

„Professionelle Amateure“ – Citizen Science in der Biodiversitätsforschung

Robert Lindner, Peter Kaufmann, Elisabeth Haring

Bis zur Professionalisierung der Wissenschaften im ausgehenden 19. Jahrhundert prägten fast ausschließlich Privatpersonen sowohl den Fortschritt unseres Verständnisses von Biodiversität als auch den Aufbau naturkundlicher Sammlungen. Das Entstehen wissenschaftlicher Vereine im 18. Jahrhundert und das Entstehen öffentlicher Museen beförderten diese neue Form der Wissensproduktion, eine der Geburtsstunden von „Citizen Science“. Bis heute kommt „Professionellen Amateuren“, Personen, die unbezahlt aber auf einem sehr hohen Fachniveau und oft ohne formale Ausbildung arbeiten, eine enorme Bedeutung sowohl bei der Beschreibung von Arten als auch bei der Erfassung der Biodiversität zu. Web-basierte Erhebungsplattformen („Biodiversity Observation Networks“) nehmen heute eine immer wichtigere Rolle bei der Erfassung von Biodiversitätsdaten ein. Rund 60 Prozent der aktuellen Verbreitungsdaten (Aufsammlungs- bzw. Beobachtungsdatum nach 2014), die derzeit über Österreich auf GBIF abrufbar sind, wurden über derartige Erhebungsplattformen (z. B. Observation.org oder iNaturalist) erfasst, der größte Teil davon wurde von „Professionellen Amateuren“ erhoben.

Lindner R, Kaufmann P, Haring E (2024) “Professional amateurs” – citizen science in biodiversity research.

Until the professionalisation of science at the end of the 19th century, it was almost exclusively private individuals who shaped both the progress of our understanding of biodiversity as well as the development of natural history collections. The formation of scientific societies in the 18th century and the emergence of public museums promoted this new form of knowledge production, one of the origins of “citizen science”. To this day, “professional amateurs”, people who work unpaid but at a very high level of expertise, and often without formal training, are of enormous importance both in the description of species and in the recording of biodiversity. Web-based survey platforms (“Biodiversity Observation Networks”) are today playing an increasingly important role in the collection of biodiversity data. Around 60 per cent of the current biodiversity data (date of collection or observation after 2014) that is currently available on GBIF about Austria, was collected via such survey platforms (e.g. Observation.org or iNaturalist), almost all of which was collected by “professional amateurs”.

Keywords: biodiversity, citizen science, taxonomy, occurrence data, survey platforms, scientific societies.

Einleitung

Citizen Science wird – im Idealfall – als eine nicht an Ausbildung gebundenen Form der Wissenschaft verstanden, selbstorganisiert und offen für alle (Finke, 2014). Trotz des modernen anmutenden Anglizismus ist Citizen Science keine Erfindung der letzten Jahrzehnte, wie folgende Beispiele belegen. Maria Sibylla Merian (1647–1717) Naturforscherin und Malerin handelte mit Farben und betrieb eine lukrative Malerwerkstatt. Sie verkaufte ihre Sammlung, um ihre Reise nach Surinam zu finanzieren. Charles Darwin (1809–1882) war ausgebildeter Theologe. Er nahm als standesgemäßer Gesellschafter des Kapitäns und nicht als bezahlter Naturkundler an der Expedition der Beagle teil. Später lebte er als Privatier. Gregor Mendel (1822–1884) war Priester, Aushilfslehrer und später Abt eines Augustinerordens. Bis zur „Professionalisierung“ der Wissenschaft im (späten) 19. Jahrhundert

prägten Privatgelehrte, oft ohne formale Ausbildung in ihrem Fachgebiet, den Fortschritt der Wissenschaft. Das Entstehen wissenschaftlicher Vereine im 18. und 19. Jahrhundert war Ausgangspunkt organisierter Formen von Bürgerwissenschaft (Silvertown 2009; Finke 2014). Oftmals waren die entstehenden öffentlichen Museen und deren selbstdefinierter Auftrag, Kunst, Kultur und Natur zu dokumentieren, Kristallisationspunkte dieser neuen Form der Wissensproduktion.

Citizen Science spielt bei der Erfassung von Biodiversitätsdaten eine zunehmend wichtige Rolle (Silvertown 2009). Web-basierte Erhebungsplattformen führen zu einem unerhörten Aufschwung bei der Datensammlung und treiben die Entwicklung weiter voran (Guarienti et al. 2019; Kaufmann et al. 2021). Dieser Artikel versucht die Bedeutung dieser Art von Wissenschaft für die Biodiversitätsforschung und für die Suche nach Lösungen der sich abzeichnenden menschengemachten Biodiversitätskrise einzuschätzen.

Biodiversitätswissen

Die Taxonomie wird oft als eine Wissenschaft in der Krise beschrieben, der es an Arbeitskräften und finanziellen Mitteln mangelt, ein Problem, das als „taxonomic impediment“ bekannt ist (Gaston et al. 1992; Giangrande 2003). Gaston & May (1992) setzten die Anzahl aktiver Taxonom-innen in Beziehung zu Artenzahlen und Verbreitung der von ihnen jeweils bearbeiteten Gruppen. Anhand des Beispiels australischer Taxonom-innen zeigten sie, dass das Verhältnis „Arten pro Bearbeiter-in“ bei Tetrapoden bei 1:17 lag, bei Evertebraten hingegen bei über 1: 700. Gleichzeitig wiesen sie darauf hin, dass ein Großteil der Taxonom-innen in der Paläarktis und Nearktis forschte und nicht in den deutlich artenreicheren Tropen.

Angesichts des soeben abgeschlossenen Human Genome Projekts formulierte Edward Wilson im Jahr 2000 die Forderung, eine große gemeinschaftliche Anstrengung zu starten, um eine weltweite Biodiversitäts-Karte zu erstellen (Wilson 2000). Er konstatierte, dass wir in den allermeisten Fällen nur einen winzigen Bruchteil des Lebens auf diesem Planeten in die Bewertung der biologischen Vielfalt einbeziehen – nicht, weil wir ignorant sind, sondern weil wir die Vielfalt einfach nicht kennen. Er forderte eine konzertierte Aktion, vergleichbar dem Humangenomprojekt zur Erhebung der globalen biologischen Vielfalt. Zehn Jahre später meinte Robert May, dass die Frage: „Wie viele unterscheidbare Lebewesen (Arten) leben auf diesem Planeten?“ wohl die erste logische Frage eines außerirdischen Besuchers sein würde. Und wir müssten wohl zugeben, diese Frage nicht beantworten zu können (May 2010).

