, E. Nordic Student Teachers' Views on the Importance of Species and Species Identification. *J. Sci. Teach. Educ.* **2018**, *29*, 397–419. [CrossRef]
9. Randler, C. Teaching Species Identification—A Prerequisite for Learning Biodiversity and Understanding Ecology. *Eurasia J. Math. Sci. Technol. Ed.* **2008**, *4*, 223–231. [CrossRef]
10. Keniger, L.E.; Gaston, K.J.; Irvine, K.N.; Fuller, R.A. What are the benefits of interacting with nature? *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2013**, *10*, 913–935. [CrossRef]
11. Cox, D.T.C.; Gaston, K.J. Likeability of Garden Birds: Importance of Species Knowledge & Richness in Connecting People to Nature. *PLoS ONE* **2015**, *10*, e0141505. [CrossRef]

12. Marselle, M.R.; Martens, D.; Dallimer, M. Review of the Mental Health and Well-being Benefits of Biodiversity. In *Biodiversity and Health in the Face of Climate Change*; Marselle, M.R., Stadler, J., Korn, H., Irvine, K.N., Bonn, A., Eds.; Springer International Publishing: Cham, Cambodia, 2019; pp. 175–214. ISBN 978-3-030-02317-1.
13. Marselle, M.R.; Stadler, J.; Korn, H.; Irvine, K.N.; Bonn, A. (Eds.) *Biodiversity and Health in the Face of Climate Change*; Springer International Publishing: Cham, Cambodia, 2019; ISBN 978-3-030-02317-1.
14. Miller, J.R. Biodiversity conservation and the extinction of experience. *Trends Ecol. Evol.* **2005**, *20*, 430–434. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
15. Jones, D.N.; James Reynolds, S. Feeding birds in our towns and cities: A global research opportunity. *J. Avian Biol.* **2008**, *39*, 265–271. [[CrossRef](#)]
16. Zelenski, J.M.; Nisbet, E.K. Happiness and Feeling Connected. *Environ. Behav.* **2014**, *46*, 3–23. [[CrossRef](#)]
17. Belaire, J.A.; Westphal, L.M.; Whelan, C.J.; Minor, E.S. Urban residents' perceptions of birds in the neighborhood: Biodiversity, cultural ecosystem services, and disservices. *Condor* **2015**, *117*, 192–202. [[CrossRef](#)]
18. Dallimer, M.; Irvine, K.N.; Skinner, A.M.J.; Davies, Z.G.; Rouquette, J.R.; Maltby, L.L.; Warren, P.H.; Armsworth, P.R.; Gaston, K.J. Biodiversity and the Feel-Good Factor: Understanding Associations between Self-Reported Human Well-being and Species Richness. *BioScience* **2012**, *62*, 47–55. [[CrossRef](#)]
19. Hooykaas, M.J.D.; Schilthuizen, M.; Aten, C.; Hemelaar, E.M.; Albers, C.J.; Smeets, I. Identification skills in biodiversity professionals and laypeople: A gap in species literacy. *Biol. Conserv.* **2019**, *238*, 108202. [[CrossRef](#)]
20. Gerl, T.; Randler, C.; Neuhaus, B.J. Vertebrate species knowledge: An important skill is threatened by extinction. *Int. J. Sci. Educ.* **2021**, *43*, 928–948. [[CrossRef](#)]
21. Gerl, T.; Almer, J.; Zahner, V.; Neuhaus, B.J. BISA-Test—Evaluation of Pupils' Knowledge of Native Bird Species in Germany. *Z. Für Didakt. Der Nat.* **2018**, *24*, 235–249, (In German with English abstract). [[CrossRef](#)]
22. Zahner, V.; Blaschke, S.; Fehr, P.; Herlein, S.; Krause, K.; Lang, B.; Schwab, C. Bird species knowledge of pupils in Bavaria. *Vogelwelt* **2007**, *128*, 203–214, (In German with English abstract). [[CrossRef](#)]
23. Randler, C. War früher alles besser?: Eine Untersuchung zu Wirbeltierartenkenntnissen bei Schülerinnen und Schülern. *Nat. Und Landsch.* **2006**, *81*, 547. (In German)
24. Chand, V.S.; Shukla, S.R. Biodiversity Contests': Indigenously Informed and Transformed Environmental Education. *Appl. Environ. Educ. Commun.* **2003**, *2*, 229–236. [[CrossRef](#)]
25. Tartowski, A. Parent-Child Conversations About Biological Kinds as a Potential Contributor to the Variability in Biological Knowledge. *Psychol. Lang. Commun.* **2019**, *23*, 238–276. [[CrossRef](#)]
26. Remmele, M.; Lindemann-Matthies, P. Like Father, Like Son? On the Relationship between Parents' and Children's Familiarity with Species and Sources of Knowledge about Plants and Animals. *Eurasia J. Math., Sci. Technol. Ed.* **2018**, *14*, em1581. [[CrossRef](#)]
27. Hooykaas, M.J.D.; Schilthuizen, M.; Albers, C.J.; Smeets, I. Species identification skills predict in-depth knowledge about species. *PLoS ONE* **2022**, *17*, e0266972. [[CrossRef](#)]
28. Peterson, M.N.; Chesonis, T.; Stevenson, K.T.; Bondell, H.D. Evaluating relationships between hunting and biodiversity knowledge among children. *Wildl. Soc. Bull.* **2017**, *41*, 530–536. [[CrossRef](#)]
29. Prokop, P.; Kubiak, M.; Fančovičová, J. Slovakian Pupils' Knowledge of, and Attitudes toward, Birds. *Anthrozoös* **2008**, *21*, 221–235. [[CrossRef](#)]
30. Randler, C.; Höllwarth, A.; Schaal, S. Urban Park Visitors and Their Knowledge of Animal Species. *Anthrozoös* **2015**, *20*, 65–74. [[CrossRef](#)]
31. Güllner, M.; Schmitt, L.H. Innovation in der Markt- und Sozialforschung: Das forsa.omninet-Panal. *Soz. Und Berufsprax.* **2004**, *27*, 11–22. (In German)
32. Landesbund für Vogelschutz. Stunde der Wintervögel. 2021. Available online: <https://www.lbv.de/stunde-der-wintervoegel/live-ergebnisse/?period=ALL&place=ALL&seasonYear=2021#/observ> (accessed on 8 April 2022). (In German).
33. Diekmann, A. *Sozialforschung. Grundlagen, Methoden, Anwendungen*, 13th ed.; Rowohlt Taschenbuch Verlag: Reinbek bei Hamburg, Germany, 2020; pp. 221–223. ISBN 3-499-55551-4. (In German)
34. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing: Vienna, Austria, 2020. Available online: <http://www.R-project.org> (accessed on 21 August 2022).
35. Revelle, W. psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research. Available online: <https://CRAN.R-project.org/package=psych> (accessed on 21 April 2022).
36. Wickham, H.; Francois, R.; Henry, L.; Müller, K. dplyr: A Grammar of Data Manipulation. Available online: <https://dplyr.tidyverse.org> (accessed on 21 August 2022).
37. Naturschutzbund Deutschland. Stunde der Gartenvögel 2020. Available online: [https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/stunde-der-gartenvoegel/ergebnisse/15767.html?jahr=2020&bundesland=Bayern&vogelart=Rotkehlchen&ort=#sd\\_tabelle](https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/stunde-der-gartenvoegel/ergebnisse/15767.html?jahr=2020&bundesland=Bayern&vogelart=Rotkehlchen&ort=#sd_tabelle) (accessed on 8 April 2022).
38. Randler, C.; Heil, F. Determinants of Bird Species Literacy-Activity/Interest and Specialization Are More Important Than Socio-Demographic Variables. *Animals* **2021**, *11*, 1595. [[CrossRef](#)]
39. Prévot, A.-C.; Cheval, H.; Raymond, R.; Cosquer, A. Routine experiences of nature in cities can increase personal commitment toward biodiversity conservation. *Biol. Conserv.* **2018**, *226*, 1–8. [[CrossRef](#)]

40. Freeman, L.; Harris, F.; Loynes, C. Nature Connection. In *Outdoor Environmental Education in Higher Education. International Explorations in Outdoor and Environmental Education*; Thomas, G., Dymont, J., Prince, H., Eds.; Springer: Cham, Cambodia, 2021; Volume 9. [CrossRef]
41. Spoon, J. Quantitative, qualitative, and collaborative methods: Approaching indigenous ecological knowledge heterogeneity. *Ecol. Soc.* **2014**, *19*, 33. [CrossRef]
42. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. *Naturbewusstsein 2019: Bevölkerungsumfrage zu Natur und biologischer Vielfalt*; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Berlin, Germany, 2019. (In German)
43. Randler, C. Comparing methods of instruction using bird species identification skills as indicators. *J. Biol. Educ.* **2002**, *36*, 181–188. [CrossRef]
44. Schulte, R.; Jedicke, E.; Lüder, R.; Linnemann, B.; Munzinger, S.; von Ruschkowski, E.; Wägele, W. Eine Strategie zur Förderung der Artenkenntnis: Bedarf und Wege zur Qualifizierung von Naturbeobachtern, Artenkennern und Artenspezialisten. *Nat. und Landsch.* **2019**, *51*, 210–217. (In German)
45. Chi, M.T.H.; Wylie, R. The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educ. Psychol.* **2014**, *49*, 219–243. [CrossRef]
46. Cornell lab of ornithology. Cornell Lab of Ornithology. Available online: <https://www.birds.cornell.edu/home/> (accessed on 21 April 2022).
47. Gerl, T. Vogel-Kurs. Available online: [www.artenwissen.online](http://www.artenwissen.online) (accessed on 21 April 2022). (In German).
48. Gerl, T. Das BISA-Projekt-Naturkunde 4.0. In *Die Tafel Muss Raus!? Unterrichten Agil, Digital, Modern*, 1st ed.; Sengpiel, J., Smolka, D., Eds.; Wolters Kluwer Deutschland: Hürth, Germany, 2020; pp. 178–189. ISBN 978-3-556-07380-3. (In German)
49. Randler, C.; Metz, K. Zusammenhänge zwischen Artenkenntnis und Artnamen. *Prax. Der Nat.–Biol. der Sch.* **2005**, *54*, 41–42. (In German with English abstract).

### 3.4 Anwendung I: Arten- und Formenkenntnis verbessern

Gerl, T., & Aufleger, M. (2022). Artenkenntnis - ein Fall für die Rote Liste? *Unterricht Biologie*, 46 (473). 2-9.<sup>10</sup>

Thomas Gerl / Monika Aufleger

## Artenkenntnis – ein Fall für die Rote Liste?

Mit digitalen Medien die Natur neu entdecken

1: Lehrkraft mit Lernenden einer 6. Klasse bei Naturbeobachtungen



### Artenkenntnis macht glücklich!

Untersuchungen zeigen eine enge Korrelation der persönlichen Lebensqualität von Testpersonen mit der Artenvielfalt in ihrer Umgebung (Marselle/Martens/Dallimer 2019). Noch interessanter sind jedoch Untersuchungen, die zeigen, dass die physische und mentale Gesundheit, sowie die persönliche Zufriedenheit vor allem davon abhängt, wie viele Arten die Testpersonen in ihrer Umgebung wahrnehmen und erkennen können (Cox/Gaston 2015). Zugespielt lassen sich die Ergebnisse mit folgendem plakativen Slogan zusammenfassen: „Artenkenntnis macht glücklich.“

Doch es geht um weit mehr als um das persönliche Glück. Der dramatische Verlust an biologischer Vielfalt gilt als eine der größten Krisen der Erde. Es ist also in unser aller Interesse, möglichst rasch Strategien zu entwickeln, um die Biodiversität unseres Planeten zu retten.

Diese Herausforderung kann nur gemeistert werden, wenn in der Bevölkerung eine entsprechende Handlungsbereitschaft besteht. Für viele Personen aus der Naturschutzpraxis ist taxonomisches Wissen die wichtigste Grundlage, um sich für den Schutz der Umwelt einzusetzen (Sturm/Berthold 2015). Empirisch konnte dieser Zusammenhang allerdings nicht so klar belegt werden. Untersuchungen zeigen zwar, dass Jugendliche, die sich im Naturschutz einsetzen oder einsetzen wollen, eine höhere Artenkenntnis haben. Es bleibt aber unklar, ob diese Kenntnisse die Voraussetzung oder die Folge des Einsatzes sind (Lude 2001; Hosaka/Sugimoto/Numata 2017).

Doch egal, ob erst die Henne oder das Ei da war: Um Lösungsansätze in der Biodiversitätskrise zu entwickeln, ist taxonomisches Know-how vieler Expertinnen und Experten nötig, die es immer seltener gibt. Fachleute sprechen sogar von einer Erosion der Artenkenntnis (Frobel/Schlumprecht 2016).

Der weltweite Verlust an Biodiversität gilt als eine der größten Krisen der Erde. Doch nicht nur die biologische Vielfalt geht in rasendem Tempo verloren, auch das Wissen um die Tiere und Pflanzen scheint vom Aussterben bedroht.

Neueste Untersuchungen zur Artenkenntnis von Schülerinnen und Schülern zeigen, dass Kinder und Jugendliche erstaunlich wenige Arten ihrer Umgebung kennen und gleichzeitig dieses Fachwissen in den vergangenen zehn Jahren deutlich zurückgegangen ist. Doch müssen Kinder überhaupt Arten kennen?

Ja. Die taxonomische Bildung ist eine wichtige Maßnahme, um den globalen Verlust der biologischen Vielfalt zu stoppen. Den digitalen Medien kommt dabei eine Schlüsselrolle zu.

### Erschreckende Erkenntnisse der Bildungsforschung

In den letzten Jahren gab es einige Studien zur Wirbeltierartenkenntnis von deutschen Kindern und Jugendlichen – mit erschreckendem Ergebnis (Gerl/Almer/Zahner/Neuhaus 2018;

Sturm/Voigt-Heucke/Mortega/Moormann 2020; Gerl/Randler/Neuhaus 2021). Die Artenkenntnis der Getesteten war in allen Untersuchungen gering. Außerdem ist sie in den letzten Jahren im Vergleich zu ähnlichen Untersuchungen aus den Jahren 2006 und 2007 signifikant gesunken: bei Wirbeltieren um etwa 15 Prozent, bei Vögeln sogar um 20 Prozent.

Dass die heimische Tierwelt so wenig bekannt ist, ist kein deutsches Phänomen, sondern betrifft auch unsere europäischen Nachbarn. Das zeigen Untersuchungen aus der Schweiz (Remmele/Lindemann-Matthies 2018) oder den Niederlanden (Hooikaas/Schilthuis/Aten u.a. 2019). Was für Tiere gilt, trifft in noch stärkerem Maß auf Pflanzen zu (Lückmann/Menzel 2014; Kaasinen 2019). Hier etablierte sich bereits zu Beginn des Jahrtausends der Begriff „plant blindness“.

Schülerinnen und Schüler sind oft erstaunt, dass nicht alle gelben Pflanzen Löwenzahn heißen. Diese Unterrichtserfahrungen lassen die These zu, dass die Pflanzenkenntnisse in Deutschland auf jeden Fall verbesserungswürdig sind.

<sup>10</sup> Dieser Artikel wurde mit Erlaubnis des Friedrich Verlags abgedruckt (© 2022 Friedrich Verlag GmbH, Hannover)

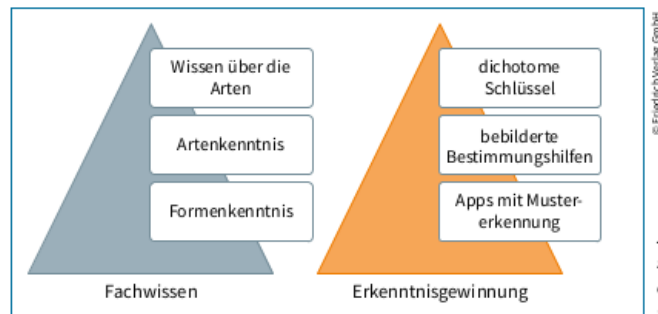
Eine schnelle Bildungsoffensive wäre nötig, um den Schwund des Wissens über Biodiversität rasch zu stoppen. In der nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt findet sich bereits seit dem Jahr 2007 das Aktionsfeld „Bildung und Information“. Dort werden Maßnahmen vorgeschlagen, mit denen breite Bevölkerungsschichten für die Problematik sensibilisiert werden sollen, indem unter anderem die Artenkenntnis verbessert wird. Eine solche, letztlich noch zu entwickelnde Bildungsstrategie lässt sich mit der Talentförderung im Sport vergleichen. So, wie die Zahl der Spitzenathleten und -athletinnen steigt, je mehr Personen diesen Sport mit Freude ausüben, so könnte bei entsprechender Förderung auch die Zahl der Spitzentaxonominnen und -taxonominnen ansteigen (Schulte / Jedicke / Lüder u. a. 2019).

Wenn sich insgesamt mehr Menschen mit der Vielfalt der Organismen beschäftigen, wird auch die Expertise in diesem Bereich steigen. Der Biologieunterricht wäre eine ideale Plattform, um allen Kindern und Jugendlichen die Chance zu geben, ihr Interesse an Flora und Fauna zu entdecken. Doch geben das die Bildungspläne der Länder her?

### Artenkenntnis in der Schule

Die Analyse von alten Lehrwerken und Bildungsplänen zeigt seit dem 19. Jahrhundert einen zunehmenden Rückgang der organismischen Biologie im Unterricht (Gerl / Urbasik 2019). Bedenkt man, dass in diesem Zeitraum durch die Explosion des Wissens in allen biologischen Teildisziplinen viele neue Lerninhalte Einzug in die Lehrpläne erhalten haben und dadurch die organismische Biologie aus dem Unterrichtsalltag notgedrungen zurückgedrängt wurde, sind diese Befunde wenig überraschend. In den nationalen Bildungsstandards für die Sekundarstufe I ist das „Bestimmen einheimischer Lebewesen“ als Teil des Kompetenzbereichs „Erkenntnisgewinnung“ verbindlich vorgeschrieben.

Eine Analyse der aktuell gültigen Lehrpläne aller deutschen Bundesländer zeigt, dass taxonomische Inhalte vor allem in den Jahrgangsstufen 5 und 6 verortet sind und sich die Bildungspläne zum Teil deutlich voneinander unterscheiden (Lindemann-Matthies / Remmele 2021).



2: Kompetenzstrukturmodell der taxonomischen Bildung

Das scheint sich – zumindest in einigen Bundesländern – gerade zu ändern. Im jüngsten, sich gerade noch im Aufbau befindenden Lehrplan für das neunjährige bayerische Gymnasium werden für alle Jahrgangsstufen in der Sekundarstufe I Exkursionen in schulnahe Ökosysteme (Abb. 1) verpflichtend vorgeschrieben und das Wort „Artenkenntnis“ taucht über ein Dutzend Mal auf.

### Von der Artenkenntnis zur taxonomischen Bildung

In einem umfassenden Bildungskanon sollte Artenkenntnis weit mehr sein, als das reine Zuordnen von Namen zu Lebewesen mit bestimmten Merkmalskombinationen. Grundsätzlich lassen sich taxonomische Inhalte besonders gut den Kompetenzbereichen „Fachwissen“ und „Erkenntnisgewinnung“ zuordnen (Abb. 2). Es ergeben sich aber auch Schnittmengen zum Kompetenzbereich „Bewerten“, zum Beispiel, wenn es darum geht, die Rolle des Menschen und seine Eingriffe in Ökosysteme aus ethischer Sicht zu analysieren.

### Erkennen von Arten (Fachwissen)

Das Wiedererkennen einer gelernten Art – hier im Sinne des morphologischen Artbegriffs – ist Teil des biologischen Fachwissens. Dabei lassen sich drei Anforderungsniveaus unterscheiden (Kasten 1).

Die Verknüpfung zusätzlicher Informationen mit dem Artnamen ist besonders bedeutsam für die Lernwirksamkeit, da die reinen Artnamen erst durch die Vernetzung mit anderen Bereichen besser im Gedächtnis bleiben. Ob es dazu eine verbindliche Liste der zur „Allgemeinbildung“ gehörenden Arten“ braucht, ist fraglich. Eine solche kanonische Herangehensweise hätte auf der einen Seite den Vorteil der allgemeinen Verbindlichkeit. Die Auswahl der Arten ist dabei allerdings nicht trivial, da sie sich selbstverständlich an regionalen Besonderheiten orientieren muss. Kinder und Jugendliche an der Küste sehen andere Lebewesen in ihrem Nahraum als jene in alpinen Lagen und sollten damit jeweils andere Arten kennen.

Sicher ist jedoch, dass ein solider Grundstock an sicher erkannten Arten

### 1 | Anforderungsniveaus für das Erkennen von Arten

- **Formenkenntnis:**  
Ein Lebewesen wird einer höheren taxonomischen Gruppe zugeordnet.  
*Beispiel:* Eine Kohlmeise wird als Meise erkannt.
- **Artenkenntnis:**  
Arten werden voneinander abgegrenzt und benannt.  
*Beispiel:* Eine Kohlmeise wird identifiziert und von ähnlichen Arten, wie der Tannenmeise, abgegrenzt.
- **Wissen über die Art:**  
Der Artnamen ist bekannt und zusätzliche Informationen zur Ökologie, Systematik, Lebensweise und zu Ähnlichem werden abgerufen.  
*Beispiel:* Die Kohlmeise ist ein Standvogel, der bei uns überwintert.



## 2 | Bestimmungsmethoden mit unterschiedlichen Schwierigkeitsstufen

- **Bestimmungsmethode 1:** Mit einer Bestimmungssapp (zum Beispiel *Flora Incognita*, *BirdNET*) Arten automatisch erkennen.
- **Bestimmungsmethode 2:** Artbestimmung durch genaues Vergleichen des realen Objektes mit vorgegebenen Abbildungen (Fotos, Illustrationen).
- **Bestimmungsmethode 3:** Artbestimmung durch die Nutzung eines dichotomen oder polytomen Bestimmungsschlüssels.

es ungemein erleichtert, neue Arten zu lernen. Solche Referenzarten können die Basis bilden – eine Art Bezugssystem – um unbekannte Arten zu entdecken. Wer gegenständige Blätter und zygomorphe Blüten als gemeinsames Merkmal aller Lippenblütler erkennt – das heißt, grundsätzliche Muster wahrnimmt – wird sich leichter in der Vielfalt des Lebendigen zurechtfinden. Erst wer ein Rotkehlchen sicher erkennt, wird die Unterschiede zwischen anderen rotgefiederten Vögeln entdecken und beim Anblick eines männlichen Buchfinks seltener in Gefahr kommen, die Arten zu verwechseln (Abb. 3). Der Aufbau taxonomischer Bildung sollte somit auch immer eine „Schule des Sehens“ sein. Die genaue Naturbeobachtung erschließt den Lernenden dabei eine neue Welt, die vielfältiger ist, als sie glauben.

### Bestimmen von Arten (Erkenntnisgewinnung)

Die Methoden zur Identifikation unbekannter Lebewesen gehört im Sinne der Bildungsstandards zum Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“. Durch die Nutzung digitaler Medien ergeben sich heute für den Unterricht ganz neuartige Bestimmungsmethoden (Gerl/Mair/Aufleger 2020). Wieder lassen sich drei Schwierigkeitsstufen unterscheiden (Kasten 2).

Der niederschwellige Einstieg über die Nutzung einer Bestimmungssapp wirkt auf viele Menschen – nicht nur auf Kinder und Jugendliche – motivierend. Das zeigen die hohen Nutzerzahlen. Gleichzeitig besteht bei diesen Apps die Gefahr einer zu oberflächlichen Betrachtung der Arten. Es wird zwar schnell ein Artnamen geliefert, aber das trägt nur wenig dazu bei, sich die Art samt ihren relevanten Merkmalen auch einzuprägen. Dies wird erst durch das Vergleichen eines realen Objektes mit vorgegebenen Abbildungen möglich. Dieses Niveau findet sich auf der zweiten Stufe des Modells wieder.

Die anspruchsvollste Bestimmungsvariante ist die Nutzung von dichotomen oder polytomen Bestimmungsschlüsseln. Sie erfordert ein hohes Abstraktionsvermögen und grundlegende Kenntnisse der Morphologie und Fachsprache, liefert aber vor allem für schwierigere Taxa auch heute noch verlässlichere Ergebnisse als die künstliche Intelligenz.

Geübte Artenkennende entwickeln mit der Zeit einen sogenannten „Habitusblick“, das heißt, sie erkennen zum Beispiel die Pflanze an bestimmten Kombinationen der Differenzialmerkmale. Eine Fähigkeit, die sehr viel Übung erfordert und daher nicht das Ziel des Schulunterrichts sein kann.

## Naturbeobachtung versus mediale Vermittlung

Doch wie lässt sich taxonomische Bildung im Biologieunterricht am besten vermitteln? Schon die frühen Naturkundelehrkräfte aus dem 19. Jahrhundert vom Schläge eines Otto Schmeil wussten um die Bedeutung der direkten Naturbeobachtung. Auch jüngere Untersuchungen machen die seltener werdenden Naturerfahrungen der Kinder für den Rückgang der Artenkenntnis verantwortlich (Pilgrim/Cullen/Smith/David/Pretty 2008). Ein differenzierter Blick in die empirischen Daten bestätigt diese Einschätzung jedoch nur zum Teil.

Viele Kinder und Jugendliche erkennen charismatische Arten, vor allem größere Säugetiere, obwohl sie in freier Wildbahn meist nicht zu sehen sind. Andererseits kennen sie kaum Vogelarten, die an vielen Futterhäusern gut beobachtet werden können (Abb. 4). Dementsprechend spielt auch die Anzahl an Exkursionen für die Wirbeltierartenkenntnis keine Rolle (Gerl u. a. 2021). Die Kenntnis der Wirbeltierarten von Kindern beruht also eher auf medial vermittelten Erfahrungen als auf realer Naturbeobachtung.

Betrachtet man diese Ergebnisse zur Artenkenntnis von Wirbeltieren, so stellt sich die Frage, ob die reale Naturbeobachtung ausgedient hat? Sind Exkursionen obsolet, weil sie die Artenkenntnis ohnehin nicht steigern? Das Gegenteil ist der Fall. Doch dazu bedarf es eines genaueren Blicks auf die entsprechenden Untersuchungen.

Im Gegensatz zur Artenkenntnis bei Tierarten steigt die Artenkenntnis bei Pflanzen sehr wohl mit der Anzahl der direkten Begegnungen (Lindemann-Matthies 2002). Da sich Tierarten wie Ringelnatter, Rebhuhn & Co auf Exkursionen kaum beobachten lassen, haben die Kinder die Tiere in den seltensten Fällen gesehen, obwohl sie an Exkursionen teilgenommen haben. Diese These wird durch Untersuchungen zur Artenkenntnis heimischer Singvögel gestützt. Kinder, die eine Vogelfütterung in ihrem Umfeld hatten oder gar an der Stunde der Garten- beziehungsweise Wintervögel teilnahmen, erkannten signifikant mehr Arten, als jene Testpersonen, die keine solchen Beobachtungsebenen hatten (Gerl u. a. 2018).

Es kommt also nicht darauf an, wie

3: Rotkehlchen (links) und Buchfink-Männchen (rechts) – leicht zu verwechseln?



viele Exkursionen eine Person macht, sondern wie viele Arten sie dabei wahrnimmt. Stetes Entdecken beziehungsweise Wiedererkennen von Lebewesen in der Natur führt zu einem besonderen Kompetenzerleben und durch die Wiederholung quasi automatisch zur Festigung der Artenkenntnis.

**Indoor oder outdoor?**

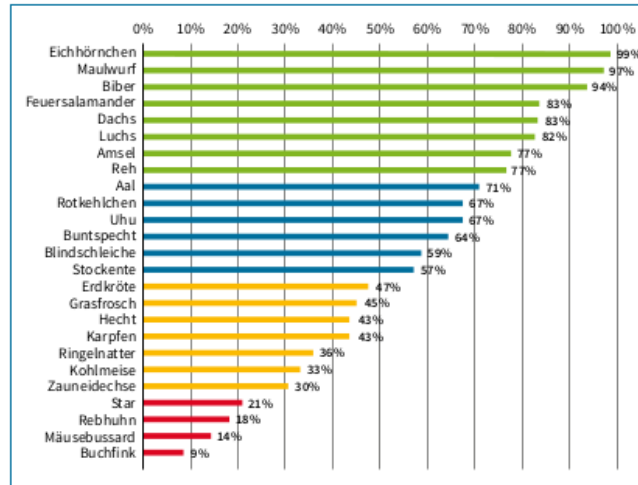
Doch leider ist die Beobachtung von Wildtieren im schulischen Zusammenhang kaum planbar. Deshalb sollten Lehrkräfte beim Aufbau taxonomischer Bildung die Stärken des gut strukturierten Unterrichts im Klassenzimmer mit motivierenden Naturerfahrungen an außerschulischen Lernorten verknüpfen.

Im Idealfall werden Exkursionen kognitiv entlastet und damit für Kinder spannender, wenn die Lernenden so vorbereitet werden, dass sie bestimmte Arten bereits im Vorfeld im Klassenzimmer lernen, um sie draußen „nur“ noch zu finden. Dabei bietet sich der in Abb. 5 dargestellte, für heimische Vogelarten entwickelte, aber ebenso auf andere Organismengruppen übertragbare, Lerngang an (Gerl/Hollweck/Almer/Herden 2017).

Die Durchführung einer Exkursion mit Kindern erfordert im Vorfeld eine sehr anspruchsvolle und aufwendige Planung, wenn kognitive Lerninhalte mit emotionalen Naturerfahrungen verbunden werden sollen. Um einen solchen Ausflug abwechslungsreich zu gestalten, bietet es sich an, Lernelemente nach dem in Abb. 6 dargestellten 4E-Modell zu kombinieren. Dabei sollten die einzelnen Elemente in etwa den gleichen zeitlichen Umfang innerhalb der Exkursion einnehmen.

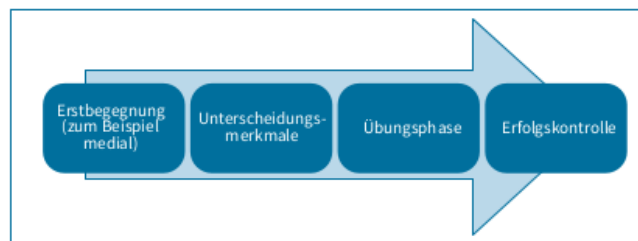
**Digitale Medien in der taxonomischen Bildung**

Bei all diesen Aktivitäten – egal, ob beim Outdoor-Einsatz auf einer Exkursion oder im Klassenzimmer – sind digitale Medien wirksame Helfer, um Kinder und Jugendliche für die heimische Flora und Fauna nachhaltig zu begeistern und den Unterricht schüleraktivierend zu gestalten. Dabei ergeben sich außerdem vielfältige Einsatzmöglichkeiten, von denen eine Auswahl im Folgenden vorgestellt wird.



Grafik: © Friedrich Verlag GmbH nach einer Idee von Gerl u. a. 2017

4: Bekanntheit heimischer Wirbeltierarten bei 984 bayerischen Gymnasiastinnen und Gymnasiasten der Jahrgangsstufe 6



Grafik: © Friedrich Verlag GmbH

5: Ein möglicher Weg zur Artenkenntnis

<b>Erkennen</b>	Die Lernenden ordnen Lebewesen im Gelände ihren (Art-) Namen zu, indem sie bereits bekannte Spezies finden oder unbekannte Arten bestimmen. <b>Beispiel:</b> Finden bestimmter Arten mit einem Beobachterpass
<b>Entdecken</b>	Die Lernenden suchen nach einer möglichst großen Zahl an Lebewesenarten, um die Vielzahl und Vielfalt der Lebewesen sichtbar zu machen. <b>Beispiel:</b> verschiedene Insektenfangmethoden erproben
<b>Erforschen</b>	Die Lernenden beantworten eine Forschungsfrage. Dabei setzen sie Messgeräte, Zählverfahren oder ähnliches ein, um (quantitative) Daten zu sammeln, die im Nachgang analysiert werden können. <b>Beispiel:</b> Messung abiotischer Faktoren
<b>Erleben</b>	Die Lernenden nutzen spielerische Lernformen oder künstlerische Aktivitäten, um den ästhetischen Wert der Natur als persönliche Naturerfahrung wahrzunehmen. <b>Beispiel:</b> Landart oder Naturerfahrungsspiele nach Cornell

Grafik: © Friedrich Verlag GmbH

6: Das 4E-Modell zu den Lernelementen einer Exkursion

Eine reale Naturbeobachtung zeigt stets nur eine Momentaufnahme aus dem gesamten Leben eines Individuums. In der Regel sind nur wenige Lebensäußerungen, Verhaltensweisen und manchmal nicht einmal alle relevanten Bestimmungsmerkmale sichtbar. Die Fülle dieser Erscheinungen wird für die Lernenden erst durch Medien wie

Videos sichtbar. Merkmalskombinationen und Hinweise zur Ökologie der Art sollten dabei mit spannenden Anekdoten – sogenannten „Fun Facts“ – zu den Lebewesen verbunden sein. Da solche Informationen oft schwierig zu recherchieren sind, entlastet die Nutzung vorhandener Materialien die Lehrkräfte bei der Vorbereitung.

7: Internetreihe „Annas Bäume“ (Screenshot)

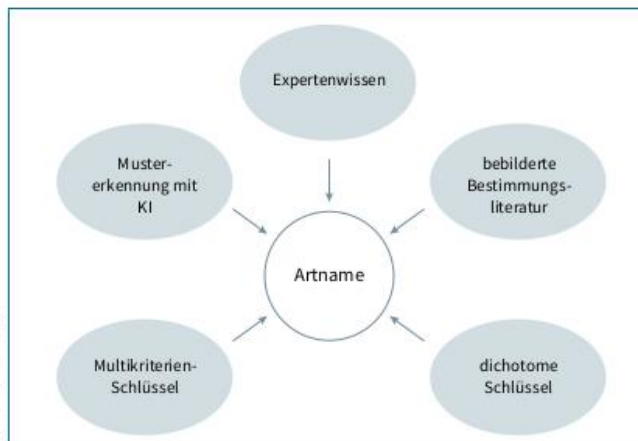


Foto: © Dominik Tischbirek, Text und Bildmedienproduktion: LMU München (Urheber: Rechteinhaber)

In einschlägigen Videoportalen und Mediatheken der Fernsehsender findet sich eine Fülle entsprechender Programme, die in kindgerechter Art und Weise Lebewesen vorstellen, die vor allem für Lernende der Sekundarstufe I geeignet sind, zum Beispiel „Anna und die wilden Tiere“. Die Filme unterscheiden sich allerdings oft stark in Länge und Inhalt und passen nicht immer zu den Lernzielen der Stunde.

Eine weitere spannende Möglichkeit, Filme beziehungsweise Filmausschnitte einzusetzen, sind QR-Code- oder GPS-gestützte Rallyes im Freiland. Dabei werden die Kinder und Jugendlichen wie bei einer Schnitzeljagd durch das Exkursionsgebiet geleitet und erhalten an verschiedenen Stationen im Gelände Instruktionen via QR-Code oder GPS-Signal (Schneider/Schaal 2018; Knoblich 2020). Außerdem bietet sich eine Rallye von Baum zu Baum an (Abb. 7), bei der einzelne Gehölze mit Filmen aus der Reihe „Annas Bäume“ in kurzen Videos vorgestellt werden (Gerl 2020d).

8: Überblick über verschiedene Methoden zur Ermittlung eines Artnamens



Grafik: © Friedrich Verlag GmbH

### Bestimmungshilfen

Bis vor wenigen Jahren ließen sich unbekannte Arten nur mit dem Blick in Bestimmungsbücher identifizieren. Heute sind illustrierte Bestimmungswerke („Bildersammlungen“) oder interaktive Schlüssel wie *ID-Logics* auf Smartphones verfügbar (Groß 2017). Die weltweite Vernetzung hat Kommunikationsmöglichkeiten mit Expertinnen und Experten geschaffen, die aus geographisch weiter Entfernung bei der Bestimmung über Forendienste helfen können.

Außerdem revolutionierte die Mustererkennung mithilfe der künstlichen Intelligenz den gesamten Bestimmungsvorgang. Arten können darüber sicher und vor allem sehr schnell bestimmt werden. Innerhalb kürzester Zeit lassen sich zum Beispiel Artenlisten verschieden genutzter Flächen erstellen und miteinander vergleichen. Abb. 8 gibt einen Überblick über verschiedene Bestimmungstools, die in einem anderen Heft dieser Zeitschriftenreihe (UB 453) ausführlich diskutiert werden (Gerl u.a. 2020).

Neben der Nutzung vorhandener Bestimmungstools kann es von großem didaktischem Wert sein, die Lernenden

9: Neueste Bilder und regionale Beobachtungen in naturgucker.de (Screenshot)

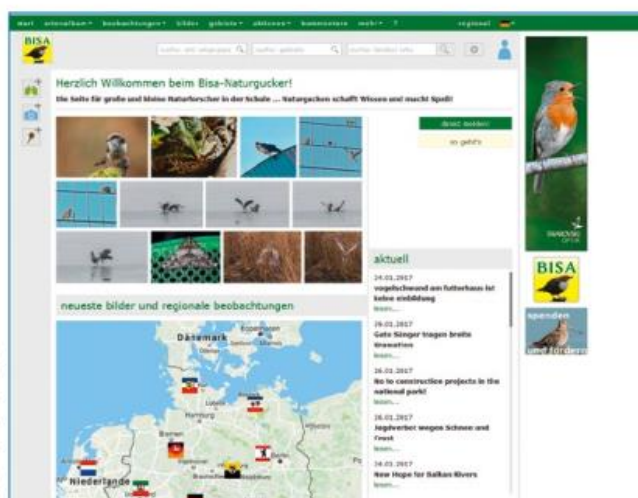


Bild: © www.naturgucker.de

ihre eigenen digitalen Werkzeuge zur Identifikation von Arten herstellen zu lassen. Der Beitrag „[DigitIB – ein interaktives Lernwerkzeug zur Artbestimmung](#)“ zeigt, wie sich mithilfe von Rätseln morphologische Merkmale spielerisch und motivierend erlernen lassen.

### Finden von Arten

Online-Dokumentationsplattformen wie zum Beispiel [naturgucker.de](#) oder [iNaturalist](#) können mit ihren riesigen Datenbanken helfen, ein geeignetes Exkursionsgebiet in Schulumnähe zu finden. Die Beobachtungen der Nutzerinnen und Nutzer werden mithilfe interaktiver Karten ([Abb. 9](#)) dargestellt. Dies hilft Lehrkräften nicht nur bei der Suche nach einem geeigneten Gebiet, sondern entlastet sie auch in der Vorbereitung, da sie durch die entsprechenden Daten bereits eine erste Artenliste für das Gebiet erhalten.

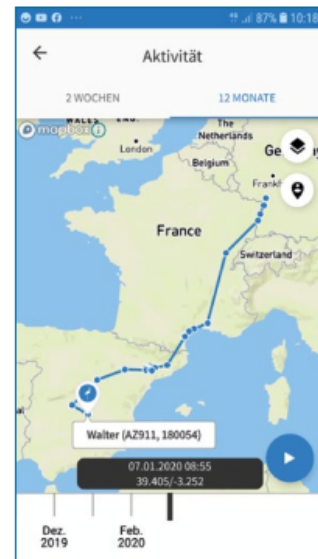
Besonders reizvoll ist es, die Migrationsbewegungen einzelner, mit GPS-Sendern ausgestatteter Individuen zu verfolgen. So lässt sich zum Beispiel der Vogelzug mit der Animal-Tracker-App ([Abb. 10](#)) nahezu in Echtzeit mitverfolgen. Wie bei einer digitalen Schnitzeljagd kann man sich sogar auf die Suche nach einzelnen Tieren begeben (Gerl 2020c; Förtsch / Ledl / Förtsch 2020).

### Dokumentation und Auswertung

Online-Dokumentationsplattformen helfen nicht nur bei der Recherche von Arten und Gebieten. Sie bieten auch zahlreiche Möglichkeiten, um die Daten im Unterricht zu analysieren und daraus kleine Citizen-Science-Projekte zu etablieren. Citizen Science bedeutet Bürgerforschung. Dabei werden unter Beteiligung von Personen ohne wissenschaftlichen Hintergrund neue wissenschaftliche Erkenntnisse generiert ([UB 469](#)). Es ergeben sich unter anderem folgende Möglichkeiten (ausführliche Darstellung in Gerl 2018):

- vorhandene Beobachtungen geographisch und phänologisch auswerten,
- eigene Gebiete anlegen und (langfristig) beobachten,
- Artenlisten für definierte Regionen erstellen,
- langfristigen Wandel in Biozöosen entdecken.

Doch auch ohne Online-Dokumentationsplattformen bieten digitale Medien die Möglichkeit, unterschiedlichste Naturbeobachtungen ästhetisch anspruchsvoll zu dokumentieren und die gesammelten Daten verfügbar zu machen. Entsprechende Beispiele liefern die Beiträge „[Biodiversität auf dem Schulhof](#)“ und „[Outdoor & online Pflanzen entdecken](#)“ in diesem Unterricht-Biologie-Heft.



Grafik: © Max-Planck-Institut für Verhaltensbiologie

10: Zugroute des Weißstorks „Walter“ aus der Animal-Tracker-App

### Gamification

Die Einbindung spielerischer Elemente, wie Punktesysteme, Ranglisten oder Wettbewerbe, wirkt in vielen Fällen stark motivierend auf Lernende. Gerade beim Erwerb taxonomischer Bildung bieten sich solche Lernformen an, um Unterscheidungsmerkmale herauszuarbeiten oder Merkmalskombinationen zu üben (Gerl 2020a). Digitale Erfolgskontrollen mit sich selbst korrigieren-

Anzeige



**max-wissen.de**  
Aus der Forschung direkt in die Schule

mRNA-Impfstoffe, CRISPR-Cas, Stammzellen, Epigenetik ...  
Sie suchen Aktuelles und Spannendes aus der Forschung für den Biologieunterricht? Auf der neu gestalteten Website [max-wissen.de](#) finden Sie kostenfreie Medien und aktuelle Informationen, aufbereitet für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II.

