Series Naturalis
Vol. 1 (2022), pp. 1-26

© Entomologischer Verein Krefeld
ISSN (online) 2570-1266 (print)1868-6524

Biodiversitätsverluste in FFH-Lebensraumtypen des Offenlandes - Ergebnisse und Perspektiven eines F&E-Projektes

Thomas Hörren[1]*, Hubert Sumser[1], Heinz Schwan[1] Werner Stenmans[1], Axel Ssymank[2], Mareike Vischer-Leopold[2] & Martin Sorg[1]

Kurzfassung

Aus den Ergebnissen dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekts des Entomologischen Vereins Krefeld (EVK) sind u.a. gravierende Veränderungen der Insektenzönosen an vielen Standorten in Schutzgebieten Deutschlands als eingetretene Biodiversitätsschäden ableitbar. Dies betrifft auch unterschiedliche Biotope innerhalb der Schutzgebietskulisse Natura 2000 sowie charakteristische Arten der geschützten Lebensraumtypen gemäß Anhang I FFH-Richtlinie. Die Sachlage verdeutlicht die dringende Notwendigkeit, lokale taxonomische und funktionale Diversität der Insekten, welche in der Summe der Arten zu mehr als 90% von flugaktiven Insekten geprägt wird, durch evaluierte Methodik mit hoher Datenvergleichbarkeit zu erfassen, zu analysieren und in der Veränderung zu bewerten.

Hierzu wurden methodische Grundlagen zum Anwendungsspektrum von Malaisefallen, die Veränderungen in den lokalen Zönosen mit einem ausreichend großen Blickwinkel auf die Artendiversität der Insekten ermöglichen, weiter entwickelt, evaluiert und in Anteilen bereits publiziert. Während in der Vergangenheit Messwerte zu Insektenbiomassen kaum durchgeführt wurden, ist diese Vorgehensweise durch die Veröffentlichung Hallmann, Sorg et al. (2017) heute ein anerkanntes Verfahren in der standardisierten Anwendung von Malaisefallen (Ssymank, Sorg et al. 2018). Die Relation zwischen gemessenen Gesamtbiomassen der Insekten und dem Rückgang der Artendiversität und Abundanz konnte exemplarisch geklärt werden (Hallmann, Ssymank et al. 2021). Entwickelt wurden in vorgenannten Publikationen geeignete statistische Methoden zur Bewertung derart komplexer Ergebnisse sowie erfasster Metadaten. Ferner wurden Verfahren zur Gewinnung von Metadaten weiter evaluiert. Dies betrifft u.a. die Datengewinnung zur Vegetation und anderen Habitatmerkmalen, u.a. mittels Kameradrohnen (Ssymank, Sorg et al. 2018).

Das Projekt erweiterte maßgeblich den beim Entomologischen Verein Krefeld (EVK) verfügbaren Datenpool über Recherchen sowie Ergebnisse und Originalproben von exemplarischen Standortuntersuchungen in ausgewählten Natura 2000-Lebensraumtypen.

Das Projekt ergänzt auch durch zusätzliche Untersuchungen mittels Malaisefallen innerhalb der Jahre 2016-2019 in 22 Naturschutz- und Natura 2000-Gebieten die Kenntnisse zu standort- und habitatspezifischen Biodiversitätsdaten. Hierbei werden auch Zeitreihen über Wiederholungsuntersuchungen ergänzt und über sukzessive Auswertungen der Gesamtdatenpool beim EVK erweitert. Hiermit werden die Ziele weiter verfolgt, über zusätzliche Daten zu den Insektenbiomassen und zu auswählten Taxa gesicherte Vergleiche und zunehmend valide Bewertungen über den Rückgang auf Artniveau auf dem Wege der klassischen, morphologischen Determination zu erhalten. Aus diesem Proben- und Datenvolumen sind weitere Publikationen vorgesehen. Bis heute gelang mittels mikroskopischer Artbestimmung in weltweit keinem Forschungsvorhaben eine vollständige Auswertung aller Insektentaxa aus den Proben eines Jahreseinsatzes auch nur einer Malaisefalle. Dies verdeutlicht die immense Bedeutung der weiteren Entwicklung, Evaluation und Standardisierung von genetischen Methoden, insbesondere auch des DNA-Metabarcoding, um eine neue Basis für die vollständigere Analyse lokaler Insektenzönosen, u.a. der streng geschützten Lebensraumtypen zu gewinnen.