Es ist aber nicht nur das fehlende Wissen zu Artenzahlen, dass es uns erschwert, Veränderungen der Biodiversität, sei es im Zusammenhang mit dem menschengemachten Klimawandel oder auch in Folge anderer natürlicher oder menschengemachter Veränderungen zu beurteilen. Unsere Wissensdefizite sind viel größer. Mokany & Ferrier (2011) benannten diese Defizite („shortfalls“) als: (1) „Linnaean shortfall“ – Wir kennen nicht alle Arten (siehe oben), (2) „Wallacean shortfall“ – Wir kennen ihre Verbreitung ungenügend, (3) „Hutchinsonian shortfall“ – wir kennen ihre Lebensweise und biologischen Eigenschaften und deren Abhängigkeiten zu wenig. Unser Wissen zur Biodiversität ist jedenfalls unvollständig, und es ist nicht homogen im Hinblick auf die verschiedenen Organismengruppen.

Amateure und die Beschreibungen neuer Arten – das Linnaeische Defizit

Während Linnaeus (1758) etwas mehr als 10.000 Tier und Pflanzenarten beschrieb, gab Edward O. Wilson (1992) in seinem Buch „The Diversity of Life“ die Zahl der damals bekannten Arten mit rund 2 Millionen an. Mora et al. (2011) schätzten die Artenzahl für Eukaryota aufgrund von Hochrechnungen auf 8,74 Million Arten (+/- 1,3 Mio.), davon fast 90 % (7,77 Mio.) Tierarten. In einer anderen Arbeit (Larsen et al. 2017) liegen die Schätzungen mit einer Gesamtzahl an Arten von 1,4 bis 2,24 Milliarden noch wesentlich höher. Auch wenn hier Prokaryoten in die Hochrechnungen miteinbezogen wurden (78 %), liegen die Schätzungen in dieser Arbeit auch für andere Gruppen um eine Größenordnung höher (z. B. 102 bis 163,2 Mio. Tierarten). Derzeit werden jährlich zwischen 16 000 und 18 000 Arten neu beschrieben. Selbst wenn man die Bakterien ausklammert und, der Schätzung von Mora et al. (2011) folgend, „nur“ knapp 9 Millionen Eukaryoten „erwartet“, würde es – bei der derzeitigen Rate an Art-Neubeschreibungen – noch fast 500 Jahre dauern, bis alle Arten wissenschaftlich beschrieben sind (May 2011).

Europa gehört im Hinblick auf die Biodiversität zu den best-untersuchten Regionen der Welt. An der Veröffentlichung der Datenbank Fauna Europaea (2004) haben mehr als 450 Taxonom:innen mitgewirkt und damit erstmals eine umfassende Checkliste der bekannten mehrzelligen Land- und Süßwassertiere Europas geschaffen (Fontaine et al. 2012). In Europa werden heute jedes Jahr mehr Arten beschrieben als vor einem Jahrhundert und mehr als viermal so viele wie vor zwei Jahrhunderten. Auch heute noch werden aus Europa jedes Jahr derart viele neue Arten beschrieben, dass keine „Sättigung“ absehbar ist und daher auch keine abschließende Schätzung der Artenzahl möglich erscheint (Fontaine et al. 2012).

Fontaine et al. (2012) zeigten aber auch, dass weit mehr als die Hälfte aller Arten von „non-professionell taxonomists“, beschrieben werden, jenen Personen, die unbezahlt und oft ohne formale Ausbildung arbeiten und sehr oft in Fachverbänden organisiert sind. In einer weiteren Arbeit belegen Fontaine et al. (2012), dass bei diesen Amateur:innen durchschnittlich „nur“ 15 Jahre zwischen Aufsammlung und Beschreibung einer neuen Art vergehen, sie also um rund 6 Jahre schneller sind als „professionell taxonomists“. Die Autor:innen leiteten aus diesen Befunden ab, dass diese Gruppe (bestehend aus Amateuren, plus ehemaligen professionellen Taxonomen wie z. B. emeritäre Professor:innen) weit mehr Bedeutung zukommt, als allgemein angenommen wird. Amateure spielen demnach unzweifelhaft eine wichtige Rolle bei der „Behebung“ des Linnaeischen Defizits.

Die Rolle von Amateuren bei der Generierung von Biodiversitätsdaten – das Wallacesche Defizit

Vögel gehören in vielerlei Hinsicht zu den am besten untersuchten Organismengruppen. Die Schönheit und Farbenpracht von Vögeln, aber auch die Tatsache, dass das Sinnesspektrum von Vögeln dem von Menschen sehr ähnlich ist, machen sie zu einer attraktiven Gruppe für Amateure und Citizen Scientists (Birkhead 2008; Birkhead 2022). Amateur-Ornithologen sind sehr gut vernetzt und weltweit in großen Fachverbänden und Vereinen organisiert.

Der seit dem Jahr 1900 von der National Audubon Society organisierte „Christmas Bird Count“ (Dunn et al. 2005) ist wahrscheinlich eines der ältesten „organisierten“ Citizen-Science-Projekte und Vorbild für viele ähnliche Initiativen. Der von BirdLife koordinierte Farmland Bird Index (Teufelbauer 2010; Stephens et al. 2016) oder auch die vielen Brutvogelatanten (Dunn et al. 2008) sind weitere Beispiele dafür, wie gut organisierte ornithologische Citizen Science grundlegende Beiträge zum Verständnis ökologischer Veränderungen liefern. Beispielhaft für die organisatorische Breite solcher Projekte sei hier der „Atlas of Wader Populations in Africa and Western Eurasia“ (Delaney et al. 2009) kurz vorgestellt: Über den Zeitraum von 10 Jahren wurden die aktuellsten verfügbaren Daten zu Populationsgrößen, Verbreitung und Zugrouten von eurasischer Watvogelarten zusammengetragen. Wichtigste Datengrundlage waren die von über 15.000 ehrenamtlichen Mitarbeiter:innen erfassten Ergebnisse der international koordinierten Wasservogelzählungen. Die Erstfassungen der Artkapitel wurde von 25 Personen verfasst, weitere 100 Personen halfen mit sie zu verbessern. Derartige ornithologische Citizen-Science-Projekte sind sehr ergebnisorientiert und zeichnen sich dadurch aus, dass sie das methodische ebenso wie das taxonomische Wissen vieler Personen einbinden, unabhängig von deren Grad der Professionalisierung. Selbstverständlich gibt es vergleichbare Beispiele auch aus anderen Artengruppen. Für Österreich sei hier beispielhaft der Atlas der Heuschrecken Österreichs (Zuna-Kratky et al. 2017) oder auch bislang nicht zusammenfassend publizierte Datensammlungen diverser Vereine, wie z. B. der „Koordinationsstelle für Fledermausschutz und –forschung in Österreich“ (www.fledermausschutz.at), das Tagfaltermonitoring (viel-falter.at) oder auch das über die Beobachtungsplattform des Naturschutzbundes (www.naturbeobachtung.at) abgewickelte österreichische Hummel-Monitoring genannt.