Bilder, Grafiken, Audiodateien, Filme und interaktive Übungen gibt es im Bereich **max-media**. Gestalten Sie mit den Bausteinen Ihre eigenen Materialien und digitalen Lernumgebungen.

**NEUGIERIG AUF WISSENSCHAFT?**



Die bewährten **BIOMAX-Hefte** erklären Grundlagen und berichten über aktuelle Forschungsergebnisse. Bei vielen Ausgaben gibt es zusätzlich Aufgaben für die Oberstufe. Die vierseitigen Hefte stehen als PDF-Dateien oder in gedruckter Form zur Verfügung.



**Kennen Sie unseren Service für Fachleitungen?** Wir senden Ihnen Ansichtsexemplare der neuen MAX-Hefte für Ihre Fachgruppe automatisch an die Schule. Schreiben Sie uns eine E-Mail mit Ihrem Namen, der Schuladresse und Nennung der Fachleitung an: [service@max-wissen.de](mailto:service@max-wissen.de)

**Ins Gespräch kommen mit Forscherinnen und Forschern**  
Die Website bündelt die Angebote vieler Max-Planck-Institute wie Schülerlabore, Besuche an Instituten, Vorträge, Führungen oder Citizen-Science-Projekte. Entdecken Sie jetzt die Max-Planck-Welt für Schulen auf [max-wissen.de!](#)



11: Homepage des BISA-Projekts mit zahlreichen spielerischen Übungen zu heimischen Tieren und Pflanzen (Screenshots)

den Tools geben den Lernenden ressourcenschonend Feedback über ihren Lernfortschritt (Gerl 2020f, 2020e). Solche Übungen kann man mithilfe von Learning-Apps, H5P oder anderen Plattformen leicht selbst erstellen. Viele fertige Übungen finden sich zum Beispiel auf der Homepage des BISA-Projekts (Abb. 11) der Ludwig-Maximilians-Universität München (<https://www.bisa100.de>) (Gerl 2020b).

Über diese eher repetitiven Prozesse hinaus lassen sich auch komplexere Spiele konstruieren, um taxonomische Bildung zu fördern. Sehr häufig simulieren diese Spiele reale Situationen, in denen die Spielenden bestimmte Aufgaben meistern müssen. Dabei kann das Spiel selbst ausschließlich in der virtuellen Umgebung bleiben (Beitrag: *Der Artbegriff im Wandel der Zeit*) oder aber die virtuelle Welt mit der realen Naturerfahrung verbinden. Diese sogenannten Geogames machen den Lernenden nicht nur Spaß, sondern können im Idealfall sogar die lokale Biodiversität fördern (Schaal 2021).

Der Beitrag „Beeactive – Pflanzenvielfalt zum Schutz der Bienen“ zeigt, wie digitale Lernspiele eingesetzt werden könnten, um taxonomische Bildung zu fördern.

### Ausblick: Mit taxonomischer Bildung der Klimakrise begegnen

Um den globalen Verlust der biologischen Vielfalt zu stoppen oder wenigstens zu verlangsamen, ist – genau wie in der Klimakrise – eine enorme Kraftanstrengung in vielen gesellschaftlichen Bereichen nötig. Neben dem Erhalt von Lebensräumen, dem Stopp von Gifteinträgen in die Natur und anderen Notwendigkeiten ist die taxonomische Bildung eine weitere wichtige Maßnahme, um dieser Krise zu begegnen.

Dem Biologieunterricht kommt dabei eine besondere Verantwortung zu. Er muss Kinder und Jugendliche mit Wissen und Fähigkeiten ausstatten, die es ihnen ermöglichen, sich mit dem Thema fachlich auseinanderzusetzen, sich darüber hinaus eine eigene Meinung zu bilden und diese auch vertreten zu können.

Die Verknüpfung digitaler Medien mit der direkten Naturbeobachtung bietet die Chance, Schülerinnen und Schüler in einem handlungsorientierten Biologieunterricht für Flora und Fauna zu begeistern.

Dieses Unterricht-Biologie-Heft soll mit seinen Unterrichtsvorschlägen ei-

nen Beitrag dazu leisten, dass Kinder und Jugendliche im besten Sinne des Wortes nicht nur die Natur erforschen und die heimische Flora und Fauna besser kennenlernen, sondern dabei auch noch ihre Medienkompetenz verbessern.

### Literatur

- Cox, D. T. C./Gaston, K. J. (2015). Likeability of Garden Birds. Importance of Species Knowledge & Richness in Connecting People to Nature. *PLoS one*, 10 (11), e0141505. DOI: 10.1371/journal.pone.0141505
- Bruckmann, T./Lorke, L. (2021). Online Citizen Science. *Unterricht Biologie*, 469, Hannover: Friedrich Verlag
- Dietz, C./Dierkes, Paul (2017). Biodiversität in der Stadt. *Unterricht Biologie*, 428. Verfügbar unter: <https://www.friedrich-verlag.de/shop/biodiversitaet-in-der-stadt-53428>
- Förtsch, C./Ledl, M./Förtsch, S. (2020). Vögel im Winter: Bleiben oder flüchten? *digital unterrichten Biologie*, 4, S. 4–5, Hannover: Friedrich Verlag
- Frobel, K./Schlumprecht, H. (2016). Erosion der Artenkenntnis. Ergebnisse einer Befragung und notwendige Reaktionen. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 48 (4), S. 105–113
- Gerl, T. (2018). Outdoor & Online – Naturbeobachtung 2.0. *Biologie 5–10*, 22, S. 42–45. Hannover: Friedrich Verlag
- Gerl, T. (2020a). Aussterbende Artenkenntnis. Vogelarten kennenlernen. *Biologie 5–10*, 32, S. 10–11. Hannover: Friedrich Verlag
- Gerl, T. (2020b). *Das BISA-Projekt - Naturkunde 4.0*. In Jutta Sengpiel und Dieter Smolka (Hrsg.), *Die Tafel muss raus!? Unterrichten agil, digital, modern* (S. 178–189). 1. Aufl., 1. Band. Hürth: Wolters Kluwer Deutschland
- Gerl, T. (2020c). Der Vogelzug - eine faszinierende Reise. Nutzung von digitalen Daten zur Aufklärung chronobiologischer Phänomene. *Unterricht Biologie*, 451, S. 10–14. Hannover: Friedrich Verlag
- Gerl, T. (2020d). Mit QR-Codes von Baum zu Baum. *Biologie 5–10*, 30, S. 8–10. Hannover: Friedrich Verlag
- Gerl, T. (2020e). Spielerische Übungen mit „LearningApps“. *Biologie 5–10*, 30, S. 42–45. Hannover: Friedrich Verlag
- Gerl, T. (2020f). Stunde der Wintervögel. Vögel für den Unterricht anlocken, beobachten und bestimmen. *Biologie 5–10*, 32, S. 14–17. Hannover: Friedrich Verlag
- Gerl, T./Almer, J./Zahner, V./Neuhaus, B. J. (2018). Der BISA-Test. Ermittlung der Formenkenntnis von Schülern am Beispiel einheimischer Vogelarten. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24 (1), S. 235–249. DOI: 10.1007/s40573-018-0086-7
- Gerl, T./Hollweck, E./Almer, J./Herden, M. (2017). Artenkenntnis einheimischer Vögel. *Biol. Unserer Zeit*, 47 (4), S. 254–259. DOI: 10.1002/biuz.201710627
- Gerl, T./Mair, L./Aufleger, M. (2020). Bestimmungsmethoden 4.0. Mit digitalen Tools die Artenkenntnis erweitern. *Unterricht Biologie*, 453, S. 44–47. Hannover: Friedrich Verlag
- Gerl, T./Randler, C./Neuhaus, B. J. (2021). Vertebrate species knowledge: an important skill is threatened by extinction. *International Journal of Science Education*, S. 1–21. DOI: 10.1080/09500693.2021.1892232
- Gerl, T./Urbasik, M. (2019). Sterben Artenkennner aus? Bedeutung der Taxonomie im Biolo-

- gie-Unterricht einst und jetzt. *Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 72 (6), S. 510–516
- Groß, J. (2017). Digitale Bestimmungshilfen – Digitale Vermittlung von Artenkenntnis. *Biologie im naturwissenschaftlichen Unterricht* 5–10, 19, S. 22–25
- Hooykaas, M. J. D./Schilthuizen, M./Aten, C./Hemelaar, E. M./Albers, C. J./Smeets, I. (2019). Identification skills in biodiversity professionals and laypeople. A gap in species literacy. *Biological Conservation*, 238, 108202. DOI: 10.1016/j.biocon.2019.108202
- Hosaka, T./Sugimoto, K./Numata, S. (2017). Childhood experience of nature influences the willingness to coexist with biodiversity in cities. *Palgrave Commun.*, 3, S. 17071. DOI: 10.1057/palcomms.2017.71
- Kaasinen, A. (2019). Plant Species Recognition Skills in Finnish Students and Teachers. *Education Sciences*, 9 (2), S. 85. DOI: 10.3390/educsci9020085
- Knoblich, L. (2020). Digital gestützte Biodiversitätsexkursionen. *Biol. unserer Zeit*, 50 (2), S. 134–142. DOI: 10.1002/biuz.202010703
- Lindemann-Matthies, P. (2002). *Wahrnehmung biologischer Vielfalt im Siedlungsraum durch Schweizer Kinder*. In: Rainer Klee (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik*, S. 117–130
- Lindemann-Matthies, P./Remmele, M. (2021). Vermittlung von Artenkenntnis in der Schule – eine Analyse der Bildungspläne in Deutschland. *Natur und Landschaft*, 96 (8), S. 385–392
- Lückmann, K.–Menzel, S. (2014). Herbs versus trees. Influences on teenagers' knowledge of plant species. *Journal of Biological Education*, 48 (2), S. 80–90. DOI: 10.1080/00219266.2013.837404
- Lude, A. (2001). *Natureerfahrung und Naturschutzbewusstsein*. Innsbruck: Studien-Verlag
- Marseille, M. R./Martens, D./Dallimer, M. (2019). *Review of the Mental Health and Well-being Benefits of Biodiversity*. In: Melissa R. Marseille, Jutta Stadler, Horst Korn, Katherine N. Irvine und Aletta Bonn (Hrsg.), *Biodiversity and Health in the Face of Climate Change* (S. 175–214). Cham: Springer International Publishing
- Pilgrim, S. E./Cullen, L. C./Smith, D. J./Pretty, J. (2008). Ecological knowledge is lost in wealthier communities and countries. *Environmental science & technology*, 42 (4), S. 1004–1009. DOI: 10.1021/es070837v
- Remmele, M./Lindemann-Matthies, P. (2018). Like Father, Like Son? On the Relationship between Parents' and Children's Familiarity with Species and Sources of Knowledge about Plants and Animals. *EURASIA J. Math., Sci Tech. Ed.*, 14 (10). DOI: 10.29333/ejmste/92287
- Schaal, S. (2021). Natur und Kultur erspielen mit Geogames – ortsbezogene Smartphone-spiele gestalten. *Naturwissenschaften digital*, 2, S. 68–71
- Schneider, J./Schaal, S. (2018). Location-based smartphone games in the context of environmental education and education for sustainable development: fostering connectedness to nature with Geogames. *Environmental Education Research*, 24 (11), S. 1597–1610. DOI: 10.1080/13504622.2017.1383360
- Schulte, R./Jedicke, E./Lüder, R./Linnemann, B./Munzinger/Eick von Ruschkowski, S./Wägele, J. W. (2019). Eine Strategie zur Förderung der Artenkenntnis. Bedarf und Wege zur Qualifizierung von Naturbeobachtern, Artenkenner und Artenspezialisten. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 51 (05), S. 210–217
- Sturm, P./Berthold, T. (2015). Biodiversität im Unterricht – ein Konzept zur Umsetzung der Bayerischen Biodiversitätsstrategie im schulischen Bereich. *Anliegen Natur*, 37 (2), S. 76–83
- Sturm, U./Voigt-Heucke, S./Mortega, K. G./Moormann, A. (2020). Die Artenkenntnis von Berliner Schüler\_innen am Beispiel einheimischer Vögel. *ZfDN*, 26 (1), S. 143–155. DOI: 10.1007/s40573-020-00117-8
- Weitzel, H. (2013). *Mobiles Digitales Lernen. Unterricht Biologie*, 386. Verfügbar unter: <https://www.friedrich-verlag.de/shop/mobiles-digitales-lernen-53386>

#### Autor/Autorin

Thomas Gerl, Lehrer für Biologie und Chemie am Ludwig-Thoma-Gymnasium Prien, 2014 Deutscher Lehrpreis „Unterricht innovativ“, seit 2017 in der Lehrerbildung in der Didaktik der Biologie der LMU München

Monika Aufleger, Mitarbeiterin in der Didaktik der Biologie der LMU München

### 3.5 Anwendung II: Fachdidaktische Einsatzmöglichkeiten unterschiedlicher Bestimmungsmethoden

Gerl, T., Mair, L., & Aufleger, M. (2020). Bestimmungsmethoden 4.0: Mit digitalen Tools die Artenkenntnis erweitern. *Unterricht Biologie*, 44 (453), 44-47.<sup>11</sup>

#### Bio [digital]

Thomas Gerl/Lea Mair/Monika Aufleger

## Bestimmungsmethoden 4.0

### Mit digitalen Tools die Artenkenntnis erweitern

Artenkenntnis? Brauchen wir das noch? Laut dem jüngsten IPBES-Bericht sind weltweit circa eine Million Arten vom Aussterben bedroht (Díaz u. a. 2019). Doch nicht nur die Anzahl der bedrohten Arten wächst, auch die Artenkenntnis selbst droht auszusterben. Gerl u. a. (2018) zeigten, dass bayrische Gymnasiasten im Jahr 2017 zwanzig Prozent weniger Vogelarten erkannten als noch zehn Jahre zuvor. Für einen wirksamen Schutz der Biodiversität ist deren Kenntnis eine unabdingbare Voraussetzung. So definiert zum Beispiel die nationale Strategie zum Erhalt der Artenvielfalt den gezielten Aufbau von Artenkenntnis in ihrem Aktionsfeld C14 als ein zentrales Ziel (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2015). In Deutschland fanden diese Forderungen Eingang in die nationalen Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss. In diesen ist die

fachgemäße Arbeitsweise „Bestimmen“ als Teil des Kompetenzbereiches „Erkenntnisgewinnung“ aufgeführt (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder 2004) und somit auch in zahlreichen Lehrplänen verpflichtend vorgeschrieben. Dabei sollte der Weg zur Artenkenntnis bei ökologischen Fragestellungen beginnen (z. B.: Welche Pflanzen wachsen auf der Wiese?), bis mit zunehmender Artenkenntnis von selbst der Wunsch nach Ordnung in der Vielfalt entsteht. Auf diese Weise erschließt sich ein Weg ins systematische Denken der Taxonomie. Dies ist nicht nur für die Einteilung von Lebewesen von Nutzen, sondern findet auch im Alltag praktische Anwendungen, wie zum Beispiel beim Aufbau einer Verzeichnisstruktur für Computerdaten.

Neben der ökologischen Notwendigkeit und der schulischen Pflicht, sollte der Biologieunterricht vor allem Freude an der Naturbeobachtung und der Identifikation von Lebewesen wecken. Die Nutzung digitaler Endgeräte im Freiland kann dabei eine stark motivierende Wirkung ausüben (Schaal 2013). Legen wir den unterrichtlichen Erfolg auf die Erweiterung von Artenkenntnis, ist die Auswahl einer geeigneten, das heißt sowohl motivierenden als auch treffsicheren Bestimmungsmethode der Schlüssel zum unterrichtlichen Erfolg. **Abb. 1** gibt einen Überblick über gebräuchliche Varianten, um den Artnamen eines Lebewesens zu ermitteln.

Im Folgenden werden verschiedene Bestimmungsmethoden beschrieben und der Einsatz der digitalen Variante im Hinblick auf den potenziellen Mehrwert in verschiedenen Unterrichtssituationen beleuchtet. Dabei wird auf fachspezifische Aspekte fokussiert und der Mehrwert nach dem SAMR-Modell von Puentnerura (2006) beurteilt. Allge-

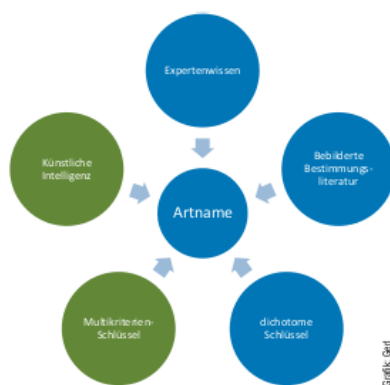
meine oder rein mediendidaktische Aspekte werden vernachlässigt. Die Auswahl der hier beschriebenen digitalen Werkzeuge ist eine Momentaufnahme eines sich dynamisch entwickelnden Marktes und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Alle hier vorgestellten Apps sind frei verfügbar.

#### Erfahrene Ansprechpartner

Begleitet eine Expertin oder ein Experte den Unterricht, so fällt die Bestimmung nicht schwer. Er beziehungsweise sie benennt die Art und macht auf wesentliche Merkmale aufmerksam. Diese instruktionale Methode ist jedoch meist wenig nachhaltig. Die Schülerinnen und Schüler sehen die Arten oft aus größerer Entfernung und hören den entsprechenden Namen.

Durch die Möglichkeiten, in sozialen Netzwerken Kontakt zu einer großen Anzahl an zeitlich und räumlich unabhängigen Expertinnen und Experten aufzunehmen, ergeben sich neue Möglichkeiten (**Abb. 2**). Neben den organisatorischen Vorteilen ist für eine Bestimmungsanfrage in einem Forum eine Bild- oder eine Audiodatei der Art nötig. Die Lernenden müssen die Art also selbst wahrgenommen haben, um die relevanten Merkmale digital festzuhalten. In den meisten Fällen ist an das Hochladen der Dateien eine Angabe von Fundort und -datum geknüpft, sodass sich die Lernenden intensiver mit der Art auseinandersetzen müssen. Nach dem SAMR-Modell darf das als Verbesserung (Augmentation) gegenüber der analogen Variante eingestuft werden.

Neben diversen Bestimmungsräumen in sozialen Netzwerken existieren auch spezielle Foren, die sich einer bestimmten taxonomischen Gruppe widmen (**Tab. 1**).



Grafik: Gerl

1: Überblick über verschiedene Methoden, um einen Artnamen zu ermitteln. Grün gekennzeichnete Varianten existieren nur in digitaler Form.

<sup>11</sup> Dieser Artikel wurde mit Erlaubnis des Friedrich Verlags abgedruckt (© 2020 Friedrich Verlag GmbH, Hannover)

**Bebilderte Bestimmungsliteratur**

Eine Sammlung von Abbildungen oder Fotos soll hier durch vergleichende Betrachtung zum Erfolg führen. Diese Methode wird im Unterricht sehr häufig eingesetzt, weil dieses Verfahren scheinbar einfach ist und der Blick für kritische Merkmalskombinationen geschult wird. Erfolgreich ist die Methode aber meist nur, wenn eine sehr begrenzte Zahl von Arten zur Auswahl steht. Erhöht sich die Anzahl der abgebildeten Arten, geht die Übersichtlichkeit verloren und das bebilderte Bestimmungswerkzeug liefert nur selten zufriedenstellende Ergebnisse. Nur Experten können aufgrund ihrer Vorkenntnisse die vergleichende Suche auf wenige Arten konzentrieren und bestimmen die Art zuverlässig.

Im Netz finden sich neben einschlägigen digitalisierten Werken zahlreiche Bildergalerien mit teilweise extrem vielen Bildern (Tab. 2). Die digitale Variante ersetzt hier im Kern lediglich gedruckte, bebilderte Bücher und liefert inhaltlich kaum einen Mehrwert.

**Dichotome Schlüssel**

Die Bestimmung mit dichotomen Schlüsseln entspricht höchsten fachlichen Ansprüchen. Allerdings ist diese Methode höchst fehleranfällig, weil die Anwender bis zum Artnamen viele, manchmal schwer zu fällende Entscheidungen treffen und mit einer Fülle oft sehr spezieller Fachbegriffe vertraut sein müssen. Zudem wird die Bestimmung eines Lebewesens mit dichotomen Schlüsseln von vielen Laien als äußerst mühsam bezeichnet und motiviert Lernende nur wenig dazu, sich mit dieser Artengruppe zu beschäftigen. Digitale Schlüssel beschreiben relevante Merkmale dabei nicht nur in Textform, sondern veranschaulichen sie in der Regel auch mit Abbildungen (Abb. 3). Trotz dieser Erleichterung (Augmentation) bleibt die Nutzung dichotomer Schlüssel zur Bestimmung artenreicher taxonomischer Gruppen meist Expertinnen und Experten vorbehalten. Sind in der Gruppe nur wenige Arten und die Bestimmungsmerkmale gut sichtbar, wie bei einheimischen



2: Beispiel für den Verlauf einer Bestimmungsanfrage im Netzwerk naturgucker.de

Lebewesengruppe	Bestimmungsforen (Beispiele)
übergreifend	<a href="https://www.naturgucker.de/natur.dll/\$/">https://www.naturgucker.de/natur.dll/\$/</a>
Pflanzen	<a href="https://forum.pflanzenbestimmung.de/forum/index.php">https://forum.pflanzenbestimmung.de/forum/index.php</a>
Vögel	<a href="https://www.vogelforen.de/forums/vogelbestimmung.6/">https://www.vogelforen.de/forums/vogelbestimmung.6/</a>
Schmetterlinge	<a href="http://www.lepiforum.de/">http://www.lepiforum.de/</a>
Käfer	<a href="https://www.kerbtier.de/">https://www.kerbtier.de/</a>

Tab. 1: Bestimmungsforen außerhalb der großen sozialen Netzwerke

Lebewesengruppe	Bildergalerien (Beispiele)
übergreifend	<a href="https://www.naturgucker.de/natur.dll/\$/">https://www.naturgucker.de/natur.dll/\$/</a>
Pflanzen	<a href="http://www.floraweb.de/">http://www.floraweb.de/</a>
Vögel	<a href="https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/stunde-der-gartenvoegel/vogelportraits/index.html">https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/stunde-der-gartenvoegel/vogelportraits/index.html</a>
Insekten	<a href="http://www.insektenbox.de/">http://www.insektenbox.de/</a> <a href="http://www.lepiforum.de/">http://www.lepiforum.de/</a> <a href="https://www.kerbtier.de/">https://www.kerbtier.de/</a>

Tab. 2: Bildergalerien im Internet



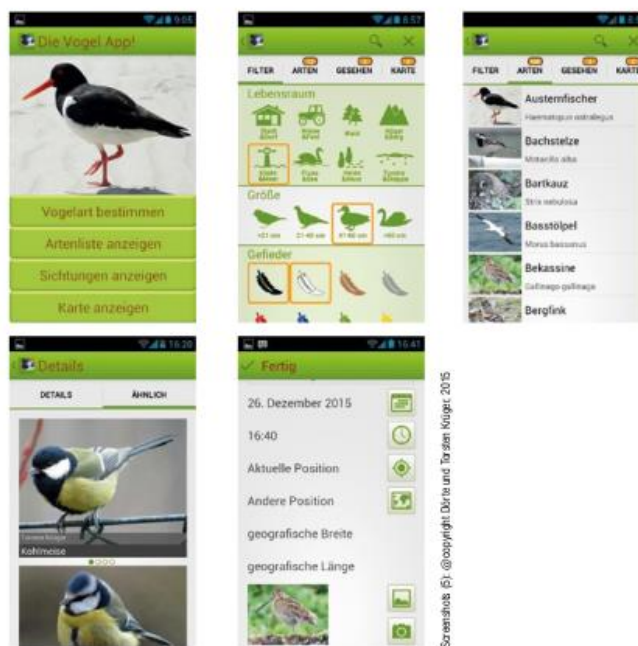
3: Screenshot aus dem dichotomen Schlüssel der Flora von Deutschland



Bio [digital]

Lebewesengruppe	Dichotome Schlüssel im Internet (Beispiele)
übergreifend	<a href="https://offene-naturfuehrer.de/web/Hauptseite">https://offene-naturfuehrer.de/web/Hauptseite</a>
Pflanzen	<a href="http://www.blumeninschwaben.de/">http://www.blumeninschwaben.de/</a> (Flora von Deutschland)
Amphibien	<a href="https://www.froschnet.ch/arten/bestimmungsschlues-sel.php">https://www.froschnet.ch/arten/bestimmungsschlues-sel.php</a>
Reptilien	<a href="https://www.reptilien-brauchen-freunde.de/kennz.html">https://www.reptilien-brauchen-freunde.de/kennz.html</a>
Großgruppen der Insekten	<a href="http://offene-naturfuehrer.de/web/%C3%9Cbersicht_In-sekten">http://offene-naturfuehrer.de/web/%C3%9Cbersicht_In-sekten</a>

Tab. 3: Internetbasierte dichotome Schlüssel



4: Screenshots aus der Vogelbestimmungsapp „Die Vogel App!“

Lebewesengruppe	Multikriterien-Schlüssel im Internet (Beispiele)
übergreifend	<a href="http://id-logics.com/">http://id-logics.com/</a> (ID-Logics)
Pflanzen	<a href="http://www.i-flora.com/">http://www.i-flora.com/</a> (IFlora)
Vögel	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=de.dkru.dievogelapp.lite&amp;hl=de_AT">https://play.google.com/store/apps/details?id=de.dkru.dievogelapp.lite&amp;hl=de_AT</a> (Die Vogel-App!)

Tab. 4: Multikriterien-Schlüssel im Internet

Amphibien, lohnt es sich, diese Methode im Unterricht einzusetzen. Der Blick wird auf wesentliche morphologische Merkmale gelenkt und das kriteriengeleitete Vergleichen intensiv geübt. Einige der bekanntesten dichotomen Schlüssel im Netz zeigt Tab. 3.

Multikriterien-Reduktionschlüssel

Im Gegensatz zu dichotomen Schlüsseln, die einen Bestimmungsweg genau vorgeben, macht die Anwenderin bzw. der Anwender bei Multikriterien-Schlüsseln Angaben zu Merkmalen,

die er bzw. sie beobachtet hat. Die Eingaben werden mit einer Datenbank verglichen und die entsprechenden Treffer herausgefiltert. Dadurch reduziert sich die Zahl der infrage kommenden Arten. Ist die Anzahl ausreichend klein, können zum Beispiel Bilder zu diesen Arten betrachtet werden, um die endgültige Entscheidung zum Artnamen zu treffen (Abb. 4). Ähnlich wie bei dichotomen Schlüsseln schult diese Methode das kriteriengeleitete Vergleichen und lenkt den Blick auf kritische Merkmale. Zudem ist die Bestimmung recht treffsicher, weil sie auf den von der Beobachterin bzw. von dem Beobachter sicher wahrgenommenen Merkmalen beruht. Dieses Verfahren basiert auf einer Merkmalsdatenbank und steht nur in (wenigen) digitalen Varianten zur Verfügung (Tab. 4). Gemäß dem SAMR-Modell erreicht diese Variante somit die Stufe der Neubelegung (Redefinition).

Automatische Erkennung

Die im Moment spannendste Entwicklung im Bereich digitaler Bestimmungshilfen ist die Nutzung algorithmischer Verfahren, die mithilfe einer Mustererkennung Arten automatisch bestimmen. Dabei existieren sowohl Bild- als auch Audio-Erkennungsroutinen. Diese Verfahren funktionieren nur bei webbasierten Anwendungen und haben in der analogen Welt keine Entsprechung. So sind sie alle als Neubelegung (Redefinition) zu klassifizieren.

Für die Identifikation nimmt die Nutzerin bzw. der Nutzer eine Bild- oder eine Audiodatei von der Art auf und schickt diese via Internet an einen Server. Die Informationen in der Datei sowie weitere Daten, wie GPS-Koordinaten des Fundorts, werden mit auf dem Server hinterlegten Mustern verglichen und daraus eine nach Ähnlichkeit geordnete Liste an Artvorschlägen errechnet. Weiterentwickelte Varianten dieser Programme, wie zum Beispiel Flora Incognita (Abb. 5), kennen inzwischen sogar ihre Grenzen. Ist eine Identifikation nicht möglich, weil die Bildqualität zu niedrig oder das Muster nicht eindeutig ist, fragt die App nach einem weiteren Bild und erreicht so Trefferquoten über neunzig Prozent (Rzanny u. a. 2019).

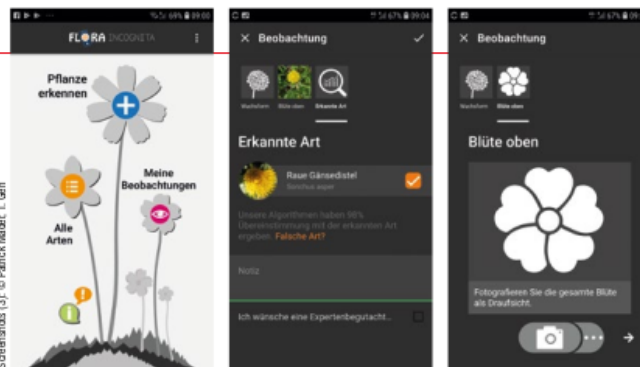
Im Moment fokussieren sich die meisten KI-Apps auf die Pflanzenwelt (z.B. Flora Incognita, Pl@ntnet), weil hier mit einem Smartphone Bilder gemacht werden können, die für eine Bestimmung detailliert genug sind. Darüber hinaus existieren erste Versuche, unterschiedliche Insektengruppen, wie zum Beispiel Schmetterlinge (z. B. waarneming.nl) oder Käfer (z. B. kerbtier.de), zu erkennen. Für Arten, die sich nicht detailliert fotografieren lassen oder zu große Fluchtdistanzen aufweisen, wie Vögel, existieren (noch) keine guten Bildbestimmungssapps. Dafür lassen sich Audiodateien von Vogelstimmen aufnehmen und automatisch identifizieren. Tab. 5 zeigt einen Überblick über Apps, die eine automatische Bestimmung mit KI ermöglichen.

Von solchen Bestimmungsalgorithmen geht eine überaus motivierende Wirkung aus. Wer mit dem Smartphone in wenigen Minuten mehr Arten entdeckt, als er dachte, dass es überhaupt gibt, wird sich der Faszination dieser Apps nicht entziehen können. Aus Sicht der Lehrkraft ist es sinnvoll, diesen hohen Motivationsfaktor zu nutzen. Gleichzeitig sollte sie darauf achten, dass dies nicht zu einem oberflächlichen Abfotografieren der Pflanzen verkommt, weil sich die Lernenden nicht mit den Arten beschäftigen und keine Bestimmungsmerkmale kennenlernen müssen. Dadurch fällt es schwer, den Namen mit Merkmalskombinationen zu verknüpfen und die Art später auch ohne Hilfsmittel wiederzuerkennen, sprich Artenkenntnis aufzubauen. Um dieser Gefahr entgegenzuwirken, sollten die Lernenden vor der Nutzung der App die Lebewesen beschreiben (Gerl 2019) und erst im Anschluss an dieses genaue Beobachten den Artnamen ermitteln.

**Literatur**

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015). *Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt – Kabinettsbeschluss vom 7. November 2007*. 4. Aufl. Rostock: Publikationsversand der Bundesregierung

Diaz, S./Settele, J./Brondizio, E. (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Verfügbar unter: [https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/spm\\_unedited\\_advance\\_for\\_posting\\_htn.pdf](https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/spm_unedited_advance_for_posting_htn.pdf) [19.05.2019]



5: Nutzung der App „Flora Incognita“ zur automatischen Identifikation einer Pflanzenart

Lebewesengruppe	Automatische Mustererkennung (Beispiele)
Pflanzen	<a href="https://floraincognita.com/de/">https://floraincognita.com/de/</a> (Flora Incognita) <a href="https://plantnet.org/en/">https://plantnet.org/en/</a> (Pl@ntnet) <a href="https://www.plantsnap.com/">https://www.plantsnap.com/</a> (PlantSnap)
Vögel	<a href="http://sunbird.tv/de/sunbird-apps-ebooks/app-vogelstimmen-id/">http://sunbird.tv/de/sunbird-apps-ebooks/app-vogelstimmen-id/</a> (Vogelstimmen-ID)
Schmetterlinge	<a href="https://waarneming.nl/">https://waarneming.nl/</a>
Käfer	<a href="https://www.kerbtier.de/">https://www.kerbtier.de/</a>

Tab. 5: Apps mit Mustererkennung

Gerl, T. (2019). Eine Wiesenpflanze sammeln und beschreiben. Forscher auf der Wiese. In: P. Sturm, E. Hollweck, M. Drechsel, T. Fröhlich, T. Gerl, M. Jochner und G. Weber (Hrsg.): *Grünland entdecken*. Dillingen, S. 77–79. Verfügbar unter: [https://www.isb.bayern.de/download/21904/gruenlandtypen\\_190515\\_digital.pdf](https://www.isb.bayern.de/download/21904/gruenlandtypen_190515_digital.pdf) [28.08.2019]

Gerl, Thomas; Almer, Johannes; Zahner, Volker; Neuhaus, Birgit J. (2018): Der BISA-Test. Ermittlung der Formenkenntnis von Schülern am Beispiel einheimischer Vogelarten. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 24 (1), S. 235–249. DOI: 10.1007/s40573-018-0086-7

Puentedura, R. (2006). Transformation, technology and education. <http://hippasus.com/resources/teel/>. Zugegriffen: 23. Jan. 2018

Rzanny, Michael; Mäder, Patrick; Deggelmann, Alice; Chen, Minqian; Wäldchen, Jana (2019): Flowers, leaves or both? How to obtain suitable images for automated plant identification. In: *Plant methods* 15, S. 77. DOI: 10.1186/s13007-019-0462-4

Schaal, S. (2013). Biodiversität to go - Lebensräume mit GPS-Gerät, Handy und Co erkunden. *Unterricht Biologie* 386, 32–37

Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder (Hg.) (2004): *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss*. Kultusministerkonferenz. München: Wolters Kluwer Deutschland, zuletzt geprüft am 19.11.2017

**Autorinnen und Autor**

Thomas Gerl, Studiendirektor, Lehrkraft für Biologie und Chemie am Ludwig-Thoma-Gymnasium Prien, Entwickler des BISA-Projekts an der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lea Mair, geb. 1998, derzeit Studium des Grundschullehramts an der Ludwig-Maximilians-Universität München mit dem Unterrichtsfach Deutsch und den Didaktikern Mathematik, Biologie, Musik

Monika Aufleger, wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Didaktik der Biologie, Ludwig-Maximilians-Universität München

**Webtipp**

Eine sich kontinuierlich erweiternde Liste von Testberichten zu Bestimmungssapps findet sich auf der Webseite des BISA-Projekts: <https://www.bisa100.de/beobachten-erkennen/bestimmungssapps>

**Im nächsten Heft**

*AR - Unterrichten mit erweiterter Realität*

Autoren: Prof. Dr. Christoph Thyssen und Prof. Dr. Johannes Huwer

Haben Sie Fragen und Hinweise zur Digitalisierung des Biologieunterrichts, die bei **Bio [digital]** besprochen werden sollten?

Dann melden Sie sich unter: [redaktion\\_ub@friedrich-verlag.de](mailto:redaktion_ub@friedrich-verlag.de).

## 3.6 Anwendung III: Nutzung von digitalen Beobachtungsplattformen im Biologie-Unterricht

Gerl, T. (2018). Outdoor & Online - Naturbeobachtung 2.0. *Biologie 5-10* (22), 42-45<sup>12</sup>.

# Outdoor&Online – Naturbeobachtung 2.0

## Online-Dokumentationstools nutzen

Thomas Gerl

In den vergangenen Jahren entstanden mehrere Online-Dokumentationssysteme. Hier können Naturbeobachtungen mit geographischen Positionsdaten online archiviert und die eigenen Artnachweise mit Gleichgesinnten geteilt werden. Daraus ergibt sich eine Fülle von Möglichkeiten, wie diese von Laien erhobenen, durchaus hochwertigen, Daten [4] sowohl für wissenschaftliche, naturschutzfachliche, aber auch unterrichtliche Zwecke genutzt werden können.

Eines der bekanntesten deutschsprachigen Dokumentationssysteme ist die Plattform naturgucker.de, die gut für den Unterrichtseinsatz geeignet ist [Info]. Sie

ist breit angelegt und umfasst viele Artengruppen (z. B. Pflanzen, Insekten, ...). Sie hat über 46.000 Mitglieder, beinhaltet mehr als 1.000.000 Bildern und dort werden jährlich hunderttausende Naturbeobachtungen gemeldet.

### Forschendes Lernen mit vorhandenen naturgucker.de-Daten

#### Funddaten in der näheren Umgebung auswerten

Die Wahrscheinlichkeit ist sehr groß, dass im unmittelbaren Umfeld jeder Schule Funde von Arten in der naturgucker.de-

Datenbank eingetragen und damit für den Unterricht verfügbar sind.

Um den Umgang mit der Plattform kennenzulernen, lasse ich meine Schülerinnen und Schüler in der Kartenumgebung des naturgucker.de-Portals z. B. nach Gebieten in ihrem näheren Umfeld suchen. Sie recherchieren, welche Arten hier gefunden wurden, um einen Bezug zur natürlichen Umgebung in ihrem Heimatraum zu erhalten. Diese sehr einfache Aufgabe bietet einen idealen Einstieg, um den Umgang mit der Plattform einzuüben [Abb. 1].

#### Zugvögelaktivitäten selbst entdecken

Viele Arten kommen in Deutschland nur saisonal vor, weil sie z. B. wie die Zugvögel im Winter in südlichere Gefilde ziehen. Im klassischen Unterricht wird die Zugroute auf einer Landkarte im Schulbuch von den Kindern nachvollzogen. Dabei werden alle relevanten Informationen den Lernenden von der Lehrkraft präsentiert. Sie sind so in der Rolle des rezipierenden Konsumenten von vorhandenem Wissen.

Um die gleiche Information wie in der gegebenen Karte von Schülerinnen und Schüler selbst entdecken zu lassen, lasse ich sie den Zug besonderer Vogelindividuen live mitverfolgen [5].

Dieses Konzept hat jedoch den Nachteil, dass das Zugeschehen sehr lange dauert und letztlich auf eine Art beschränkt bleibt. Im Allgemeinen fehlt die Zeit, diese Daten in 45 Minuten sinnvoll einzusetzen. Darüber hinaus bleibt der Lernende auch hier in einer passiven Beobachterrolle, weil er nur die Individuen verfolgen kann, die ihm der entsprechende Anbieter präsentiert.

Daher ist es an dieser Stelle sinnvoll, Daten aus der naturgucker.de-Datenbank zu

### INFO | Schulrechtliche Aspekte bei der Anmeldung

Um die volle Funktionalität von naturgucker.de nutzen zu können, ist eine Anmeldung erforderlich. Dadurch ergeben sich datenschutzrechtliche Probleme, da Schülerinnen und Schüler nicht gezwungen werden können bzw. sollen, sich bei von privaten Trägern betriebenen Internetplattformen anzumelden – auch nicht für unterrichtliche Zwecke. Daher empfiehlt es sich für die Lehrkraft, einen gemeinsamen Klassenaccount anzulegen, über den sich die Schülerinnen und Schüler datenschutzrechtlich sauber einloggen. Die Anmeldung erfolgt mit einer E-Mail-Adresse und einem Passwort. Für die kostenlose Naturgucker-App, mit der man Naturbeobachtungen via Smartphone direkt im Freiland melden kann, gelten die gleichen Anmeldeinformationen. Alle eingehenden Kommentare zu Bildern und Beobachtungen werden an die Anmelde-E-Mail-Adresse gesendet, sodass sich für Lehrkräfte die Möglichkeit bietet, bei Bedarf administrierend einwirken zu können.

Letztlich basiert die Dateneingabe – trotz der Plausibilitätsprüfungen der naturgucker.de-Plattform – auf einem Vertrauensverhältnis zwischen Klasse und Lehrkraft, um Datenmüll, falsche Angaben bzw. „lustige Postings“ zu vermeiden, die für die gesamte Community und nicht nur die Klasse sichtbar wären.

Unterrichtseinheiten in digitaler Medienpädagogik, die über die Biologie hinaus reichen, sind sinnvoll, um klare Spielregeln zu entwickeln und bestimmte Formen der erforderlichen „Nettikette“ mit den Lernenden einzuüben und um Kindern und Jugendlichen das Potenzial interaktiver Plattformen zu verdeutlichen.

Obwohl die Nutzung der Seite bzw. der App weitgehend intuitiv ist, gibt es für alle Funktionen auf der flankierenden Seite naturgucker.info eine ausführliche Dokumentation bzw. eine in Buchform erschienene Anleitung zum Umgang mit dieser Plattform [3].

<sup>12</sup> Dieser Artikel wurde mit Erlaubnis des Friedrich Verlags abgedruckt (© 2018 Friedrich Verlag GmbH, Hannover)

nutzen. Hierfür wähle entweder ich oder meine Lernenden eine Art aus. Die Beobachtungen dieser Art werden nach Monaten gefiltert [Abb. 2] und so erhält man Karten, die Beobachtungen dieser Art in dem gewählten Zeitraum zeigen.