In seinem Buch „Citizen Science. Das unterschätzte Wissen der Laien“ unterscheidet der Wissenschaftstheoretiker Peter Finke (2014) zwei Typen von Citizen Science: „Citizen Science light“ und „Citizen Science proper“, und zwar entsprechend der Rolle der Amateure. In einem Fall „Hilfspersonal akademischer Profis“ im anderen Fall selbstorganisierte „professionelle Amateure“, die sich unabhängig von ihrer Ausbildung gedrängt sehen, selbstorganisiert Wissenschaft zu betreiben. Die Teilnehmer:innen sind nicht „Auftragnehmer“ akademischer Forschungsgruppen, ganz im Gegenteil, sie organisieren sich selbst, entwickeln Methoden und Zeitpläne, und sind an der Auswertung und teilweise auch an der Publikation der Ergebnisse beteiligt – „Citizen Science proper“ im besten Sinn. Solcherart selbstorganisierte „Professionelle Amateure“ liefern einen bedeutenden Beitrag zur Verringerung des Wallaceschen Defizits.

Naturwissenschaftliche Forschung und Dokumentation am Beispiel Salzburgs

Die Geschichte der Salzburger naturwissenschaftlichen Forschung bzw. Landesdokumentation ist geprägt von der besonderen Geschichte des ehemaligen geistlichen Staatswesens. Die politischen Wirren in Folge der Säkularisation Salzburgs und ein mehrfacher Wechsel der staatlichen Zugehörigkeit nach 1803 zerstreuten die ehemals fürsterzbischöflichen Sammlungen zwischen Florenz, München, Paris und Wien. So ist der Verbleib der naturkundlichen Objekte aus der erzbischöflichen Wunderkammer bis heute ungeklärt. Gleichzeitig waren in Salzburg seit dem 18. Jahrhundert private Sammler tätig. Ehrenbert Freiherr von Moll war ein Anhänger der neuen binären Linnae'schen Nomenklatur und ein

herausragender Sammler (Hoffmann 2004). Ein Besucher schrieb über die in Molls Privathaus untergebrachte Sammlung, hier sei „alles vereinigt was die Neugierde des Naturforschers befriedigen“ könne (Martin 1935). Weitere private naturkundliche Sammlungen befanden sich im Besitz von Franz Anton Freiherr von Kürsinger (Mineralien, Schmetterlinge, Holzgattungen und lebende Pflanzen), Johann Freiherr von Rehlingen (Mineralien), Franz Anton Ranftl (Herbarium und botanische Samensammlung, Edelsteine und Fossilien), Franz Fessel (zoologische Sammlung) und Laktanz Graf von Firmian (Vogelsammlung) (Lindner 2021). Das zwischen 1834 und 1848 auf Initiative des Leihhausverwalters Vinzenz Maria Süß gegründete Salzburger Museum Carolino Augusteum (SMCA) war eine Gründung des Salzburger Bürgertums, das sich gegen den Bedeutungsverlust und den drohenden kulturellen Ausverkauf Salzburgs, das damals von Linz aus verwaltet wurde, wandte. Von der Gründung an wurden am SMCA neben Kunst- und Kulturgeschichtlichen Sammlungen auch naturkundliche Sammlungen verwahrt (Süß 1844).

Auch an der Wende des 19. zum 20. Jahrhundert in der Phase der aufkommenden Bürgerwissenschaften und wissenschaftlichen Vereine waren es Amateure, die wichtige Beiträge zur naturkundlichen Landesdokumentation lieferten. Die Professionalisierung der Naturwissenschaften, jenseits der Universitätsstandorte u. a. durch die Schaffung von Kuratorenstellen an den Landesmuseen setzte gerade erst ein (Lindner 2021a). Eberhard Friedrich Fugger (1842–1919), Lehrer an der Salzburger Realschule war gleichzeitig Naturforscher mit einem ungewöhnlich breit gefächerten Interessensgebiet (Schramm 2019). Fugger wurde 1902 Direktor des Salzburger Museums Carolino Augusteum. Der prominente Naturforscher und Paläontologe Karl Kastner (1847–1907, Abb. 1) war ebenfalls Lehrer an der Salzburger Realschule (Fugger 1907). Marie Andree-Eysn (1847–1929 Abb. 2) stammte aus einer wohlhabenden Kaufmannsfamilie. Da Mädchen und Frauen damals weiterführenden Schulen nicht offenstanden, erhielt sie Privatunterricht und bildete sich autodidaktisch zur Botanikerin weiter. Sie stellte ein umfassendes Herbarium zusammen und

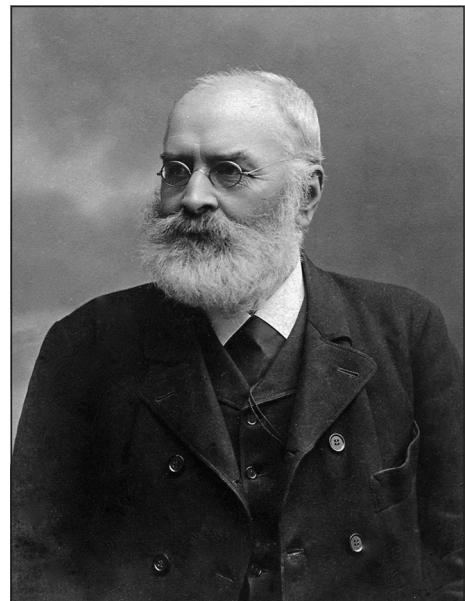


Abb. 1: Karl Kastner (1847–1907) war 1876–1906 Professor an der k. k. Staatsrealschule Salzburg. Er veröffentlichte u. a. zusammen mit Eberhard Fugger zahlreiche Arbeiten zur Naturkunde Salzburgs. Foto: Archiv Haus der Natur, Salzburg. – Fig. 1: Karl Kastner (1847–1907) was professor at the k. k. Staatsrealschule Salzburg from 1876–1906. Together with Eberhard Fugger, among others, he published numerous works about the natural history of Salzburg. Photo: Archive Haus der Natur, Salzburg.

arbeitete mit dem Botaniker und Universitätsprofessor (Innsbruck, dann Wien) Anton Kerner von Marilaun zusammen. Sie selbst publizierte vor allem zu volkskundlichen Themen (Nikitsch 2002).

Abb. 2: Marie Andree-Eysn (1847–1929) war eine österreichische Volkskundlerin, Botanikerin und Sammlerin. Sie stellte ein umfassendes Herbarium zusammen und arbeitete mit dem Botaniker und Universitätsprofessor Anton Kerner von Marilaun zusammen. Foto: Archiv Haus der Natur, Salzburg. – Fig. 2: Marie Andree-Eysn (1847–1929) was an Austrian folklorist, botanist and collector. Eysn compiled an extensive herbarium and worked together with the botanist and university professor Anton Kerner von Marilaun. Photo: Archive Haus der Natur, Salzburg.



In den 1920er-Jahren begann Forstmeister Friedrich Leeder (1900–1979) mit der Arbeit an einer Salzburger Landesflora. Er sammelte nach und nach eine Reihe Mitarbeiter um sich, die sich regelmäßig zu Arbeitsbesprechungen an der sogenannten „Mensa botanica“ – am Botanischen (Stamm)Tisch trafen (Iglhauser 1985). Einer der Mitarbeiter Leeders war Alexander Willi (1875–1943, Abb. 3), Professor für Mathematik, Naturgeschichte und Chemie an der Salzburger Realschule. Willi übernahm 1941, als Leeder schwer erkrankte, die Fortführung der umfangreichen Flora. Willi selbst verstarb 1943. Das geographisch gegliederte viele hundert Seiten umfassende Manuskript ist nie erschienen und gilt heute als verschollen. Erst 1959 sollte es Mathias Reiter (1896–1969) einem Pfarrer und begeisterten Botaniker gelingen, aufbauend auf Leeders Arbeiten, die nun „Kleine Flora des Landes Salzburg“ im Eigenverlag der Naturwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft zu veröffentlichen (Leeder et al. 1959). Willi war aber nicht nur Mitarbeiter der Salzburger Landesflora, er rief 1935 aufbauend auf der „Mensa botanica“ die „Zoologisch-Botanische Arbeitsgemeinschaft des Naturkundemuseums“ ins Leben. Heimstätte dieser Arbeitsgemeinschaft war das 1924 auf Initiative von Eduard Paul Tratz unter der Trägerschaft der „Gesellschaft für angewandte und darstellende Naturkunde“ gegründete Neue Naturkundemuseum (Lindner 2021a). Hier wurden seit 1924 auch die naturwissenschaftlichen Sammlungen des SMCA verwahrt (Lindner 2021).

Nach dem Krieg formierte sich die Arbeitsgemeinschaft an dem seit 1936 Haus der Natur genannten Museum neu (Abb. 4). Eberhard Stüber (geb. 1927), damals Leiter des Salzburger Lehrerhauses, eines Studentenheims und der Konservator des Museums Leopold Schüller (1901–1966) waren die treibenden organisatorischen Kräfte. Ohne akademische

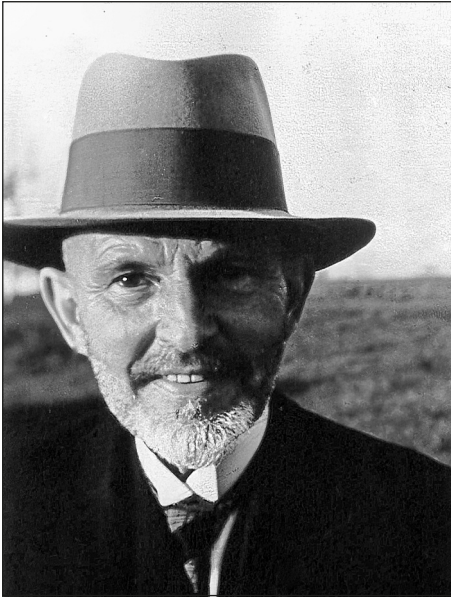


Abb. 3: Alexander Willi (1875–1943) war Professor für Mathematik, Naturgeschichte und Chemie an der Salzburger Realschule. Er arbeitete in den 1930er-Jahren gemeinsam mit Friedrich Leeder an der Salzburger Landesflora und rief 1935 die „Zoologisch-Botanische Arbeitsgemeinschaft des Naturkundemuseums“ ins Leben. Foto: Archiv Haus der Natur, Salzburg. – Fig. 3: Alexander Willi (1875–1943) was a professor of mathematics, natural history and chemistry at the Realschule in Salzburg. In the 1930s, he worked together with Friedrich Leeder on a book about the flora of Salzburg. He also founded the “Zoological-Botanical Study Group of the Natural History Museum” in 1935. Photo: Archive Haus der Natur, Salzburg.



Abb. 4: Gründungsmitglieder der 1950 wiedergegründeten Naturwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft des Hauses der Natur. Die Gruppe steht hier auf der Autobahnverbindung zwischen der West- und der Tauernautobahn. Die hier zu sehenden Personen beteiligten sich alle an der „Gemeinschaftsuntersuchung Goiser Moos“, einem Moor-Rest der direkt unterhalb des Autobahnkreuzes gelegen war. Im Bild (u. a.): Eberhard Stüber (5. von links), Leopold Schüller (im weißen Hemd mit Rucksack) und Andreas Lindenthaler (ganz rechts mit Blick in die Kamera). Foto: Archiv Haus der Natur, Salzburg. – Fig. 4: Founding members of the Natural History Study Group of the museum „Haus der Natur“, which was re-established in 1950. The group is standing here on the motorway link between the West and Tauern motorways. The people seen here all took part in the “Goiser Moos collective investigation”, a remnant of moorland located directly below the motorway junction. In the picture (among others): Eberhard Stüber (5th from left), Leopold Schüller (in white shirt with rucksack) and Andreas Lindenthaler (far right, looking into the camera). Photo: Archive Haus der Natur, Salzburg.

Anleitung begann man in den Arbeitsgemeinschaften über konkrete Ziele und Methoden zur systematischen Landesdokumentation nachzudenken. Jaro Podhorsky (1873–1963), der sich mit der Erstellung von Arealkarten beschäftigte, verfasste „Einige Bemerkungen und Vorschläge zur Erfassung einer Landesflora“ (Podhorsky 1953). Er merkte an, wie lückenhaft die floristische Dokumentation bislang geblieben war und gab konkrete Hinweise, wie die noch zu sammelnden botanischen Nachweise dokumentiert werden sollten: So sollten z. B. Fundortsangaben auf Ortsnamen aus topographischen Karten basieren, um ein Wiederauffinden zu erleichtern, und die Fundangaben sollten um Hinweise zu Exposition, Untergrund, Häufigkeit, etc. ergänzt werden.