An Hand dieser Naturbeobachtungen leiten die Lernenden sowohl Zugzeiten als auch -richtungen ab. Betrachtet man z. B. die gemeldeten Beobachtungen von Mehlschwalben in Deutschland im Jahr 2016, so ergibt sich das folgende Bild [Abb. 3].

Auf diese Weise können Schülerinnen und Schüler relativ schnell selbst herausfinden, ob eine Art wandert und zu welcher Zeit man sie in Deutschland (oder in einem anderen Teil der Welt) antrifft. Die Eigenverantwortung der Lernenden wird gestärkt und ihre Motivation durch diesen forschenden Ansatz erhöht.

### Bildarchiv und Forum zur Bestimmung von Arten nutzen

Eine weitere Möglichkeit, die Plattform naturgucker.de einzusetzen, ist die Bestimmung von Arten. Dies lässt sich zum einen durch „Stöbern“ im Artenalbum und den entsprechend zugeordneten Bildarchiven erreichen. Hierfür sind allerdings schon Vorkenntnisse über die zu bestimmende Art nötig, über die die Lernenden eher nicht verfügen. Als Anfänger werden sie durch die unglaubliche Fülle an Bildern in ihrer Bestimmung eher verunsichert. Insgesamt eignen sich für den Erstkontakt klassische, bebilderte Naturführer und Beobachtungspässe besser [2].

Einen spannenden Mehrwert bietet die naturgucker.de-Plattform aber durch die Kommentarmöglichkeit zu Beobachtungen und vor allem Bildern. Ist man sich bei einer Bestimmung nicht sicher, kann man z. B. ein Bild der Art hochladen und um Hilfe bei der Bestimmung bitten [Abb. 4]. Einer der zahlreichen Experten oder gar ein Fachbeirat der Plattform hilft in der Regel sehr rasch und bestätigt oder korrigiert den Tipp.

Selbstverständlich gibt es neben der naturgucker.de-Plattform zahlreiche andere Foren (z. B. Lepiforum.de, Kerbtier.de, ...),



Abb. 1 | Arbeitsauftrag zum Einüben

#### naturgucker.de-Gebiete im Chiemgau

##### Arbeitsaufträge:

1. Gib an, wie viele Gebiete im Gemeindegebiet der Schule in der Plattform na-

turgucker.de angelegt sind. In welchen Gebieten bist du schon gewesen?

2. Überlege, wieso die Gebiete mit unterschiedlich großen Kreisen gekennzeichnet sind und überprüfe deine Vermutung.

3. Recherchiere, wofür die Farben blau und rot bei den Kreisen in den Gebieten stehen.

4. Für Schnelle: Vergleiche die Anzahl der Gebiete pro Fläche in deiner Region mit der Anzahl der Gebiete pro Fläche am Chiemsee (Bayern) und am Neusiedler See (Österreich). Was fällt dir dabei auf?

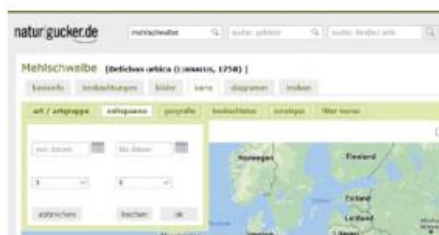


Abb. 2 | Filterfunktion im Artenmodul von naturgucker.de

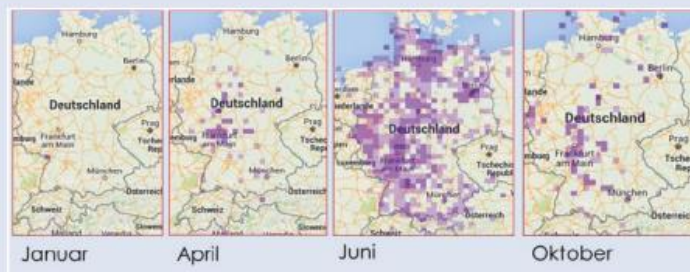


Abb. 3 | Beobachtung von Mehlschwalben in Deutschland in verschiedenen Monaten des Jahres 2016

##### Arbeitsaufträge:

1. Beschreibe, wie häufig die Mehlschwalbe im Jahresverlauf beobachtet wurde.
2. Entwickle eine Hypothese, die die unterschiedliche Häufigkeit der Beobachtungen im Jahresverlauf erklärt.
3. Finde heraus, wo sich die Mehlschwalben in den Wintermonaten aufhalten.
4. Für Schnelle: Ermittle mit Hilfe der naturgucker.de-Datenbank, wie häufig die Mehlschwalbe in den fehlenden Monaten beobachtet wurde. Leite daraus den ungefähren Zeitpunkt ab, wann Mehlschwalben Deutschland erreichen bzw. wieder verlassen.
5. Für ganz Schnelle: Recherchiere, ob sich für die Amsel und den Weißstorch eine ähnliche Verteilung ergibt.

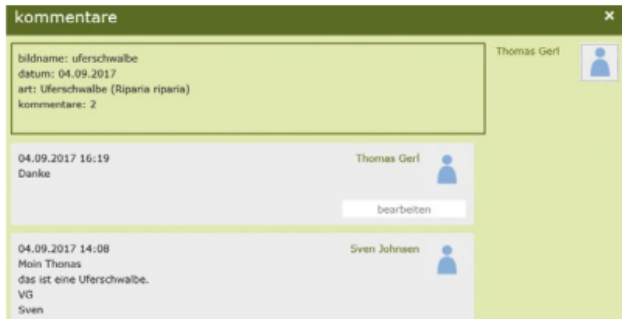


Abb. 4 | Beispiel für eine Bestimmungshilfe in der Kommentarfunktion

die ebenfalls Hilfe bei Bestimmungsproblemen bieten. Diese haben sich aber auf eine besondere Gruppe von Arten spezialisiert und werden eher von Experten bei wirklich kniffligen Problemen genutzt werden. Für den Schulalltag sind diese Foren in aller Regel zu speziell.

In näherer Zukunft soll in die naturgucker.de-Plattform eine automatische Bestimmungsfunktion für bestimmte Arten integriert werden, d. h. der Nutzer lädt ein Foto einer ihm unbekanntem Art hoch und ein Algorithmus schlägt ähnliche Arten mit einer gewissen Bestimmungswahrscheinlichkeit vor. Diese Funktion existiert bereits für die 50 häufigsten Schmetterlingsarten und soll zukünftig auf weitere Arten und Artengruppen erweitert werden.

### Citizen-Science-Projekte mit dem naturgucker.de

Die von naturgucker.de bereit gestellten Werkzeuge zur Dokumentation von Naturbeobachtungen ermöglichen es Schülergruppen, eigene Forschungsprojekte in einem Citizen Science-Ansatz durchzuführen. So nutzen sie eine der effektivsten Formen des Wissens- und Kompetenzerwerbs: das eigenständige Forschen. Hier einige Beispiele:

#### Das eigene Gebiet im Jahresverlauf

Die Schülerinnen und Schüler können ein eigenes kleines Gebiet (z. B. das Schulgelände) in naturgucker.de anlegen und dann die dort vorkommenden Arten im Jahresverlauf suchen, bestimmen bzw. dokumentieren. So werden sie zu Experten in ihrem Areal [1]. Dies lässt sich bereits mit Kindern aus der Sekundarstufe 1 sehr gut umsetzen. Einen nicht zu unterschätzenden Mehrwert bietet die intrinsische Motivation der Kinder, die sehr schnell in einen Wettstreit untereinander, mit Parallelklassen oder Nachbarschulen treten können.

Folgende Parameter lassen sich dazu vergleichen:

- ▶ Anzahl dokumentierter Arten
- ▶ Anzahl an Beobachtungen
- ▶ Artenreichste Gebiete ...

**Arbeitsaufträge:**

1. Beschreibe die in den Karten dargestellte Häufigkeit der Beobachtungen des Riesen-Bärenklaus in den verschiedenen Jahren.
2. Entwickle eine Hypothese, die die unterschiedliche Häufigkeit der Beobachtungen seit dem Jahr 2006 erklärt.
3. Für Schnelle: Vergleiche die Verbreitungskarten aus dem Jahr 2016 mit der Verbreitungskarte aus der Datenbank [www.floraweb.de](http://www.floraweb.de) und diskutiere die Unterschiede in den Angaben.
4. Für ganz Schnelle: Recherchiere, welche weiteren Arten sich im Moment in Deutschland ausbreiten und belege deine Ergebnisse mit entsprechenden Verbreitungskarten aus [naturgucker.de](http://naturgucker.de).

**Abb. 5 | Beobachtung des Riesen-Bärenklaus (*Heracleum mantegazzianum*) in verschiedenen Jahren**

Besonders der letzte Aspekt wirkt sich auch auf die praktische Naturschutzarbeit mit Klassen aus.

Die Kinder (oder die ganze Schule) können versuchen, die Artenzahl in ihrem Gebiet langfristig zu erhöhen, indem z. B. bestimmte Teile des Schulgeländes seltener gemäht werden.

Der Kreativität sind hier keine Grenzen gesetzt, sodass sich hier gerade für jüngere Schülerinnen und Schüler ein weites Betätigungsfeld bietet – von der einfachen Einmalbeobachtung bis hin zur ökologisch ausgerichteten „Jugend forscht“-Arbeit.

### Von der Artenliste einer Region zum naturkundlichen Führer

Eine Erweiterung dieser Möglichkeiten über das eigene Gebiet hinaus, ist die Zusammenschau mehrerer Gebiete in einer Region.

Anhand dieser Daten wäre es für Schülerinnen und Schüler höherer Jahrgangsstufen möglich, z. B. einen Naturführer für ihre Region zu publizieren, in dem besonders interessante Biotope oder regional besondere Arten vorgestellt werden.

### Langzeiteffekte und Artenwandel

Ein besonders ambitioniertes Projekt wäre es, Funddaten über einen längeren Zeitraum oder größere geographische Räume hinweg auswerten zu lassen.

Dabei könnte man die Ausbreitung von Neobiota wie z. B. dem Riesen-Bärenklau (*Heracleum mategazzianum*) nachvollziehen [Abb. 5].

Auch phänologische Untersuchungen (z. B. Beobachtung von Märzbechern in verschiedenen Jahren, Auftreten von Zugvögeln im Jahresverlauf, ...) bieten sich an.

Hier können Schülerinnen und Schülern z. B. die Auswirkungen des Klimawandels auf die Phänologie bestimmter Arten mithilfe von realen Daten eigenständig ermitteln [Abb. 6].

Besonders interessant ist dabei auch, die Validität der Daten durch die Schülerinnen und Schüler überprüfen zu lassen, indem sie z. B. die Anzahl der Beobachtungen, auf der sie ihre Aussage treffen, einschätzen.



Abb. 6 | Beobachtung des Weiß-Storches (*Ciconia ciconia*) in verschiedenen Jahren

## Zusammenfassung

Die Nutzung digitaler Dokumentationssysteme für die Nachweise von Arten in bestimmten Gebieten bietet für einen entdeckend-forschenden Biologie-Unterricht zahlreiche lohnende Anknüpfungspunkte. Diese reichen von einfachen Projekten in der Sekundarstufe bis zu ambitionierten Themen für Abschlussarbeiten in der Oberstufe des Gymnasiums.

### Literatur

- [1] Finke, P. (2014): Citizen Science. Das unterschätzte Wissen der Laien, München: oekom Verlag  
 [2] Gerl, T., Hollweck, E., Almer, J. & Herden, M. (2017): Artenkenntnis einheimischer Vögel. Biologie in unserer Zeit, 47 (4), 254–259

- [3] Griesohn-Pfleger, T., Munzinger, S. & Schulemann-Maier, G. (2015): Praxisbuch Naturgucker. Informationen, Tipps und Tricks, Northeim: Verlag naturgucker.de – gemeinnützige eG  
 [4] Munzinger, S., Ott, J., Schulemann-Maier, G. & Struß, O. (2017): Citizen-Science-Beobachtungsdaten. Eigenschaften und Fehlerquellen. Naturschutz und Landschaftsplanung, 49(1), 5–10  
 [5] Thomsen, K.-M. (2017): Störche auf Reisen. <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/stoerche-auf-reisen/index.html> (20.10.2017)

### 3.7 Anwendung IV: Beispiel aus der Unterrichtspraxis

Gerl, T. (2020). Stunde der Wintervögel: Vögel für den Unterricht anlocken, beobachten und bestimmen. *Biologie 5-10* (32), 14-17.<sup>13</sup>

Klasse 5–6	<b>EINORDNUNG</b> Fachwissen: Vogelarten kennenlernen Erkenntnisgewinnung: Vögel beobachten, dokumentieren Bewertung: Quellen einschätzen	<b>ZUSÄTZLICHES MATERIAL</b> ☒ Vogelhäuschen, Vogelfutter, Fernglas  <b>ZEITBEDARF</b> ☒ 2 Unterrichtsstunden	<b>MATERIALPAKET</b> ☒ 3 Arbeitsblätter <span style="font-size: 2em; border: 1px solid white; border-radius: 50%; padding: 2px 5px;">M</span>
	Auch digital zum Download in Ihrem Kundenkonto		

## Stunde der Wintervögel

Vögel für den Unterricht anlocken, beobachten und bestimmen

Thomas Gerl

Mit Ferngläsern vor den Augen stehen die Kinder aus meiner 6. Klasse in der warmen Aula und schauen auf das Treiben an unserem Futterhäuschen. Eine Stunde lang sollen sie im Rahmen des großen Citizen-Science-Projekts „Stunde der Wintervögel“ beobachten und dokumentieren, welche Vogelarten sich in unserem Schulgarten zeigen. Organisiert wird diese Mitmachaktion vom NABU-Deutschland und dem LBV Bayern und findet immer in der zweiten Januarwoche statt.

Als ich dies vor einigen Jahren zum ersten Mal mit einer meiner Klassen durchgeführt habe, war das Ergebnis ernüchternd. Wir haben kaum einen Vogel gesehen. Dabei eignet sich keine Gruppe von Wildtieren so gut für die Beobachtung mit ganzen Schulklassen wie die Vögel. Die meisten Arten sind bunt, tagaktiv und weitestgehend an den Menschen gewöhnt. Da Vögel sehr lebhaft sind und viele Verhaltensweisen in kurzer Zeit zeigen, ist ihre Beobachtung meist spannend. Immer tut

sich etwas. Nur meine Klasse und ich bekamen keine Vögel zu Gesicht und die Kinder standen bald mit langen Gesichtern vor mir. Um einen solchen Misserfolg zu umgehen, beschließe ich, dieses Mal, mit etwas mehr Vorbereitung an die Sache heranzugehen. Ich plane, mit meiner Klasse eine Vogelfütterung anzulegen und die gefiederten Gesellen so in unseren Schulgarten zu locken. Gleichzeitig tun wir so auch noch etwas für den Erhalt unserer regionalen Vogelfauna.

Abb. 1 | Standort der Vogelfutterstation



Foto: T. Gerl

<sup>13</sup> Dieser Artikel wurde mit Erlaubnis des Friedrich Verlags abgedruckt (© 2020 Friedrich Verlag GmbH, Hannover)

### Aufbau der Futterstelle

Als Erstes wollen wir ein Futterhäuschen bauen. Da mir dazu im Biologieunterricht die Zeit fehlt, frage ich bei meinem Kollegen aus der Kunstszene, ob er mich unterstützen möchte. Er sagt sofort zu. Im Kunstunterricht recherchieren die Kinder nach Bauanleitungen und werden auch schnell fündig. Vom Bauhof organisiert mein Kollege gratis die Baumaterialien, schneidet mit den Kindern die Holz Bretter nach einer Anleitung aus dem Internet zu und baut sie mit ihnen zusammen. Sollte man nicht die Möglichkeit haben, die Futterstation selbst zu bauen, kann man natürlich auch einfach ein Vogelhäuschen kaufen. Derweil mache ich mich gemeinsam mit unserem Hausmeister auf die Suche nach einem geeigneten Standort auf unserem Schulgelände. Die entsprechende Stelle sollten die Vögel leicht anfliegen können. So sind in der Nähe der Futterstation zum Beispiel ausreichend hohe Gehölze, von denen aus die Vögel starten und zu denen sie sich bei Gefahr auch wieder zurückziehen können. Zudem sollte die Stelle vom Schulhaus aus gut einsehbar sein, schließlich wollen wir die Vögel von drinnen beobachten können. Nach einigem Suchen lege ich gemeinsam mit unserem Hausmeister einen Standort fest und wir stellen das Häuschen auf (Abb. 1). Nun kann die Fütterung beginnen. Zunächst müssen die Vögel die Futterstelle jedoch finden und annehmen. Das braucht Zeit und somit einen gewissen Vorlauf, damit wir zur Stunde der Wintervögel Anfang Januar zuverlässig Beobachtungen machen können. Das Vogelhäuschen sollte also spätestens Ende Oktober fertig aufgestellt sein und von da an regelmäßig mit Futter beschickt werden.

### Auswahl des Futters

Die erste biologische Unterrichtseinheit beschäftigt sich mit den Anpassungen unserer Standvögel, die den Vögeln helfen, trotz der unwirtlichen Witterungsbedingungen im Winter und des damit verbundenen Nahrungsmangels bei uns



Abb. 2 | In Plastiknetz verhedderte Kohlmeise

Foto: © Vogelbescherming Vlaanderen vzw

zu überleben (AB 1). Die klassische Textarbeit eignet sich gut, um die individuelle Lesekompetenz zu schulen, sodass ich sie am liebsten in Einzelarbeit lasse und die Ergebnisse danach im Unterrichtsgespräch verbessere. Dabei setze ich unsere Stopfpräparate aus der Sammlung ein, sodass eine Erstbegegnung der Lernenden mit den Tieren stattfindet. Natürlich kann ich auch Bilder der Arten zeigen, sollten keine Stopfpräparate zur Hand sein.

Nun schließt sich die Frage an, welches Futter wir an unserer Futterstelle einsetzen sollen. Hierfür recherchieren die Schülerinnen und Schüler in Gruppen, welche Futtermittel es überhaupt gibt. Ihre Ergebnisse können sie zum Beispiel in eine Tabelle im Klassenzimmer eintragen. Ich selbst nutze lieber die Möglichkeit des kooperativen Arbeitens an digitalen Dokumenten. Ich mache den Gruppen also eine digital hinterlegte Tabelle zugänglich, in die sie alle gemeinsam schreiben können. Bei der Auswahl des Futters spielt nicht nur der Preis eine Rolle. Auch sollten die Inhaltsstoffe aus einem möglichst biologischen Anbau stammen.

Schließlich ergibt es keinen Sinn, in unserem Garten die Vögel zu füttern, die an anderer Stelle durch eine zu intensive Landwirtschaft ihren Lebensraum verlieren. Ideal und sogar preisgünstig ist es, das Vogelfutter zum Beispiel in einer Schulgarten-AG selber zu produzieren. Auch hier gibt es sowohl für Körnermischungen als auch Fettfutter, wie Meisenknödel, zahlreiche Anleitungen im Internet.

Insbesondere bei Meisenknödeln sollte man darauf achten, keine in Plastiknetz verpackte Futtermittel zu nutzen. Dadurch fällt nicht nur Plastikmüll an, auch bleiben Vögel sehr leicht mit ihren Füßen in den Netzen hängen und verenden qualvoll (Abb. 2). Alternativ bieten sich Futterringe oder mit Fettfutter gefüllte Gefäße an.

### Durchhalten!

Für den Beobachtungserfolg ist die konsequente Beschickung der Fütterung mit Futter unabdingbar. Hierfür teile ich die Schülerinnen und Schüler in Gruppen ein, die jeweils eine Woche lang Dienst haben und dann die Futterstelle betreuen. Dies ist für viele eine echte Herausforderung. Ihr Durchhaltevermögen wird insbesondere zu Beginn der Fütterungsperiode auf die Probe gestellt, weil sie hier nur wenige Vögel beobachten können. Durch die soziale Kontrolle in der Gruppe fällt es den Kindern leichter, diese Phase zu überwinden. Sobald die Vögel die Futterstelle regelmäßig besuchen, machen alle mit Feuereifer mit und wollen „ihren“ Vögeln möglichst viel Futter bieten. Als Lehrkraft achte ich auf die notwendigen Hygienemaßnahmen, wie regelmäßiges Säubern der Futterstelle mit heißem Wasser, und kontrolliere insbesondere vor dem Wochenende, ob tatsächlich genug Futter in den Spendern ist.

### Kennenlernen der Arten

Sobald diese Vorbereitungen abgeschlossen sind, kann die Vogelbeob-



achtung beginnen. Welcher Vogel ist das nun, der da draußen im Futter wühlt? Valerie kennt eine Amsel und Sebastian glaubt, die kleinen Braunen seien Spatzen. Doch schnell stellen sie fest: Es gibt mehr Arten, als sie glauben, und ganz sicher, um welche Art es sich handelt, ist sich niemand.

Ich nutze die Online-Spiele des BISA-Projekts, um den Lernenden die häufigsten Arten und ihre Merkmale näherzubringen. Im Sinne der „5-Minuten-Biologie“-Methode lasse ich zu Beginn jeder Biologiestunde, unabhängig vom Stundenthema, die Kinder an unseren Smartboards gegeneinander spielen. Besonders beliebt sind dabei Zuordnungsübungen, bei denen die Kinder den Artnamen jeweils ein Bild zuordnen sollen, oder ein Memory, bei der die Spielerinnen und Spieler zum Bild der Art die passende Kurzbeschreibung finden (Abb. 3). Sol-

che Lernspiele lassen sich auch selber gestalten (B510 Heft 30 Beitrag Spielerische Übungen mit „Learning-Apps“)

### Der Winter(-vogel) naht

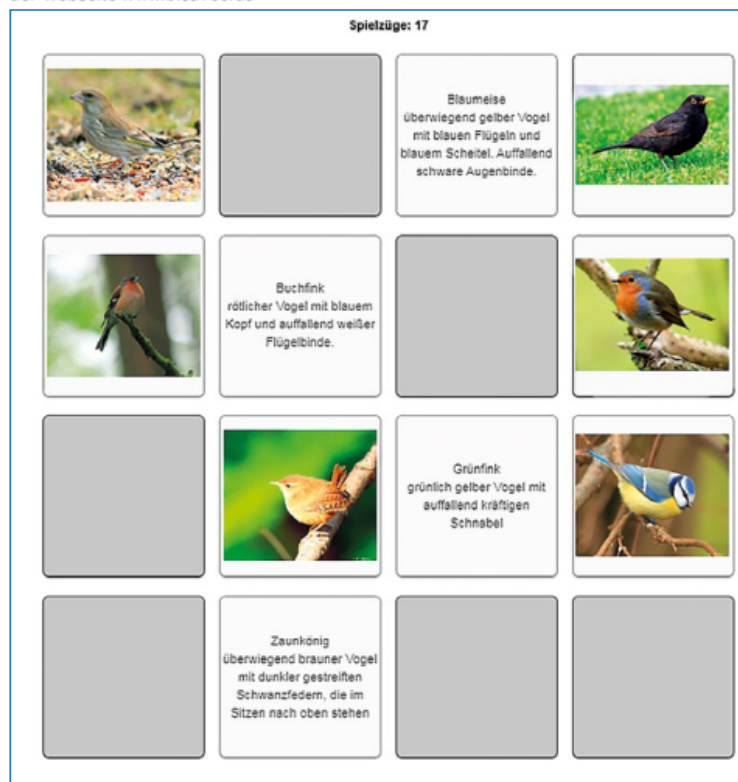
Je näher der Winter rückt, desto spannender wird es für meine Sechstklässler. Matthias berichtet, dass er in der Pause schon drei Vögel gesehen hat, und schon bald sammeln sich die Kinder in jeder Pause am Beobachtungsplatz in der Aula. Mit der Zeit stoßen auch Schülerinnen und Schüler anderer Klassen dazu, die fragen, welche Vogelarten an der Futterstelle zu sehen sind, und auch mal durchs Fernglas gucken wollen. Meine Kinder aus der 6. Klasse freuen sich, dass ihr Projekt so gut ankommt, und sind in Sachen Wintervögel nun die Ex-

perten. Deshalb schlage ich vor, dass sie ihr Wissen allen zugänglich machen sollen, indem jede und jeder von ihnen einen kleinen Steckbrief für eine der häufig zu beobachtenden Arten erstellt. Auch hier bietet sich eine fächerübergreifende Zusammenarbeit mit dem Kunst- oder Informatikunterricht an. Ich bevorzuge es, wenn die Kinder ihre Vögel zeichnen, weil sie sich dadurch intensiver mit den Merkmalen auseinandersetzen (AB 2). Schneller gehen allerdings digitale Steckbriefe mit Fotos. Ich verlose, wer welche Art porträtieren darf, wobei ich darauf achte, dass jede Art mindestens zwei Mal vergeben wird. Die fertigen Steckbriefe (Abb. 4) stellen wir dann an einer Pinnwand bei unserem Beobachtungsplatz aus. So können auch die Schülerinnen und Schüler der anderen Klassen gleich nachsehen, welche Art da draußen fliegt. Um die Sammelleidenschaft der Kinder zu wecken und sie auch längerfristig für die Beobachtung der Vögel zu interessieren, gebe ich ihnen außerdem den Beobachterpass des BISA-Projekts an die Hand (Abb. 5). Hier können sie ankreuzen, welche Arten sie schon gesehen haben. Dadurch entwickelt sich der Wunsch, den Pass zu vervollständigen, sodass viele Kinder auch daheim im Garten nach den fehlenden Arten Ausschau halten.

### Stunde der Wintervögel

Im Januar steht dann der Höhepunkt unserer Unterrichtseinheit bevor. Die Stunde der Wintervögel ist da. Hunderttausende Beobachterinnen und Beobachter aus ganz Deutschland melden ihre Sichtungen und meine Klasse ist dieses Jahr auch dabei! Gestern haben Tobi und Ina besonders viel Futter in die Futterstelle gegeben. Draußen herrscht ideales Flugwetter: niedrige Temperaturen, Windstille und Sonne. Drinnen steigt die Spannung. Alle fiebern auf den Startschuss um exakt 9:00 Uhr hin. Mira hat sogar zwei Ferngläser von zu Hause mitgebracht, damit ihre Freundin Sarah besser zählen kann. Die kostenlosen Zählhilfen des NABU liegen auch schon bereit. Dann beginnt die

Abb. 3 | Spielerisch Vogelarten lernen, zum Beispiel mit einem interaktiven Spiel der Webseite [www.bisa100.de](http://www.bisa100.de)



Screenshot: T. Gerl



Foto: M. Hänel



Abb. 4 | Steckbrief einer Schülerin zum Feldsperling

Abb. 5 | Der Beobachterpass für die Vögel an der Winterfütterung

große Stunde. In Vierergruppen haben die Schülerinnen und Schüler das Areal um unsere Winterfütterung im Blick. Ferngläser suchen Gebüsch, Hecken und Wiese nach gefiederten Tieren ab, während immer wieder neue Zahlen notiert werden.

Durch die Naturbeobachtung verbessern die Kinder ihre Artenkenntnis. Mir geht es jedoch nicht nur darum, Artennamen zu kennen. Ich möchte sie auch zum wissenschaftlichen Denken anregen. Die Stunde vergeht wie im Flug und wir vergleichen die Ergebnisse. Jeder möchte die meisten Vögel haben. Beinahe kommt es sogar zu einem kleinen Streit zwischen zwei Lernenden, bis Anna die alles entscheidende Frage stellt: „Wir haben doch alle das gleiche Gebiet beobachtet. Wie kann denn das sein, dass wir alle unterschiedliche Ergebnisse haben?“ Hier kommt mir **AB 3** zugute. Mithilfe dieses Arbeitsblattes möchte ich meine Schülerinnen und Schüler an die wissenschaftliche Methodik, wie konstante Untersuchungsbedingungen, Doppelzählungen etc. heranzuführen. Auch möchte ich die gewonnenen Daten nutzen, um die Kinder für wissenschaftliche Standards zu sensibilisieren, die auch über diese Aktion hinaus Gültigkeit bei empirischen Untersuchungen haben.

Insgesamt haben wir an unserer Futterstelle in diesem Winter in einer Stunde sieben verschiedene Arten gesehen: Haussperling, Erlenzeisig, Grünfink, Rotkehlchen, Amsel, Blaumeise und Kohlmeise. Als seltene Gäste besuchen die Futterstelle auch Kleiber, Buntspecht, Kernbeißer und Schwanzmeise.

### Reflexion und Nachbereitung

Zum Abschluss der Unterrichtseinheit lenke ich den Blick von unserer konkreten Vogelfütterung weg und hin auf den Zusammenhang zur Nahrungsverfügbarkeit für Vögel im Allgemeinen. Wurde vor etlichen Jahren noch heiß diskutiert, ob eine Vogelfütterung überhaupt sinnvoll ist, sind sich die meisten Expertinnen und Experten inzwischen einig: Durch ein eingeschränktes Nahrungsangebot gehen auch die Bestände der als bisher häufig geltenden Arten zurück. Eine zusätzliche Nahrungsquelle macht auch für diese das Überleben im Winter einfacher. Prof. Dr. Peter Berthold, ehemaliger Leiter des Max-Planck-Instituts für Ornithologie in Radolfszell, oder Prof.

Dr. Martin Kraft von der Universität Marburg plädieren sogar für eine ganzjährige Fütterung. Andere Expertinnen und Experten halten die Ganzjahresfütterung hingegen für gefährlich, weil dadurch Jungvögel nicht ihre natürliche Nahrung bekämen und als Folge Schaden nehmen könnten.

Diese unterschiedlichen Positionen greife ich auf und führe die Lernenden an die Arbeit mit Quellen heran. Sie lernen beschreibende von bewertenden Aussagen zu unterscheiden, sich eine eigene Meinung zu bilden und ein Handeln für ihren eigenen Garten abzuleiten (**AB 3**).

### Nützliche Internetadressen

Vogelfutter selbst herstellen. URL: <https://www.lbv.de/ratgeber/lebensraum-garten/voegel-fuettern/>  
 Beobachterpässe unter anderem für Vögel an der Winterfütterung (BISA-Projekt). URL: <https://www.bisa100.de/beobachten-erkenntnis/beobachterp%C3%A4sse>



## 4 Diskussion

### 4.1 Einfluss verschiedener Faktoren auf die Arten- und Formenkenntnis

#### 4.1.1 Soziodemographische Faktoren

Insgesamt haben soziodemographische Faktoren sowohl innerhalb der Testgruppe der Kinder und Jugendlichen als auch innerhalb der Erwachsenen kaum Einfluss auf die Arten- und Formenkenntnis der getesteten Personen. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Kohorten sind entweder nicht signifikant oder haben kleine Effektstärken.

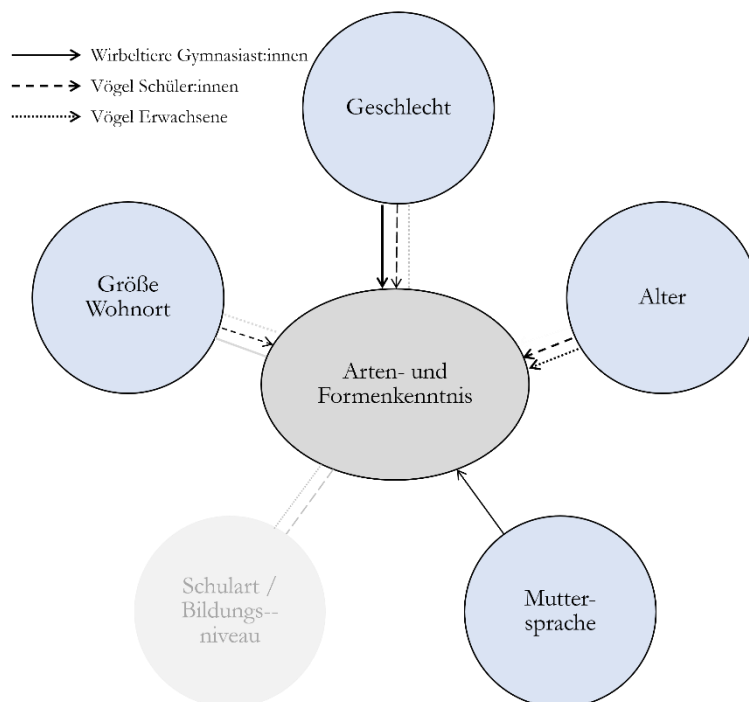


Abbildung 24: Überblick über den Einfluss soziodemographischer Faktoren auf die Arten- und Formenkenntnis in den drei Studien aus Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3. Die Pfeilstärke repräsentiert die Effektstärke der Einflussgrößen. Bei grau hinterlegten Variablen konnte kein Einfluss auf die Testleistung nachgewiesen werden. Fehlende Verbindung zeigen, dass diese Einflussgröße in der Studie nicht untersucht wurde.

Im Folgenden soll der Einfluss einzelner soziodemographischer Faktoren auf die Arten- und Formenkenntnis der drei untersuchten Testgruppen diskutiert werden.

#### 4.1.1.1 Geschlecht

Vorangegangene Untersuchungen zum Einfluss des Geschlechts auf die Arten- und Formenkenntnis lieferten uneinheitliche Ergebnisse (siehe Kapitel 1.3.6.1). Während bei Erwachsenen kein signifikanter Unterschied in der Testleistung zwischen Männern und Frauen beobachtet wurde, erzielten Mädchen in der Gruppe der Kinder und Jugendlichen etwas bessere Testergebnisse als Jungen (Tabelle 4). Dies steht im Einklang mit ähnlichen Befunden aus anderen

Untersuchungen (Hooykaas et al., 2019; Jaun-Holderegger, 2019; Lindemann-Matthies, 2002; Prokop, Kubiato, & Fančovičová, 2008; Zahner et al., 2007).

**Tabelle 4: Überblick über den Einfluss des Geschlechts auf die Arten- und Formenkenntnis mit den in den empirischen Untersuchungen aus Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3 gemessenen Effektstärken.**

Faktor	Wirbeltiere	Vögel (Schüler:innen)	Vögel (Erwachsene)
Geschlecht	Kleiner Effekt	Kleiner Effekt	kein signifikanter Effekt

Studien zur Arten- und Formenkenntnis, in denen Jungen besser abschneiden als Mädchen, stammen entweder aus anderen Kulturkreisen (Nyhus et al., 2003), beschäftigen sich mit jagdbaren Wildtieren für die Jungen ein größeres Interesse zeigen (Peterson et al., 2017) oder liegen schon lange zurück (Eschenhagen, 1982), sodass sich das Geschlecht bei Kindern und Jugendlichen durchaus als Prädiktor für die Testleistungen ansehen lässt. Die höheren mittleren Testleistungen der Mädchen könnten mit einem größeren Interesse an Tieren erklärt werden (Christidou, 2006; Jones et al., 2000), das mit besseren Testergebnissen zum Fachwissen über Vogel-Arten korreliert werden konnte (Prokop, Kubiato, & Fančovičová, 2008).

Untersuchungen zeigen aber auch, dass Mädchen in vielen Fällen eine höhere Leistungsbereitschaft nicht nur bei schulischen Leistungserhebungen sondern auch bei außerschulischen Tests zeigen (Freudenthaler et al., 2008; Hannover & Kessels, 2011; Spinath et al., 2014; Steinmayr & Spinath, 2008), sodass sich annehmen lässt, dass eine wesentliche Erklärung für die höhere Arten- und Formenkenntnis der Mädchen ihre größere Bereitschaft ist die Test-Aufgaben richtig zu lösen, zumal die Teilnehmenden bereits vor Beginn der Tests wussten, dass ihr Abschneiden keine Konsequenzen für sie haben würde.

Die Vermutung, dass die höhere Arten- und Formenkenntnis der Mädchen eher auf ihre größere Motivation für den Test als auf ihr größeres Fachwissen zurückzuführen ist, wird auch durch die hohe Anzahl an kaum bearbeiteten Testbögen oder absichtlich falschen (häufig sexuell konnotierten) Bezeichnungen der Arten bei (pubertierenden) Jungen gestützt. Eine spezielle Förderung der Arten- und Formenkenntnis von Jungen erscheint daher weniger erforderlich, als eine generelle Erhöhung der Leistungsmotivation männlicher Kinder und vor allem Jugendlicher, um deren Bildungserfolg insgesamt zu steigern.

In der Testgruppe der Erwachsenen erkennen Männer und Frauen in etwa gleich viele Vogel-Arten (siehe Kapitel 3.3). In der repräsentativ ausgewählten Gruppe von Erwachsenen beeinflussen motivatorische Effekte das Ergebnis vermutlich weniger als in der Gruppe der Kinder und Jugendlichen. Obwohl unter den untersuchten Erwachsenen -genau wie in anderen Kulturkreisen (Hummel et al., 2015) - die (Vogel-)Arten- und Formenkenntnis unabhängig vom Geschlecht ist,

beschäftigen sich in Deutschland deutlich mehr Männer als Frauen entweder professionell oder ehrenamtlich in Vereinen mit der Taxonomie von Vögeln (Frobel & Schlumprecht, 2016). Zukünftige Studien sollten die Ursachen dieses Überhangs an Männern unter den Personen mit höchster Arten- und Formenkenntnis aufklären, um daraus Rückschlüsse zu ziehen, wie der Frauenanteil in dieser Gruppe erhöht und somit auch der zu erwartende Mangel an Taxonom:innen in Zukunft bekämpft werden könnte (Bilton, 2014; Kim & Byrne, 2006; Meinecke, 2019; Pearson et al., 2011; Schulte et al., 2019).

#### 4.1.1.2 Alter

Da die Schüler:innen in der Untersuchung zur Arten- und Formenkenntnis von Wirbeltieren alle in etwa gleich alt waren, konnte der Einfluss des Alters (s. Kapitel 3.2 und 3.3) auf die Fähigkeit Taxa zu erkennen nur am Beispiel der Vögel nachgewiesen werden. Sowohl bei den getesteten Kindern und Jugendlichen als auch in der Gruppe der Erwachsenen hatte das Alter einen kleinen Effekt auf die mittlere Arten- und Formenkenntnis in den Tests (Tabelle 16).

**Tabelle 5: Überblick über den Einfluss des Alters auf die Arten- und Formenkenntnis mit den in den empirischen Untersuchungen aus Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3 gemessenen Effektstärken.**

Faktor	Wirbeltiere	Vögel (Schüler:innen)	Vögel (Erwachsene)
Alter	---	Kleiner Effekt	Kleiner Effekt

Der Anstieg der Testleistungen mit dem Alter wurde auch in anderen Studien beobachtet (Hooykaas et al., 2019; Randler & Heil, 2021) und passt auch zu Befunden aus der Naturbewusstseinsstudie 2019, in der jüngere Menschen ihre Artenkenntnis als schlechter einschätzten als ältere (Bundesamt für Naturschutz, 2020). Diese Unterschiede könnten sich dadurch erklären lassen, dass älteren Personen mehr Lebenszeit zur Verfügung stand, um die Vogel-Arten kennenzulernen. Die Unterschiede in der Fähigkeit Vogel-Arten zu identifizieren, wären somit das Ergebnis eines lebenslangen Lernprozesses, bei dem sich mit der Zeit immer mehr Wissen anreichert.

Auf der anderen Seite ist dieser kumulative Lernprozess von zahlreichen weiteren Faktoren überlagert. So wurden auf Grund der inhaltlichen Gestaltung der Lehrpläne beispielsweise alle Personen über 25 Jahren in der Schule verpflichtend an die Bestimmung von Vögeln im Rahmen des Biologie-Unterrichts herangeführt, während allen jüngeren Erwachsenen diese Bildungserfahrung aus dem Biologie-Unterricht fehlt. Inwieweit sich diese z. T. lange zurück liegenden schulischen Lerngelegenheiten aber tatsächlich auf die Testleistung auswirken, kann mit den vorliegenden Daten nicht abschließend geklärt werden, da auch andere Faktoren wie das mit dem Lebensalter steigende Interesse an der belebten Natur (Bowler et al., 2022; Kuldna et al., 2020)

oder der Rückgang der Abundanz und damit der Beobachtbarkeit vieler Vogel-Arten (Brlík et al., 2021; Inger et al., 2015) die höhere Arten- und Formenkenntnis älterer Menschen zumindest teilweise erklären könnten.

Auf Grund der besseren Arten- und Formenkenntnis älterer Menschen ergibt sich für außerschulische Bildungsprozesse die Herausforderung Lernprozesse zu initiieren, die den Bedürfnissen und Interessen junger Erwachsener gerecht werden. Da diese einerseits durch berufliche und familiäre Verpflichtungen terminlich stark gebunden und gleichzeitig sehr affin für die Nutzung moderner Medien sind, sollte für diese Personengruppe ein digitales Lernsetting entwickelt werden, das zeitunabhängig genutzt werden kann. In Kapitel 4.4.4 Möglichkeiten zur Verbesserung der Arten- und Formenkenntnis Erwachsener durch außerschulische Bildungsprozesse wird am Beispiel der NABU | naturgucker-Akademie ein konkretes Umsetzungsbeispiel beschrieben.

Anders als bei den Erwachsenen, steigt innerhalb der Gruppe der Kinder und Jugendlichen die Arten- und Formenkenntnis der Vögel mit dem Alter nicht stetig an, sondern ist – wie in anderen Studien auch (Jaun-Holderregger, 2019; Zahner et al., 2007) – am Ende der Primarstufe vergleichsweise hoch. Dieser Befund unterstützt die Forderung Lehrpläne so zu gestalten, dass Arten- und Formenkenntnisse möglichst früh gefördert werden (Tomkins & Tunnicliffe, 2015), weil Kinder in der Grundschulzeit besonders offen für eine emotionale Beschäftigung mit den Tieren sind (Kellert, 1985) und entsprechende Inhalte sich somit gut im Gedächtnis der Kinder verankern lassen.

Obwohl im Alter von 10-12 Jahren das Interesse an Tieren am höchsten ist (Prokop, Prokop, & Tunnicliffe, 2008) und die Lernenden zunehmend stärker systematische Kriterien zur Ordnung der Vielfalt von Lebewesen nutzen (Kattmann, 2001), sinkt die Arten- und Formenkenntnis von Vögeln zu Beginn der Sekundarstufe I (s. Kapitel 3.2) wieder ab. Eine Studie an 7000 Schweizer Kindern berichtet ebenfalls von einem Rückgang der Artenkenntnis bei Kindern ab dem 12. Lebensjahr also zu einem etwas späteren Zeitpunkt der Entwicklung (Lindemann-Matthies, 2002). Für Lindemann-Matthies ist der Beginn der Pubertät und die damit verbundene Veränderung der Interessen für den Rückgang der Artenkenntnis in diesem Alter verantwortlich. Geht man davon aus, dass der Beginn der Pubertät sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten leicht nach vorne verschoben hat, könnte dies auch die vorliegenden Daten aus Kapitel 3.2 erklären. Dieser Rückgang der Leistungen im Test entspricht auch der Beobachtung, dass die Freude am Schulfach Biologie zu Beginn der Sekundarstufe I zurück geht (Moormann, 2015) und ist somit vermutlich kein Phänomen, das die Arten- und Formenkenntnis allein betrifft, sondern sich auch auf andere Aspekte des biologischen Fachwissens auswirkt.

Im Gegensatz zu Befunden aus der Schweiz, die eher ein Absinken der Arten- und Formenkenntnis mit dem Alter von Jugendlichen beschreiben (Jaun-Holderegger, 2019; Lindemann-Matthies, 2002) zeigen die vorliegenden Daten aus der Studie in Kapitel 3.2 einen Anstieg der Arten- und Formenkenntnis von Vögeln bis zu einem Alter von 15 Jahren und bestätigen damit einen ähnlichen Befund von Zahner et al. (2007). Zahlreiche taxonomische Expert:innen gaben in Interviews an, bereits vor dem 16. Lebensjahr ihr Interesse an den Arten entwickelt zu haben (Frobel & Schlumprecht, 2016). Diese taxonomieaffinen Jugendlichen sind jedoch eher eine Minderheit. Die meisten Personen dieser Altersgruppe interessieren sich eher für den Körper des Menschen oder auch den Einfluss des Menschen auf die Umwelt. Deshalb sollten die Lehrpläne dieser Jahrgangsstufen über die rein systematisch-taxonomische Betrachtungsweise hinausgehen und das Interesse der Lernenden am Menschen aufgreifen und z.B. den Einfluss des Menschen auf den Zustand von Ökosystemen thematisieren. Abbildung 25 zeigt am Beispiel des Lernbereichs „Ökosysteme unter dem Einfluss des Menschen“ im bayerischen LehrplanPLUS für die 8. Jahrgangsstufe, wie diese Forderung am Gymnasium umgesetzt wurde (Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, 2017).

#### ▼ B8 Lernbereich 6: Ökosysteme unter dem Einfluss des Menschen (ca. 10 Std.)

##### Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- charakterisieren die Veränderung eines ortsnahe Ökosystems im Lauf der Zeit, um die **Entwicklung dieses Ökosystems unter dem Einfluss des Menschen** von einer natürlichen Entwicklung zu unterscheiden.
- beschreiben **Eingriffe des Menschen** in die Natur, erörtern Handlungsoptionen unter dem Aspekt einer nachhaltigen Entwicklung und treffen so begründete Entscheidungen für oder gegen diese Eingriffe.
- bewerten die Beeinflussung globaler Stoffströme unter dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung und beschreiben politische und persönliche Möglichkeiten, Einfluss auf diese Systeme zu nehmen.



+ Servicematerialien



+ Querverweise



+ Übergreifende Ziele <sup>(A)</sup>

<sup>(A)</sup> Alltagskompetenzen

##### Inhalte zu den Kompetenzen:

- Veränderungen der Zusammensetzung von Ökosystemen: Sukzession; Wildnis, Kulturlandschaft; **Artenkenntnis**
- Eingriffe des Menschen in einem ortsnahe Ökosystem: z. B. Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Flussregulierung, Zersiedelung, Renaturierung
- Konzept der nachhaltigen Entwicklung, ökologischer Fußabdruck, Möglichkeit zur Beeinflussung durch Konsumverhalten und politisches Engagement

Abbildung 25: Ausschnitt aus dem bayerischen LehrplanPLUS für das Fach Biologie in der Jahrgangsstufe 8.

Innerhalb der Gruppe von Jugendlichen über 16 Jahren ist die Streuung der Testergebnisse deutlich größer als in anderen Alterskohorten, sodass sich der resultierende Mittelwert aus den bimodal verteilten Testergebnissen mit eher hoher und eher niedriger Punktzahl ergibt. Eine denkbare

Erklärung für die große Varianz in dieser Kohorte wären die sich mit dem Alter immer stärker manifestierenden Interessen an bestimmten Themen (Todt, 1990), so dass einige (wenige) besonders vogelaffine Personen hohe Testergebnisse erzielen und andere Heranwachsende eher schlecht abschneiden.

Schüler:innen am Ende der Sekundarstufe I bzw. in der Sekundarstufe II sind in der Lage komplexe biologische Phänomene, die über die eigene Erfahrungswelt hinausgehen, kognitiv zu erfassen, Folgen von Entscheidungen für bestimmte Interessengruppen abzuschätzen und daraus Schlussfolgerungen für das eigene bzw. gesellschaftlich sinnvolle Handeln zu ziehen. Da Arten- und Formenkenntnis eine notwendige Voraussetzung ist die Bedeutung der biologischen Vielfalt für das Funktionieren von Ökosystemen oder die Vorgänge bei der Artbildung durch evolutive Prozesse und in der Folge für die Verwandtschaft von Lebewesen zu erkennen, sollten entsprechende Inhalte und Kompetenzen auch in die Lehrpläne der Sekundarstufe II verpflichtend aufgenommen werden.

#### 4.1.1.3 Muttersprache

Da die Benennung von Arten ein Vokabular voraussetzt, das Kinder vor allem durch Gespräche innerhalb der Familie erwerben (Remmele & Lindemann-Matthies, 2018), verwundert es kaum, dass Kinder mit einer anderen Muttersprache weniger Wirbeltier-Arten erkennen als eine vergleichbare Gruppe deutschsprachiger Personen (s. Kapitel 3.1). Der Einfluss der Muttersprache auf die Arten- und Formenkenntnis von Wirbeltieren ist bei bayerischen Gymnasiast:innen jedoch klein (Tabelle 6).

**Tabelle 6: Überblick über den Einfluss der Muttersprache auf die Arten- und Formenkenntnis mit den in den empirischen Untersuchungen aus Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3 gemessenen Effektstärken.**

Faktor	Schüler:innen		Erwachsene
	Wirbeltiere (s. Kapitel 3.1)	Vögel (s. Kapitel 3.2)	Vögel (s. Kapitel 3.3)
Muttersprache	Kleiner Effekt	---	---

Zunächst bestätigen diese Daten andere Befunde aus Untersuchungen zu mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenzen in denen Kinder mit Migrationshintergrund schlechter abschneiden als ihre muttersprachlichen Altersgenoss:innen (Kempert et al., 2016; Paetsch et al., 2015; Wendt et al., 2016). Vergleicht man den Einfluss der Muttersprache darauf, wie viele Wirbeltiere die Testpersonen aus der Untersuchung in Kapitel 3.1 erkennen können, mit Daten zum biologischen Fachwissen aus dem IQB Bildungstrend (Stanat et al., 2019), ist es erstaunlich wie klein der Einfluss der Muttersprache auf die mittlere Arten- und Formenkenntnis bei



Wirbeltieren in der untersuchten Testgruppe ist. Auch bei einer Untersuchung an Schweizer Kindern (Jaun-Holderegger, 2019) war die Muttersprache ein stärkerer Prädiktor für die Arten- und Formenkenntnis der Kinder als bei bayerischen Gymnasiast:innen.

Als eine mögliche Erklärung für diesen im Vergleich zu anderen Erhebungen überraschend kleinen Unterschied in der mittleren Arten- und Formenkenntnis kann die Zusammensetzung der untersuchten Testgruppe angeführt werden. Während für den IQB-Bildungstrend oder die Untersuchung aus der Schweiz Kinder aus allen Schulformen getestet wurden, besuchten alle Testpersonen aus der in Kapitel 3.1 beschriebenen Untersuchung ein Gymnasium, d. h. die Gruppe war hinsichtlich ihrer sprachlichen Fähigkeiten nicht repräsentativ für die gesamte Alterskohorte, da Gymnasiast:innen mit Migrationshintergrund ein besseres sprachliches Niveau mit einem umfangreicheren Wortschatz haben als ihre Altersgenoss:innen an anderen Schulformen. Sollten Gymnasiast:innen mit Migrationshintergrund tatsächlich ein größeres taxonomisches Fachvokabular als nicht muttersprachliche Kinder an anderen Schulformen haben, sollten entsprechende Untersuchungen zur Arten- und Formenkenntnis an beispielsweise Grundschüler:innen eine deutlich größere Diskrepanz zwischen den Testleistungen von muttersprachlichen Kindern und jenen mit Deutsch als Zweitsprache zeigen.

Die Beobachtung, dass auch deutschsprachigen Gymnasiast:innen in vielen Fällen das taxonomische Fachvokabular fehlt die Wirbeltiere korrekt zu benennen, trägt auch dazu bei, dass der Unterschied in der mittleren Testleistung zwischen den Kohorten mit deutscher bzw. anderer Muttersprache klein bleibt.

Da der Unterschied in der Arten- und Formenkenntnis bei einheimischen und zugewanderten Kindern eher klein ist, könnte sich dieser Bereich besonders gut zur Integration von Personen mit Migrationshintergrund eignen, da die Teilnehmenden an diesen Angeboten gemeinsam ihren Wortschatz erweitern, in dem sie die heimische Flora und Fauna kennenlernen. Dies führt nicht nur zu einer Erweiterung des Wortschatzes, sondern könnte sich auch eignen, einen Bezug zur (neuen) Heimat durch das (gemeinsame) Kennenlernen seiner Bewohner aufzubauen.

#### **4.1.1.4 Besuchte Schulart und Bildungsniveau**

Für die mittlere Arten- und Formenkenntnis bei Vögeln zeigte sich, dass sowohl die besuchte Schulart bei Kindern als auch das Bildungsniveau der Erwachsenen keinen signifikanten Einfluss auf die mittlere Testleistung der Teilnehmer:innen hatte. Für Wirbeltiere lässt sich zu diesem Faktor keine Aussage treffen, da alle Testpersonen die gleiche Schulart besuchten (Tabelle 7).

**Tabelle 7: Überblick über den Einfluss der besuchten Schulart bei Kindern bzw. des Bildungsniveaus bei erwachsenen auf die Arten- und Formenkenntnis mit den in den empirischen Untersuchungen aus Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3 gemessenen Effektstärken.**

Faktor	Schüler:innen		Erwachsene
	Wirbeltiere (s. Kapitel 3.1)	Vögel (s. Kapitel 3.2)	Vögel (s. Kapitel 3.3)
Schulart/Bildungsniveau	---	kein signifikanter Effekt	kein signifikanter Effekt

Die Beobachtung, dass es bei der Vogel-Arten- und Formenkenntnis keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kindern aus unterschiedlichen Schularten gibt, widerspricht den Befunden aus der Untersuchung von Zahner et al. (2007) in der Gymnasiast:innen vor gut 10 Jahren signifikant mehr Vogel-Arten richtig benennen konnten als Schüler:innen anderer Schularten. Eine monokausale Erklärung durch den bereits in Kapitel 4.1.1.2 beschriebenen Wegfall des im Jahr 2007 noch verbindlich vorgeschriebenen Lehrplaninhalts „Vogelartenkenntnis“ in der Jahrgangsstufe 6 des bayerischen Gymnasiums, mag auf den ersten Blick einleuchten. Bei genauerer Betrachtung haben sich aber neben den Lehrplaninhalten auch viele weitere gesellschaftliche Bedingungen (z. B. Nutzung digitaler Medien, höherer Anteil an Kindern mit Migrationshintergrund) und auch die Übertrittsquoten in die jeweiligen Schularten geändert, so dass z. B. heute insgesamt mehr - und damit auch mehr leistungsschwächere - Kinder das Gymnasium besuchen als noch im Jahr 2007 (Tabelle 8).

**Tabelle 8: Übertrittsquoten an die verschiedenen bayerischen Schularten nach Angaben des bayerischen Landesamts für Schule.**

Jahr	Gymnasium	Realschule	Mittelschule
2007	37,0%	22,3%	38,7%
2017	39,4%	29,8%	28,4%

Der fehlende Zusammenhang zwischen dem Bildungsniveau und der Fähigkeit von einer repräsentativ ausgewählten Gruppe von Erwachsenen Vogel-Arten zu erkennen, widersprechen Untersuchungen aus den Niederlanden (Hooykaas et al., 2019) und den Umfrageergebnissen bei zufällig ausgewählten Parkbesucher:innen in Deutschland (Randler et al., 2015), die eine mit dem Bildungsniveau signifikant steigende Artenkenntnis bei Wirbeltieren ergaben. Die vorliegenden Testergebnisse zum fehlenden Zusammenhang zwischen der mittleren Arten- und Formenkenntnis von Vögeln und dem Bildungsniveau der Erwachsenen stehen allerdings in Einklang mit Befunden aus der Naturbewusstseinsstudie 2019, in der es keine Unterschiede bei der

Einschätzung der eigenen Artenkenntnis in den verschiedenen Bildungsniveaus gibt (Bundesamt für Naturschutz, 2020).

In der Naturbewusstseinsstudie 2019 gaben etwa 40% der befragten Personen an, über eine gute oder sogar sehr gute Artenkenntnis zu verfügen. Selbst in der sich in Bezug auf ihre Fähigkeit Arten zu erkennen am schlechtesten einschätzenden Gruppe der „Prekären“ schätzten immerhin noch 23% ihr Fähigkeit Arten zu erkennen als gut oder sehr gut ein. Im Milieu der „Traditionellen“ steigt dieser Wert sogar auf 51%. Ein Vergleich dieser Selbsteinschätzung mit den tatsächlichen Testergebnissen aus der in Kapitel 3.3 vorgestellten Studie, legt die Vermutung nahe, dass in allen gesellschaftlichen Milieus die eigene Artenkenntnis (deutlich) überschätzt wird. Ob diese Hypothese tatsächlich stimmt, sollten weitere Studien, die die Formen- und Artenkenntnis (nicht nur bei Vögeln) in Abhängigkeit von der Zugehörigkeit zu bestimmten gesellschaftlichen Milieus, untersuchen.

#### 4.1.1.5 Größe des Wohnorts

Auf das mittlere Ergebnis, wie viele Wirbeltier-Arten Gymnasiast:innen oder Vogel-Arten Erwachsene erkennen, hat die Größe des Wohnorts keinen signifikanten Einfluss. Sie hat einen kleinen Effekt bei der Vogel-Arten- und Formenkenntnis von Schüler:innen (Tabelle 9), wobei Kinder aus größeren Städten bessere Ergebnisse erzielen als jene in ländlichen Regionen.

**Tabelle 9: Überblick über den Einfluss der Größe des Wohnorts auf die Arten- und Formenkenntnis mit den in den empirischen Untersuchungen aus Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3 gemessenen Effektstärken.**

Faktor	Schüler:innen		Erwachsene
	Wirbeltiere (s. Kapitel 3.1)	Vögel (s. Kapitel 3.2)	Vögel (s. Kapitel 3.3)
Größe Wohnort	kein signifikanter Effekt	Kleiner Effekt	kein signifikanter Effekt

Diese Beobachtungen zur Vogel-Arten- und Formenkenntnis von Kindern widersprechen einigen vorangegangene Untersuchungen in denen Testpersonen aus ländlichen Regionen im Mittel signifikant mehr Arten erkannten, als jene aus einem eher urbanen Umfeld (Bashan et al., 2021; Eschenhagen, 1982; Lückmann & Menzel, 2014; Palmberg et al., 2015; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018; Zahner et al., 2007). Dabei erklären die Autor:innen der genannten Studien ihre Befunde damit, dass Personen aus einem ländlichen Umfeld häufiger mit der Natur in Kontakt kommen. Dieser Zusammenhang einer steigenden Anzahl an Naturkontakten mit sinkender Wohnortgröße erscheint aber spekulativ, da wenig über das tatsächliche Verhalten der getesteten Personen bekannt ist.

Zudem ist das Postulat der besseren Beobachtbarkeit von Arten auf dem Land zumindest für die getesteten Vogel-Arten fraglich, denn die Abundanz vieler Vögel ist in agrarisch geprägten Landschaften seit Jahren stark rückläufig (Wahl et al., 2014), so dass in urbanen Ökosystemen die Chance einen der getesteten Vögel zu sehen höher ist als am Land (NABU Deutschland, 2017; Reichholf, 2007).

Neben der möglicherweise besseren Beobachtbarkeit der Vögel in Städten, unterscheiden sich auch die gesellschaftlichen Milieus von Stadt- und Landbewohnern. In urbanen Zentren finden sich mehr bildungsaffine Menschen aus dem „sozial-ökologischen“ oder „liberal-intellektuellen Milieu“, die in Umfragen ein hohes Interesse an der Vielfalt der Arten bekunden (Bundesamt für Naturschutz, 2015, 2020). Möglicherweise manifestiert sich dieses höhere Interesse an der Artenvielfalt in diesen eher urban geprägten Familien auch in einer häufigeren Beschäftigung mit der Natur, die bei Kindern dieses gesellschaftlichen Milieus dann zu einer höheren Arten- und Formenkenntnis führen könnte, zumal das Lernen der Arten über familiären Bezugspersonen besonders effektiv ist (Remmele & Lindemann-Matthies, 2018). Dieser Erklärungsansatz ist jedoch hoch spekulativ und sollte durch weitere Untersuchungen mit einem Fokus auf die Artenkenntnisse innerhalb bestimmter gesellschaftlicher Milieus geprüft werden.

Obwohl die Bewohner:innen ländlicher Regionen ihre eigene Artenkenntnis höher einschätzen, als die Menschen aus urbanen Zentren (Bundesamt für Naturschutz, 2020), scheint die Größe des Wohnorts für die tatsächliche Arten- und Formenkenntnis keine bedeutende Rolle zu spielen. Die Ergebnisse der Studien aus Kapitel 3.1 und 3.3 zeigen vielmehr, dass Menschen in Städten genauso viele Wirbeltier- bzw. Vogel-Arten erkennen, wie jene auf dem Land und stehen damit auch im Einklang mit anderen Untersuchungen, die ebenfalls keinen Einfluss dieser Variable messen konnten (Hooykaas et al., 2019; Lindemann-Matthies, 2002; Randler & Heil, 2021; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018).

#### 4.1.2 Gelegenheiten Tiere zu beobachten

Die Gelegenheiten Tiere in ihrem direkten Umfeld zu beobachten, hatten einen stärkeren Einfluss auf die Arten- und Formenkenntnis der getesteten Personen als soziodemographische Faktoren. Diese Befunde decken sich mit Angaben anderer Studien, die ebenfalls einen Zusammenhang zwischen der Arten- und Formenkenntnis und den Gelegenheiten Naturbeobachtungen durchzuführen nachweisen konnten (Hooykaas et al., 2019; Palmberg et al., 2018; Palmberg et al., 2019; Randler et al., 2015; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018). Doch nicht jede Form der Interaktion ist dabei gleich wirksam (Abbildung 27).

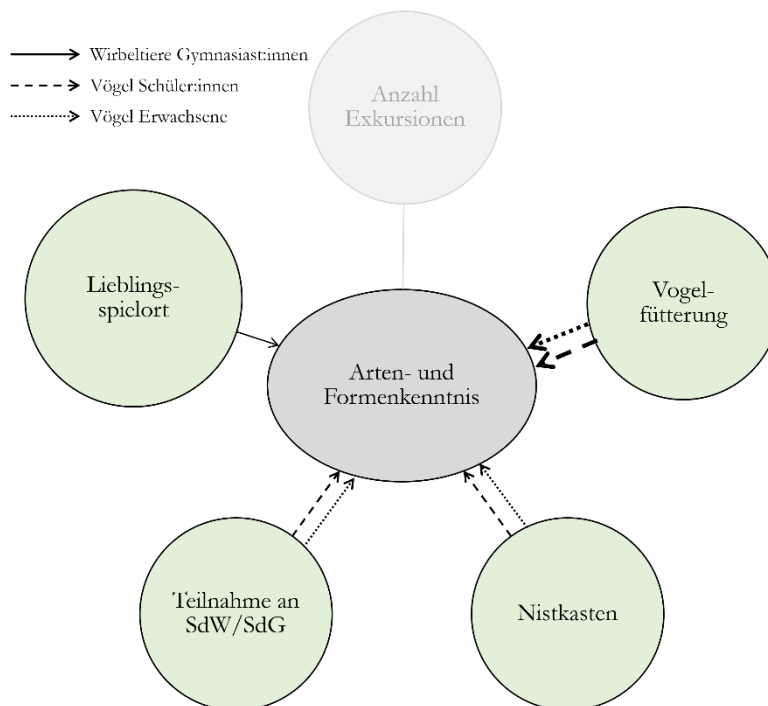


Abbildung 26: Überblick über den Einfluss soziodemographischer Faktoren auf die Arten- und Formenkenntnis in den drei Studien aus Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3. Die Pfeilstärke repräsentiert die Effektstärke der Einflussgrößen. Bei grau hinterlegten Variablen konnte kein Einfluss auf die Testleistung nachgewiesen werden. Dabei steht SdW bzw. SdG für die Citizen Science Aktionen „Stunde der Winter-/Gartenvögel“. Fehlende Verbindungen zeigen, dass diese Einflussgröße in der Studie nicht untersucht wurde.

Mögliche Gründe für diese Befunde sollen im Folgenden diskutiert werden.

##### 4.1.2.1 Anzahl an Exkursionen und Lieblingsspielort

In der Untersuchung zur Wirbeltier-Arten- und Formenkenntnis aus Kapitel 3.1 konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Anzahl an durchgeführten Exkursionen im Biologie-Unterricht mit der Testleistung nachgewiesen werden. In den beiden anderen Studien zur Vogel-Arten- und Formenkenntnis an Schüler:innen bzw. Erwachsenen wurden diese Daten nicht erhoben (Tabelle 10).

**Tabelle 10: Überblick über den Einfluss der Anzahl an Exkursionen auf die Arten- und Formenkenntnis mit den in den empirischen Untersuchungen aus Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3 gemessenen Effektstärken.**

Faktor	Schüler:innen		Erwachsene
	Wirbeltiere (s. Kapitel 3.1)	Vögel (s. Kapitel 3.2)	Vögel (s. Kapitel 3.3)
Anzahl Exkursionen	Kein signifikanter Effekt	---	---
Lieblingsspielort	Kleiner Effekt	---	---

Doch bevor aus diesem Befund die Schlussfolgerung abgeleitet wird, Exkursionen im Biologie-Unterricht seien für den Aufbau von Arten- und Formenkenntnis unwirksam, sollten folgende Überlegungen in Betracht gezogen werden.

Zum einen zeigen vorangegangene Untersuchungen zur Pflanzenartenkenntnis sehr wohl einen Zusammenhang zwischen der Anzahl an schulischen Exkursionen und der Fähigkeit Pflanzen zu erkennen (Jaun-Holderegger, 2019; Lindemann-Matthies, 2002). Dass sich dies nicht direkt auf Wirbeltiere übertragen lässt, hängt mit den Chancen zusammen diesen Lebewesen bei der Exkursion auch tatsächlich zu begegnen. Während eine Beobachtung von Pflanzen bei sorgfältiger Planung sicher ist, ist die Begegnung mit einem Wirbeltier im Rahmen einer schulischen Exkursion mit meist über 20 Kindern auf Grund der scheuen Lebensweise der Tiere ein besonderer Glücksfall. Die Anzahl an durchgeführten Exkursionen ist somit kein gutes Maß für die erfolgten Tierbeobachtungen, weil bei Unterrichtsgängen im Gegensatz zu Pflanzen kaum Wirbeltiere beobachtet werden können.

Zum anderen zeigen die Daten aus Publikation I (s. Kapitel 3.1) zwar keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Anzahl an Exkursionen und der Testleistung, aber Schüler:innen, die mehr als zwei Exkursionen im Biologie-Unterricht durchgeführt hatten, konnten im Vergleich zu allen anderen Kindern deutlich mehr Wirbeltiere erkennen. Allerdings ist die Zahl dieser Schüler:innen so klein, dass sich kein statistisch signifikanter Effekt ergab.

Exkursionen leisten also durchaus einen wichtigen Beitrag zum Aufbau von Arten- und Formenkenntnis nicht nur bei Pflanzen, sondern auch bei (Wirbel-)Tieren, wenn die Arten bei diesen Lerngelegenheiten auch tatsächlich beobachtet werden könnten. Bei der Exkursionsplanung sollte die Lehrkraft deshalb Arten auswählen, die auf Grund ihrer wenig versteckten Lebensweise relativ sicher zu sehen sind (z.B. Wasservogel, viele Amphibienarten oder auch bestäubende Insekten). Diese Überlegungen flossen auch in den Biologie-Lehrplan für das neunjährige bayerische Gymnasium ein, der in den Jahrgangsstufen 5, 6, 8 und 9 je eine Exkursion ins Freiland verbindlich vorschreibt (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2018). Die

Förderung der Wirbeltier-Arten- und Formenkenntnis ist dabei beispielsweise ein Teil der Jahrgangsstufe 6, deren vorgeschriebene Exkursion zu einem Gewässer führen muss, weil in diesen Ökosystemen die Chance Wirbeltiere zu beobachten besonders hoch ist.

Da die Teilnehmenden an der in Kapitel 3.1 vorgestellten Studie noch das ausgelaufene achtjährige Gymnasium ohne die verpflichtend vorgeschriebenen Exkursionen besuchten, wäre ein Wiederholung der Untersuchung mit Schüler:innen aus dem neuen neunjährigen Gymnasium spannend, um zu überprüfen, ob sich die verbindliche Vorgabe von Exkursionen zu vorgegeben Ökosystemen auf die Fähigkeit der Kinder Wirbeltiere zu erkennen auswirkt.

Genau wie bei vielen Exkursionen ist die Begegnung mit wild lebenden Wirbeltieren auch während der Freizeit vielfach zufällig. Dennoch erhöht sich die Chance auf eine entsprechende Beobachtung mit der Zeit, die die Personen in der Natur verbringen. Dementsprechend verwundert es nicht, dass Kinder, die lieber im Freien spielen, signifikant mehr Wirbeltier-Arten erkennen als jene, die ihre Freizeit bevorzugt drinnen verbringen. Obwohl der Effekt dieses Faktors auf die Arten- und Formenkenntnis klein ist (Tabelle 10), wirkt er sich doch stärker als die Anzahl der Exkursionen auf die Testleistung aus. Dieser Befund lässt sich möglicherweise darauf zurückführen, dass die Testpersonen wesentlich weniger Zeit auf Exkursionen als beim Spielen im Freien verbringen.

#### ***4.1.2.2 Tatsächliche (Vogel-)Beobachtungen***

Während die Anzahl an Exkursionen im Rahmen formaler Bildungsprozesse aus den in Kapitel 4.1.2.1 angeführten Gründen keinen signifikanten Einfluss auf die Testleistung der untersuchten Gymnasiast:innen hatte, wirkt sich sowohl das Vorhandensein einer Vogelfütterung, als auch eines Nistkastens sowie die Teilnahme an einem Citizen Science Projekt zur Beobachtung von Vögeln sehr wohl auf die Arten- und Formenkenntnis von Vögeln bei Schüler:innen und Erwachsenen aus. Als besonders wirksam erweist sich dabei das Vorhandensein einer Vogelfütterung (Tabelle 11).

**Tabelle 11: Überblick über den Einfluss der Durchführung einer Vogelfütterung, dem Vorhandensein eines Nistkastens und der Teilnahme an einem Citizen Science Vogel-Beobachtungsprojekt auf die Arten- und Formenkenntnis mit den in den empirischen Untersuchungen aus Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3 gemessenen Effektstärken.**

Faktor	Schüler:innen		Erwachsene
	Wirbeltiere (s. Kapitel 3.1)	Vögel (s. Kapitel 3.2)	Vögel (s. Kapitel 3.3)
Vogelfütterung	---	mittlerer Effekt	mittlerer Effekt
Nistkasten	---	kleiner Effekt	---
Citizen Science Projekte	---	kleiner Effekt	kleiner Effekt

Dieser Befund lässt sich dadurch erklären, dass bei diesen drei Gelegenheiten tatsächlich Vogelbeobachtungen stattfinden. Das Vorhandensein einer Vogelfütterung wirkt sich stärker auf die Arten- und Formenkenntnis von Vögeln aus als ein Nistkasten, weil an einer Vogelfütterung mehr Arten vorkommen und diese länger zu beobachten sind, als an einem Nistkasten, der nur von einer Art genutzt wird und an dem die Tiere zudem nur kurz beim An- bzw. Abflug zu sehen sind.

Auch die Teilnahme an den Citizen Science Projekten „Stunde der Winter- bzw. Gartenvögel“ verbessert die Testleistung sowohl bei Schüler:innen als auch bei Erwachsenen signifikant. Die bei einer Teilnahme an diesen Aktionen notwendige quantitative Erfassung der Vogel-Arten mit entsprechender Dokumentation der Ergebnisse erweist sich jedoch als weniger wirksam für die Arten- und Formenkenntnis als das Vorhandensein einer Vogelfütterung. Eine mögliche Erklärung für diesen Befund könnte darin liegen, dass die Beobachtung durch die Zählung der Vögel zwar sehr intensiv, aber mit 60 Minuten auch recht kurz ist. Das dauerhafte Beobachten der Tiere und damit ständige Wiederholen der Arten an einer Futterstelle könnte sich somit als lernwirksamer erweisen als die intensive aber kurze Beschäftigung während eines Citizen Science-Projektes. Da die Anzahl an Testpersonen, die an der „Stunde der Winter- bzw. Gartenvögel“ aktiv teilgenommen haben, sowohl in der Gruppe der Schüler:innen als auch unter den Erwachsenen klein ist, wären weitere Untersuchungen mit größeren Testgruppen wünschenswert, um zu klären, ob die Intensität einer Beobachtung wirklich weniger lernwirksam ist als deren Häufigkeit.

Dennoch zeigen diese Befunde eindeutig, dass die tatsächliche Beobachtung von Tieren die Arten- und Formenkenntnis positiv beeinflusst. Die Betreuung einer Vogelfütterung im Rahmen des Biologie-Unterrichts ist dabei nicht nur eine relativ einfach umzusetzende Maßnahme, um die Arten- und Formenkenntnis zu fördern, sondern wirkt sich auch auf das Wohlbefinden der Beobachter:innen aus (Cox & Gaston, 2015; Keniger et al., 2013; Marselle et al., 2019). Die empirischen Befunde zeigen auch, dass trotz großer Anstrengungen der Naturschutzverbände, die



Zahl der Teilnehmenden an Citizen Science Beobachtungsaktionen wie der „Stunde der Winter- bzw. Gartenvögel“ deutlich steigerungsfähig ist. Ein möglicher Schritt wäre die Entwicklung zu den Lehrplänen passender Unterrichtsmaterialien (s. Kapitel 3.7.), die Lehrkräfte stärker motivieren, mit ihren Klassen noch häufiger an diesen Beobachtungs-Aktionen teilzunehmen.

Zusammenfassend betrachtet zeigen die vorliegenden Daten, dass Naturbeobachtungen zumindest für Vogel-Arten einen größeren Effekt auf die Testleistung haben als soziodemographische Faktoren und bestätigen somit die Befunde von Randler & Heil (2021) an Mitarbeitenden der Universität Tübingen.

#### 4.1.3 Interessen und persönliche Erwartungen

Neben soziodemographischen Faktoren sowie den Gelegenheiten eigene Naturbeobachtungen zu machen, beeinflussen auch persönliche Erwartungen und Interessen die Testleistung zur Arten- und Formenkenntnis von Wirbeltieren im Allgemeinen und Vögeln im Besonderen. Die in Kapitel 3.1 und 3.3 vorgestellten Befunde stehen damit sowohl in Einklang mit Untersuchungen von Randler & Heil (2021), die vogelbezogene Aktivitäten und Interessen als gewichtiger für die Vogel-Arten- und Formenkenntnis einstufen als soziodemographische Faktoren, als auch mit Ergebnissen von Palmberg et al. (2015), die ebenfalls einen Zusammenhang zwischen der Artenkenntnis von Tieren und dem Interesse der getesteten Personen an taxonomischen Inhalten beobachten konnten.

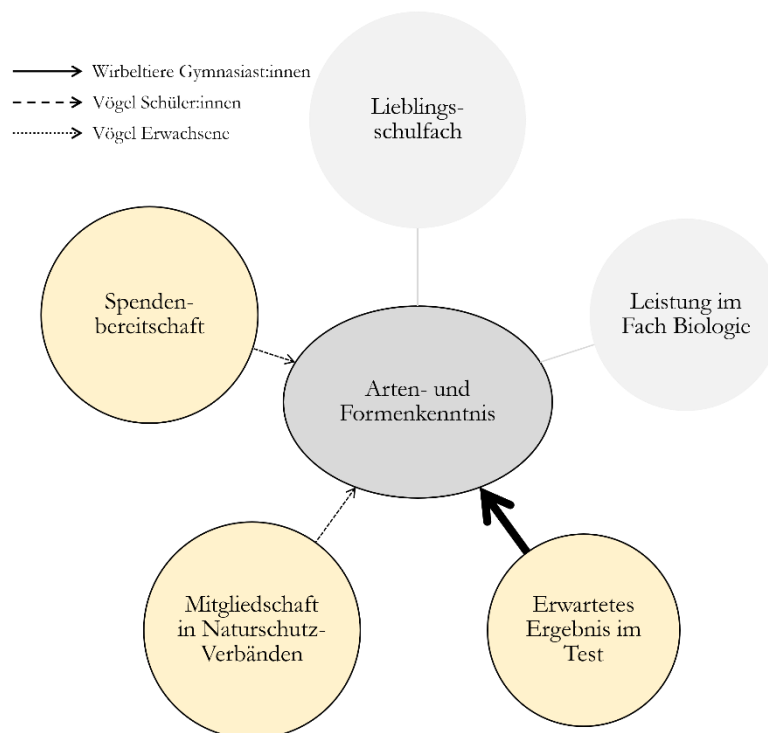


Abbildung 27: Überblick über den Einfluss persönlicher Erwartungen und Interessen in den drei Studien aus Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3. Die Pfeilstärke repräsentiert die Effektstärke der Einflussgrößen. Bei grau hinterlegten Variablen konnte

kein Einfluss auf die Testleistung nachgewiesen werden. Fehlende Verbindung zeigen, dass diese Einflussgröße in der Studie nicht untersucht wurde.

Im Folgenden werden die in Abbildung 27 zusammengestellten Einflussgrößen aus dem Bereich der Interessen und persönlichen Erwartungen im Einzelnen diskutiert.

#### 4.1.3.1 Lieblingsschulfach und Leistung in Biologie

Obwohl in empirischen Studien zum Fachwissen aus anderen (naturwissenschaftlichen) Themenbereichen ein Zusammenhang zwischen dem Lieblingsfach der getesteten Schüler:innen und ihrer Testleistung nachgewiesen wurde (Kubiak et al., 2012; Raza & Shah, 2011), wirkt sich das angegebene Lieblingsfach nicht signifikant darauf aus, wie viele Wirbeltier-Arten die Testpersonen erkennen. Das Testergebnis hängt auch nicht von der schulischen Leistung im Fach Biologie ab (Tabelle 12).

**Tabelle 12: Überblick über den Einfluss des Lieblingsschulfaches und der Leistung im Fach Biologie auf die Arten- und Formenkenntnis mit den in den empirischen Untersuchungen aus Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3 gemessenen Effektstärken.**

Faktor	Schüler:innen		Erwachsene
	Wirbeltiere (s. Kapitel 3.1)	Vögel (s. Kapitel 3.2)	Vögel (s. Kapitel 3.3)
Lieblingsschulfach	Kein signifikanter Effekt	---	---
Leistung im Fach Biologie	Kein signifikanter Effekt	---	---

Ein Blick in die Lehrpläne nach denen die getesteten Schüler:innen unterrichtet wurden, könnte helfen diese beiden von anderen Untersuchungen abweichenden Befunde zu erklären. Im Lehrplan der Jahrgangsstufe 6 des achtjährigen Gymnasiums wurden zwar Wirbeltiere thematisiert, doch der Fokus lag nicht auf der Unterscheidung von Arten, sondern auf der Analyse des evolutiven Werts der Angepasstheit morphologischer Strukturen an die Lebensweise der Tiere (Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, 2008).

Selbst wenn man Befunde ignoriert, dass die unterrichtende Lehrkraft (zumindest in Mathematik) einen größeren Einfluss auf die Freude der Kinder an dem Fach hat als dessen Inhalt (Briede, 2016), interessieren sich Schüler:innen, die Biologie nicht wegen der Lehrkraft sondern tatsächlich aus inhaltlichen Gründen als Lieblingsfach angaben, auf Grund des Lehrplans eher für den evolutiven Wert von Struktur-Funktions-Beziehungen innerhalb des Tierreichs als für die taxonomische Einteilung der Arten, wie sie in dem vorliegenden Test (s. Kapitel 3.1) geprüft wurde.

Dementsprechend bilden auch die Leistungen der Schüler:innen im Fach Biologie kaum Arten- und Formenkenntnisse ab, das heißt die Noten der Testpersonen beruhen nicht auf der Fähigkeit Tiere zu erkennen. Die in Kapitel 3.1 beschriebene Testleistung beim Erkennen von Wirbeltieren

ist somit weniger auf den Biologie-Unterricht als auf außerschulische Lernprozesse zurückzuführen, wie es auch von anderen Autor:innen beschrieben wird (Jaun-Holderegger, 2019; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018; Tarlowski, 2019) und hängt damit auch nicht mit den Leistungen der Schüler:innen in Biologie zusammen.

Zusammenfassend betrachtet sind sowohl die Wahl des Lieblingsfachs als auch die erzielten Leistungen im Fach Biologie unter den Bedingungen des achtjährigen bayerischen Gymnasiums keine guten Indikatoren für das Interesse der getesteten Schüler:innen an taxonomischen Inhalten, da diese im entsprechenden Unterrichtsgeschehen nur eine untergeordnete Rolle spielen. Somit ist es wenig verwunderlich, dass sie keinen signifikanten Einfluss auf die Wirbeltier-Arten- und Formenkenntnis der Kinder hatten.

Durch die deutliche Stärkung taxonomischer Inhalte und Kompetenzen im LehrplanPLUS für das neunjährige Gymnasium in Bayern bekommt die Arten- und Formenkenntnis innerhalb des gymnasialen Biologie-Unterrichts eine höhere Bedeutung (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 2018), das heißt diese Lernenden erleben einen inhaltlich anders ausgerichteten Biologie-Unterricht als ihre Altersgenoss:innen aus dem ehemaligen achtjährigen Gymnasium und auch in den Leistungsmessungen des neunjährigen Gymnasiums sollten Aspekte der Arten- und Formenkenntnis stärker berücksichtigt werden. In zukünftigen Untersuchungen zur Wirbeltier-Arten- und Formenkenntnis könnten somit das Lieblingsfach der Kinder und ihre schulischen Leistungen im Fach Biologie auf Grund der größeren inhaltlichen Ähnlichkeiten des Unterrichts mit den Anforderungen in einem Test zur Arten- und Formenkenntnis einen größeren Einfluss darauf haben, wie viele Tierarten die Kinder im Mittel erkennen.

#### 4.1.3.2 Erwartetes Ergebnis im Test

Die persönlichen Erwartungen zum eigenen Abschneiden im Test waren unter allen gemessenen Variablen der Prädiktor mit der höchsten Effektstärke für die mittlere Arten- und Formenkenntnis (Tabelle 13).

**Tabelle 13: Überblick über den Einfluss der persönlichen Erwartungen an das Ergebnis im Test auf die Arten- und Formenkenntnis mit den in den empirischen Untersuchungen aus Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3 gemessenen Effektstärken.**

Faktor	Schüler:innen		Erwachsene
	Wirbeltiere (s. Kapitel 3.1)	Vögel (s. Kapitel 3.2)	Vögel (s. Kapitel 3.3)
Erwartetes Ergebnis im Test	Großer Effekt	---	---

Dieser Befund steht im Einklang mit der Erwartungs-Wert-Theorie zur Erklärung der Motivation (Eccles & Wigfield, 2002; Schunk et al., 2014; Wigfield & Eccles, 2000) und wird auch von einer

Untersuchung zur Vogel-Artenkenntnis von Erwachsenen bestätigt, die einen starken Zusammenhang zwischen der eigenen Einschätzung der Vogel-Artenkenntnis und der tatsächlichen Vogel-Artenkenntnis belegt (Randler & Heil, 2021). Betrachtet man die Daten aus der Untersuchung an Kindern (s. Kapitel 3.1) und die an Erwachsenen erhobenen Daten von Randler & Heil (2021) liegt die Vermutung nahe, dass die Motivation sich mit taxonomischen Inhalten zu beschäftigen einen weit größeren Einfluss auf die Arten- und Formenkenntnis hat als alle anderen Faktoren.