Eine wesentliche Rolle spielte Andreas Lindenthaler (1922–1991), der die Ornithologische Arbeitsgemeinschaft gründete. Auch in dieser Arbeitsgruppe begann man auf Initiative Lindenthalers, systematisch zuverlässige und gut dokumentierte Daten zusammenzutragen. Lindenthaler, Kämmerer im Stift St. Peter etablierte die „Ornithologische Landeskartei“. Ziel dieser systematischen in Karteiordnern organisierten Datensammlung war die Erstellung einer Avifauna (Lindenthaler 1963). Diese Landeskartei wurde sehr schnell zu einem wertvollen Archiv für die Wissenschaft, wie die vielen brieflichen Anfragen belegen. So stand Lindenthaler z. B. regelmäßig in Kontakt mit Glutz von Blotzheim und Kurt Bauer, während diese am Handbuch der Vögel Mitteleuropas (Glutz von Blotzheim 1966ff.) arbeiteten. Die Kartei ist bis heute im Haus der Natur erhalten und enthält geschätzte 100.000 Beobachtungen, ein Großteil davon mittlerweile digitalisiert.

Heute wird am Haus der Natur eine Biodiversitätsdatenbank geführt, in der alle verfügbaren Informationen zu Vorkommen von Tier-, Pflanzen- und Pilzarten dokumentiert werden. Die heute knapp 2,5 Millionen Datensätze stammen aus verschiedensten Quellen: Gutachten, Studien, Literaturquellen, (Daten-)Sammlungen professioneller Amateure. Knapp 50 % der Beobachtungen stammen von Mitgliedern der Arbeitsgemeinschaften (Lindner et al. 2022). Rechnet man auch noch die Sammlungen dazu, die ebenfalls zu einem Großteil von Amateuren zusammengetragen wurden, dann stammt weit mehr als die Hälfte des Salzburger Biodiversitätswissens von „Citizen Scientists“. Die naturwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaften am Haus der Natur bringen bis heute Amateur-Wissenschaftler:innen, ausgebildete Naturwissenschaftler:innen, Pädagog:innen, Studierende und interessierte Laien zusammen. Sie sind selbstorganisierte Gruppen von Bürgerwissenschaftler:innen, die sich gemeinsam mit den hauptamtlichen Expert:innen des Museums verschiedensten naturwissenschaftlichen Themenbereichen widmen. Sie liefern laufend wichtige Beiträge zur Dokumentation und Erforschung der Natur Salzburgs und bringen enormes Fachwissen in die Museumsarbeit ein.

Biodiversitäts-Erhebungsplattformen

Erhebungsplattformen („Biodiversity Observation Networks“) spielen eine immer wichtigere Rolle bei der Erfassung von Biodiversitätsdaten. Sie stellen sicher, dass Daten standardisiert sind und, dass Informationen und Wissen auffindbar werden. Sie sind zeitgemäße und effektive Werkzeuge zur Datenerfassung. Sie unterstützen und motivieren (ehrenamtliche) Kartierer:innen bei ihrer Tätigkeit. Die Möglichkeit, hier eigenen Beobachtungen selbstständig online eingeben und verwalten zu können, ist ebenso wichtig, wie die Möglichkeit mit Experten zu interagieren und Rückmeldungen zu den eigenen Beobachtungen zu erhalten.

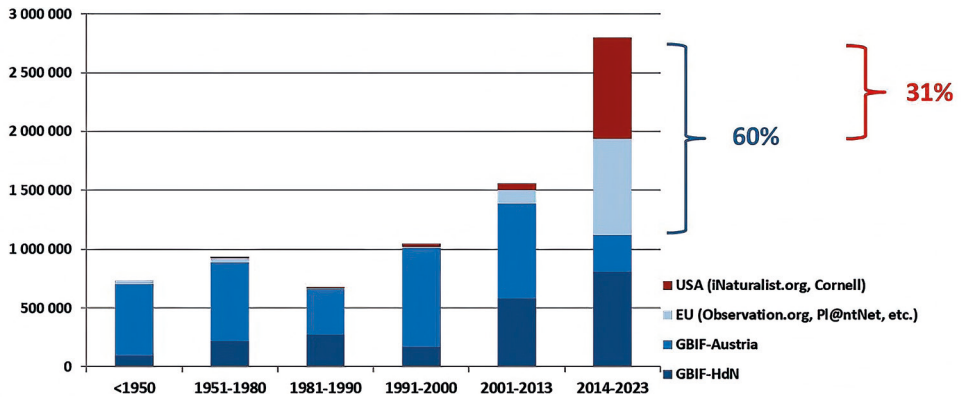


Abb. 5: Auswertung der für Österreich auf GBIF.org vorliegenden Biodiversitätsdaten nach Erfassungs-Zeitraum und Herkunft. Während bis 2013 noch der überwiegende Teil aller Daten über Österreich von österreichischen Datenprovidern (GBIF-Austria und GBIF-HdN) stammt, wurden mehr als die Hälfte der Daten der letzten 10 Jahre auf verschiedenen Citizen-Science-Plattformen erfasst, die etwa zur Hälfte in den USA und zur Hälfte im EU-Ausland liegen. – Fig. 5: Analysis of the biodiversity data available for Austria on GBIF.org according to collection period and origin. While until 2013 the majority of all data on Austria came from Austrian data providers (GBIF-Austria and GBIF-HdN), more than half of the data from the last 10 years was collected on various citizen science platforms, half of which are located in the USA and half in other EU countries.

Im öffentlich verfügbaren Wissen zur Biodiversität Österreichs, das auf GBIF (Global Biodiversity Information Facility) abrufbar ist, spielen Erhebungsplattformen mittlerweile eine herausragende Rolle. Betrachtet man die Daten mit einem Aufsammlungs- bzw. Beobachtungsdatum nach 2014 (derzeit ca. 3,4 Millionen Datensätze), dann wurden rund 60 Prozent dieser Daten über Erhebungsplattformen (z. B. Observation.org oder iNaturalist) erfasst (Abb. 5). Neben Bedienbarkeit und Fragen zu Urheberrecht und Datennutzung muss beim Einsatz derartiger Erhebungsplattformen auch deren organisatorische Verortung bedacht werden. Im Kontext des Schutzes von Privatsphäre und unberechtigter Datensammlungen werden vorrangig soziale Medien oder Online-Shopping diskutiert. Biologische Erfassungsplattformen integrieren jedoch immer mehr Elemente sozialer Medien, manche Plattformen erlauben es User-Accounts mit anderen Plattformen (z. B. Facebook oder Google) zu verknüpfen. Es ist daher offensichtlich, dass auch Citizen Science Plattformen in Bezug auf den Datenschutz hinterfragt werden müssen. Teilnehmer:innen geben – nicht immer wissentlich – auch persönliche Daten preis. So können aus Beobachtungspunkten können zum Beispiel der Wohnort oder gewählte Reiserouten rekonstruiert werden (Bowser 2014). Je nach Sitz der betreibenden Organisation unterliegen die gesammelten Daten unterschiedlichem Datenschutz- und Urheberrecht, auch die Einbindung und Integration in übergeordnete wissenschaftliche Initiativen ist vom Sitz und Interessen der jeweiligen Betreibergesellschaften abhängig. Bei der Auswahl der genutzten Erfassungsplattform sollten daher auch derartige Überlegungen einbezogen werden (Kaufmann et al. 2021).