Allerdings beruht diese Vermutung nur auf wenigen Daten und auch das Umfragedesign selbst erlaubt durch die Wahl der (wenigen) Fragebogen-Items nur eine wenig differenzierte Betrachtung dieser motivatorischen Einflussgrößen. Zukünftige Studien zur Arten- und Formenkenntnis sollten deshalb vermehrt den Einfluss persönlicher Erwartungen, Werte und Interessen als Prädiktoren für die Anzahl der erkannten Arten in den Fokus nehmen, um den Einfluss dieser komplexen Persönlichkeitsmerkmale noch genauer zu identifizieren. Dabei wäre die Nutzung einheitlicher Skalen zur Messung dieser motivatorischen Aspekte wertvoll, um verschiedene Testgruppen oder auch getestete Taxa besser vergleichen zu können als dies aktuell der Fall ist. Als Basis für die Entwicklung dieser Skalen könnten die Erkenntnisse aus Studien zur Einstellung gegenüber Tieren genutzt (Martens et al., 2019; Prokop & Tunnicliffe, 2010) und durch Items, die die Erwartungshaltungen der Probanden evaluieren, ergänzt werden.

#### 4.1.3.3 Mitgliedschaft in Naturschutz-Verbänden und Spendenbereitschaft

Wie an Kindern und Jugendlichen bereits gezeigt wurde (Bögeholz, 1999; Jaun-Holderregger, 2019), haben auch erwachsene Mitglieder von Naturschutz-Organisationen eine höhere Arten- und Formenkenntnis (von Vögeln) als Personen, die in keinem solchen Verband organisiert sind. Ähnliches gilt auch für die Spendenbereitschaft, die mit der Anzahl erkannter Vogel-Arten bei Erwachsenen korreliert (Tabelle 14). An Schüler:innen wurden diese Variablen nicht untersucht.

**Tabelle 14: Überblick über den Einfluss der Mitgliedschaft in Vereinen und der Spendenbereitschaft auf die Arten- und Formenkenntnis mit den in den empirischen Untersuchungen aus Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3 gemessenen Effektstärken.**

Faktor	Schüler:innen		Erwachsene
	Wirbeltiere (s. Kapitel 3.1)	Vögel (s. Kapitel 3.2)	Vögel (s. Kapitel 3.3)
Mitgliedschaft in Naturschutz-Verbänden	---	---	kleiner Effekt
Spendenbereitschaft	---	---	kleiner Effekt

Die Zugehörigkeit in einem Naturschutz-Verband kann sowohl aktiv als Teilnehmer:in an Veranstaltungen der Organisation als auch passiv als rein zahlendes Mitglied sein. Im ersten Fall

wird der Zusammenhang dieser Variable mit der Vogel-Arten- und Formenkenntnis von anderen Faktoren überlagert. So könnten aktive Mitglieder beispielsweise mehr direkte Naturbeobachtungen bei Exkursionen des Verbandes machen oder ihr Wissen durch die Teilnahme an speziellen Lernangeboten (von Mentoren) verbessert haben. Im Fall einer passiven Mitgliedschaft entspricht die Zugehörigkeit zu einem Naturschutz-Verband der Spendenbereitschaft.

Personen, die bereit sind mehr Geld zu spenden, erkennen in der in Kapitel 3.3 beschriebenen Untersuchung signifikant mehr Vogel-Arten. Ist der Zweck der Spende noch mit einem Naturschutz-Anliegen verbunden, wird der Unterschied in der Arten- und Formenkenntnis zu Personen, die weniger spenden, noch größer. Interessanterweise stand das objektive Wissen über Vögel in einer Untersuchung zur Spendenbereitschaft für den Vogelschutz im Gegensatz zur Einstellung zu den Tieren in keinem signifikanten Zusammenhang mit der Bereitschaft Geld zu spenden (Funk et al., 2022). Allerdings ist ein Vergleich der beiden Untersuchungen nur eingeschränkt möglich, da in der von Funke et al. (2022) genutzten Skala zum objektiven Wissen über Vögel die Artenkenntnis nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Mit der in Kapitel 3.3 beschriebenen Untersuchung kann nicht abschließend geklärt werden, ob die besseren Testleistungen tatsächlich eine Folge oder doch eher die Ursache einer höheren Spendenbereitschaft sind. Möglicherweise wissen Menschen, die viele Vogel-Arten kennen, mehr über die Gefährdung der Arten oder haben eine andere Einstellung zu den Tieren und sind deshalb eher bereit ihr Geld für Vogelschutz-Projekte zu spenden oder einem Naturschutz-Verband beizutreten. In diesem Fall wären die besseren Testleistungen beim Erkennen der Vogel-Arten keine Folge, sondern die Ursache dafür sich mit Geld oder in einem Verband für den Erhalt der biologischen Vielfalt einzusetzen.

Auch hier wären weitere Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Einstellungen und Fachwissen wie der Arten- und Formenkenntnis mit der Bereitschaft sich für den Erhalt der biologischen Vielfalt einzusetzen sinnvoll, um auf Grundlage dieser noch zu erhebenden Daten affektive und kognitive Lernziele in der Unterrichtsplanung entsprechend zu gewichten.

#### **4.1.4 Quellen des Wissens**

Das besuchte Gymnasium und damit die unterrichtende Biologie-Lehrkraft hatte einen signifikanten Effekt auf die Wirbeltier-Arten- und Formenkenntnis der getesteten Gymnasiast:innen. Dieser Befund bestätigt die in anderen Studien bereits beobachtete Bedeutung von Mentoren für den Erwerb der Fähigkeit Arten zu erkennen (Chand & Shukla, 2003; Jaun-Holderregger, 2019; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018; Tarlowski, 2019). Da in der

vorliegenden Untersuchung keine weiteren Daten zu den jeweiligen Lehrkräften erhoben wurden, bleibt ihre genaue Wirkung unklar. Da der entsprechende Effekt jedoch vergleichsweise groß ist, sollten weitere Studien durchgeführt werden, um zu klären inwieweit persönliche Einstellungen der Lehrkraft, ihr Fachwissen, fachdidaktisches bzw. methodisches Können oder andere Faktoren, wie beispielsweise die investierte Unterrichtszeit die unterschiedlichen Fähigkeiten der Schüler:innen Wirbeltiere zu erkennen, erklärt. Diese noch zu erhebenden Daten sollten dann in allen Phasen der Ausbildung von Lehrkräften genutzt werden, um diese zu befähigen entsprechende Lehrplaninhalte möglichst effizient zu vermitteln.

Wenn in einer repräsentativ gewählten Gruppe von Erwachsenen, die Arten- und Formenkenntnis von jenen Personen am niedrigsten ist, die die Schule als ihre wichtigste Quelle des Wissens über Vogel-Arten nannten (s Kapitel 3.3), ist dies möglicherweise ein Indiz dafür, dass die entsprechenden formalen Bildungsprozesse nicht nachhaltig erfolgreich waren - auch wenn der Schulbesuch für viele Testpersonen etliche Jahre zurückliegt und das entsprechende Wissen mit der Zeit verloren gegangen ist. Diese Befunde zur relativ geringen Wirksamkeit des Biologie-Unterrichts für den Aufbau der Arten- und Formenkenntnis werden auch von anderen Studien bestätigt (Tunncliffe & Reiss, 1999; Zahner et al., 2007), die andere Mentoren wie z.B. Familienmitglieder als wirksamere Quellen des Wissens beschreiben. Auch die in Kapitel 3.3 vorgelegten Erkenntnisse zeigen, dass Erwachsene, deren wichtigste Informationsquelle Verwandte oder auch Freunde waren, mehr Vogel-Arten erkennen als jene, deren Wissen auf schulische Bildungsangebote zurückgeht.

Interessanterweise schneiden viele Erwachsene in dem Test zur Vogel-Arten- und Formenkenntnis dann besonders gut ab, wenn sie ihr Wissen aus medial vermittelten Prozessen (wie z.B. Fernsehen, Internetquellen oder auch Büchern) beziehen. Obwohl keine entsprechenden Daten erhoben wurden, lässt sich dieser Effekt wohl auch mit motivatorischen Aspekten begründen. Während die Auswahl eines Fernsehprogramms kaum Anstrengung erfordert und die Zuseher:innen die Inhalte im Sinne des ICAP-Modells nur passiv konsumieren, ist der Lerneffekt und damit die Testleistung kleiner als bei Personen, die aktiv im Internet nach den entsprechenden Informationen suchen oder gar jener Gruppe, die sich ein entsprechendes Buch besorgt und liest.

Die Variation der Arten- und Formenkenntnis im Hinblick auf die Nutzung unterschiedlicher Medien als Quelle des Wissens wird also nicht unbedingt durch deren Potential für die Vermittlung von Arten- bzw. Formenkenntnissen erklärt, sondern die unterschiedlichen Testleistungen beruhen vermutlich eher darauf, dass Menschen, die Vogel-Bücher als Informationsquelle nutzen, bereit sind einen höheren Aufwand auf sich zu nehmen, weil sie ein größeres Interesse an diesem Taxon haben als Menschen, die das leicht zu konsumierende Fernsehen als Informationsquelle angeben.

In diesem Sinne ist es auch wenig erstaunlich, dass die (vergleichsweise wenigen) Personen, die ihr Wissen aus einem freiwillig besuchten, mit vergleichsweise hohem Aufwand verbundenen Kursangebot hatten, die besten Testergebnisse erzielten, weil deren Motivation Vögel kennenzulernen am höchsten ist. Gerade in der Erwachsenenbildung wäre eine genauere Analyse der Motivation und Erwartungen der Menschen nötig, um entsprechende Bildungsangebote zielgruppengerecht zu entwickeln und so die Arten- und Formenkenntnisse durch freiwillige Lernangeboten der außerschulischen Bildung im Sinne eines lebenslangen Lernens zu verbessern.

## 4.2 Bekanntheit von Arten

Da Menschen eher bereit sind, sich für den Erhalt ihnen bekannter Taxa, als für eventuell stärker bedrohte, aber ihnen unbekannt Arten einzusetzen (Davies et al., 2019), spielt die Bekanntheit von Arten eine wesentliche Rolle für den Schutz der biologischen Vielfalt. Daraus leitet sich für den Bildungsbereich die Forderung ab, unbekanntere Taxa zum Gegenstand von Lernprozessen zu machen, um deren Bekanntheit und damit die Bereitschaft sich für sie einzusetzen zu erhöhen.

Der in Kapitel 3.1 vorgestellte Befund, dass (die meisten) Säugetiere im Vergleich zu vielen Arten aus anderen Wirbeltier-Taxa eher häufig und viele Vogel-Arten eher selten erkannt werden, wird durch zahlreiche weitere Studien zur Arten- und Formenkenntnis von Wirbeltieren bestätigt (Eschenhagen, 1982; Hooykaas et al., 2019; Hooykaas et al., 2022; Huxham et al., 2006; Jaun-Holdererger, 2019; Randler, 2006; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018). Diese Unterschiede aber allein damit zu erklären, dass die Arten- und Formenkenntnis mit dem Interesse an den Tieren steigt (Hooykaas et al., 2019; Jaun-Holdererger, 2019; Lindemann-Matthies, 2002; Randler, 2006; Todt, 1990), greift zu kurz, da beispielsweise das Interesse an Vogel-Arten sowohl bei Kindern (Prokop, Kubiato, & Fančovičová, 2008) als auch bei Erwachsenen (Bundesamt für Naturschutz, 2020) hoch ist, die Tiere aber kaum erkannt werden.

Für die Analyse der empirischen Befunde aus Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3 zur unterschiedlichen Bekanntheit einzelner Taxa, sollten deshalb auch weitere in Abbildung 28 dargestellte Einflussgrößen diskutiert werden, die sich zum Teil gegenseitig überlagern können.

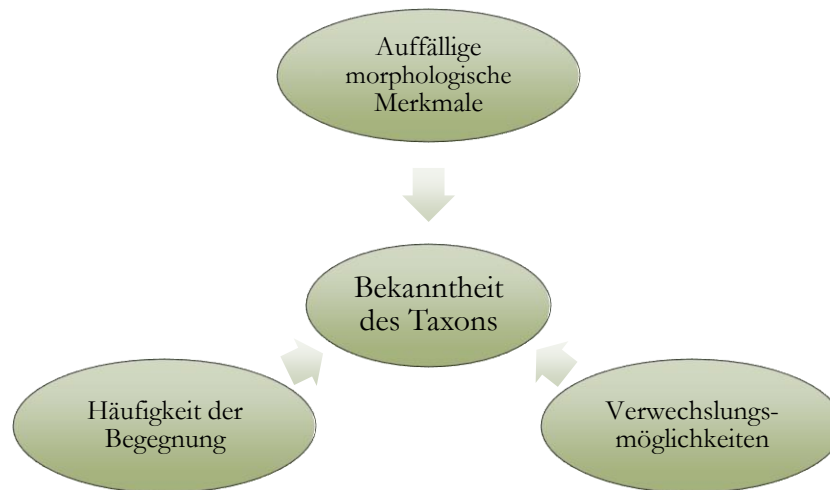


Abbildung 28: Einflussfaktoren auf die Bekanntheit einer Art.

#### 4.2.1 Auffällige morphologische Merkmale

In vorangegangenen Untersuchungen wurde die Größe einer Tierart als wesentlicher Prädiktor für deren Bekanntheit beschrieben (Berti et al., 2020). Diese These gilt für die vorliegenden Untersuchungen nur bedingt. Einerseits wird dieser Befund dadurch bestätigt, dass bei den Erwachsenen aus der in Kapitel 3.3 vorgestellten Untersuchung die vier größten Vögel unter den fünf bekanntesten Vogel-Arten im Test waren. Auch bei den Untersuchungen zur Vogel-Arten- und Formenkenntnis bei Kindern sind die größeren Singvogel-Arten (z.B. Amsel oder Elster) bekannter als ihre kleineren Verwandten (z.B. Buchfink, Erlenzeisig). Allerdings wiesen diese getesteten Vogel-Arten keine besonders auffälligen Größenunterschiede auf, so dass die Daten entsprechend vorsichtig zu interpretieren sind.

Andererseits sind unter den sehr häufig erkannten Wirbeltier-Arten (s. Kapitel 3.1) auch viele vergleichsweise kleine Tiere (wie z.B. der Maulwurf), während deutlich größere (z.B. Karpfen) seltener erkannt werden. Auch innerhalb der gleichen Wirbeltierklasse lässt sich die Abhängigkeit der Bekanntheit von der Größe der Tiere nicht bestätigen. So ist die kleinere Blindschleiche bei den getesteten Kindern bekannter als die größere Ringelnatter oder der Mäusebussard wird seltener richtig erkannt als das Rotkehlchen.

Zudem ist bei dem in den drei Untersuchungen gewählten methodischen Vorgehen die Größe der Tiere für die Testpersonen nur schwierig einzuschätzen, da auf den gezeigten Bildern ein Größenvergleich fehlt. Weitere Untersuchungen (z.B. unter Verwendung von Präparaten statt Abbildungen) könnten dazu beitragen, den Einfluss der Größe auf die Bekanntheit einer Art weiter aufzuklären.

Neben der Größe einer Art scheinen auch weitere morphologische Merkmale die Bekanntheit einer Art zu beeinflussen. Gut getarnte, d.h. unauffällig gefärbte Arten, wie z.B. Rebhuhn, Zaunkönig



oder Zauneidechse, werden tendenziell schlechter erkannt als auffällige. Neben besonderen morphologischen Strukturen (z.B. Geweih des männlichen Rehbocks) scheint vor allem die Färbung des Tieres einen Einfluss auf die Bekanntheit der Art zu haben. Dabei könnte eine kontrastreiche Färbung für das Erkennen des Taxons wichtiger sein als eine Vielzahl von Farben.

Dass die Anzahl der Farben des Tieres wohl eine eher untergeordnete Rolle spielt, wird durch den Befund bestätigt, dass sich sowohl unter den Tieren, die häufig (z.B. Blaumeise, Star) als auch unter jenen die kaum (z.B. Buchfink, Erlenzeisig) erkannt werden, bunt gefärbte Arten finden. Zudem sind kontrastreich gemusterte Tiere mit nur wenigen Farben wie z.B. der Feuersalamander oder die Elster vergleichsweise bekannt. Doch diese Interpretation bedarf weiterer Untersuchungen, da in den vorliegenden Tests auch etliche gut getarnte (z.B. Luchs, Biber) oder kontrastarm gemusterte (z.B. Maulwurf, Eichhörnchen) Arten von den Testpersonen häufiger erkannt wurden als deutlich auffälliger gemusterte Tiere (z.B. Blaumeise, Buchfink, Erlenzeisig).

In vielen Fällen werden Tierarten in den vorliegenden Tests häufiger erkannt, wenn ihr Name einen Hinweis auf ein morphologisches Kennzeichen der Spezies (z.B. Rotkehlchen, Feuersalamander, Blaumeise) enthält. Dies lässt sich damit erklären, dass „sprechende Namen“, das Erkennen der Art erleichtern (Randler & Metz, 2005). Dies gilt jedoch nur dann, wenn die Namen mit dem Aussehen des Tieres verknüpft sind, weil z.B. Hinweise auf den Lebensraum des Tieres im Artnamen (z.B. Grasfrosch, Erdkröte) für die Bekanntheit der Tierart keine Rolle zu spielen scheinen.

Besonders auffällig ist dieses Phänomen bei Vögeln mit rotem Bauch oder Brustgefieder, die vor allem von Kindern häufig für „Rotkehlchen“ gehalten werden. Nicht ganz so ausgeprägt ist dieses Phänomen auch bei der „Blaumeise“, deren Namen auch anderen bläulichen Vogel-Arten wie z.B. dem Kleiber zugeordnet wird. Dass die Bezeichnung „Grünfink“ kaum anderen grünen Vögeln zugeordnet wird, könnte daran liegen, dass die Teilnehmenden im Gegensatz zu „Rotkehlchen“ und „Blaumeise“ gar nicht über die Vokabel „Grünfink“ verfügen und sie diese Bezeichnung demensprechend auch keinen anderen Vogel-Arten zuordnen konnten.

#### **4.2.2 Verwechslungsmöglichkeiten**

Um ein Tier auf Artniveau korrekt anzusprechen zu können, muss die Spezies von anderen, vielleicht ähnlichen Arten abgegrenzt werden. Deswegen sollte die Bekanntheit einer Art mit der Zahl morphologisch ähnlicher Arten sinken. Allerdings wurde diese Hypothese in keiner der bisherigen Untersuchungen zur Arten- und Formenkenntnis – auch nicht in jenen, die dieser Dissertation zu Grunde liegen- bisher getestet.

Sollte die Annahme jedoch zutreffen, resultiert die große Bekanntheit des Eichhörnchens (*Sciurus vulgaris*) möglicherweise daraus, dass die Teilnehmenden tatsächlich nur diese eine Art aus der Familie der Hörnchen (*Sciuridae*) kennen und gar nicht von anderen Arten wie z. B. dem Grauhörnchen (*Sciurus carolinensis*) unterscheiden können. Da in Mitteleuropa das Eichhörnchen lange Zeit der einzige Vertreter der Hörnchen war, mag die Abgrenzung für dieses Taxon unnötig erscheinen. In vielen anderen Fällen gibt es bei den getesteten Arten durchaus auch in der heimischen Fauna ähnliche Vertreter.

Ein entsprechendes Beispiel ist der Haus-Sperling (*Passer domesticus*). Sowohl Kinder als auch Erwachsene bezeichnen diese Art in vielen Fällen als „Spatz“ oder „Sperling“. Dabei stellt sich die Frage, ob diese Angabe aus einem systematischen Verständnis heraus gemacht wurde, weil die Testperson die einzelnen Vertreter eines übergeordneten Taxons nicht unterscheiden kann. In diesem Fall bedeutet die Angabe „Spatz“ eigentlich „ein Vertreter aus der Gattung der Spatzen. Welche Art weiß ich nicht genau.“ Wahrscheinlicher ist jedoch, dass die Testperson gar nicht weiß, dass bei uns beispielsweise mit dem Feld-Sperling eine weitere, ähnliche Spatzen-Art vorkommt (Abbildung 29).

Haus-Sperling (*Passer domesticus*)



Feld-Sperling (*Passer montanus*)



Abbildung 29: Zwei ähnliche Arten aus der Gattung Sperling (*Passer sp.*).

Natürlich hat eine Person, die im Test „Spatz“ als übergeordnete taxonomische Gruppe im Sinne des ersten oben beschriebenen Falls antwortet, eine breitere Arten- und Formenkenntnis, als eine Person, die die gleiche Antwort „Spatz“ gibt, ohne allerdings deren Vielfalt innerhalb der Gattung zu kennen.

Legt man diese Überlegungen zu Grunde, liegt die Vermutung nahe, dass viele Spezies in den vorliegenden Tests gar nicht wirklich auf Artniveau erkannt werden. Um diese Hypothese zu testen, sollten in zukünftigen Untersuchungen zur Arten- und Formenkenntnis stets eine oder mehrere ähnliche Arten – z. B. Buntspecht/Mittelspecht oder Grasfrosch/Wasserfrosch- nebeneinander

enthalten sein, um festzustellen, ob die Testpersonen die Art wirklich auch von anderen Arten unterscheiden können.

Darüber hinaus wurden in allen bisher vorliegenden Untersuchungen zur Arten- und Formenkenntnis (Eschenhagen, 1982; Hooykaas et al., 2019; Jaun-Holderregger, 2019; Randler, 2006; Randler & Heil, 2021; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018; Zahner et al., 2007) und auch in dieser Arbeit bei geschlechtsdimorphen Arten stets die auffälligeren, adulten Männchen den Testpersonen vorgelegt. Um alle Individuen einer Art ansprechen zu können, müssten aber auch Weibchen oder juvenile Tiere erkannt werden. Diese Überlegungen sollten in die Konstruktion zukünftiger Fragebögen zur empirischen Ermittlung der Arten- und Formenkenntnis mit einbezogen werden.

#### **4.2.3 Häufigkeit der Interaktionen**

Untersuchungen zum Aufbau des Wortschatzes in Fremdsprachen zeigen, dass eine häufige und aktive Wiederholung der Vokabeln das Erinnern dieser Wörter fördert (Sozler, 2012; Teng & Xu, 2022). Überträgt man diese Befunde aus der linguistischen Forschung zum lexikalischen Wissen von Wörtern auf das ähnliche Erinnern von Artnamen einer Spezies, so sollte die Art umso bekannter sein, je häufiger und aktiver die Testperson mit den Arten interagiert.

Die Interaktion mit den Arten kann einerseits durch direkte Naturbeobachtungen im Freiland erfolgen. Häufig zu beobachtende Arten sollten somit bekannter sein als selten zu sehende. Doch dieser Zusammenhang zwischen der Beobachtbarkeit und der Bekanntheit einer Art, der für Pflanzen vielfach bestätigt wurde (Jäkel & Schaer, 2004; Jaun-Holderregger, 2019; Lindemann-Matthies, 2002; Lindemann-Matthies & Bose, 2008; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018; Scherf, 1986), gilt für Wirbeltier-Arten nur sehr eingeschränkt.

Alle Säugetierarten sind in der Untersuchung zur Arten- und Formenkenntnis (siehe Kapitel 3.1) sehr bekannt, aber auf Grund ihrer versteckten, z. T. nachtaktiven Lebensweise oder ihrer geringen Abundanz in der Natur schwierig zu beobachten, so dass ihre Bekanntheit (außer beim Eichhörnchen) kaum auf eine direkte Naturbeobachtung zurückgeführt werden kann. Gleichzeitig sind viele, relativ leicht zu beobachtende, weil wenig scheue, tagaktive und häufige Vogel-Arten (z. B. Mäusebussard, Buchfink) den Testpersonen unbekannt. Zudem gibt es weder in der Testgruppe der Kinder (s. Kapitel 3.2) noch der Erwachsenen (s. Kapitel 3.3) einen Zusammenhang mit der Beobachtungshäufigkeit einer Vogelart bei Citizen Science Projekten und ihre Bekanntheit innerhalb der Testgruppe.

Aus diesem Grund liegt die Schlussfolgerung nahe, dass die Bekanntheit von Tieren im Gegensatz zu jener von Pflanzen eher auf die Präsenz der Arten in Medien als auf eine direkte Begegnung mit

der Art in der Natur zurückzuführen ist. Diese These wird auch durch Untersuchungen gestützt, die die große Beliebtheit von Säugetieren (Patrick et al., 2013) und damit einhergehend ihre vergleichsweise häufige Präsenz in Büchern, Fernsehsendungen oder Internetbeiträgen zeigen (Heathcote, 2021; Huxham et al., 2006). Die getesteten Personen kommen somit mit Säugetieren häufig in medialen Kontakt, so dass sich entsprechendes Wissen nicht nur kontinuierlich aufbaut, sondern auch häufig wiederholt und damit gefestigt wird. Interessanterweise werden Medien von Erwachsenen weder in den dieser Arbeit zugrundeliegenden Untersuchungen (Kapitel 3.3) noch von Kindern (Tunncliffe et al., 2008; Tunncliffe & Reiss, 1999; Zahner et al., 2007) als besonders häufige Quellen für ihre Arten- und Formenkenntnis genannt.

Für die Konstruktion von Fragebögen zur Bekanntheit von Arten könnte es daher zukünftig sinnvoll sein, gezielt Arten auszuwählen, die unterschiedlich häufig in den Medien präsent sind. Besonders interessant scheint dabei das frühkindliche Lernen in Zusammenhang mit den der Altersstufe entsprechenden Medienprodukten (z.B. Kindersendungen, Kinderbüchern) zu sein, da einige Studien zeigen, dass sich das Interesse an Tieren bereits sehr früh entwickelt (Allen, 2015; Tomkins & Tunncliffe, 2015).

### 4.3 Veränderung der Arten- und Formenkenntnis

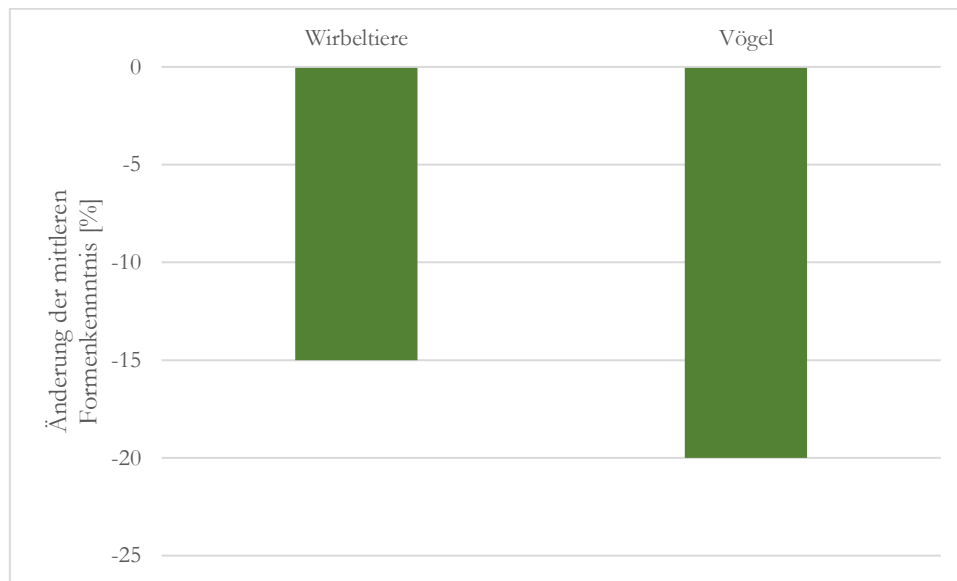
#### 4.3.1 Ermittlung einer Bezugsgröße für Erwachsene

Wie in Kapitel 1.3.5 beschrieben, liegen aus dem deutschsprachigen Raum aus der Gruppe der Erwachsenen keine (älteren) Daten vor, um Veränderungen ihrer Arten- und Formenkenntnis über die Jahre hinweg zu untersuchen. Da innerhalb dieser Kohorte aber die für den Erhalt der biologischen Vielfalt wichtigsten politischen, gesellschaftlichen und persönlichen Entscheidungen getroffen werden, konnte diese Datenlücke mit der vorliegenden Arbeit zumindest für die Vogel-Arten am Beispiel einer repräsentativen Bevölkerungsgruppe geschlossen werden (siehe Kapitel 3.3). Mit diesem Datensatz als Bezugsgröße können zukünftigen Untersuchungen Veränderungen in der Vogel-Arten- und Formenkenntnis aufklären, um eventuell auftretende „shifting baselines“ bei Erwachsenen zu erkennen. Dies ist deshalb wichtig, weil das ökologische Wissen die Naturverbundenheit bei Erwachsenen erhöht und diese Naturverbundenheit sich positiv auf Entscheidungen zum Erhalt der biologischen Vielfalt auswirkt (Mackay & Schmitt, 2019; Whitburn et al., 2020). Demnach sollten Veränderungen des Wissens auch veränderte Entscheidungen erwarten lassen.

#### 4.3.2 Shifting Baselines bei Schüler:innen

Die Befunde aus Kapitel 3.1 und Kapitel 3.2 belegen zum ersten Mal einen statistisch signifikanten Rückgang der Wirbeltier- und Vogel-Arten- und Formenkenntnis bei bayerischen Schüler:innen

gegenüber vergleichbaren Testgruppen vor ungefähr zehn Jahren (Abbildung 30). Die im Rahmen dieser Dissertation getesteten Kinder erkannten 15% weniger Wirbeltier- und ca. 20% weniger Vogel-Arten.



**Abbildung 30:** Änderung der mittleren Formenkenntnis in den untersuchten Testgruppen bei Wirbeltieren und Vögeln im Vergleich zu entsprechenden Kohorten aus den Jahren 2006 und 2007 (Vergleiche Kapitel 3.1 und 3.2).

Sowohl bei den Wirbeltier- als auch bei den Vogel-Arten ändert sich die Reihenfolge der Bekanntheit über die Jahre kaum, wobei die Bekanntheit der einzelnen Arten eher kleiner wird oder gleichbleibt. So werden nur zwei der 20 getesteten Wirbeltier-Arten (Reh und Grasfrosch) in den aktuellen Untersuchungen (s. Kapitel 3.1) häufiger, aber zehn seltener korrekt benannt als im Jahr 2006. Keine der getesteten Vogel-Arten erzielte in der vorliegenden Untersuchung (s. Kapitel 3.2) signifikant höhere Werte bei der Bekanntheit als im Jahr 2007, während 8 von 12 getesteten Vogel-Arten in der Testgruppe seltener erkannt werden. Diese empirischen Daten aus den beiden unabhängig durchgeführten Untersuchungen bestätigen somit ein „shifting baseline“ Phänomen für die Arten- und Formenkenntnis von Wirbeltieren im Allgemeinen und Vögeln im Besonderen bei Kindern.

Dieser signifikante Rückgang innerhalb von ungefähr einem Jahrzehnt ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass sich die Kinder und Jugendlichen heute weniger mit einheimischen Tieren beschäftigen als noch vor 10 Jahren, weil sich sowohl die außerschulische Lebenswelt der untersuchten Schüler:innen als auch die inhaltlichen Schwerpunkte in der schulischen Bildung in der untersuchten Zeitspanne verändert haben.

In den vergangenen Jahren wurde eine zunehmende Entfremdung junger Menschen von der Natur beschrieben (Brämer, 2010; Brämer et al., 2016; Chawla, 2020; Colding et al., 2020), die auch damit zusammenhängt, dass Kinder und Jugendliche immer weniger in der Natur sind, weil sie stattdessen

mehr Zeit an Bildschirmen verbringen (Larson et al., 2019; Oswald et al., 2020). Ob sich die niedrigeren Testleistungen bei der Arten- und Formenkenntnis jedoch allein mit der kürzeren Zeit, die die Kinder und Jugendlichen in der Natur verbringen, erklären lassen, ist fraglich, weil die Daten aus den in Kapitel 3.1 und 3.2 vorgestellten Arbeiten zeigen, dass die Bekanntheit der untersuchten Tierarten in der Regel nicht mit ihrer Beobachtbarkeit im Freiland also der direkten Naturbegegnung zusammenhängt (s. Kapitel 4.2 *Bekanntheit von Arten*).

Obwohl sich die Wirbeltier-Arten- und Formenkenntnis durch mehr Zeit in der Natur allein wohl kaum verbessern lässt, wäre es doch empfehlenswert Kinder und Jugendliche wieder verstärkt an mehr Naturerlebnisse heranzuführen, da diese nicht nur ihre physische und mentale Gesundheit stärken (Kuo et al., 2019; Norwood et al., 2019), sondern auch Interesse an den Tieren und dem Erhalt der biologischen Vielfalt wecken (Giusti, 2019; Hughes et al., 2018). Durch dieses zunehmende Interesse könnte dann indirekt auch die Arten- und Formenkenntnis gesteigert werden, weil sich die Kinder und Jugendlichen wegen ihres gestiegenen Interesses mehr mit den Tieren beschäftigen.

Doch nicht nur die außerschulischen Rahmenbedingungen haben sich im vergangenen Jahrzehnt verändert, auch Inhalte der Lehrpläne für den (gymnasialen) Biologie-Unterricht haben sich in diesem Zeitraum verändert. Waren in der Jahrgangsstufe 6 im Lehrplan für das neunjährige Gymnasium noch alle fünf Wirbeltierklassen verbindlich vorgegeben (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 1990), konnten die Lehrkräfte im achtjährigen Gymnasium neben den Säugetieren zwei der vier weiteren Klassen für ihren Unterricht auswählen (Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, 2008). Ob dies allein reicht, die hohe Bekanntheit der Säugetiere zu erklären, mag bezweifelt werden, da auch Kinder aus völlig anderen Schulsystemen oder Zeiten Vertreter dieser Tierklasse am häufigsten erkennen (Eschenhagen, 1982; Hooykaas et al., 2019; Jaun-Holderegger, 2019; Randler, 2006; Remmele & Lindemann-Matthies, 2018).

Am Beispiel der Vögel lässt sich der Einfluss der Lehrpläne auf die Arten- und Formenkenntnis deutlicher belegen. Die bayerischen Gymnasiast:innen aus der Testgruppe von Zahner (2007) besuchten das ehemals neunjährige Gymnasium, in dem der Lehrplan „Bestimmungsübungen an einheimischen Vögeln“ verbindlich vorschrieb (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus, 1990). Da die in der Studie aus Kapitel 3.2 getesteten Schüler:innen aus dem achtjährigen bayerischen Gymnasium keine solchen Bestimmungsübungen durchführen mussten, könnte dies zumindest ein Erklärungsansatz dafür sein, warum sie signifikant weniger Vogel-Arten erkennen.

Ob die inhaltliche Gestaltung von Lehrplänen tatsächlich die Arten- und Formenkenntnis beeinflusst oder schulische Bildungsprozesse von außerschulischen Faktoren überlagert werden, sollte durch zukünftige Untersuchungen weiter aufgeklärt werden. Dabei bietet sich eine Wiederholung der vorliegenden Studien mit bayerischen Gymnasiast:innen an, die nach dem neuen LehrplanPLUS unterrichtet werden. Da dieses Curriculum einen deutlichen Schwerpunkt auf die Vermittlung von Arten- und Formenkenntnis legt (s. Kapitel 1.4.2), sollten diese Gymnasist:innen deutlich bessere Testergebnisse als eine vergleichbare Testgruppe aus dem achtjährigen Gymnasium erzielen. Somit sind die vorliegenden Daten der Studien aus Kapitel 3.1 und 3.2 eine wichtige Grundlage für zukünftige Arbeiten.

Durch den Bildungsföderalismus setzen die einzelnen Bundesländer in ihren Lehr- und Bildungsplänen unterschiedliche Schwerpunkte, so dass in einigen Ländern der Aufbau von Arten- und Formenkenntnis im Rahmen der schulischen Bildung stärker akzentuiert ist als in anderen (Lindemann-Matthies & Remmele, 2021). Somit wären bundeslandübergreifende Studien eine weitere sinnvolle Möglichkeit den Einfluss des Lehrplans auf die Arten- und Formenkenntnis zu überprüfen. Einen ersten Vergleich solcher Kohorten aus verschiedenen Bundesländern machen Sturm et al. (2020), in dem sie die Daten bayerischer Schüler:innen aus der in Kapitel 3.2 vorgestellten Studie mit jenen Berliner Kinder und Jugendlicher vergleichen. Auf Grund eines stark abweichenden Testdesigns lassen sich die Ergebnisse aus den beiden Bundesländern aber kaum miteinander vergleichen, so dass weitere Studien nötig sind, um den Einfluss der Lehr- und Bildungspläne auf die Testergebnisse zu beurteilen.

Tatsächlich ist der Rückgang der Arten- und Formenkenntnis bei Schüler:innen vermutlich nicht nur auf einige wenige Ursachen, wie eine veränderte Mediennutzung oder andere Inhalte in den Lehrplänen zurückzuführen. Zahlreiche weitere Faktoren wie etwa eine veränderte Unterrichtsgestaltung mit einem stärkeren Fokus auf die Vermittlung von Kompetenzen statt Inhalten oder auch veränderte familiäre Strukturen, sowie weitere noch unbekannte Variablen könnten für den Rückgang der Arten- und Formenkenntnis bei Kindern und Jugendlichen mitverantwortlich sein (Abbildung 31).

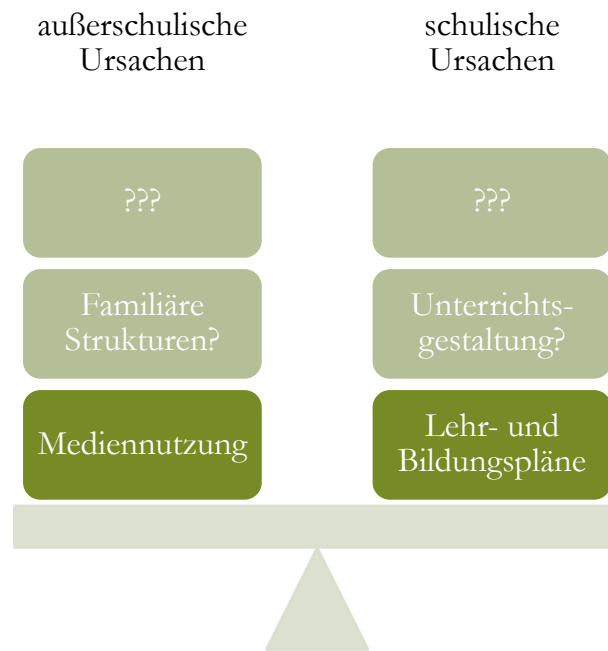


Abbildung 31: schulische und außerschulische Ursachen für den Rückgang der Arten- und Formenkenntnis.

Doch auch wenn weitere Studien nötig sind, um die Ursachen für den Rückgang der Arten- und Formenkenntnis bei Schüler:innen besser zu klären, bedarf es bereits jetzt

- einer Überarbeitung institutioneller Rahmenbedingungen (z.B. Bildungsstandards, Lehrplaninhalte),
- fachdidaktischer Überlegungen für den effizienten Aufbau von Arten- und Formenkenntnis und
- der Unterstützung von Lehrkräften bei der Erstellung entsprechender Unterrichtsmaterialien,

um dem Rückgang der Arten- und Formenkenntnis entgegenzuwirken. Ein möglicher Ansatz zur Gestaltung solcher Bildungsprozesse soll in Kapitel 4.4 entwickelt werden.



#### 4.4 Aufbau von Arten- und Formenkenntnis durch Bildungsprozesse

Auf Grund der wissenschaftlichen, gesellschaftlichen und persönlichen Relevanz der taxonomischen Bildung bilden auch die Lehrpläne der Bundesländer sowie die Bildungsstandards entsprechende Kompetenzen und Inhalte ab. Die empirischen Befunde aus Kapitel 3.1, 3.2 und 3.3 zeigen jedoch, dass sowohl Kinder (als auch Erwachsenen) in entsprechenden Tests nur wenige Tierarten erkennen. Aus diesem Grund sollen im Folgenden Möglichkeiten diskutiert werden, welche didaktischen und methodischen Möglichkeiten sich für die Unterrichtspraxis ergeben, um entsprechende Kompetenzen und Inhalte zur Arten- und Formenkenntnis (erfolgreicher) zu vermitteln.

##### 4.4.1 *Verknüpfung taxonomischer Bildung mit Medienkompetenz*

Da sich viele Lehrkräfte bei der Vermittlung von Arten- und Formenkenntnissen unsicher sind oder sich zumindest unsicher fühlen (Gayford, 2000; Lindemann-Matthies et al., 2011; Lindemann-Matthies et al., 2017; Palmberg et al., 2015; Wagler, 2010; Yli-Panula & Matikainen, 2014) wären fachdidaktisch vorstrukturierte Unterrichtsideen hilfreich, um den Lehrkräften aufzuzeigen, wie sie die von den Lehrplänen vorgegeben Kompetenzen und Inhalte in ihrem Unterricht möglichst effizient vermitteln können. Eine Strukturierungsmethode stellt dabei eine Kombinationsmatrix aus ICAP- und SAMR-Modell dar (Kramer et al., 2019). Dabei lassen sich Aktivitäten mit einem Schwerpunkt auf dem Kompetenzbereich „Fachwissen“ (Tabelle 15) von jenen mit einem Schwerpunkt im Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“ (Tabelle 16) abgrenzen.

Tabelle 15: Überblick über mögliche unterrichtliche Aktivitäten mit einem Schwerpunkt auf dem Kompetenzbereich Fachwissen eingeordnet in das ICAP- und SAMR-Modell.