Fragt man Citizen Scientist warum sie Biodiversitätsdaten sammeln, werden die aktive Arbeit in der Natur und die Generierung eigenen Wissens als die beiden wichtigsten Motive genannt. Gleich gefolgt von dem Wunsch einen konkreten Beitrag zum aktiven Natur-

schutz liefern zu können (Ganzevoort et al. 2017). Citizen-Science-Projekte und Datensammlungen, die nur einer engen Forschungsfrage gewidmet sind, erfüllen diese Erwartungen nicht automatisch. In der Zusammenarbeit mit Citizen Scientists ist ein offener Umgang mit den gesammelten Daten gefordert (ECSA 2015), um auf diese Art öffentliches Biodiversitätswissen zu generieren, das nicht nur für akademische Fragestellungen, sondern auch für angewandte Naturschutzarbeit zur Verfügung steht.

Die Daten in der Salzburger Biodiversitätsdatenbank werden sowohl der globalen Wissenschaftscommunity über eine Schnittstelle zu GBIF (www.gbif.org) als auch dem amtlichen Naturschutz über eine Schnittstelle zum amtlichen GIS (SAGIS) bereitgestellt. So ist gewährleistet, dass die Daten für den behördlichen Naturschutz, für die Landesumweltanwaltschaft, für Rote Listen und zur Beantwortung von Forschungsfragen verfügbar sind.

Citizen Science, Museen und akademische Forschung

Kuratierte Datensammlungen bieten – wie Objekt-Sammlungen – die Möglichkeit nicht nur Forschungsfragen zu beantworten, die bereits zum Zeitpunkt der Aufsammlung im Zentrum des Interesses standen. Sie können auch Datengrundlage zur Beantwortung von Themen und Fragestellungen sein, die zum Zeitpunkt der Datenaufsammlung gar nicht im Fokus der Bearbeiter:innen standen.

Die international einflussreiche und vielleicht die bislang öffentlichkeitswirksamste Langzeitstudie zum Insektensterben, die „Krefelder Studie“ basierte auf Daten, die von den Mitgliedern des Entomologischen Vereins Krefeld vor mehr als einem Viertel Jahrhundert gesammelt wurden. Der Vergleich der gegen Ende der 1980er-Jahre und dann 2013 noch einmal gesammelten Daten zur Insektenbiomasse belegte einen massiven Rückgang an Insekten in der Nähe von Krefeld und an 62 weiteren Standorten in verschiedenen deutschen Schutzgebieten (Sorg et al. 2013; Hallmann et al. 2017).

Seit annähernd dreißig Jahren beteiligen sich ehrenamtliche Personen, die zum großen Teil auch in der Herpetologischen Arbeitsgemeinschaft am Haus der Natur aktiv sind, an dem Projekt „Amphibienschutz an Straßen“. Jedes Jahr tragen Freiwillige Amphibien an neuralgischen Punkten über Straßen, um sie auf ihren Laichwanderungen vor dem Verkehrstod zu bewahren. Neben dem direkten Effekt der Rettung tausender Amphibien lieferte diese Arbeit auch die Grundlage für eine landesweite Populationsanalyse, die zeigte, dass die Populationen der Erdkröte stabil geblieben sind, die Grasfroschpopulationen jedoch um mehr als zwei Drittel zurückgingen (Kyek et al. 2017).

Analysen basierend auf Daten aus der Biodiversitätsdatenbank am Haus der Natur konnten den zeitlichen Verlauf und die treibenden Faktoren des Rückgangs von Schmetterlingsarten in verschiedenen Lebensräumen beschreiben (Habel et al. 2022; Habel et al. 2021). Weitere Studien, für die ebenfalls Daten aus der Biodiversitätsdatenbank herangezogen wurden, belegten das Höhersteigen von Schmetterlingsarten in Folge des sich verändernden Klimas sowie Veränderungen in der jahreszeitlichen Phänologie (Rödder et al. 2021; Habel et al. 2023).

Diese Beispiele zeigen das Potenzial des Zusammenspiels von engagierte Citizen Scientists, Museen und akademischer Forschung auf. Museen sind von ihrer Entstehungsgeschichte her per se keine akademischen Einrichtungen, sondern bürgerbasierte Institutionen. Museale Sammlungen basieren in den allermeisten Fällen nicht auf akademischer Forschung,

sondern sind das Ergebnis privater Wissbegierde und Sammelleidenschaft. Die heute öffentlichen Museen sind Institutionen, denen Privatsammler in Form von Schenkungen (in den meisten Fällen) oder durch Verkauf ihre Sammlungen anvertrauten (Alberti 2002).

Heute sind Museen, vor allem die großen Forschungsmuseen, Orte taxonomischer und evolutionsbiologischer Forschung. Sie generieren aufbauend auf den dort aufbewahrten Sammlungen Expertise zu Taxonomie, Systematik und anderen Bereichen der organismischen Biologie. Oft sind sie auch Sitz und Stützpunkt für Fachgesellschaften. Und nicht selten sind die Mitarbeiter:innen selbst in Fachgesellschaften, Plattformen, Naturschutzeinrichtungen und -verbänden organisiert und engagiert. Diesen Organisationen kommt somit essentielle vernetzende Funktion zwischen Citizen Scientists und akademischer Forschung (an Museen und Universitäten) zu. Die nachhaltige Bewahrung und Zugänglichmachung der Sammlungen sind Kernaufgabe der Museen. Museen spielen daher eine wichtige Rolle bei der Mobilisierung von Biodiversitätsdaten aus Sammlungsbeständen und sind gleichzeitig prädestiniert die langfristige Archivierung aktuell erfasster Biodiversitätsdaten sicherzustellen.

Geht man der Frage nach, welchen Beitrag Citizen Science, Museen, Fachgesellschaften und die akademische Forschung zur Behebung der Biodiversitätskrise leisten können, steht aber nicht nur die Generierung neuen Biodiversitätswissens im Mittelpunkt. Meist ist es nicht fehlendes Wissen, das Maßnahmen zur Verhinderung des dramatischen Artenverlusts verhindert. Die Treiber des Biodiversitätsverlusts sind bekannt. Es geht nicht mehr vorrangig darum, wissenschaftliche Defizite zu beheben, sondern um Bewusstseinsbildung, es gilt ein gesellschaftliches Dilemma zu lösen (Cardoso et al. 2011). Die oben erwähnte „Krefelder Insekten Studie“ zeigte es, Citizen Scientists können der Auslöser für politische Veränderungen sein. Die unglaublich starke öffentliche Resonanz auf die Studie war einer der Gründe für das danach in Bayern gestartete Biodiversitäts-Volksbegehren (Sommer 2019). Gerade in der öffentlichkeitswirksamen Aufbereitung vorhandenen Wissens und bei der Aufbereitung dieses Wissens für Politik und Gesellschaft kommen Museen, Fachgesellschaften und den Citizen Scientists eine wichtige Rolle zu.