	Passiv	Aktiv	Konstruktiv	Interaktiv
<b>Substitution</b>	Informationen zu einer Art ansehen (z. B. Video, Text)	Fragen zu einer Art mithilfe von gegebenen Informationen (z. B. Video, Text) beantworten	(Digitalen) Steckbrief zu einer Art mithilfe gegebener Informationen (z. B. Video, Text) erstellen	Gemeinsame (digitale) Ausstellung von Steckbriefen verschiedener Arten erstellen
<b>Augmentation/ Verbesserung</b>	Interaktive Präsentation zu einer Art ansehen	Fragen zu einer Art mithilfe einer animierten Präsentation beantworten	Animierte Präsentation zu einer Art erstellen	Gemeinsame animierte Präsentation für verschiedenen Arten erstellen.
<b>Modifikation</b>	Andere bei der Durchführung einer (interaktiven) Übung zur Verbesserung der Artenkenntnis beobachten.	Fragen zu einer Art mithilfe einer interaktiven Präsentation beantworten	Interaktive Übung zur Verbesserung der Artenkenntnis entwickeln.	(Interaktives) Übungsset zur Verbesserung der Artenkenntnis einer Organismengruppe arbeitsteilig entwickeln.
<b>Redefinition</b>	Beobachten, wie Informationen zu einer Art aus einer online Dokumentationsplattform entnommen werden	Informationen zu einer Art aus einer online Dokumentationsplattform entnehmen.	Eigene Informationen in eine online Dokumentationsplattform eintragen.	Informationen zu einem gemeinsam untersuchten Lebensraum/Taxon in einer Dokumentationsplattform eintragen.

Tabelle 16: Überblick über unterrichtliche Aktivitäten mit einem Schwerpunkt auf dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung eingeordnet in das ICAP- und SAMR-Modell.

	Passiv	Aktiv	Konstruktiv	Interaktiv
<b>Substitution</b>	Beobachten, wie Arten mithilfe von Bestimmungsliteratur identifiziert werden	Arten mithilfe von Bestimmungsliteratur identifizieren	Eigene Bestimmungsliteratur erstellen	Bestimmungsliteratur erstellen mit deren Hilfe andere Lernende Arten aus diesem Taxon identifizieren
<b>Augmentation/ Verbesserung</b>	Beobachten, wie Arten mithilfe von interaktiven Schlüsseln identifiziert werden.	Arten mithilfe von interaktiven Schlüsseln identifizieren	Eigene interaktive Schlüssel erstellen	Eigene interaktive Schlüssel erstellen mit deren Hilfe andere Lernende Arten aus diesem Taxon identifizieren
<b>Modifikation</b>	Beobachten, wie Arten von Experten in Bestimmungsforen identifizieren werden.	Arten von Experten in Bestimmungsforen identifizieren lassen	Eigene Postings in Bestimmungsforen verfassen.	Eigene Postings in Bestimmungsforen verfassen und vorhandene Postings kommentieren.
<b>Redefinition</b>	Beobachten, wie Arten mithilfe einer Bestimmungsapp identifiziert werden	Arten mithilfe einer Bestimmungsapp selber identifizieren	Eigene Sammlung von Arten in einer automatischen Bestimmungsapp anlegen	Gemeinsame Sammlung von Arten in einer Bestimmungsapp anlegen

**4.4.2 Erstellung von Unterrichtsmaterialien zum Aufbau von Arten- und Formenkenntnis im BISA-Projekt**

Da Vogel-Arten in den vorliegenden Untersuchungen zur Formen- und Artenkenntnis (siehe Kapitel 3.1 und Kapitel 3.2) von den Testpersonen vergleichsweise schlecht erkannt wurden, besteht in dieser Gruppe der Wirbeltiere der größte Bedarf an Unterrichtsmaterialien. Deshalb wurden – neben dem in Kapitel 3.7 abgedruckten Beispiel- weitere in Tabelle 17 zusammengestellte Unterrichtsmaterialien zum Aufbau von Arten- bzw. Formenkenntnis von Vögeln für den Unterricht im Klassenzimmer bzw. im Freiland im Rahmen des BISA-Projekts erarbeitet.

**Tabelle 17: Überblick über im Rahmen des BISA-Projekts publizierte Unterrichtsmaterialien zum Aufbau von Arten- und Formenkenntnis bei Vögeln mit Einordnung in des Kompetenzstrukturmodell der taxonomischen Bildung für den Unterricht im Klassenzimmer. Dabei steht FW für den Bereich „Fachwissen“ und EK für den Bereich „Erkenntnisgewinnung“.**

Inhalte der Unterrichtseinheit	Kompetenzstrukturmodell	Unterrichtsphase/ Lernelement Exkursion
<b>Greifvögel (Gerl, 2021c)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Unterscheidung einheimischer Greifvogel-Arten</li> <li>Sehfähigkeit als Anpasstheit an ihre Lebensweise</li> </ul>	FW 2,3: Artenkenntnis, Wissen über die Art	Übungsphase
<b>Zug- und Standvögel (Gerl, 2020b)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zug-/Standvögel kennenlernen</li> <li>Proximate und ultimate Ursachen des Vogelzugs unterscheiden</li> <li>Hypothesen über Zugrouten überprüfen</li> <li>Zug-/Standvögel finden</li> </ul>	FW 2,3: Artenkenntnis, Wissen über die Art	Erstbegegnung, Unterscheidungs-merkmale, Übungsphase Entdecken
<b>Wasservögel (Sturm, P. et al., 2020)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wasservögel kennenlernen</li> <li>Unterscheidungsmerkmale erkennen und dokumentieren</li> <li>Bebilderte Bestimmungshilfen nutzen</li> <li>Wasservögel im Freiland entdecken und dokumentieren</li> </ul>	FW 2: Artenkenntnis EK 1: bebilderte Bestimmungsliteratur	Erstbegegnung, Unterscheidungs-merkmale, Übungsphase Erkennen, Erforschen
<b>Singvögel im Dawn Chorus (Bryce et al., 2021)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Unterscheidung einheimischer Singvogel-Arten am Gesang</li> <li>Beteiligung an einem Citizen Science Projekt</li> <li>Naturerlebnis auf der Suche nach Vögeln im Morgengrauen</li> </ul>	FW 2,3: Artenkenntnis, Wissen über die Art	Erkennen, Entdecken, Erleben

Auf Grundlage des in Kapitel 3.4 erstellten Kompetenzstrukturmodells der taxonomischen Bildung, sowie der in der gleichen Veröffentlichung vorgeschlagenen Strukturierungsmöglichkeiten des Unterrichts zum Aufbau von Arten- und Formenkenntnissen im regulären Biologie-Unterricht bzw. auf Exkursionen, lassen sich so systematisch Unterrichtsmaterialien für verschiedene Lernziele und unterschiedliche Unterrichtsphasen konzipieren, da diese grundsätzlichen Überlegungen unabhängig von den zu vermittelnden Taxa sind. Weitere fertig ausgearbeitete

Unterrichtseinheiten, die sich nicht explizit auf Vertreter der Wirbeltiere beziehen, finden sich als Literaturliste in Kapitel 7. Darüber hinaus besteht in der schulischen Praxis auch ein hoher Bedarf an flexibel einsetzbaren Materialien, die in bereits vorhandene Unterrichtseinheiten eingebaut oder auch außerhalb des Unterrichtsgeschehens z. B. in Vertretungsstunden eingesetzt werden können.

Um die Vielzahl an entstandenen Materialien zu bündeln und interessierten Lehrkräften eine zentrale Anlaufstelle für Materialien zum Aufbau von Arten- und Formenkenntnis anbieten zu können, wurde das BISA-Projekt ins Leben gerufen (Gerl, 2020a, 2020c). Auf der Projekt-Webseite [www.bisa100.de](http://www.bisa100.de) stehen inzwischen über 300 Beiträge von spielerischen Übungen, über Erklärvideos bis hin zu kompletten Unterrichtseinheiten zur Verfügung.

Die in Abbildung 32 dargestellte Anzahl der Interaktionen mit der Webseite [www.bisa100.de](http://www.bisa100.de) zeigt, dass in jeder Woche mehrere Tausend Zugriffe auf die Homepage erfolgen. Besonders hoch waren die Nutzerzahlen während der Schul-Lockdowns im Frühjahr und im Herbst 2021. Hier wurden an einzelnen Tagen bis zu 70.000 Interaktionen gezählt.

2021



2022



Abbildung 32: Anzahl der Interaktionen auf der Webseite [www.bisa100.de](http://www.bisa100.de) in den Jahren 2021 und 2022.

#### *4.4.3 Implementierung der Unterrichtsmaterialien durch Fortbildungsveranstaltungen für Lehrkräfte*

Damit die erstellten Unterrichtsmaterialien tatsächlich im Biologie-Unterricht eingesetzt werden, müssen die verantwortlichen Lehrkräfte mit den entsprechenden Informationen über die Verfügbarkeit der Lerngelegenheiten informiert werden. Zur Verbreitung und Implementierung der erstellten Unterrichtsmaterialien eignet sich eine direkte Ansprache der Lehrkräfte besonders gut. Besonders vielversprechend ist dabei eine Kooperation mit der regionalen Lehrerfortbildung (= RLFB) in den jeweiligen Aufsichtsbezirken der Ministerialbeauftragten oder mit zentralen Fortbildungseinrichtungen (z. B. Akademie für Personalführung und Lehrerbildung Dillingen).

Im Rahmen einer solchen Fortbildungsveranstaltung sollten die Lehrkräfte zunächst einen Einblick in die empirischen Befunde zur Arten- und Formenkenntnis bei Kindern erhalten. Aus diesen Daten leitet sich die Notwendigkeit ab, die Lernenden stärker darin zu fördern heimische Arten zu erkennen. Da Lehrkräfte hohes Interesse an der praktischen Umsetzung dieser Forderung haben, sollten sie im Rahmen einer solchen Fortbildung ausreichend Gelegenheit bekommen, die in den vorangegangenen Kapiteln erwähnten Materialien ausprobieren zu können.

Solche Präsenzveranstaltungen haben den großen Vorteil einer sehr intensiven Auseinandersetzung mit der Thematik, erreichen aber vergleichsweise wenige Teilnehmende. Deswegen lohnt es sich auch (kürzere) Fortbildungsveranstaltungen als Webinare online anzubieten. Der grundsätzliche Ablauf entspricht dabei jenem der Präsenzveranstaltungen, jedoch in einer geringeren Tiefe, aber dafür mehr Teilnehmenden. Während bei Präsenzveranstaltungen auch Materialien für den Unterricht im Freiland erprobt werden können, sollte bei solchen Webinaren der Fokus eher auf digitale Lerngelegenheiten gelegt werden.

Im Hinblick auf die steigende Bedeutung taxonomischer Bildung in den bayerischen Lehrplänen sollten die angehenden Lehrkräfte bereits in der ersten Phase der Lehrerbildung einen Einblick erhalten, wie sich taxonomische Bildung aus didaktischer Sicht möglichst effizient im Biologie-Unterricht aufbauen lässt. Hierzu wurde an der LMU München das Seminar „Naturwissenschaftliche Untersuchungen im Freilandunterricht“ entwickelt und mit Studierenden für das Lehramt aller Schularten mehrfach durchgeführt.

Im Lebenslauf am Ende dieser Dissertation findet sich ein Überblick über alle durchgeführten Fortbildungsveranstaltungen für Lehrkräfte.

#### 4.4.4 Möglichkeiten zur Verbesserung der Arten- und Formenkenntnis Erwachsener durch außerschulische Bildungsprozesse

In Kapitel 3.3 wurde gezeigt, dass auch in einer repräsentativ ausgewählten Gruppe von Erwachsenen die (Vogel-)Arten- und Formenkenntnis nur schwach ausgeprägt ist. Da diese Personen aber keine formalen Bildungsprozesse mehr durchlaufen, benötigt es im Bereich der Erwachsenenbildung andere Zugänge und Angebote als im Biologie-Unterricht, um die im Aktionsfeld C14 der *Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt* geforderten Ziele im Bereich „Bildung und Information“ zu erreichen (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2015). Eine große Herausforderung ist dabei die Heterogenität der Zielgruppe (Abbildung 33) im Hinblick auf die Zahl der Personen und ihren jeweiligen Interessen (Schulte et al., 2019).

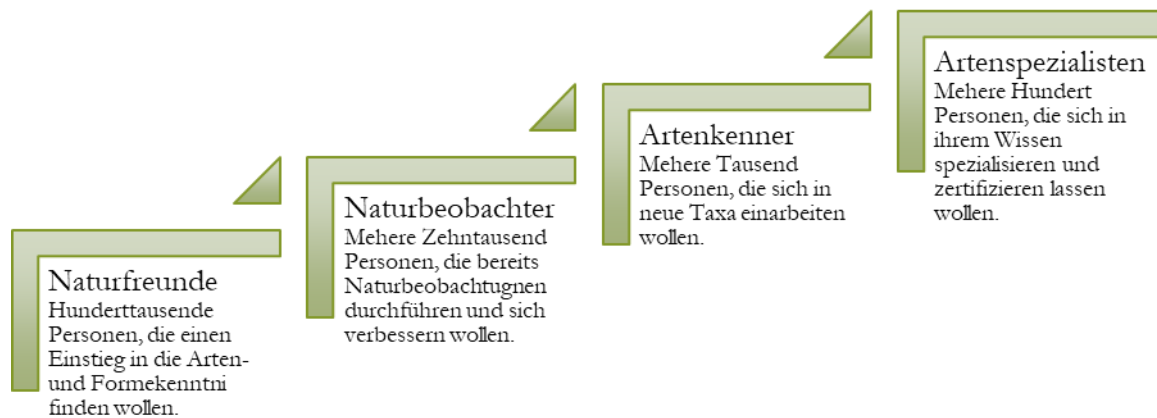


Abbildung 33: Zielgruppen in der Erwachsenenbildung in Anlehnung an Schulte et al. (2019).

Diese Heterogenität spiegelt sich in den Angeboten verschiedener Programme wider, die die Arten-Formenkenntnis in den jeweiligen Zielgruppen mit Online- und Präsenzangeboten verbessern wollen (Abbildung 34). Dabei treten sowohl private Angebote wie die Waldakademie von Peter Wohlleben als auch staatlich geförderte Programme (NABU | naturgucker-Akademie, FoerTax oder KennART) neben die klassischen Wege des Aufbaus taxonomischer Bildung durch ein Hochschul-Studium.

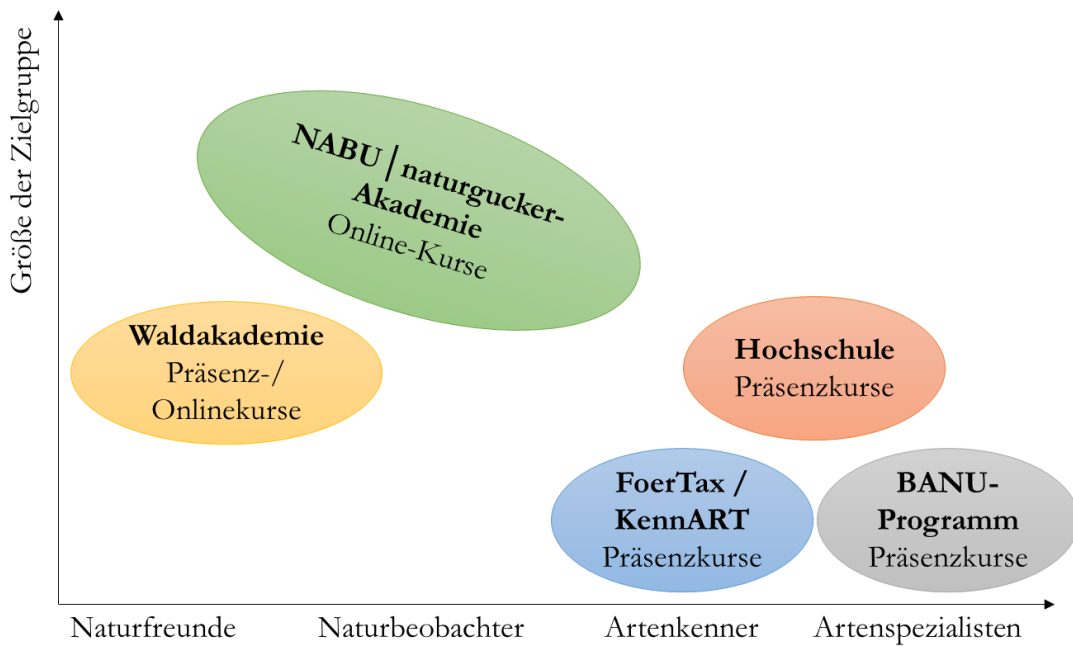


Abbildung 34: Überblick über die größten Initiativen zur Förderung von Arten- und Formenkenntnis in der Erwachsenenbildung.

Das größte dieser Angebote ist die NABU | naturgucker-Akademie, die sich insbesondere an die Zielgruppen der Naturfreunde und Naturbeobachter wendet. Diese Personen sollen in Grund- und Aufbaukursen zu einzelnen Taxa bzw. Lebensräumen an die systematische Naturbeobachtung herangeführt werden und dabei ihre Arten- und Formenkenntnis erweitern. Hierfür wurde eine Online-Lernumgebung entwickelt, über die die kostenlosen E-Learning Kurse im Umfang von ca. 2-4 Semesterwochenstunden zeitlich und örtlich unabhängig im Selbststudium absolviert werden können.

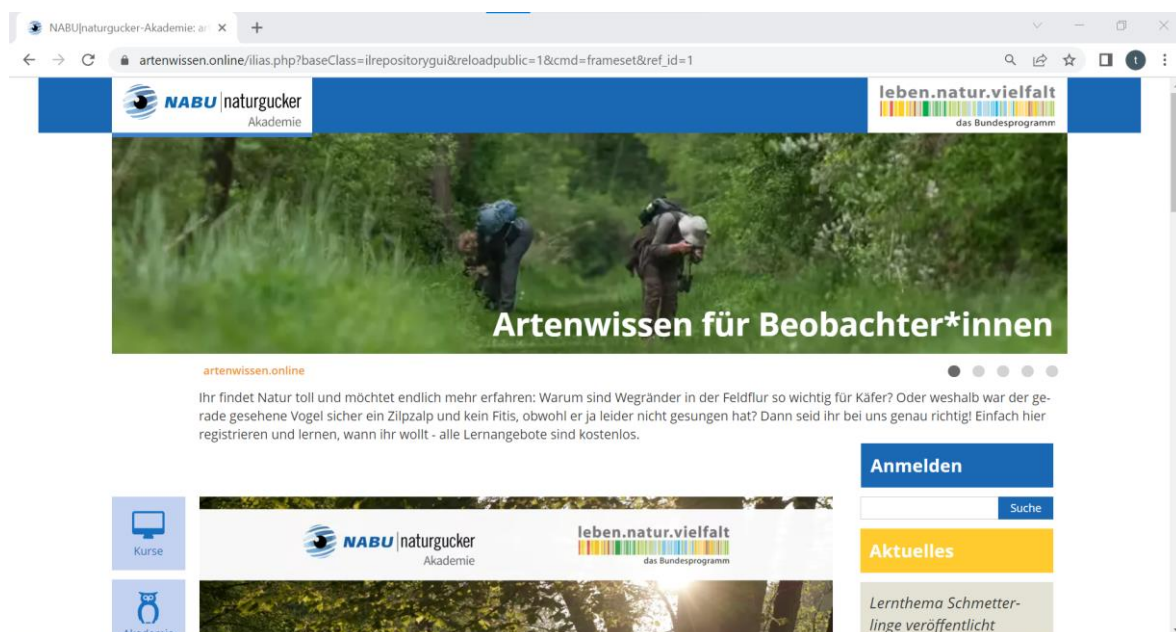
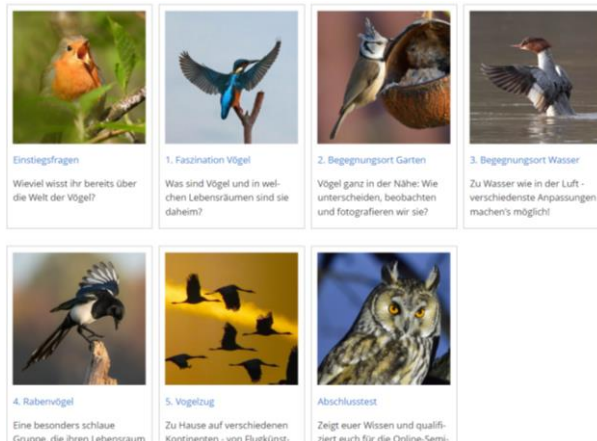


Abbildung 35: Screenshot von der Startseite der NABU | naturgucker-Akademie ([www.artenwissen.online](http://www.artenwissen.online)).



Im Rahmen dieser Dissertation wurden auf Grundlage der didaktischen Überlegungen des Kompetenzstrukturmodells aus Kapitel 3.4 der Grundkurs „Vögel“ und der Lebensraumkurs „Feldflur“ als Vorlage für alle weiteren Lernangebote der NABU | naturgucker-Akademie erstellt, die über die Homepage [www.artenwissen.online](http://www.artenwissen.online) abrufbar sind (Abbildung 36).

### Grundkurs „Vögel“ (Übersicht)



### Lebensraumkurs „Feldflur“ (Übersicht)

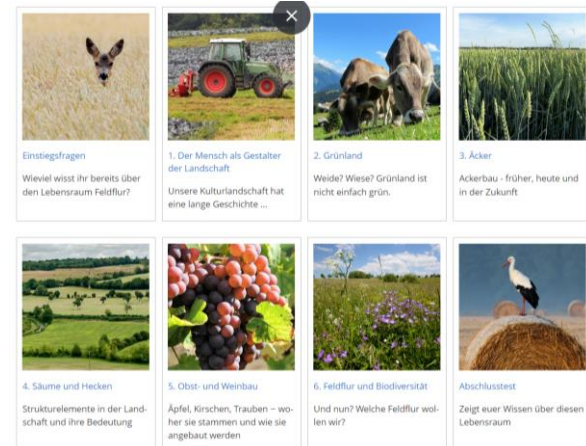


Abbildung 36: Screenshots der Lerninhalte im Grundkurs "Vögel" und dem Lebensraumkurs "Feldflur" der NABU | naturgucker-Akademie.

Auch in der universitären Ausbildung von Artenspezialisten wurden im Rahmen dieser Dissertation für die Hochschule Weihenstephan Triesdorf Online-Übungen als Begleitmaterialien zu den Bestimmungsübungen für Wirbeltiere sowie Insekten erstellt und über die Webseite des BISA-Projekts veröffentlicht (Abbildung 37).

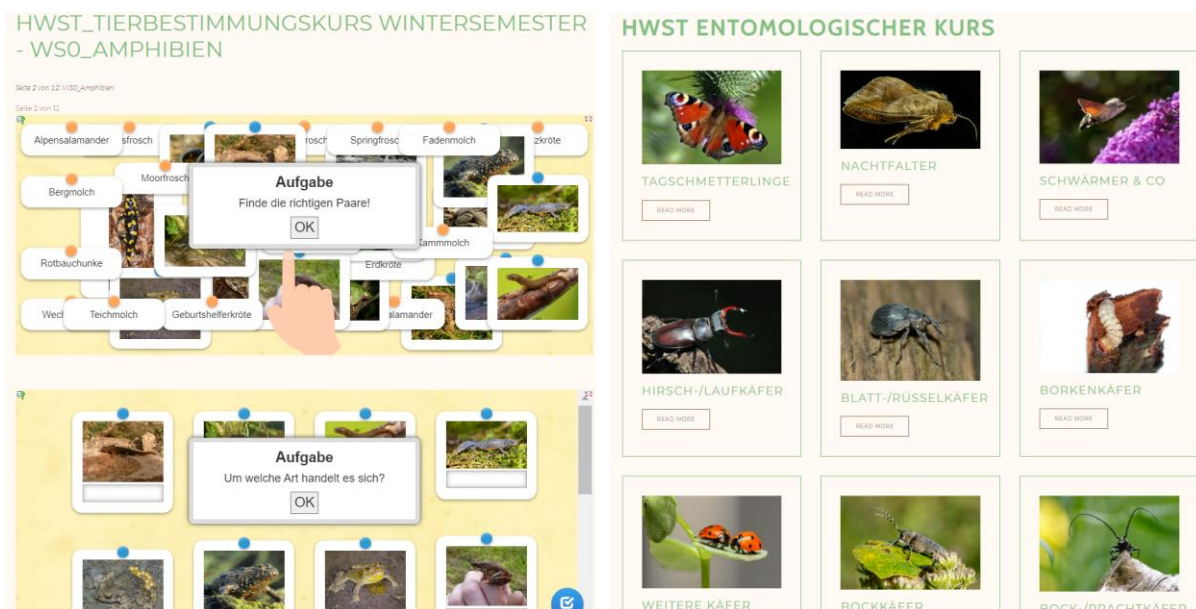


Abbildung 37: Screenshots ausgewählter Übungen für die Tierbestimmungskurse der Hochschule Weihenstephan Triesdorf auf [www.bisa100.de](http://www.bisa100.de).

Neben diesen Online-Angeboten mit einer großen Reichweite ist auch die gezielte Ansprache einer kleinen Gruppe von Multiplikator:innen aus der außerschulischen Bildung eine geeignete Strategie,

um die Arten- und Formenkenntnis von Erwachsenen zu fördern. In Kapitel 7 findet sich eine Übersicht über solche Veranstaltungen mit Multiplikator:innen in der Erwachsenenbildung.

#### 4.5 Von der Arten- und Formenkenntnis zur taxonomischen Bildung

Bereits für den Begründer der Pädagogik Johann Amos COMENIUS war ein wesentliches Merkmal gebildeter Menschen, dass sie die „Dinge der Welt“ unterscheiden und mit ihrem Namen bezeichnen können (Comenius, 1631). Diese Forderung gilt bis heute und trifft in besonderem Maße auch auf die Arten- und Formenkenntnis zu. COMENIUS verstand Bildung im Sinne des heutigen Wortes „Ausbildung“, also zum Zwecke eines ökonomischen Nutzens. Seit Wilhelm von HUMBOLDT wird Bildung zusätzlich auch als Prozess der Individualisierung und Persönlichkeitsentwicklung verstanden, weil eine individuelle Weiterentwicklung des Wissens und Könnens die Persönlichkeit heranreifen lässt und mit zunehmender Bildung immer mehr Zusammenhänge der Wirklichkeit verstanden werden können (Hentig, 2009). Sie ist somit eine Voraussetzung für eine Teilhabe an gesellschaftlichen Prozessen, die zu politischen Entscheidungen – z. B. Maßnahmen zum Erhalt der biologischen Vielfalt zu beschließen - führen können.

Betrachtet man die bisherigen Versuche Arten- und Formenkenntnis in einen größeren Bildungszusammenhang einzuordnen, so fokussiert sich beispielsweise das „Species literacy“-Konzept mit seinen Komponenten „Erkennen der Taxa“ und „vertieftes Wissen zu den Taxa“ allein auf den Kompetenzbereich „Fachwissen“ (Hooykaas et al., 2019). Darüber hinaus geht das Modell von Blessing (2010), das neben den Dimensionen „Artenkenntnis“, „Artenwissen“ auch noch die „Handlungskompetenz“ der Lernenden als sich bedingende Stufen eines kumulativen Wissenserwerbs betrachtet (Abbildung 38).

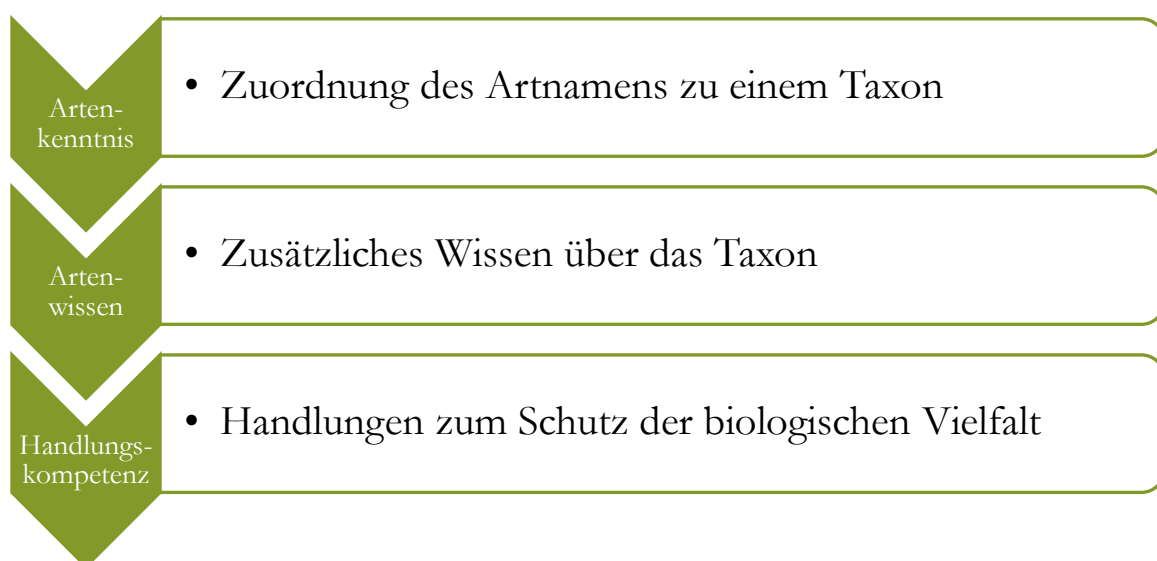


Abbildung 38: Stufen des kumulativen Wissenserwerbs im Bereich der Artenkenntnis nach Blessing (2010).

Im Folgenden sollen diese Vorüberlegungen zu einem Modell der **taxonomischen Bildung** erweitert werden, das neben dem Fachwissen auch Kompetenzen der Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung umfasst und so die Lernenden in die Lage versetzt Handlungen im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf die biologische Vielfalt zu reflektieren und dann bewusst auszuführen oder zu unterlassen.

#### 4.5.1 *Fachwissen*

Die Komponente „*Fachwissen*“ der taxonomischen Bildung umfasst wie in Kapitel 3.4 beschrieben, die Fähigkeit Taxa zu benennen und vertiefendes (z. B. ökologisches oder ethologisches) Wissen über die Taxa abzurufen (Hooykaas et al., 2022; Prokop, Kubiakto, & Fančovičová, 2008), um daraus Handlungsoptionen zum Schutz der biologischen Vielfalt abzuleiten. Während im Rahmen der Erwachsenenbildung unterschiedlich umfangreiche Listen von Taxa entwickelt wurden, die den Absolventinnen und Absolventen solcher Bildungsprozesse am Ende eines Zertifizierungsverfahrens bestimmte Qualifikationen bescheinigen (Kuss, 2021), existiert für schulische Bildungsprozesse noch keine solche Liste, welche Arten im Unterricht zu behandeln sind. Dies lässt den Lehrkräften einerseits die Freiheit individuelle Schwerpunkte z. B. auf lokale Besonderheiten zu legen. Andererseits würde eine entsprechende Vorgabe den Grad an Verbindlichkeit erhöhen, entsprechende Inhalte auch tatsächlich im Unterricht zu behandeln.

Aus den vorliegenden Erkenntnissen dieser Arbeit leitet sich die bildungspolitische Forderung ab, Arten- und Formenkenntnis als zentralen Teil des biologischen Fachwissens bzw. der Sachkompetenz bei der nächsten Reform in die Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss aufzunehmen, wie es für die Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife (Kultusministerkonferenz, 2020) oder beispielsweise im bayerischen LehrplanPLUS für unterschiedliche Schularten (Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung, 2014, 2017) bereits erfolgt ist.

#### 4.5.2 *Erkenntnisgewinnung*

In den aktuell gültigen Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss beschränkt sich die taxonomische Bildung auf den Prozess des Bestimmens von Arten im Rahmen der naturwissenschaftlichen *Erkenntnisgewinnung* (Kultusministerkonferenz, 2005). Durch die in Kapitel 0 beschriebenen neuen Möglichkeiten Arten zu identifizieren, stellt sich die Frage, ob automatische Bestimmungsmethoden mit Mustererkennung, diese Fähigkeit in Zukunft für Menschen unnötig machen könnten, weil die Arterkennung entweder durch Befragung von Expert:innen via Online-Foren oder gar durch eine künstliche Intelligenz erfolgt.

Dennoch ist der Einsatz bebildeter Bestimmungsliteratur, dichotomer Schlüssel oder Multikriterien Auswahl-Möglichkeiten in Lernprozessen durchaus gerechtfertigt, weil das notwendige „untersuchen“ und „vergleichen“ eine wesentlich intensivere Auseinandersetzung mit der Art erfordert als bei der automatischen Bestimmung mit künstlicher Intelligenz bzw. der Nachfrage bei Experten. Somit sollte der Lerneffekt größer sein, wenn die Lernenden die Arten auf „klassische“ Weise bestimmen, wobei empirische Daten hierzu bislang fehlen.

Die Nutzung „moderner“ Bestimmungsverfahren auf der Grundlage von Online-Foren oder automatischer Musterkennungsverfahren erfolgt häufig sicherer und zudem schneller, so dass mehr Arten pro Zeit erkannt werden können. Dadurch erhöht sich auch die Motivation der Nutzer:innen sich mit der Vielfalt der Organismen auseinanderzusetzen (Thomas & Fellowes, 2016; Wäldchen & Mäder, 2019). Somit könnte der positive motivatorische Effekt sich eventuell stärker auf das Lernergebnis auswirken als die notwendige, aber von den Lernenden oft als lästig empfundene intensive Auseinandersetzung mit der Spezies bei der Bestimmung mit klassischen Hilfsmitteln. Welche Variante nun tatsächlich einen höheren Lernerfolg bringt, ist momentan offen und somit eine spannende Frage für weitere empirische Forschungen in diesem Bereich.

### 4.5.3 Kommunikation

Über das „Fachwissen“ und die „Erkenntnisgewinnung“ hinaus, lassen sich im Rahmen der taxonomischen Bildung auch Kompetenzen aus dem Bereich „Kommunikation“ erwerben, einüben und sichern. Bereits die Nutzung von Bestimmungsliteratur kann als Kommunikationsprozess aufgefasst werden, da Informationen aus unterschiedlichen Quellen abgeglichen werden, indem die Lernenden beispielsweise Texte oder Abbildungen mit Originalen vergleichen (Hamann & Bayrhuber, 2002). Darüber hinaus ist auch die eigene Produktion von medialen Repräsentationsformen (wie z.B. Steckbriefe, Präsentationen, ...) durch die Schüler:innen ein bewährter Bestandteil von Unterrichtseinheiten zum Aufbau von Arten- und Formenkenntnis (Gerl et al., 2017; Remmele & Alexander, 2022; Rolletschek, 2022) und braucht an dieser Stelle nicht näher beschrieben werden.

Durch die Verfügbarkeit von online Datenbanken ergeben sich jedoch eine Reihe von neuen Möglichkeiten (s. Kapitel 3.6), wie Lernende zusätzlich zur Erweiterung ihrer taxonomischen Kenntnisse, auch die von der Kultusministerkonferenz formulierten „Kompetenzen aus der digitalen Welt“ erwerben (Kultusministerkonferenz, 2016) und so ihre Kommunikationskompetenz verbessern. Im Folgenden soll dies anhand von zwei Beispielen erläutert werden.

*Beispiel 1: Die Schülerinnen und Schüler recherchieren, ob eine bestimmte Art in ihrer Nähe vorkommt.*

Dabei setzen die Lernenden gezielt Suchstrategien in einer von einer konventionellen Suchmaschine abweichenden digitalen Umgebung ein. Die gefundenen Informationen müssen im Hinblick auf ihre Gültigkeit und Relevanz hin analysiert, interpretiert und bewertet werden. Darüber hinaus nutzen die Lernenden mit der Beobachtungsdatenbank ein für sie neues digitales Werkzeug in der Vielfalt der Medienlandschaft kennen.

*Beispiel 2: Eine Gruppe von Lernenden legt eine gemeinsame Beobachtungsliste in einer Online-Dokumentationsplattform an.*

Zusätzlich zu den in Beispiel 1 genannten Kompetenzen erwerben die Lernenden darüber hinaus die Fähigkeit eigene Daten sicher online zu speichern und strukturiert aufzubewahren. Durch die gemeinsame Sammlung der Beobachtungen in einer Gruppe kommunizieren die Mitglieder miteinander und teilen Informationen nicht nur unter sich, sondern veröffentlichen diese auch im Rahmen einer geschützten Community. Dafür ist die Kenntnis bestimmter Verhaltensregeln erforderlich („Netiquette“). Durch den bewussten Umgang mit den eigenen Daten, die in einer Plattform hinterlegt werden, bekommen die Lernenden ein Bewusstsein für die Notwendigkeit Daten und Privatsphäre zu schützen.

#### **4.5.4 Bewertung**

Fachwissen und die Fähigkeit Erkenntnisse zu gewinnen sind Voraussetzung, um sich zwischen verschiedenen, zum Teil widersprüchlichen Handlungsoptionen entscheiden zu können. Diesen Prozess der (ethischen) *Bewertung* können Lernende bei Problemstellungen rund um den Erhalt der biologischen Vielfalt gut nachvollziehen (Blessing, 2007; Sturm & Berthold, 2015).

Somit ist ein wichtiger Teil der taxonomischen Bildung potenzielle Interessenskonflikte bei Maßnahmen zum Erhalt der biologischen Vielfalt zu erkennen. Dabei können im Unterricht Konflikte thematisiert werden, die dadurch entstehen, dass ökologisches Handeln mit ökonomischen Nachteilen verbunden ist. Entsprechende Lernmaterialien wurden für die Aktionsbücher „Grünland entdecken“ (Sturm et al., 2019) und „Gewässer entdecken“ (Sturm, P. et al., 2020) entwickelt. Dieses Spannungsfeld aus Ökologie und Ökonomie ist den meisten Lernenden aus ihrer Alltagserfahrung heraus bewusst. Weitgehend unbekannt sind dagegen Interessenskonflikte innerhalb des Wertes „Umwelt- und Naturschutz“. Dies betrifft Entscheidungen, die für einige Lebewesen Vorteile, für andere jedoch Nachteile zur Folge haben.

Diese Problematik wurde in Unterrichtsmaterialien aufgegriffen, die die Auswirkungen

- des Ausbaus von Windenergieanlagen auf die Vogelfauna (Gerl, 2021a),
- des Anbaus von Energiepflanzen auf ehemaligen Brachflächen (Gerl, 2021b) oder
- die Rückkehr der Wölfe und die Auswirkung auf die extensive Weidevieh-Nutzung (Gerl, 2022)

exemplarisch aufgreifen, um solche Interessenskonflikte sichtbar zu machen.

Ist ein solches Problem erkannt, sollten die verschiedenen Handlungsoptionen geprüft werden. Dazu müssen die Lernenden die Optionen kennen (Fachwissen), ihre Auswirkungen abschätzen (Erkenntnisgewinnung) und potenzielle Beeinflussungsstrategien der Entscheidung durchschauen (Kommunikation), um diese Informationen in ein Werte- und Normensystem einzuordnen, mit dessen Hilfe eine entsprechende Entscheidung gefällt werden kann, die dann auch zu einer konkreten Handlung führt.

### **Abbildung 39: Kompetenzen aus dem Bereich der taxonomischen Bildung.**

Taxonomische Bildung umfasst also wesentlich mehr Kompetenzen als das reine Benennen von Taxa, sondern vereint Elemente aller vier in den Bildungsstandards definierten Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung in sich (Abbildung 39).

## 5 Fazit

Mit dieser Arbeit konnte am Beispiel der Wirbeltiere im Allgemeinen und der Vögel im Besonderen die Arten- und Formenkenntnis von Schüler:innen bzw. von Erwachsenen ermittelt werden. Diese Daten zeigen in zwei unabhängig voneinander durchgeführten Untersuchungen, dass Kinder heute signifikant weniger Tiere erkennen als noch etwa 10 Jahre zuvor. Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Umfrage unter Erwachsenen liefert am Beispiel der Vögel die ersten Daten zur Arten- und Formenkenntnis einer repräsentativen Bevölkerungsgruppe in Deutschland, die für künftige Untersuchungen als Vergleichswert herangezogen werden können, um einen möglichen „shifting baseline“-Effekt im Bereich der taxonomischen Bildung aufzuklären. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen, dass motivatorische Effekte wie Interessen oder Erwartungen, die Testleistung stärker beeinflussen als soziodemographische Faktoren oder die Gelegenheiten Tierbeobachtungen zu machen.

Die Bekanntheit der einzelnen Arten hängt vom Interesse an den Tieren ab. Dabei werden Vertreter aus der Klasse der Säugetiere am besten von den Teilnehmenden erkannt, während Vogel-Arten eher unbekannt sind. Die genauere Analyse zeigt, dass neben dem Interesse an den Arten auch die Häufigkeit der (oft medial vermittelten) Interaktionen, sowie die Ähnlichkeit mit anderen Arten oder auffallende morphologische Merkmale einen Einfluss auf die Bekanntheit der Tiere haben.

Mithilfe eines in dieser Arbeit vorgeschlagenen Kompetenzstrukturmodells, das neben Aspekten des Fachwissens rund um das Erkennen von Arten auch Kompetenzen aus dem Bereich „Erkenntnisgewinnung“ bei der Bestimmung unbekannter Tiere umfasst, wurden sowohl für Kinder und Jugendliche als auch Erwachsene Unterrichtsmaterialien und Lerngelegenheiten entwickelt, um die Arten- und Formenkenntnis zielgruppengerecht zu fördern. Inwieweit der Einsatz dieser Materialien im Rahmen des schulischen Biologie-Unterrichts oder auch der freiwilligen Erwachsenenbildung tatsächlich die Arten- und Formenkenntnis fördert, sollte in künftigen Untersuchungen evaluiert werden, wobei die vorliegende Arbeit als Datengrundlage dienen könnte.

Taxonomische Bildung, deren notwendige Voraussetzung eine solide Arten- und Formenkenntnis ist, ist somit nicht nur zentraler Bestandteil einer speziellen „environmental literacy“ (McBride et al., 2013), die Menschen unter anderem befähigt die biologische Vielfalt in Ökosystemen zu erhalten, sondern gehört auch zum größeren Kanon der Allgemeinbildung, weil dieses taxonomische Wissen und Können einen wichtigen Beitrag zur Erschließung der Welt leistet.