Literatur

- Alberti S J M M (2002) Placing Nature: Natural History Collections and their Owners in Nineteenth-century Provincial England. *The British Journal for the History of Science* 35(3), 291–311. DOI <https://doi.org/10.1017/S0007087402004727>
- Birkhead T (2008) *The Wisdom of Birds: An Illustrated History of Ornithology*. Bloomsbury, London 448 pp. ISBN 9780747592563
- Birkhead T (2022) *Birds and Us: A 12,000 Year History, from Cave Art to Conservation*. Penguin Books 496 pp. ISBN 9780241460498
- Bowser A, Wiggins A, Shanley L, Preece J, Henderson S (2014) Sharing data while protecting privacy in citizen science. *Interactions* 21, 70–73. DOI <https://doi.org/10.1145/2540032>
- Cardoso P, Erwin T L, Borges P A V, New T R (2011) The seven impediments in invertebrate conservation and how to overcome them. *Biological Conservation* 144(11), 2647–2655. DOI <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.07.024>
- Delaney S, Dodman T, Stroud D, Scott D (2009) *An Atlas of Wader Populations in Africa and Western Eurasia*. Wetlands International 524 pp. (ISBN 9058820475)

- Dunn A M, Weston M A (2008) A review of terrestrial bird atlases of the world and their application. *Emu – Austral Ornithology* 108, 42–67. DOI <https://doi.org/10.1071/MU07034>
- Dunn E H, Francis C M, Blancher P J, Drennan S R, Howe M A, Lepage D, Robbins C S, Rosenberg K V, Sauer J R, Smith K G (2005) Enhancing the Scientific Value of the Christmas Bird Count. *The Auk* 122(1), 338–346. DOI <https://doi.org/10.1093/auk/122.1.338>
- ECSA (European Citizen Science Association) (2015) *Ten Principles of Citizen Science*. Berlin. DOI <http://doi.org/10.17605/OSF.IO/XPR2N>
- Finke P (2014) *Citizen Science Das unterschätzte Wissen der Laien*. oekom 240 pp. ISBN 978-3-86581-466-1
- Fontaine B, Perrard A, Bouchet P (2012) 21 years of shelf life between discovery and description of new species. *Current Biology* 22(22), R943–R944. DOI <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.10.029>
- Fontaine B, van Achterberg K, Alonso-Zarazaga M A, Araujo R, Asche M, Aspöck H, Aspöck U, Audisio P, Aukema B, Bailly N, Balsamo M, Bank R A, Belfiore C, Bogdanowicz W, Boxshall G, Burckhardt D, Chylarecki P, Deharveng L, Dubois A, Enghoff H, Fochetti R, Fontaine C, Gargominy O, Lopez M S G, Goujet D, Harvey M S, Heller K-G, van Helsdingen P, Hoch H, De Jong Y, Karsholt O, Los W, Magowski W, Massard J A, McInnes S J, Mendes LF, Mey E, Michelsen V, Minelli A, Nafria J M N, van Nieukerken E J, Pape T, De Prins W, Ramos M, Ricci C, Roselaar C, Rota E, Segers H, Timm T, van Tol J, Bouchet P (2012) New Species in the Old World: Europe as a Frontier in Biodiversity Exploration, a Test Bed for 21st Century Taxonomy. *PLOS ONE* 7(5), e36881. DOI <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036881>
- Fugger E. (1907) Nekrolog auf Schulrat Karl Kastner. *Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde* 47, 402
- Ganzevoort W, van den Born R J G, Halffman W (2017) Sharing biodiversity data: citizen scientists' concerns and motivations. *Biodiversity and Conservation* 26, 2821–2837. DOI <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1391-z>
- Gaston K J, May R M (1992) Taxonomy of taxonomists. *Nature* 356, 281–282. DOI <https://doi.org/10.1038/356281a0>
- Giangrande A. (2003) Biodiversity, conservation, and the 'Taxonomic impediment'. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13, 451–459. DOI <https://doi.org/10.1002/aqc.584>
- Guariento E, Anderle M, Colla F, Steinwandter M (2019) Citizen Science for biological data in the Tyrol – South Tyrol – Trentino Euroregion: comparing options and a call for participation. *Gredleriana* 19, 77–86. DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.3565295>
- Habel J C, Teucher M, Gros P, Schmitt T, Ulrich W (2021) Land use and climate change affects butterfly diversity across northern Austria. *Landscape Ecology* 36, 1741–1754. DOI <https://doi.org/10.1007/s10980-021-01242-6>
- Habel J C, Schmitt T, Gros P, Ulrich W (2022) Breakpoints in butterfly decline in Central Europe over the last century. *Science of The Total Environment* 851(2), 158315. DOI <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158315>
- Habel J C, Ulrich W, Gros P, Teucher M, Schmitt T. (2023) Butterfly species respond differently to climate warming and land use change in the northern Alps. *Science of The Total Environment* 890, 164268. DOI <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164268>
- Hallmann C A, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N (2017) More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE* 12(10), e0185809. DOI <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Hoffmann R (2004) Wissenstransfer durch Netzwerkbildung. Karl Erenbert von Moll und die Anfänge der wissenschaftlichen Landeskunde in Salzburg. In: Scheutz M, Schmale W,
- Štefanová D (2004) Orte des Wissens. *Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft zur Erforschung des 18. Jahrhunderts* 18/19, 135–151, Winkler, Bochum.