## 6 Abkürzungen

ANL: Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege

BISA: Biodiversität im Schulalltag

BiStas: Nationale Bildungsstandards

BNE: Bildung für nachhaltige Entwicklung

BPV: Bayerischer Philologenverband

FOS/BOS: Fachoberschule/Berufliche Oberschule

IQB: Institut für Qualitätsentwicklung im Bildungswesen

ISB: Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung

Jgst: Jahrgangsstufe

LBV: Landesbund für Vogelschutz

MB: Ministerialbeauftragter

NABU: Naturschutzbund Deutschland

NAJU: Naturschutzjugend

NBS: Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt

RLFB: Regionale Lehrkräfte Fortbildung

SDG: Sustainable development goals, Bildungsziele für nachhaltige Entwicklung

SdW/SdG: Stunde der Winter-/Gartenvögel



## 7 Lebenslauf

### Publikationen – peer-reviewed Journals

---

#### 2022

Enzensberger, P., Schmid, B., Gerl, T., & Zahner, V. (2022). Robin Who? Bird Species Knowledge of German Adults. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 12(17), 2213. <https://doi.org/10.3390/ani12172213>

#### 2021

Gerl, T., Randler, C., & Neuhaus, B. J. (2021). Vertebrate species knowledge: an important skill is threatened by extinction. *International Journal of Science Education*, 43(6), 928-948. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1892232>

#### 2018

Gerl, T., Almer, J., Zahner, V., & Neuhaus, B. J. (2018). Der BISA-Test: Ermittlung der Formenkenntnis von Schülern am Beispiel einheimischer Vogel-Arten. *Zeitschrift Für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24(1), 235-249. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0086-7>

### Veröffentlichte Unterrichtsmaterialien

---

#### 2022

Gerl T. (2022): Problematisch-charismatisch: Wölfe. *Biologie 5-10* (38), 10–13.

Gerl T. (2022): Acker und Grünland. Das Verschwinden des Paradieses. *Biologie 5-10* (38), 4–5.

Gerl, T., & Stilz bach J. (2022). Die Insekten-Challenge. *Biologie 5-10* (38), 22–25.

Gerl, T., Schildknecht, R., & Millius, M. (2022). Outdoor & Online Pflanzen entdecken. *Unterricht Biologie*, 46 (473), 20-23.

#### 2021

Sturm, P., Hollweck, E., Haselbauer, S., Fröhlich, T., Gerl, T., Jochner, M., & Weber, G. (Eds.). (2021). *Akademiebericht 520: Gewässer entdecken*.

[https://www.isb.bayern.de/download/25616/gewaesser\\_entdecken\\_print.pdf](https://www.isb.bayern.de/download/25616/gewaesser_entdecken_print.pdf)

Gerl, T. (2021): Greifvögel – Beutegreifer mit „Adleraugen“. *Unterricht Biologie* (469), 27-32.

Gerl, T. (2021): Energie vom Acker: Segen? Fluch? Wissen über Biogasanlagen interaktiv erarbeiten und ihren Einsatz ökologisch bewerten. *Biologie 5-10* (35), 22–25.

Gerl, T. (2021). Mit „Flora Incognita“ Pflanzen bestimmen. *Biologie 5-10*(34), 36–38.

Bryce, M., Hutfluss, A., & Gerl, T. (2021). Biologie macht SchulePLUS und BIOTOPIA Dawn Chorus – Ein Citizen Science & Arts-Projekt zum weltweiten Vogelgesang. *Lehrerbildung@LMU*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.5282/lb/12>

Gerl, T. (2021). Die einheimische Flora und Fauna und der Klimawandel. *Biologie 5-10*(33), 32–35.

Gerl, T. (2021). Arten- oder Klimaschutz: Dilemmata im Umweltschutz kennenlernen. *Biologie 5-10*(33), 6–9.

Gerl, T. (2021). Vögel finden mit ornitho.de. *Digital Unterrichten Biologie*, 2(1), 2.

## 2020

Gerl, T. (2020). Faszination Vogelbeobachtung. *Biologie 5-10* (32), 44–45.

Gerl, T. (2020). Stunde der Wintervögel: Vögel für den Unterricht anlocken, beobachten und bestimmen. *Biologie 5-10*(32), 14–17.

Gerl, T. (2020). Aussterbende Artenkenntnis: Vogelarten kennenlernen. *Biologie 5-10* (32), 10–11.

Gerl, T. (2020). Die Welt der Vögel. *Biologie 5-10* (32), 4–5.

Gerl, T. (2020). Was wächst denn da? Mit Flora Incognita die einheimische Pflanzenwelt im Freiland entdecken. *Digital Unterrichten Biologie* (06), 6–7.

Gerl, T. (2020). Flora incognita. Pflanzenbestimmung leicht gemacht. *Digital Unterrichten Biologie* (05), 1.

Gerl, T. (2020). Was ist denn das? Einheimische Tiere und Pflanzen mit dem BISA-Projekt kennenlernen. *Digital Unterrichten Biologie* (04), 6–7.

Gerl, T. (2020). Hilfe, wo ist mein Salat? *Biologie 5-10* (31), 34–35.

Gerl, T., & Weber, G. (2020). Zecken - eine lauernde Gefahr. *Biologie 5-10* (31), 18–19.

Gerl, T. (2020). Animal Tracker App: Der Natur auf der Spur. *Digital Unterrichten Biologie* (03), 1.

Gerl, T. (2020). Wald erleben. *Biologie 5-10* (30), 4–5.

Gerl, T. (2020). Mit QR-Codes von Baum zu Baum. *Biologie 5-10* (30), 8–10.

Gerl, T. (2020). Wo wächst welcher Wald? *Biologie 5-10* (30), 36–39.

Gerl, T. (2020). Spielerische Übungen mit "LearningApps". *Biologie 5-10* (30), 42–45.

Gerl, T., Mair, L., & Aufleger, M. (2020). Bestimmungsmethoden 4.0: Mit digitalen Tools die Artenkenntnis erweitern. *Unterricht Biologie 44* (453), 44–47.

Gerl, T. (2020). Der Vogelzug - eine faszinierende Reise: Nutzung von digitalen Daten zur Aufklärung chronobiologischer Phänomene. *Unterricht Biologie, 44* (451), 10–14.

**2019**

Gerl, T., & Urbasik, M. (2019). Sterben Artenkenner aus? Bedeutung der Taxonomie im Biologie-Unterricht einst und jetzt. *Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht* 72(6), 510–516.

Sturm, P., Hollweck, E., Drechsel, M., Fröhlich, T., Gerl, T., Jochner, M., & Weber, G. (Eds.). (2019). *Akademiebericht 520: Grünland entdecken*.

[https://www.isb.bayern.de/download/21904/gruenlandtypen\\_190515\\_digital.pdf](https://www.isb.bayern.de/download/21904/gruenlandtypen_190515_digital.pdf)

Gerl, T., Fröhlich, T., Hollweck, E., Jochner, M., & Weber, G. (2019). Vom „Ieehhh!“ zum „Oh!“ – Insekten im gymnasialen Biologie-Unterricht. *Anliegen Natur* 41(1), 34–42.

Gerl, T., Bein, B., Hohmann, T., & Bryce, M. (2019). Fangmethoden für Insekten. *Biologie 5-10* (26), 36–39.

Gerl, T. (2019): Neobiota in Deutschland – eine Übersicht. *Biologie 5-10* (25), 38-41.

Gerl, T. (2019): Neophyten herbarisieren. *Biologie 5-10* (25), 20-23.

Gerl, T. (2019). Neophyten kartieren. *Biologie 5-10* (25), 10–13.

Gerl, T. & Steger, F. (2019): „Papierflieger-Wettbewerb“. *MNU Journal* 72(1), 28-34.

Gerl, T. & Zahner, V. (2019): „Vom Rückgang der Arten und der Kenntnis“. *Der Falke* 66(1). 24-28.

**2018**

Gerl, T. (2018): Outdoor und Online – Naturbeobachtung 2.0. *Biologie 5-10* (22), 42-45.

Gerl, T., Almer, J. & Gerl, A. (2018): Das BISA-Projekt – Biodiversität im Schulalltag. *ANLiegen Natur* 40(1), 95-100.

**2017**

Gerl, T., Hollweck, E., Almer, J. und Herden, M. (2017) „Artenkenntnis einheimischer Vögel - Biodiversität im Schulalltag (BISA)“. *Biologie in Unserer Zeit*, 47, 254–259. doi:10.1002/biuz.201710627

**Beiträge in Tagungsbänden und Sammelbänden**

---

Gerl, T. (2020). Smartphones in Schulen - ja bitte! In J. Sengpiel & D. Smolka (Eds.), *Die Tafel muss raus!? Unterrichten agil, digital, modern* (1. Auflage, 138–141). Wolters Kluwer Deutschland.

Gerl, T. (2020). Das BISA-Projekt - Naturkunde 4.0. In J. Sengpiel & D. Smolka (Eds.), (1. Auflage, 178–189). Wolters Kluwer Deutschland.

**Bücher**

---

Gerl, T. & Stahl, K. (2023): Abitur Biologie für Dummies – Der leicht verständliche Abi-Trainer. Wiley Verlag.

**Online-Publikationen**

---

Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie der Initiative Lehrerbildung@LMU wurde die Webseite [www.bisa100.de](http://www.bisa100.de) des BISA-Projekts zur Förderung der Arten- und Formenkenntnis von Kindern und Jugendlichen aufgebaut. Alle Bilder, Aufgaben und Übungen sind im Rahmen dieser Dissertation entstanden.

### Fortbildungsveranstaltungen für Lehrkräfte

26.09.2018	Referent „The BISA-Project“ Slovenian Science Day in Ljubljana
28.02.2019	Referent „Das BISA-Projekt: Mit naturgucker.de die Natur entdecken.“ Kongress für digitale Didaktik im Schloss Neubuern
01.03.2019	Referent „Der BISA-Baumentdecker“ Kongress für digitale Didaktik im Schloss Neubuern
09.04.2019	Referent „Es artet aus – Das BISA-Projekt bei RLFB Bildung für nachhaltige Entwicklung“ am Gymnasium Ottobrunn
16.05.2019	Tagungsleitung „Grünland entdecken“ bei RLFB am Gymnasium Holzkirchen
04.06.2019	Referent „Biologie didaktisch – Artenkenntnis verbessern“ an der LMU München
10.09.2019	Referent „Stirbt die (Vogel-)Artenkenntnis aus?“ Fachsektion Didaktik der Biologie-Tagung an der Universität Wien.
20.09.2019	Referent „Das BISA-Projekt“ bei der MNU Tagung in Augsburg
22.02.2020	Referent „Das BISA-Projekt: Mit naturgucker.de die Natur entdecken.“ Kongress für digitale Didaktik im Schloss Neubuern.
10.03.2020	Organisation und Leitung RLFB-Tagung „Biodiversität im Unterricht“ an der Zoologischen Staatssammlung München
30.04.2020	Referent „Outdoor & Online: Einheimische Tiere und Pflanzen mit digitalen Medien entdecken“ Webinar mit ScienceOnStage
08.07.2020	Referent „Das BISA-Projekt“ Webinar des VBIO
25.02.2021	Organisation und Leitung bayernweite Online-DeltaPLUS-Tagung zu Unterrichtsaktivitäten im Freiland
06.07.2021	Referent „Das BISA-Projekt: Outdoor und online die Natur entdecken“ Webinar mit PI München und VBIO
12.07.2021	Referent „Gewässer entdecken“ bei Seminarlehrkräfte Tagung der ALP Dillingen
23./24.09.2021	Referent bei der Tagung „Didaktik für Artenkenner“ an der ANL Laufen
15.02.2022	Referent „Vom Wert der Vielfalt“ bei der DeltaPLUS Online-Settagung
25.03.2022	Referent „Das Dawn-Chorus Projekt“ bei der Online-Tagung „Digi-Spotlights“ der bundesweiten „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“
26.04.2022	Referent „Outdoor und Online“ beim Gautinger Internet Treffen
02.05.2022	Referent „Biodiversität“ in der Vorlesungsreihe Verantwortung der Biologie des Moduls „Integrative Biologie“ der LMU München
04.05.2022	Referent „Outdoor und Online“ für die MB Dienststelle der FOS/BOS Südbayern
21.06.2022	Leitung Ganztagesfortbildung „Es artet aus“ am PI München für den VBIO
30.06.2022	Leitung Ganztagesfortbildung „Es artet aus“ am Gymnasium Christian Ernestinum Bayreuth in Kooperation mit der RLFB Oberfranken
29.09.2022	Referent „Es artet aus“ Fachkongress Biologie und Chemie des BPV

### Fortbildungsveranstaltungen für Multiplikator:innen in der Erwachsenenbildung

24.11.2018	Referent „Was sollte man kennen?“ beim NABU/Naturgucker Kongress 2018 in Kassel
09.07.2019	Referent bei der Tagung „Artenvielfalt erleben“ der ANL Laufen
01.09.2019	Referent bei der Tagung „Konferenz der Arten“ des Forschungsmuseums Alexander König in Bonn
13.11.2019	Referent „BISA-Projekt“ bei der Tagung der außerschulischen Umweltbildner im Lkr RO (Moorstation Raubling)
29.11.2019	Referent „BISA-Projekt: Artenkenntnis? Mangelhaft“ bei der Herbst-Vernissage in der Zoologischen Staatssammlung München
15.02.2020	Referent „Artenkenntnis mangelhaft!“ bei der Tagung „Artenvielfalt im Wald“ an der Evangelischen Akademie Tutzing
20.05.2020	Live Exkursion „FlowerPower – ein Livebericht aus dem Grünland“ mit Stadtbibliothek München und dem Internetportal Riffreporter
11.04.2021	Live-Exkursion „Biodiversität im Frühling?“ mit dem Internetportal Riffreporter
06.06.2021	Live-Exkursion „Wo die wilden Orchideen wachsen?“ mit dem Internetportal Riffreporter
16.07.2021	Referent bei der der Tagung der bayerischen Landfrauen „Mit den BISA-Projekt die Artenkenntnis verbessern“ im Haus der bayerischen Landwirtschaft Herrsching
02.-04.08.2021	Referent bei der Tagung „Aktuelle Biodiversitätsforschung“ auf der Insel Vilm
18.11.2021	Referent „Artenkenntnis auf die Rote Liste“ bei der Online-Tagung FoerTaxCon
20.11.2021	Referent „Artenkenntnis mangelhaft“ bei der „Konferenz der Arten“ des Forschungsmuseums König Bonn
03.06.2022	Referent beim „Treffen der Artenkenner“ der NAJU und des LBV Bayern in Garmisch-Partenkirchen
20.01.2023	Referent „Artenkenntnis vermitteln“ KennART-Workshop zu „Didaktischen Erkenntnissen bei der Vermittlung von Artenkenntnis“ in Münster

## 8 Literaturverzeichnis

- Ainsworth, C. H., Pitcher, T. J., & Rotinsulu, C. (2008). Evidence of fishery depletions and shifting cognitive baselines in Eastern Indonesia. *Biological Conservation*, *141*(3), 848–859. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.01.006>
- Allen, M. (2015). Preschool children's taxonomic knowledge of animal species. *Journal of Research in Science Teaching*, *52*(1), 107–134. <https://doi.org/10.1002/tea.21191>
- Ardoin, N. M., Bowers, A. W., & Gaillard, E. (2020). Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. *Biological Conservation*, *241*, 108224. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>
- Balmford, A. (2002). Why Conservationists Should Heed Pokemon. *Science*, *295*(5564), 2367b–2367. <https://doi.org/10.1126/science.295.5564.2367b>
- Bashan, D., Colléony, A., & Shwartz, A. (2021). Urban versus rural? The effects of residential status on species identification skills and connection to nature. *People and Nature*, *3*(2), 347–358. <https://doi.org/10.1002/pan3.10176>
- Batt, S. (2009). Human attitudes towards animals in relation to species similarity to humans: a multivariate approach. *Bioscience Horizons*, *2*(2), 180–190. <https://doi.org/10.1093/biohorizons/hzp021>
- Baum, J. K., & Myers, R. A. (2004). Shifting baselines and the decline of pelagic sharks in the Gulf of Mexico. *Ecology Letters*, *7*(2), 135–145. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2003.00564.x>
- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. (1990). *Fachlehrplan für Biologie*. <https://www.isb.bayern.de/gymnasium/lehrplan/archiv/ebene-4-fachlehrplaene/biologie/87/>
- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus (2014). LehrplanPLUS Grundschule: Lehrplan für die bayerische Grundschule, 233–251.
- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. (2018). *LehrplanPLUS für Gymnasien - Natur und Technik*. Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus. [https://www.lehrplanplus.bayern.de/schulart/gymnasium/inhalt/fachlehrplaene?w\\_schulart=gymnasium&wt\\_1=schulart&w\\_fach=nt\\_gym&wt\\_2=fach](https://www.lehrplanplus.bayern.de/schulart/gymnasium/inhalt/fachlehrplaene?w_schulart=gymnasium&wt_1=schulart&w_fach=nt_gym&wt_2=fach)
- Bebbington, A. (2005). The ability of A-level students to name plants. *Journal of Biological Education*, *39*(2), 63–67. <https://doi.org/10.1080/00219266.2005.9655963>
- Berck, K.-H., & Klee, R. (1992). Interesse an Tier- und Pflanzenarten und Handeln im Natur-Umweltschutz. *Europäische Hochschulschriften Reihe IX: Pädagogik*(500), 1–228.



- Berti, E., Monsarrat, S., Munk, M., Jarvie, S., & Svenning, J.-C. (2020). Body size is a good proxy for vertebrate charisma. *Biological Conservation*, 251, 108790.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108790>
- Bickford, D., Posa, M. R. C., Qie, L., Campos-Arceiz, A., & Kudavidanage, E. P. (2012). Science communication for biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 151(1), 74–76.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.12.016>
- Bilton, D. T. (2014). What's in a name? What have taxonomy and systematics ever done for us? *Journal of Biological Education*, 48(3), 116–118.  
<https://doi.org/10.1080/00219266.2014.926653>
- Blessing, K. (2007). *Artenwissen als Basis für Handlungskompetenz zur Erhaltung der Biodiversität*.
- Bögeholz, S. (1999). *Qualitäten primärer Naturerfahrung und ihr Zusammenhang mit Umweltwissen und Umwelthandeln*. Leske + Budrich.
- Böhm, W., & Ahrens, R. (Eds.). (1988). *Würzburger Symposien: Vol. 3. "Nicht Vielwissen sättigt die Seele": Wissen, Erkennen, Bildung, Ausbildung heute : drittes Symposium der Universität Würzburg [21. und 22. Januar 1988]* (1. Aufl.). E. Klett.
- Borgi, M., & Cirulli, F. (2015). Attitudes toward Animals among Kindergarten Children: Species Preferences. *Anthropoäos*, 28(1), 45–59.  
<https://doi.org/10.2752/089279315X14129350721939>
- Bowler, D. E., Bhandari, N., Repke, L., Beuthner, C., Callaghan, C. T., Eichenberg, D., Henle, K., Klenke, R., Richter, A., Jansen, F., Bruelheide, H., & Bonn, A. (2022). Decision-making of citizen scientists when recording species observations. *Scientific Reports*, 12(1), 11069. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15218-2>
- Brämer, R. (2010). *Analphabeten in Sachen Natur: Empirische Befunde zur Präsenz von Natur im Alltagswissen*. natursoziologie.de.  
[www.wanderforschung.de/%2Ffiles/%2Fwissenstud1370970428.pdf&cusg=AOvVaw3RADOsm0Kd9MTJMGvSL4P6](http://www.wanderforschung.de/%2Ffiles/%2Fwissenstud1370970428.pdf&cusg=AOvVaw3RADOsm0Kd9MTJMGvSL4P6)
- Brämer, R., Koll, H., & Schild, H.-J. (2016). *Jugendreport 2015*.
- Briede, L. (2016). The Relationship between Mathematics Teachers' Teaching Approaches and 9th Grade Students' Mathematical Self. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 18(1), 34–47. <https://doi.org/10.1515/jtes-2016-0003>
- Brlík, V., Šílarová, E., Škorpilová, J., Alonso, H., Anton, M., Aunins, A., Benkő, Z., Biver, G., Busch, M., Chodkiewicz, T., Chylarecki, P., Coombes, D., Carli, E. de, Del Moral, J. C., Derouaux, A., Escandell, V., Eskildsen, D. P., Fontaine, B., Foppen, R. P. B., . . . Klvaňová, A. (2021). Long-term and large-scale multispecies dataset tracking population

- changes of common European breeding birds. *Scientific Data*, 8(1), 21.  
<https://doi.org/10.1038/s41597-021-00804-2>
- Brossard, D., Lewenstein, B., & Bonney, R. (2005). Scientific knowledge and attitude change: The impact of a citizen science project. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1099–1121. <https://doi.org/10.1080/09500690500069483>
- Bryce, M., Hutfluss, A., & Gerl, T. (2021). Biologie macht SchulePLUS und BIOTOPIA Dawn Chorus – Ein Citizen Science & Arts-Projekt zum weltweiten Vogelgesang. *Lehrerbildung@LMU*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.5282/lb/12> (1-12 Seiten /  
Lehrerbildung@LMU, Bd. 1 Nr. 1 (2021): Lehrerbildung@LMU / Lehrerbildung@LMU, Bd. 1 Nr. 1 (2021): Lehrerbildung@LMU).
- Bundesamt für Naturschutz. (2015). *Artenschutz-Report 2015*. Bundesamt für Naturschutz - Referat Öffentlichkeitsarbeit.
- Bundesamt für Naturschutz. (2020). *Naturbewusstsein 2019*. Bundesamt für Naturschutz - Referat Öffentlichkeitsarbeit. <https://www.bfn.de/sites/default/files/2022-08/2020-Naturbewusstsein2019-bfn.pdf>
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. (2015). *Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt - Kabinettsbeschluss vom 7. November 2007* (4th ed.). Publikationsversand der Bundesregierung.
- Burchell, B., & Marsh, C. (1992). The effect of questionnaire length on survey response. *Quality and Quantity*, 26(3). <https://doi.org/10.1007/BF00172427>
- Chand, V. S., & Shukla, S. R. (2003). Biodiversity Contests': Indigenously Informed and Transformed Environmental Education. *Applied Environmental Education & Communication*, 2(4), 229–236. <https://doi.org/10.1080/15330150390256782>
- Chaudhary, A., & Mooers, A. (2018). Terrestrial Vertebrate Biodiversity Loss under Future Global Land Use Change Scenarios. *Sustainability*, 10(8), 2764.  
<https://doi.org/10.3390/su10082764>
- Chawla, L. (2020). Childhood nature connection and constructive hope: A review of research on connecting with nature and coping with environmental loss. *People and Nature*, 2(3), 619–642. <https://doi.org/10.1002/pan3.10128>
- Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243.  
<https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- Christidou, V. (2006). Greek Students' Science-related Interests and Experiences: Gender differences and correlations. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1181–1199.  
<https://doi.org/10.1080/09500690500439389>

- Colding, J., Giusti, M., Haga, A., Wallhagen, M., & Barthel, S. (2020). Enabling Relationships with Nature in Cities. *Sustainability*, 12(11), 4394. <https://doi.org/10.3390/su12114394>
- Comenius, I. A. (1631). *Eröffnete Sprachen Thür*. Zacharias Haertel.  
<https://books.google.de/books?id=S3lEAAAACAAJ&printsec=frontcover&hl=de#v=onepage&q&f=false>
- Comenius, I. A. (1658). *Orbis sensualium pictus*. Michaelis Endteri. [http://www.hsaugsburg.de/~harsch/Chronologia/Lspost17/Comenius/com\\_o000.html](http://www.hsaugsburg.de/~harsch/Chronologia/Lspost17/Comenius/com_o000.html)
- Cotterill, F. P. D., & Foissner, W. (2010). A pervasive denigration of natural history misconstrues how biodiversity inventories and taxonomy underpin scientific knowledge. *Biodiversity and Conservation*, 19(1), 291–303. <https://doi.org/10.1007/s10531-009-9721-4>
- Cox, D. T. C., & Gaston, K. J. (2015). Likeability of Garden Birds: Importance of Species Knowledge & Richness in Connecting People to Nature. *PloS One*, 10(11), e0141505. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141505>
- Crutzen, P. J. (2021). The ‘Anthropocene’ (2002). In S. Benner (Ed.), *The Anthropocene: Politik—Economics—Society—Science*. PAUL J. CRUTZEN AND THE ANTHROPOCENE (Vol. 1, pp. 27–32). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-82202-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-82202-6_4)
- Dallimer, M., Irvine, K. N., Skinner, A. M. J., Davies, Z. G., Rouquette, J. R., Maltby, L. L., Warren, P. H., Armsworth, P. R., & Gaston, K. J. (2012). Biodiversity and the Feel-Good Factor: Understanding Associations between Self-Reported Human Well-being and Species Richness. *BioScience*, 62(1), 47–55. <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.1.9>
- Davies, T., Cowley, A., Bennie, J., Leyshon, C., Inger, R., Carter, H., Robinson, B., Duffy, J. P., Casalegno, S., Lambert, G., & Gaston, K. (2019). Correction: Popular interest in vertebrates does not reflect extinction risk and is associated with bias in conservation investment. *PloS One*, 14(2), e0212101. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212101>
- Deci, Edward L., Ryan, & Richard M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift Für Pädagogik*, 39(2), 223–238. [https://www.pedocs.de/volltexte/2017/11173/pdf/ZfPaed\\_1993\\_2\\_Deci\\_Ryan\\_Die\\_Selbstbestimmungstheorie\\_der\\_Motivation.pdf](https://www.pedocs.de/volltexte/2017/11173/pdf/ZfPaed_1993_2_Deci_Ryan_Die_Selbstbestimmungstheorie_der_Motivation.pdf)
- Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R. T., Molnár, Z., Hill, R., Chan, K. M. A., Baste, I. A., Brauman, K. A., Polasky, S., Church, A., Lonsdale, M., Larigauderie, A., Leadley, P. W., van Oudenhoven, A. P. E., van der Plaats, F., Schröter, M., Lavorel, S., . . . Shirayama, Y. (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science (New York, N.Y.)*, 359(6373), 270–272. <https://doi.org/10.1126/science.aap8826>

- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E., & et al. (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.  
[https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/spm\\_unedited\\_advance\\_for\\_posting\\_htn.pdf](https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/spm_unedited_advance_for_posting_htn.pdf)
- Duerden, M. D., & Witt, P. A. (2010). The impact of direct and indirect experiences on the development of environmental knowledge, attitudes, and behavior. *Journal of Environmental Psychology, 30*(4), 379–392. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.03.007>
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology, 53*, 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Eschenhagen, D. (1982). Untersuchung zur Tierartenkenntnissen von Schülern. *Unterricht Biologie, 6*(68), 40–44.
- Freudenthaler, H. H., Spinath, B., & Neubauer, A. C. (2008). Predicting school achievement in boys and girls. *European Journal of Personality, 22*(3), 231–245.  
<https://doi.org/10.1002/per.678>
- Frobel, K., & Schlumprecht, H. (2016). Erosion der Artenkenner: Ergebnisse einer Befragung und notwendige Reaktionen. *Naturschutz Und Landschaftsplanung, 48*(4), 105–113.
- Fröhlich, G., Sellmann, D., & Bogner, F. X. (2013). The influence of situational emotions on the intention for sustainable consumer behaviour in a student-centred intervention. *Environmental Education Research, 19*(6), 747–764.
- Funk, M., Boldt, J., & Fiebelkorn, F. (2022). Spendenbereitschaft der Deutschen für den Vogelschutz – Welchen Einfluss haben Wissen, Einstellungen und soziodemografische Faktoren? In R. Schliep & J. Stadler (Eds.), *BfN-Skripten: Vol. 632. Treffpunkt Biologische Vielfalt - Jubiläumsband: 20 Jahre interdisziplinärer Forschungsaustausch im Rahmen des Übereinkommens über die biologische Vielfalt* (pp. 72–77). BfN Bundesamt für Naturschutz.  
[https://bf.n.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/1077/file/Skript\\_632.pdf](https://bf.n.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/1077/file/Skript_632.pdf)
- Gahl, H. (1973). Über die Formenkenntnis des Primarschülers und seine Einstellung zum Tier. In E. Schwartz (Ed.), *Entdeckendes Lernen im Lernbereich Biologie*. (pp. 155–175).
- Gayford, C. (2000). Biodiversity Education: A teacher's perspective. *Environmental Education Research, 6*(4), 347–361. <https://doi.org/10.1080/713664696>
- Gebhard, U. (2013). *Kind und Natur: Die Bedeutung der Natur für die psychische Entwicklung* (4. Aufl. 2013). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Genschel, R. (1950). Biologische Formenkenntnis in der heutigen Generation. *Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht, 3*, 1–4.

- Gerl, T. (2020a). Das BISA-Projekt - Naturkunde 4.0. In J. Sengpiel & D. Smolka (Eds.), *Die Tafel muss raus!? Unterrichten agil, digital, modern* (1st ed., pp. 178–189). Wolters Kluwer Deutschland.
- Gerl, T. (2020b). Der Vogelzug - eine faszinierende Reise: Nutzung von digitalen Daten zur Aufklärung chronobiologischer Phänomene. *Unterricht Biologie*, 44(451), 10–14.
- Gerl, T. (2020c). Was ist denn das? Einheimische Tiere und Pflanzen mit dem BISA-Projekt kennenlernen. *Digital Unterrichten Biologie*, 1(04), 6–7.
- Gerl, T. (2021a). Arten- oder Klimaschutz: Dilemmata im Umweltschutz kennenlernen. *Biologie 5-10*(33), 6–9.
- Gerl, T. (2021b). Energie vom Acker: Segen? Fluch? Wissen über Biogasanlagen interaktiv erarbeiten und ihren Einsatz ökologisch bewerten. *Biologie 5-10*(35), 22–25.
- Gerl, T. (2021c). Greifvögel – Beutegreifer mit „Adleraugen“: Zusammenhänge zwischen Struktur und Funktion beim Auge des Mäusebussards erkennen. *Unterricht Biologie*(469), 27–32.
- Gerl, T. (2021d). Vögel finden mit ornitho.de. *Digital Unterrichten Biologie*, 2(1), 2.
- Gerl, T. (2022). Problematisch-charismatisch: Wölfe. *Biologie 5-10*(38), 10–13.
- Gerl, T., Hollweck, E., Almer, J., & Herden, M. (2017). Artenkenntnis einheimischer Vögel. *Biologie in Unserer Zeit*, 47(4), 254–259. <https://doi.org/10.1002/biuz.201710627>
- Gerl, T., & Urbasik, M. (2019). Sterben Artenkenner aus? Bedeutung der Taxonomie im Biologie-Unterricht einst und jetzt. *Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 72(6), 510–516.
- Gerlach, B., Dröschmeister, R., Langgemach, T., Borkenhagen, K., Busch, M., Hauswirth, M., Heinicke, T., Kamp, J., Karthäuser, J., König, C., Markones, N., Prior, N., Trautmann, S., Wahl, J., & Sudfeldt, C. (2019). *Übersichten zur Bestandssituation. Vögel in Deutschland: Vol. 2019*. Dachverband Deutscher Avifaunisten e.V. [https://www.dda-web.de/downloads/publications/statusreports/statusreport\\_uebersichten\\_bestandssituation.pdf](https://www.dda-web.de/downloads/publications/statusreports/statusreport_uebersichten_bestandssituation.pdf)
- Giusti, M. (2019). Human-nature relationships in context. Experiential, psychological, and contextual dimensions that shape children's desire to protect nature. *PloS One*, 14(12), e0225951. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225951>
- Greene, H. W. (2005). Organisms in nature as a central focus for biology. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(1), 23–27. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.11.005>
- Groß, J. (2017). Digitale Bestimmungshilfen – Digitale Vermittlung von Artenkenntnis. *Biologie Im Naturwissenschaftlichen Unterricht 5-10*(19), 22–25.
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D., & Kroon, H. de (2017). More than 75

- percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PloS One*, 12(10), e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Hallmann, S., Klöckner, C., Kuhlmann, U., & Beisenkamp, A. (2005). Freiheit, Ästhetik oder Bedrohung? Wie Kinder Natur bewerten. *Umweltpsychologie*(9(2)), 88–108.  
<http://www.umps.de/php/artikeldetails.php?id=233>
- Hamann, M., & Bayrhuber, H. (2002). Formenvielfalt vergleichen: Eine Instruktionsstudie in Klasse 6. In R. Klee (Ed.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik* (Vol. 1, pp. 91–104).
- Hannover, B., & Kessels, U. (2011). Sind Jungen die neuen Bildungsverlierer? Empirische Evidenz für Geschlechterdisparitäten zuungunsten von Jungen und Erklärungsansätze 1Dieser Beitrag wurde unter der geschäftsführenden Herausgeberschaft von Jens Möller angenommen. *Zeitschrift Für Pädagogische Psychologie*, 25(2), 89–103.  
<https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000039>
- Harfoot, M. B. J., Johnston, A., Balmford, A., Burgess, N. D., Butchart, S. H. M., Dias, M. P., Hazin, C., Hilton-Taylor, C., Hoffmann, M., Isaac, N. J. B., Iversen, L. L., Outhwaite, C. L., Visconti, P., & Geldmann, J. (2021). Using the IUCN Red List to map threats to terrestrial vertebrates at global scale. *Nature Ecology & Evolution*, 5(11), 1510–1519.  
<https://doi.org/10.1038/s41559-021-01542-9>
- Heathcote, G. (2021). Animals of Instagram: taxonomic bias in science communication online. *Journal of Science Communication*, 20(04), A10. <https://doi.org/10.22323/2.20040210>
- Heilmann-Clausen, J., Bruun, H. H., Ejrnæs, R., Frøslev, T. G., Læssøe, T., & Petersen, J. H. (2019). How citizen science boosted primary knowledge on fungal biodiversity in Denmark. *Biological Conservation*, 237, 366–372.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.07.008>
- Hentig, H. von. (2009). *Bildung: Ein Essay* (8. Aufl.). *Beltz-Taschenbuch Essay: Vol. 158*. Beltz.
- Herbert, P. D. N., Cywinska, A., Ball, S. L., & deWaard, J. R. (2003). Biological Identifications through DNA Barcodes. *Proceedings: Biological Sciences*, 270(1512), 313–321.  
<http://www.jstor.org/stable/3558697>
- Hey, J. (2001). *Genes, Categories, and Species: The Evolutionary and Cognitive Cause of the Species Problem*. Oxford University Press; ProQuest.
- Hoffmeyer-Zlotnik, J. H.P., & Warner, U. (2014). Soziodemographische Standards. In N. Baur & J. Blasius (Eds.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (pp. 733–743). Springer Fachmedien Wiesbaden. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-18939-0\\_54](https://doi.org/10.1007/978-3-531-18939-0_54)

- Hooykaas, M. J.D., Schilthuizen, M., Aten, C., Hemelaar, E. M., Albers, C. J., & Smeets, I. (2019). Identification skills in biodiversity professionals and laypeople: A gap in species literacy. *Biological Conservation*, 238, 108202. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108202>
- Hooykaas, M. J. D., Schilthuizen, M., Albers, C. J., & Smeets, I. (2022). Species identification skills predict in-depth knowledge about species. *PloS One*, 17(4), e0266972. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266972>
- Hosaka, T., Sugimoto, K., & Numata, S. (2017). Childhood experience of nature influences the willingness to coexist with biodiversity in cities. *Palgrave Communications*, 3, 17071. <https://doi.org/10.1057/palcomms.2017.71>
- Hughes, J., Richardson, M., & Lumber, R. (2018). Evaluating connection to nature and the relationship with conservation behaviour in children. *Journal for Nature Conservation*, 45, 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2018.07.004>
- Hummel, E., Ozel, M., Medina-Jerez, W., Fančovičová, J., Usak, M., Prokop, P., & Randler, C. (2015). Interest in Birds and its Relationship with Attitudes and Myths: A Cross-cultural Study in Countries with Different Levels of Economic Development. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 285–296. <https://doi.org/10.12738/estp.2015.1.2242>
- Huxham, M., Welsh, A., Berry, A., & Templeton, S. (2006). Factors influencing primary school children's knowledge of wildlife. *Journal of Biological Education*, 41(1), 9–12. <https://doi.org/10.1080/00219266.2006.9656050>
- Inger, R., Gregory, R., Duffy, J. P., Stott, I., Voříšek, P., & Gaston, K. J. (2015). Common European birds are declining rapidly while less abundant species' numbers are rising. *Ecology Letters*, 18(1), 28–36. <https://doi.org/10.1111/ele.12387>
- Jackson, J. B., Kirby, M. X., Berger, W. H., Bjorndal, K. A., Botsford, L. W., Bourque, B. J., Bradbury, R. H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J. A., Hughes, T. P., Kidwell, S., Lange, C. B., Lenihan, H. S., Pandolfi, J. M., Peterson, C. H., Steneck, R. S., Tegner, M. J., & Warner, R. R. (2001). Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, 293(5530), 629–637. <https://doi.org/10.1126/science.1059199>
- Jäkel, L., & Schaer, A. (2004). Sind Namen nur Schall und Rauch? Wie sicher sind Pflanzenerkenntnisse von Schülerinnen und Schülern? *Bericht Des Instituts Der Didaktik Biologie IDB Münster*(13), 1–24.
- Jaun-Holderegger, B. (2019). *Wege zur Artenkenntnis: eine Untersuchung mit Schülerinnen und Schülern der Mittelstufe im Kanton Bern, Schweiz*. Pädagogische Hochschule Karlsruhe. [https://phka.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/196/file/Dissertation\\_BJaun-Holderegger\\_2019.pdf](https://phka.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/196/file/Dissertation_BJaun-Holderegger_2019.pdf)

- Jones, M. G., Howe, A., & Rua, M. J. (2000). Gender differences in students' experiences, interests, and attitudes toward science and scientists. *Science Education*, 84(2), 180–192. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200003\)84:2<180::AID-SCE3>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200003)84:2<180::AID-SCE3>3.0.CO;2-X)
- Junge, F. (1885). *Der Dorfteich als Lebensgemeinschaft: Abhandlung über Ziel und Verfahren des naturgeschichtlichen Unterrichts*. Lipsius & Tischer. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:210-10-005965156-0>
- Kaasinen, A. (2019). Plant Species Recognition Skills in Finnish Students and Teachers. *Education Sciences*, 9(2), 85. <https://doi.org/10.3390/educsci9020085>
- Kalz, M., & Schön, S. (2020). *Persönliche Lernumgebungen: Grundlagen, Möglichkeiten und Herausforderungen eines neuen Konzepts*. <https://doi.org/10.35542/osf.io/mr8dn>
- Kamp, J., Frank, C., Trautmann, S., Busch, M., Dröschmeister, R., Flade, M., Gerlach, B., Karthäuser, J., Kunz, F., Mitschke, A., Schwarz, J., & Sudfeldt, C. (2020). Population trends of common breeding birds in Germany 1990–2018. *Journal of Ornithology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10336-020-01830-4>
- Kattmann, U. (2001). Aquatics, Flyers, Creepers and Terrestrials — students' conceptions of animal classification. *Journal of Biological Education*, 35(3), 141–147. <https://doi.org/10.1080/00219266.2001.9655763>
- Keleman-Finan, J., Knoll, C., & Pröbstl-Haider, U. (2013). Citizen Science – voll cool oder nur doof? Laienmonitoring als Beitrag zur Umweltbildung bei Jugendlichen. *Naturschutz Und Landschaftsplanung*, 45(6), 171–176. <https://www.nul-online.de/Magazin/Archiv/Citizen-Science-voll-cool-oder-nur-doof,QUIEPTM4OTUzNDAmTUIEPTgyMDMwJlBBR0VfVFBMPVByaW50cHJldmll dy5odG0mTUVUQV9ST0JPVD1PrkY.html?UID=E3A98C097FA9259E704B7E6E41DDAD3E51844C1F6BE78308>
- Kellert, S. R. (1985). Attitudes Toward Animals: Age-Related Development among Children. In M. W. Fox & L. D. Mickley (Eds.), *Advances in Animal Welfare Science 1984*. Springer VS.
- Kempert, S., Edele, A., Wolf, K. M., Paethsch, J., Darsow, A., Maluch, J., & Stanat, P. (2016). Die Rolle der Sprache für zuwanderungsbezogene Ungleichheiten im Bildungserfolg. In C. Diehl, C. Hunkler, & C. Kristen (Eds.), *Ethnische Ungleichheiten im Bildungsverlauf: Mechanismen, Befunde, Debatten* (pp. 157–241). Springer VS. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-04322-3\\_5#citeas](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-04322-3_5#citeas)
- Keniger, L. E., Gaston, K. J., Irvine, K. N., & Fuller, R. A. (2013). What are the benefits of interacting with nature? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(3), 913–935. <https://doi.org/10.3390/ijerph10030913>



- Kerres, M. (2016). *E-Learning vs. Digitalisierung: Neues Label oder neues Paradigma? Handbuch E-Learning*. Deutscher Wirtschaftsdienst.
- Kim, K. C., & Byrne, L. B. (2006). Biodiversity loss and the taxonomic bottleneck: emerging biodiversity science. *Ecological Research*, 21(6), 794–810. <https://doi.org/10.1007/s11284-006-0035-7>
- Kramer, M., Förtsch, C., Aufleger, M., & Neuhaus, B. J. (2019). Der Einsatz digitaler Medien im gymnasialen Biologieunterricht. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften*(25), 131–160. <https://doi.org/10.1007/s40573-019-00096-5>
- Kubiátko, M., Janko, T., & Mrazkova, K. (2012). The influence of gender, grade level and favourite subject on Czech lower secondary school pupils' perception of geography. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 21(2), 109–122. <https://doi.org/10.1080/10382046.2012.672675>
- Kuldna, P., Poltimäe, H., & Tuhkanen, H. (2020). Perceived importance of and satisfaction with nature observation activities in urban green areas. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 29, 100227. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2019.100227>
- Kultusministerkonferenz. (2005). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss*. Luchterhand Verlag.
- Kultusministerkonferenz. (2016). *Bildung in der digitalen Welt*. Sekretariat der Kultusministerkonferenz. [https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie\\_2017\\_mit\\_Weiterbildung.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/PresseUndAktuelles/2018/Digitalstrategie_2017_mit_Weiterbildung.pdf)
- Kultusministerkonferenz. (2020). *Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife*. Wolters Kluwer Deutschland. [https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2020/2020\\_06\\_18-BildungsstandardsAHR\\_Biologie.pdf](https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Biologie.pdf)
- Kuo, M., Barnes, M., & Jordan, C. (2019). Do Experiences With Nature Promote Learning? Converging Evidence of a Cause-and-Effect Relationship. *Frontiers in Psychology*, 10, 305. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00305>
- Kuss, P. (2021). *Qualifizierung und Zertifizierung von Artenkennerinnen und Artenkennern: Prüfungsanforderungen und Curricula*. BANU-Publikation. [https://banu-akademien.de/wp-content/uploads/2021/12/BANU\\_QualifizierungZertifizierungArtenkennerinnenArtenkennner\\_01-2021.pdf](https://banu-akademien.de/wp-content/uploads/2021/12/BANU_QualifizierungZertifizierungArtenkennerinnenArtenkennner_01-2021.pdf)
- Larson, L. R., Szczytko, R., Bowers, E. P., Stephens, L. E., Stevenson, K. T., & Floyd, M. F. (2019). Outdoor Time, Screen Time, and Connection to Nature: Troubling Trends

- Among Rural Youth? *Environment and Behavior*, 51(8), 966–991.  
<https://doi.org/10.1177/0013916518806686>
- Leather, S. R., & Quicke, D. J. L. (2009). Where would Darwin have been without taxonomy? *Journal of Biological Education*, 43(2), 51–52.  
<https://doi.org/10.1080/00219266.2009.9656151>
- Leather, S. R., & Quicke, D. J. L. (2010). Do shifting baselines in natural history knowledge threaten the environment? *The Environmentalist*, 30(1), 1–2.  
<https://doi.org/10.1007/s10669-009-9246-0>
- Lee, M. S. Y. (2003). Species concepts and species reality: Salvaging a Linnaean rank. *Journal of Evolutionary Biology*, 16(2), 179–188. <https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.2003.00520.x>
- Leunis, J. (1851). *Schul-Naturgeschichte: Eine analytische Darstellung der drei Naturreiche zum Selbstbestimmen der Naturkörper* (2.th ed.). Hahn'sche Hofbuchhandlung.  
[https://books.google.de/books?id=qJ5uPLi\\_478C&pg=PA59&hl=de&source=gbs\\_selected\\_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false](https://books.google.de/books?id=qJ5uPLi_478C&pg=PA59&hl=de&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false)
- Lewalter, D., & Neubauer, K. (2019). Informelles Lernen. In D. Urhahne, M. Dresel, & F. Fischer (Eds.), *Psychologie für den Lehrberuf* (pp. 125–142). Springer Berlin Heidelberg.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-662-55754-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-662-55754-9_7)
- Lindemann-Matthies, P. (2002). Wahrnehmung biologischer Vielfalt im Siedlungsraum durch Schweizer Kinder. In R. Klee (Ed.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik* (pp. 117–130).
- Lindemann-Matthies, P., & Bose, E. (2008). How Many Species Are There? Public Understanding and Awareness of Biodiversity in Switzerland. *Human Ecology*, 36(5), 731–742. <https://doi.org/10.1007/s10745-008-9194-1>
- Lindemann-Matthies, P., Constantinou, C., Lehnert, H.-J., Nagel, U., Raper, G., & Kadji-Beltran, C. (2011). Confidence and Perceived Competence of Preservice Teachers to Implement Biodiversity Education in Primary Schools—Four comparative case studies from Europe. *International Journal of Science Education*, 33(16), 2247–2273.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2010.547534>
- Lindemann-Matthies, P., & Remmele, M. (2021). Vermittlung von Artenkenntnis in der Schule - eine Analyse der Bildungspläne in Deutschland. *Natur Und Landschaft*, 96(8), 385–392.
- Lindemann-Matthies, P. (2006). Investigating Nature on the Way to School: Responses to an educational programme by teachers and their pupils. *International Journal of Science Education*, 28(8), 895–918. <https://doi.org/10.1080/10670560500438396>
- Lindemann-Matthies, P., Constantinou, C., Junge, X., Köhler, K., Mayer, J., Nagel, U., Raper, G., Schüle, D., & Kadji-Beltran, C. (2009). The integration of biodiversity education in the

- initial education of primary school teachers: Four comparative case studies from Europe. *Environmental Education Research*, 15(1), 17–37.  
<https://doi.org/10.1080/13504620802613496>
- Lindemann-Matthies, P., Remmele, M., & Yli-Panula, E. (2017). Professional Competence of Student Teachers to Implement Species Identification in Schools: A Case Study from Germany. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 7(1), 29–47.
- Linné, C. von. (1751). *Philosophia botanica*. Kiesewetter & Chatelain.
- Linné, C. von. (1758). *Systema naturæ per regna tria naturæ, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis* (10th ed.). Lars Salvius.
- Lüben, A. (1838). *Vollständige Naturgeschichte des Thierreichs zum Selbstunterricht für Lehrer und Freunde dieser Wissenschaften*. Inkermann Verlag.
- Lückmann, K., & Menzel, S. (2014). Herbs versus trees: Influences on teenagers' knowledge of plant species. *Journal of Biological Education*, 48(2), 80–90.  
<https://doi.org/10.1080/00219266.2013.837404>
- Mace, G. M., Reyers, B., Alkemade, R., Biggs, R., Chapin, F. S., Cornell, S. E., Díaz, S., Jennings, S., Leadley, P., Mumby, P. J., Purvis, A., Scholes, R. J., Seddon, A. W.R., Solan, M., Steffen, W., & Woodward, G. (2014). Approaches to defining a planetary boundary for biodiversity. *Global Environmental Change*, 28, 289–297.  
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.07.009>
- Mackay, C. M.L., & Schmitt, M. T. (2019). Do people who feel connected to nature do more to protect it? A meta-analysis. *Journal of Environmental Psychology*, 65, 101323.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2019.101323>
- Manzano-Leon, A., Camacho-Lazarraga, P., Guerrero, M. A., Guerrero-Puerta, L., Aquilar-Parra, J. M., Triqueros, R., & Alias, A. (2021). Between Level Up and Game Over: A Systematic Literature Review of Gamification in Education. *Sustainability*, 13(2247), 1–14.  
<https://doi.org/10.3390/su13042247>
- Marselle, M. R., Martens, D., & Dallimer, M. (2019). Review of the Mental Health and Well-being Benefits of Biodiversity. In M. R. Marselle, J. Stadler, H. Korn, K. N. Irvine, & A. Bonn (Eds.), *Biodiversity and Health in the Face of Climate Change* (pp. 175–214). Springer International Publishing.
- Martens, P., Hansart, C., & Su, B. (2019). Attitudes of Young Adults toward Animals-The Case of High School Students in Belgium and The Netherlands. *Animals : An Open Access Journal from MDPI*, 9(3), 88. <https://doi.org/10.3390/ani9030088>
- Mayr, E. (1996). What is a Species, and What is Not? *Philosophy of Science*(63(2)), 262–277.  
 doi:10.1086/289912

- Mayr, E. (2000). A critique from the biological species concept perspective: what is a species, and what is not? In Q. D. Wheeler & R. Meier (Eds.), *Species concepts and phylogenetic theory: a debate*. Columbia University Press.
- McBride, B. B., Brewer, C. A., Berkowitz, A. R., & Borrie, W. T. (2013). Environmental literacy, ecological literacy, ecoliteracy: What do we mean and how did we get here? *Ecosphere*, 4(5), art67. <https://doi.org/10.1890/ES13-00075.1>
- McHarg, I. (1969). *Design with nature*. Natural History Press.
- Meinecke, P. (2019). Erosion der Artenkenntnis - Aktuelle Entwicklungen seit dem letzten DNT. *DNT Journal*, 261–271.
- Menzel, S., & Bögeholz, S. (2010). Values, beliefs and norms that foster Chilean and German pupils' commitment to protect biodiversity. *International Journal of Environmental & Science Education*, 5(1), 31–49.
- Moormann, A. (2015). *Entwicklung von Schülereinstellungen zu den Fächern Sachunterricht, Naturwissenschaften und Biologie beim Übergang von der Grundschule in die Sekundarstufe I* [, Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät]. RIS. <https://edoc.hu-berlin.de/bitstream/handle/18452/18055/moormann.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moser, T., & Martinsen, M. T. (2010). The outdoor environment in Norwegian kindergartens as pedagogical space for toddlers' play, learning and development. *European Early Childhood Education Research Journal*, 18(4), 457–471. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2010.525931>
- Müller, M. M., Kals, E., & Pansa, R. (2009). Adolescents' Emotional Affinity toward Nature: A Cross-Societal Study. *The Journal of Developmental Processes*(4(1)), 59–69.
- Nabhan, G. P., & Trimble, S. (1994). *The geography of childhood: Why children need wild places*. The Concord library. Beacon Press.
- NABU Deutschland. (2017). *Über zwölf Millionen Vogelbrutpaare weniger in Deutschland Das massive Vogelsterben muss aufgehalten werden*. <https://www.nabu.de/news/2017/10/23284.html>
- Newbold, T. (2018). Future effects of climate and land-use change on terrestrial vertebrate community diversity under different scenarios. *Proceedings. Biological Sciences*, 285(1881). <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0792>
- Newbold, T., Hudson, L. N., Arnell, A. P., Contu, S., Palma, A. de, Ferrier, S., Hill, S. L. L., Hoskins, A. J., Lysenko, I., Phillips, H. R. P., Burton, V. J., Chng, C. W. T., Emerson, S., Di Gao, Pask-Hale, G., Hutton, J., Jung, M., Sanchez-Ortiz, K., Simmons, B. I., . . . Purvis, A. (2016). Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary

- boundary? A global assessment. *Science*, 353(6296), 288–291.  
<https://doi.org/10.1126/science.aaf2201>
- Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L. L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R. A., Börger, L., Bennett, D. J., Choimes, A., Collen, B., Day, J., Palma, A. de, Díaz, S., Echeverria-Londoño, S., Edgar, M. J., Feldman, A., Garon, M., Harrison, M. L. K., Alhusseini, T., . . . Purvis, A. (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, 520(7545), 45–50. <https://doi.org/10.1038/nature14324>
- Norwood, M. F., Lakhani, A., Fullagar, S., Maujean, A., Downes, M., Byrne, J., Stewart, A., Barber, B., & Kendall, E. (2019). A narrative and systematic review of the behavioural, cognitive and emotional effects of passive nature exposure on young people: Evidence for prescribing change. *Landscape and Urban Planning*, 189, 71–79.  
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.04.007>
- Nyhus, P. J., Sumianto, & Tilson, R. (2003). Wildlife knowledge among migrants in southern Sumatra, Indonesia: Implications for conservation. *Environmental Conservation*, 30(2), 192–199. <https://doi.org/10.1017/S0376892903000183>
- Oswald, T. K., Rumbold, A. R., Kedzior, S. G. E., & Moore, V. M. (2020). Psychological impacts of "screen time" and "green time" for children and adolescents: A systematic scoping review. *PLoS One*, 15(9), e0237725. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237725>
- Paetsch, J., Felbrich, A., & Stanat, P. (2015). Der Zusammenhang von sprachlichen und mathematischen Kompetenzen bei Kindern mit Deutsch als Zweitsprache. *Zeitschrift Für Pädagogische Psychologie*, 29(1), 19–29. <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000142>
- Palmberg, I., Berg, I., Jeronen, E., Kärkkäinen, S., Norrgård-Sillanpää, P., Persson, C., Vilkonis, R., & Yli-Panula, E. (2015). Nordic–Baltic Student Teachers' Identification of and Interest in Plant and Animal Species: The Importance of Species Identification and Biodiversity for Sustainable Development. *Journal of Science Teacher Education*, 26(6), 549–571. <https://doi.org/10.1007/s10972-015-9438-z>
- Palmberg, I., Hermans, M., Jeronen, E., Kärkkäinen, S., Persson, C., & Yli-Panula, E. (2018). Nordic Student Teachers' Views on the Importance of Species and Species Identification. *Journal of Science Teacher Education*, 29(5), 397–419.  
<https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1468167>
- Palmberg, I., Kärkkäinen, S., Jeronen, E., Yli-Panula, E., & Persson, C. (2019). Nordic Student Teachers' Views on the Most Efficient Teaching and Learning Methods for Species and Species Identification. *Sustainability*, 11(19), 5231. <https://doi.org/10.3390/su11195231>

- Papworth, S. K., Rist, J., Coad, L., & Milner-Gulland, E. J. (2009). Evidence for shifting baseline syndrome in conservation. *Conservation Letters*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2009.00049.x>
- Patrick, P., Byrne, J., Tunnicliffe, S. D., Asunta, T., Carvalho, G. S., Havu-Nuutinen, S., Sigurjónsdóttir, H., Óskarsdóttir, G., & Tracana, R. B. (2013). Students (ages 6, 10, and 15 years) in six countries knowledge of animals. *Nordic Studies in Science Education*, 9(1), 18–32. <https://doi.org/10.5617/nordina.624>
- Patrick, P., & Tunnicliffe, S. D. (2011). What Plants and Animals Do Early Childhood and Primary Students' Name? Where Do They See Them? *Journal of Science Education and Technology*, 20(5), 630–642. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9290-7>
- Pauly, D. (1995). Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *Trends in Ecology & Evolution*, 10(10), 430. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(00\)89171-5](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)89171-5)
- Pearson, D. L., Hamilton, A. L., & Erwin, T. L. (2011). Recovery Plan for the Endangered Taxonomy Profession. *BioScience*, 61(1), 58–63. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.1.11>
- Peter, M., Diekötter, T., & Kremer, K. (2019). Participant Outcomes of Biodiversity Citizen Science Projects: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 11(10), 2780. <https://doi.org/10.3390/su11102780>
- Peterson, M. N., Chesonis, T., Stevenson, K. T., & Bondell, H. D. (2017). Evaluating relationships between hunting and biodiversity knowledge among children. *Wildlife Society Bulletin*, 41(3), 530–536. <https://doi.org/10.1002/wsb.792>
- Pilgrim, S. E., Cullen, L. C., Smith, D. J., & Pretty, J. (2008). Ecological knowledge is lost in wealthier communities and countries. *Environmental Science & Technology*, 42(4), 1004–1009. <https://doi.org/10.1021/es070837v>
- Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L., Joppa, L. N., Raven, P. H., Roberts, C. M., & Sexton, J. O. (2014). The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science*, 344(6187), 1246752. <https://doi.org/10.1126/science.1246752>
- Powers, R. P., & Jetz, W. (2019). Global habitat loss and extinction risk of terrestrial vertebrates under future land-use-change scenarios. *Nature Climate Change*, 9(4), 323–329. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0406-z>
- Prokop, P., Kubiátko, M., & Fančovičová, J. (2008). Slovakian Pupils' Knowledge of, and Attitudes toward, Birds. *Anthrozoös*, 21(3), 221–235. <https://doi.org/10.2752/175303708X332035>

- Prokop, P., Prokop, M., & Tunnicliffe, S. D. (2008). Effects of Keeping Animals as Pets on Children's Concepts of Vertebrates and Invertebrates. *International Journal of Science Education*, 30(4), 431–449. <https://doi.org/10.1080/09500690701206686>
- Prokop, P., & Tunnicliffe, S. D. (2010). Effects of Having Pets at Home on Children's Attitudes toward Popular and Unpopular Animals. *Anthrozoös*, 23(1), 21–35. <https://doi.org/10.2752/175303710X12627079939107>
- Puentedura, R. R. (2016). *The SAMR Model: Technological Integration into Higher Education*. [http://www.hippasus.com/rpweblog/archives/2012/08/23/SAMR\\_BackgroundExamples.pdf](http://www.hippasus.com/rpweblog/archives/2012/08/23/SAMR_BackgroundExamples.pdf)
- Randler, C. (2003). Amsel, Drossel, Fink und Star ...: Welche Vogelarten kennen Schülerinnen und Schüler? *Praxis Der Naturwissenschaften – Biologie in Der Schule*, 52(1/52), 44–45.
- Randler, C. (2006). War früher alles besser? Eine Untersuchung zu Wirbeltierartenkenntnissen bei Schülerinnen und Schülern. *Natur Und Landschaft*, 81(11), 547–549.
- Randler, C. (2010). Animal Related Activities as Determinants of Species Knowledge. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(4), 237–243. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75244>
- Randler, C., & Heil, F. (2021). Determinants of Bird Species Literacy-Activity/Interest and Specialization Are More Important Than Socio-Demographic Variables. *Animals : An Open Access Journal from MDPI*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/ani11061595>
- Randler, C., Höllwarth, A., & Schaal, S. (2015). Urban Park Visitors and Their Knowledge of Animal Species. *Anthrozoös*, 20(1), 65–74. <https://doi.org/10.2752/089279307780216696>
- Randler, C., & Metz, K. (2005). Zusammenhänge zwischen Artenkenntnis und Artnamen. *Praxis Der Naturwissenschaften – Biologie in Der Schule*, 54, 41–42.
- Randler, C., & Wieland, L. (2010). Knowledge about common vertebrate species in German kindergarten pupils. *Journal of Baltic Science Education*(9 (2)), 135–141.
- Raza, M. A., & Shah, A. F. (2011). Impact of Favourite Subject towards the Scientific Aptitude of the Students at Elementary Level. *Pakistan Journal of Social Sciences*, 31(1), 135–143. [https://www.bzu.edu.pk/PJSS/Vol31No12011/Final\\_PJSS-31-1-12.pdf](https://www.bzu.edu.pk/PJSS/Vol31No12011/Final_PJSS-31-1-12.pdf)
- Reichholf, J. H. (2007). *Stadtnatur*. oekom Verlag. <https://en.unesco.org/themes/biodiversity/education>
- Remmele, M., & Alexander, C. (2022). Biodiversität auf dem Schulhof. *Unterricht Biologie*(473), 15–19. [https://elibrary.utb.de/doi/pdf/10.5555/ub-473-2022\\_03](https://elibrary.utb.de/doi/pdf/10.5555/ub-473-2022_03)
- Remmele, M., & Lindemann-Matthies, P. (2018). Like Father, Like Son? On the Relationship between Parents' and Children's Familiarity with Species and Sources of Knowledge

- about Plants and Animals. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10). <https://doi.org/10.29333/ejmste/92287>
- Ricciardi, A. (2013). Invasive Species. In R. Leemans (Ed.), *Ecological systems: Selected entries from the encyclopedia of sustainability science and technology* (pp. 161–178). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5755-8\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5755-8_10)
- Rieckmann, M., Mindt, L., & Gardiner, S. (2017). *UNESCO Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. United Nations Education, Scientific and Cultural Organisation.
- Rolletschek, H. (2022). "Beeactive"-Pflanzenvielfalt zum Schutz der Bienen. *Unterricht Biologie*(473), 10–14.
- Rote-Liste-Gremium Amphibien und Reptilien. (2020). *Rote Liste und Gesamtartenliste der Amphibien (Amphibia) Deutschlands. Naturschutz und Biologische Vielfalt: Vol. 170,4*. Bundesamt für Naturschutz. [https://www.rote-liste-zentrum.de/files/NaBiV\\_170\\_4\\_1\\_RL\\_Amphibien\\_2020\\_20210420-1552.pdf](https://www.rote-liste-zentrum.de/files/NaBiV_170_4_1_RL_Amphibien_2020_20210420-1552.pdf)
- Sahlqvist, S., Song, Y., Bull, F., Adams, E., Preston, J., & Ogilvie, D. (2011). Effect of questionnaire length, personalisation and reminder type on response rate to a complex postal survey: Randomised controlled trial. *BMC Medical Research Methodology*, 11, 62. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-11-62>
- Sailer, M. (2016). *Die Wirkung von Gamification auf Motivation und Leistung* [Dissertation, Springer Fachmedien Wiesbaden]. GBV Gemeinsamer Bibliotheksverbund.
- Schaal, S., Schaal, S., & Lude, A. (2015). Digital Geogames to foster local biodiversity. *International Journal for Transformative Research*(3(1)), 16–29.
- Schaal, S. (2021). Natur und Kultur erspielen mit Geogames – ortsbezogene Smartphonespiele gestalten. *Naturwissenschaften Digital*(2), 68–71.
- Scherf, G. (1986). *Zur Bedeutung pflanzlicher Formenkenntnisse für eine schützende Einstellung gegenüber Pflanzen und zur Methodik des formenkundlichen Unterrichts* [Dissertation an der Universität München]. Ludwig-Maximilians-Universität, München.
- Schlegel, J., & Rupf, R. (2010). Attitudes towards potential animal flagship species in nature conservation: A survey among students of different educational institutions. *Journal for Nature Conservation*, 18(4), 278–290. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2009.12.002>
- Schmeil, O. (1897). *Über die Reformbestrebungen auf dem gebiete des naturgeschichtlichen Unterrichts*. Nägele.
- Schmeller, D. S., Courchamp, F., & Killeen, G. (2020). Biodiversity loss, emerging pathogens and human health risks. *Biodiversity and Conservation*, 29(11-12), 3095–3102. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-02021-6>



- Schmidt, E., & Graf, D. (2020). Naturerfahrungen durch Bestimmungsapps. *Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht*, 73(01), 43–46.
- Schneider, J., & Schaal, S. (2018). Location-based smartphone games in the context of environmental education and education for sustainable development: fostering connectedness to nature with Geogames. *Environmental Education Research*, 24(11), 1597–1610. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1383360>
- Schreiber-Barsch, S., & Stang, R. (2021). *Lernwelt Erwachsenenbildung/Weiterbildung: Entwicklungen, Konzepte und Perspektiven. Lernwelten*. De Gruyter Saur.  
<https://doi.org/10.1515/9783110591002>
- Schulemann-Maier, G., & Munzinger, S. (2018). Das Artenwissen naturaffiner Menschen analysiert: Ergebnisse der arten|pisa-Umfrage. *Naturschutz Und Landschaftsplanung*, 50(11), 412–417. [https://www.nul-online.de/artikel.dll/nul11-18-412-413-414-415-416-417-01\\_NTk0NzcmMg.PDF?UID=1B9FBA4DC6CF223CD1C00D6DAE91A2E274D7EB86B95CBC](https://www.nul-online.de/artikel.dll/nul11-18-412-413-414-415-416-417-01_NTk0NzcmMg.PDF?UID=1B9FBA4DC6CF223CD1C00D6DAE91A2E274D7EB86B95CBC)
- Schulte, R., Jedicke, E., Lüder, R., Linnemann, Britta, Munzinger, S., Ruschkowski, E. von, & Wägele, W. (2019). Eine Strategie zur Förderung der Artenkenntnis: Bedarf und Wege zur Qualifizierung von Naturbeobachtern, Artenkennern und Artenspezialisten. *Naturschutz Und Landschaftsplanung*, 51(51 (05)), 210–217.
- Schunk, D. H., Meece, J. L., & Pintrich, P. R. (2014). *Motivation in education: Theory, research, and applications* (4th ed.). Pearson.
- Seibold, S., Gossner, M. M., Simons, N. K., Blüthgen, N., Müller, J., Ambarlı, D., Ammer, C., Bausch, J., Fischer, M., Habel, J. C., Linsenmair, K. E., Naus, T., Penone, C., Prati, D., Schall, P., Schulze, E.-D., Vogt, J., Wöllauer, S., & Weisser, W. W. (2019). Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature*, 574(7780), 671–674. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1684-3>
- Skarstein, T. H., & Skarstein, F. (2020). Curious children and knowledgeable adults – early childhood student-teachers’ species identification skills and their views on the importance of species knowledge. *International Journal of Science Education*, 42(2), 310–328.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1710782>
- Sozler, S. (2012). The Effect of Memory Strategy Training on Vocabulary Development of Austrian Secondary School Students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 46, 1348–1352. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.300>
- Spinath, B., Eckert, C., & Steinmayr, R. (2014). Gender differences in school success: What are the roles of students’ intelligence, personality and motivation? *Educational Research*, 56(2), 230–243. <https://doi.org/10.1080/00131881.2014.898917>

- Spoon, J. (2014). Quantitative, qualitative, and collaborative methods: approaching indigenous ecological knowledge heterogeneity. *Ecology and Society*, 19(3).  
<https://doi.org/10.5751/ES-06549-190333>
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung. (2008). *Lehrplan des achtjährigen Gymnasiums*. Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung. <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26433>
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung. (2014). *LehrplanPLUS für die Grundschule*. <http://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/grundschule/4/hsu>
- Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung. (2017). *LehrplanPLUS Biologie*. Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung.  
<https://www.lehrplanplus.bayern.de/>
- Stanat, P., Schipolowski, S., Mahler, N., Weirich, S., & Henschel, S. (2019). *IQB-Bildungstrend 2018: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich*. Waxmann.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., Vries, W. de, Wit, C. A. de, Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015). Sustainability. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>
- Steinmayr, R., & Spinath, B. (2008). Sex differences in school achievement: What are the roles of personality and achievement motivation? *European Journal of Personality*, 22(3), 185–209.  
<https://doi.org/10.1002/per.676>
- Stokes, D. L. (2007). Things We Like: Human Preferences among Similar Organisms and Implications for Conservation. *Human Ecology*, 35(3), 361–369.  
<https://doi.org/10.1007/s10745-006-9056-7>
- Sturm, H. (1982). Formenkenntnis. *Unterricht Biologie*, 68(6), 2–13.
- Sturm, P., & Berthold, T. (2015). Biodiversität im Unterricht – ein Konzept zur Umsetzung der Bayerischen Biodiversitätsstrategie im schulischen Bereich. *Anliegen Natur*, 37(2), 76–83.
- Sturm, P., Hollweck, E., Drechsel, M., Fröhlich, T., Gerl, T., Jochner, M., & Weber, G. (Eds.). (2019). *Akademiebericht 520: Grünland entdecken*.  
[https://www.isb.bayern.de/download/21904/gruenlandtypen\\_190515\\_digital.pdf](https://www.isb.bayern.de/download/21904/gruenlandtypen_190515_digital.pdf)
- Sturm, P., Hollweck, E., Haselbauer, S., Fröhlich, T., Gerl, T., Jochner, M., Weber, German, Bernhard, Florian, Eiblmaier, Martin, Wild, M., & Stöckl-Bauer, K. (Eds.). (2020). *Akademiebericht 528: Gewässer entdecken*.  
[https://www.isb.bayern.de/download/25616/gewaesser\\_entdecken\\_print.pdf](https://www.isb.bayern.de/download/25616/gewaesser_entdecken_print.pdf)

- Sturm, U., Voigt-Heucke, S., Mortega, K. G., & Moormann, A. (2020). Die Artenkenntnis von Berliner Schüler\_innen am Beispiel einheimischer Vögel. *Zeitschrift Für Didaktik Der Naturwissenschaften*, 26(1), 143–155. <https://doi.org/10.1007/s40573-020-00117-8>
- Tarlowski, A. (2019). Parent-Child Conversations About Biological Kinds as a Potential Contributor to the Variability in Biological Knowledge. *Psychology of Language and Communication*, 23(1), 238–276. <https://doi.org/10.2478/plc-2019-0011>
- Teng, M., & Xu, J. (2022). Pushing vocabulary knowledge from receptive to productive mastery: Effects of task type and repetition frequency. *Language Teaching Research*, 136216882210770. <https://doi.org/10.1177/13621688221077028>
- Thomas, R. L., & Fellowes, M. D. E. (2016). Effectiveness of mobile apps in teaching field-based identification skills. *Journal of Biological Education*, 51(2), 136–143. <https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1177573>
- Todt, E. (1990). Entwicklung des Interesses. In H. Hetzer (Ed.), *Entwicklungspsychologie des Kindes- und Jugendalters*. Quelle & Meyer.
- Tomkins, S. P., & Tunnicliffe, S. D. (2015). Naming the Living World. In C. J. Boulter, M. J. Reiss, & D. L. Sanders (Eds.), *New Directions in Mathematics and Science Education. Darwin-Inspired Learning* (pp. 147–163). SensePublishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6209-833-6\\_12](https://doi.org/10.1007/978-94-6209-833-6_12)
- Tunnicliffe, S. D., Gatt, S., Agius, C., & Pizzuto, S. A. (2008). Animals in the Lives of Young Maltese Children. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(3). <https://doi.org/10.12973/ejmste/75343>
- Tunnicliffe, S. D., & Reiss, M. J. (1999). Building a model of the environment: How do children see animals? *Journal of Biological Education*, 33(3), 142–148. <https://doi.org/10.1080/00219266.1999.9655654>
- UNESCO. (2018). *UNESCO Roadmap zur Umsetzung des Weltaktionsprogramms "Bildung für nachhaltige Entwicklung"* (8. Auflage). Deutsche UNESCO-Kommission e.V. (DUK).
- UNESCO. (2021). *UNESCO's commitment to biodiversity*. UNESCO. <https://en.unesco.org/themes/biodiversity/education>
- United Nations. (1992). *Convention on Biological Diversity*. United Nations. <https://www.cbd.int/convention/text/>
- van Weelie, D., & Wals, A. (2002). Making biodiversity meaningful through environmental education. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1143–1156. <https://doi.org/10.1080/09500690210134839>

- Vos, J. M. de, Joppa, L. N., Gittleman, J. L., Stephens, P. R., & Pimm, S. L. (2015). Estimating the normal background rate of species extinction. *Conservation Biology : The Journal of the Society for Conservation Biology*, 29(2), 452–462. <https://doi.org/10.1111/cobi.12380>
- Wagler, R. (2010). The association between preservice elementary teacher animal attitude and likelihood of animal incorporation in future science curriculum. *International Journal of Environmental & Science Education*(5 (3)), 353–375. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ895743.pdf>
- Wahl, J., Dröschmeister, R., Gerlach, B., Grüneberg, C., Langgemach, T., Trautmann, S., & Sudfeldt, C. (2014). *Vögel in Deutschland – 2014*. Eigenverlag des Dachverbands deutscher Avifaunisten.
- Wäldchen, J., & Mäder, P. (2019). Flora Incognita – wie künstliche Intelligenz die Pflanzenbestimmung revolutioniert. *Biologie in Unserer Zeit*, 49(2), 99–101. <https://doi.org/10.1002/biuz.201970211>
- Walz, U., Bastian, O., Kästner, A., Wende, W., & Schwarze, H. (2013). Situation des Ehrenamts im Naturschutz: Ergebnisse einer Studie in Sachsen. *Naturschutz Und Landschaftsplanung*(45 (8)), 233–240. <https://www.nul-online.de/Magazin/Archiv/Situation-des-Ehrenamts-im-Naturschutz,QUIEPTM5NjQwMTQmTUIEPTgyMDMw.html?UID=E3A98C097FA9259E704B7E6E41DDAD3EB2A4239F2DC6195C>
- Waters, C. N., Zalasiewicz, J., Summerhayes, C., Barnosky, A. D., Poirier, C., Galuszka, A., Cearreta, A., Edgeworth, M., Ellis, E. C., Ellis, M., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J. R., Richter, D. d., Steffen, W., Syvitski, J., Vidas, D., Wagnreich, M., Williams, M., . . . Wolfe, A. P. (2016). The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science (New York, N.Y.)*, 351(6269), aad2622. <https://doi.org/10.1126/science.aad2622>
- Wendt, H., Bos, W., Selter, C., Köller, O., Schwippert, K., & Kasper, D. (2016). *TIMSS2015: Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich*. Waxmann.
- Wheeler, Q. D., & Meier, R. (Eds.). (2000). *Species concepts and phylogenetic theory: a debate*. Columbia University Press.
- Wheeler, Q. D., Raven, P. H., & Wilson, E. O. (2004). Taxonomy: Impediment or expedient? *Science (New York, N.Y.)*, 303(5656), 285. <https://doi.org/10.1126/science.303.5656.285>
- Whitburn, J., Linklater, W., & Abrahamse, W. (2020). Meta-analysis of human connection to nature and proenvironmental behavior. *Conservation Biology : The Journal of the Society for Conservation Biology*, 34(1), 180–193. <https://doi.org/10.1111/cobi.13381>

- White, R. L., Eberstein, K., & Scott, D. M. (2018). Birds in the playground: Evaluating the effectiveness of an urban environmental education project in enhancing school children's awareness, knowledge and attitudes towards local wildlife. *PloS One*, *13*(3), e0193993. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193993>
- Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-Value Theory of Achievement Motivation. *Contemporary Educational Psychology*, *25*(1), 68–81.
- Wilson, C., & Tisdell, C. (2005). Knowledge of birds and willingness to support their conservation: an Australian case study. *Bird Conservation International*, *15*(3), 225–235. <https://doi.org/10.1017/S0959270905000419>
- Wolff, L.-A., & Skarstein, T. H. (2020). Species Learning and Biodiversity in Early Childhood Teacher Education. *Sustainability*, *12*(9), 3698. <https://doi.org/10.3390/su12093698>
- World Economic Forum. (2022). *The Global Risks Report 2022*. World Economic Forum. [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_Global\\_Risks\\_Report\\_2022.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2022.pdf)
- Yli-Panula, E., & Matikainen, E. (2014). STUDENTS AND STUDENT TEACHERS' ABILITY TO NAME ANIMALS IN ECOSYSTEMS: A PERSPECTIVE OF ANIMAL KNOWLEDGE AND BIODIVERSITY. *Journal of Baltic Science Education*, *13*(4), 559–572. <https://doi.org/10.33225/jbse/14.13.559>
- Zahner, V., Blaschke, S., Fehr, P., Herlein, S., Krause, K., Lang, B., & Schwab, C. (2007). Vogelarten-Kenntnis von Schülern in Bayern. *Vogelwelt*, *128*, 203–214. <https://doi.org/10.1515/9783110208689.1>
- Zalasiewicz, J., Waters, C. N., Williams, M., Barnosky, A. D., Cearreta, A., Crutzen, P., Ellis, E., Ellis, M. A., Fairchild, I. J., Grinevald, J., Haff, P. K., Hajdas, I., Leinfelder, R., McNeill, J., Odada, E. O., Poirier, C., Richter, D., Steffen, W., Summerhayes, C., . . . Oreskes, N. (2015). When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary level is stratigraphically optimal. *Quaternary International*, *383*, 196–203. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.11.045>

## 9 Danksagung

An aller erster Stelle möchte ich mich bei Frau Prof. Dr. Birgit Neuhaus bedanken, die mir mit ihrer zugewandten, geduldigen und wertschätzenden Persönlichkeit nicht nur mit Rat und Tat bei der Doktorarbeit zur Seite stand, sondern niemals müde wurde mir den Unterschied zwischen theoriebasierter Forschung und praktischer Bildungsarbeit vor Augen zu halten. Dadurch habe ich viel mehr gelernt, als in dieser Doktorarbeit stehen kann. Vielen Dank für die wunderbare Zeit mit Ihnen an Ihrem Lehrstuhl!

Wenn es galt die für mich großen Klippen der statistischen Auswertung tausender Datensätze zu umschiffen, war auf den Rat und den Zuspruch aus der AG Biologie-Didaktik der LMU München allzeit Verlass. Hier gilt mein besonderer Dank Herrn Dr. Christian Förtsch, der mich sicher durch die statistischen Gewässer gelotst hat.

Ohne die Unterstützung im rechten Moment durch Herrn Prof. Volker Zahner wäre diese Arbeit wohl nicht vollendet worden. Doch mein Dank gebührt dir, lieber Volker, nicht nur für's Anstupfen zur richtigen Zeit, sondern auch für die wirklich gewinnbringende Zusammenarbeit über die Jahre hinweg. Jetzt müssten wir nur noch gemeinsam zum Naturbeobachten kommen.

Ein großer Dank gebührt auch meinen vielen Kolleg:innen in den Schulen, die mich bei den umfangreichen Fragebogen-Aktionen unterstützt und ihre Schüler:innen zur Teilnahme an den Studien motiviert haben.

Zum Schluss möchte ich mich auch noch bei meiner Familie bedanken. Danke an meinen Großvater Karl, der mir den Blick für die Schönheit der Natur gezeigt hat und an meine Eltern, die mich über all die Jahre unterstützt und gefördert haben – auch wenn so manche zusätzliche Exkursion das Studium „unnötig“ in die Länge gezogen hat.

Bei meinen beiden Töchtern Paula und Luisa, die angeblich schon jeden Vogelturm zwischen Ostsee und Adria kennen, hoffe ich auf ihr Verständnis, dass sie in den letzten Jahren so manche Stunde auf ihren Papa verzichten mussten.

Meiner Frau Astrid auch nur einigermaßen angemessen zu danken, ist mir nicht möglich. Ohne ihren beispiellosen Rückhalt über jetzt beinahe drei Jahrzehnte hinweg, wäre mein ganzes Leben anders und in vielerlei Hinsicht schlechter verlaufen. Schön, dass du da bist.

## **Erklärung über die Eigenanteile bei Koautorenschaft**

Hiermit wird bestätigt, dass die folgenden Publikationen von Herrn Thomas Gerl im Rahmen seiner Dissertation abgefasst wurden. Dies geschah mit folgenden Anteilen:

### Publikation I:

Gerl T., Randler C., Neuhaus B. J. (2021): Vertebrate species knowledge: an important skill is threatened by extinction. *International Journal of Science Education* 43 (6), 928-948, DOI: 10.1080/09500693.2021.189223

Herr Thomas Gerl hat die Studie geplant, die Fragebögen entwickelt, ausgewertet und statistisch analysiert, sowie die Ergebnisse für die Publikation aufbereitet und den Artikel federführend geschrieben. Herr Prof. Randler stellte die entsprechenden Vergleichsdaten aus dem Jahr 2006 zur Verfügung. Die Koautor:innen unterstützten Herrn Gerl bei der statistischen Auswertung und Deutung der Daten. Zudem trugen sie auch ihre Erfahrung und ihr Wissen zur Überarbeitung der Publikation bei.

### Publikation II

Gerl T., Almer J., Zahner V., Neuhaus B.J. (2018) Der BISA-Test. Ermittlung der Formenkenntnis von Schülern am Beispiel einheimischer Vogelarten. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 24, 235–249. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0086-7>

Herr Thomas Gerl hat die Studie federführend geplant, die Fragebögen entwickelt, ausgewertet und statistisch analysiert, sowie die Ergebnisse für die Publikation aufbereitet und den Artikel federführend geschrieben. Die Koautor:innen unterstützten Herrn Gerl bei der statistischen Auswertung und Deutung der Daten. Zudem trugen sie ihre Erfahrung und ihr Wissen zur Überarbeitung der Publikation bei.

### Publikation III

Enzensberger, P., Schmid, B., Gerl, T., & Zahner, V. (2022). Robin Who? Bird Species Knowledge of German Adults. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 12(17), 2213. <https://doi.org/10.3390/ani12172213>

Herr Thomas Gerl hat gemeinsam mit seinen Ko-Autoren den Fragebogen und das Umfragedesign für die Studie entwickelt, bei der statistischen Auswertung unterstützt und in dem Artikel die Teile „1. Introduction“, „3.4. Popularity of Species in Comparison“ und „4.4. Popularity of species“

federführend verfasst, sowie zu den anderen Teilen der Publikation wesentliche Gedanken beigetragen und gemeinsam mit den Ko-Autoren formuliert.

#### Anwendung I

Gerl, T., & Aufleger, M. (2022). Artenkenntnis - ein Fall für die Rote Liste? *Unterricht Biologie*, 46(473), 2-9

Herr Thomas Gerl hat diesen Artikel konzipiert und geschrieben. Die Koautorin unterstützte Herrn Gerl bei der Gliederung des Gedankengangs und bei der Überarbeitung einzelner Formulierungen.

#### Anwendung II

Gerl, T., Mair, L., & Aufleger, M. (2020). Bestimmungsmethoden 4.0: Mit digitalen Tools die Artenkenntnis erweitern. *Unterricht Biologie*, 44(453), 44-47.

Herr Thomas Gerl hat diesen Artikel konzipiert und geschrieben. Die Koautorinnen unterstützten Herrn Gerl bei der Testung der beschriebenen Bestimmungstools, sowie der Gliederung des Gedankengangs und bei der Überarbeitung einzelner Formulierungen.

#### Anwendung III und IV

Gerl, T. (2018). Outdoor & Online - Naturbeobachtung 2.0. *Biologie 5-10* (22), 42-45.

Gerl, T. (2020). Stunde der Wintervögel: Vögel für den Unterricht anlocken, beobachten und bestimmen. *Biologie 5-10*(32), 14-17.

Beide Artikel wurden von Herrn Thomas Gerl alleine konzipiert und verfasst.

München, den 20.02.2023

.....  
(Thomas Gerl)

München, den 20.02.2023

.....  
(Prof. Dr. Birgit J. Neuhaus)



### **Eidesstattliche Erklärung**

Ich versichere hiermit an Eides statt, dass die vorgelegte Dissertation von mir selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt ist.

München, den 20.02.2023

.....  
(Thomas Gerl)

### **Erklärung**

Hiermit erkläre ich,

dass die Dissertation nicht ganz oder in wesentlichen Teilen einer anderen Prüfungskommission vorgelegt worden ist.

dass ich mich anderweitig einer Doktorprüfung ohne Erfolg nicht unterzogen habe.

München, den 20.02.2023

.....  
(Thomas Gerl)