- Iglhauser B (1985) Die Erforschung der Salzburger Pflanzenwelt. Zum Gedenken an Dr. Matthias Reiter, den Verfasser der „Kleinen Flora“. Natur und Land 1985/5, 115–126
- Kaufmann P, Lindner R (2021) Biodiversitätsdaten, Citizen Science und Online-Erfassungssysteme – Überblick und Erfahrungsbericht. ANLiegen Natur 43, 93–100
- Kyek M, Kaufmann P H, Lindner R (2017) Differing long term trends for two common amphibian species (*Bufo bufo* and *Rana temporaria*) in alpine landscapes of Salzburg, Austria. PLOS ONE 12(11), e0187148. DOI <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187148>
- Larsen B B, Miller E C, Rhodes M K, Wiens J J (2017) Inordinate fondness multiplied and redistributed: the number of species on earth and the new pie of life. The quarterly review of biology 92(3), 229–265
- Leeder F, Reiter M (1959) Kleine Flora des Landes Salzburg. Neue Übersicht über die Farn- und Blütenpflanzen. Naturwissenschaftliche Arbeitsgemeinschaft des Hauses der Natur, Salzburg, 349 pp.
- Lindenthaler A. (1963) Der gegenwärtige Stand der ornithologischen Forschung im Lande Salzburg. Mitteilungen aus dem Haus der Natur Salzburg, Sonderband 1, 65–78
- Lindner R (2021) Geschichte(n) einer Museumssammlung (1913–1976). In: Hoffmann R, Lindner R (2021) Ein Museum zwischen Innovation und Ideologie. Das Salzburger „Haus der Natur“ in der Ära von Eduard Paul Tratz, 1913–1976. Studienverlag Innsbruck, 603–789
- Lindner R (2021a) Vom „Neuen Museum für Naturkunde“ zum „Haus der Natur“ (1924–1937). In: Hoffmann R, Lindner R (2021) Ein Museum zwischen Innovation und Ideologie. Das Salzburger „Haus der Natur“ in der Ära von Eduard Paul Tratz, 1913–1976. Studienverlag Innsbruck, 251–329
- Lindner R, Kaufmann P, Wittmann H, Gros P, Kwitt S, Kyek M, Patzner R A, Pöhacker J, Rücker T, Bauch K, Aichhorn K (2022) Biodiversitäts-Report. Dokumentation der biologischen Vielfalt in den Hohen Tauern. Bericht im Auftrag des Nationalparks Hohe Tauern. Haus der Natur, Salzburg, 166 pp. + Anhänge. ISBN 978-3-9502062-5-8
- Linnaeus C (1758) Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio decima, reformata. Laurentius Salvius.
- Martin F (1935) Von Sammlern und Sammlungen im alten Salzburg. Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde 75, 33–80
- May R M (2010) Tropical Arthropod Species, More or Less? Science 329(5987), 41–42. DOI 10.1126/science.1191058
- May R M (2011) Why Worry about How Many Species and Their Loss? PLOS Biology 9(8), e1001130. DOI <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001130>
- Mokany K, Ferrier S (2011) Predicting impacts of climate change on biodiversity: a role for semi-mechanistic community-level modelling. Diversity and Distributions 17, 374–380. DOI <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00735.x>
- Mora C, Tittensor D P, Adl S, Simpson A G B, Worm B (2011) How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? PLOS Biology 9(8): e1001127. DOI <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>
- Glutz von Blotzheim U (1966ff.) Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bearb. u. a. von Kurt M. Bauer, Einhard Bezzel und Urs N. Glutz von Blotzheim. 14 Bände in 23 Teilen. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt am Main
- Nikitsch H (2002) Andree-Eysn, Marie. In: Keintzel B, Korotin I. (2002) Wissenschaftlerinnen in und aus Österreich. Leben – Werk – Wirken. Böhlau, Wien, Köln, Weimar, 17–21. ISBN 3205994671
- Podhorsky J (1953) Einige Bemerkungen und Vorschläge zur Erfassung der Salzburger Landesflora. Mitteilungen der Naturwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft vom Haus der Natur in Salzburg – Botanische Arbeitsgruppe 3/4, 20–25

- Rödger D, Schmitt T, Gros P, Ulrich W, Habel J C (2011) Climate change drives mountain butterflies towards the summits. *Scientific Reports* 11, 14382. DOI <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93826-0>
- Schramm J-M (2019) Eberhard Friedrich Fugger (1842–1919) und die Humboldt'sche Geobiodiversität. Eine Würdigung des Salzburger Naturforschers zu seinem hundertsten Todesjahr. *Berichte der Geologischen Bundesanstalt Wien* 137 117 pp. ISSN 1017-8880
- Silvertown J (2009) A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology & Evolution* 24(9), 467–471. DOI <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.017>
- Sommer M (2019): „Natürlich Bayern“: Eine Initiative für insektenreiche Lebensräume. *ANLIEGEN NATUR* 41(1), 97–100
- Sorg M, Schwan H, Stenmans W, Müller A (2013) Ermittlung der Biomassen flugaktiver Insekten im Naturschutzgebiet Orbroicher Bruch mit Malaise-Fallen in den Jahren 1989 und 2013. *Mitteilungen aus dem Entomologischen Verein Krefeld* 1, 1–5
- Stephens P A, Mason L R, Green R E, Gregory R D, Sauer J R, Alison J, Aunins A, Brotons L, Butchart S H M, Campedelli T, Chodkiewicz T, Chylarecki P, Crowe O, Elts J, Escandell V, Foppen R P B, Heldbjerg H, Herrando S, Husby M, Jiguet F, Lehikoinen A, Lindström Å, Noble D G, Paquet J-Y, Reif J, Sattler T, Szép T, Teufelbauer N, Trautmann S, van Strien A J, van Turnhout C A M, Vorisek P, Willis S G (2016) Consistent response of bird populations to climate change on two continents. *Science* 352(6281) 84–87. DOI 10.1126/science.aac4858
- Süß V M (1844) Das städtische Museum in Salzburg. Erster und vollständiger Bericht über dessen Entstehen und Inhalt, Salzburg 1844, 6f.
- Teufelbauer N (2010) Der Farmland Bird Index für Österreich – erste Ergebnisse zur Bestandsentwicklung häufiger Vogelarten des Kulturlandes. *Egretta* 51, 35–50
- Wilson E O (1992) *The Diversity of Life*. Harvard University Press, 424 pp. ISBN 0674212983
- Wilson E O (2000) A Global Biodiversity Map. *Science* 289(5488), 2279. DOI 10.1126/science.289.5488.2279
- Zuna-Kratky T, Landmann A, Illich I, Zechner L, Essl F, Lechner K, Ortner A, Weißmair W, Wöss G (2017) *Die Heuschrecken Österreichs*. Biologiezentrum des Oberösterreichischen Landesmuseums, Linz. ISBN 978-3-85474-330-9

Eingelangt: 2024 02 16

Anschriften:

Robert Lindner, E-Mail: robert.lindner@hausdernatur.at,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3771-0554> (korrespondierender Autor)

Peter Kaufmann, E-Mail: peter.kaufmann@hausdernatur.at,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2611-5071>
Haus der Natur – Museum für Natur und Technik, Museumsplatz 5, 5020 Salzburg.

Elisabeth Haring, E-Mail: elisabeth.haring@nhm-wien.ac.at,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5411-1879>
Naturhistorisches Museum Wien, Zentrale Forschungslaboratorien, Burgring 7, 1010 Wien

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Frueher: Verh.des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 2024

Band/Volume: [160](#)

Autor(en)/Author(s): Lindner Robert, Kaufmann Peter, Haring Elisabeth

Artikel/Article: [„Professionelle Amateure“ – Citizen Science in der Biodiversitätsforschung 173-186](#)