Hierzu wurde basierend auf Konzepten und Erfahrungen aus diesem Projekt die Größenklassentrennung von Insektenmischproben weiter evaluiert, neue Geräte zur Bildung von Subsamples entwickelt (Hörren, Sorg et al. 2022b) sowie erste Werkzeuge für Auswertungen der Daten zur Lebensweise (traits) für alle höheren Insektentaxa realisiert (Hörren, Sorg et al. 2022a). Ergebnisse und Erfahrungen aus diesem Projekt beeinflussten maßgeblich die Konzeption methodischer Entwicklungen zu bestimmten Verfahren im Metabarcoding (z.B. Elbrecht et al. 2021, Zizka et al. 2022) sowie als Ideen das weitere Auswertungspotential von Malaisefallen bzgl. chemischer Belastung der Insekten (Brühl et al. 2021) und Analysen der von Insekten eingetragenen Pflanzenpartikel wie z.B. Pollen (Swenson et al. 2022).

Hinsichtlich der Analyse von Ursachen bereits eingetretener Biodiversitätsschäden verdeutlichten exemplarische Bewertungen der untersuchten Schutzgebietsflächen sowie eine Bewertung der Rahmenbedingungen einen hohen Handlungsbedarf und eine angemessenere Priorisierung (Sorg, Ssymank et al. 2019). Dies betrifft primär eine notwendige Anpassung gesetzlicher und planerischer Grundlagen, hinsichtlich innerer und lateral angrenzender Belastungsfaktoren, die Etablierung von Datentransparenz, Risikoanalysen und Risikomanagement und eine deutliche Verbesserung sowie Evaluation des naturschutzbezogenen Managements (Sorg, Ssymank et al. 2019).

Das Projekt beeinflusste international über die vorgenannten Publikationen und konzeptionellen Grundlagen in einem hohen, kaum noch überschaubaren Ausmaß die Biodiversitätsforschung und anzuwendende Methodik, die öffentliche Wahrnehmung zu Biodiversitätsschäden und aktives, umweltpolitisches Handeln.

Adresse der Autoren:

[1] Entomologischer Verein Krefeld, Magdeburger Straße 38-40, 47800 Krefeld.
[2] Bundesamt für Naturschutz, Konstantinstrasse 110, 53179 Bonn.
[*] Korrespondierender Autor: Thomas Hörren, email: hoerren@entomologica.de

Keywords: Insektenrückgang – F&E Forschungsprojekt – Monitoringmethoden – Methodenentwicklung – Malaisefallen – Schutzgebiete – Natura2000 – Planungsdefizite – Handlungsbedarf

Eine im Rahmen des Projektes durchgeführte Analyse zum Kenntnisstand der Gefährdungsbewertung der Insekten in Deutschland, sowie exemplarisch der raumbezogenen und teils irreversiblen, regionalen Extinktionsprozesse (Hallmann, Hörren et al. 2022) verdeutlicht sowohl deren Dimension als auch den weiteren, dringenden Forschungsbedarf. Nur auf dem Wege ausreichender Kenntnisse kann angemessenen priorisiert und auf Fachplanungen basierend zielorientiert und nachhaltig wirksam gehandelt werden, um weitere irreversible Biodiversitätsschäden zu vermeiden.

Abstract

From the results of this R&D project of the Entomological Society Krefeld (EVK), among other things, serious changes in the insect cenoses at many sites within protected areas in Germany can be deduced as biodiversity damage that has occurred. This affects different habitats within the Natura 2000 protected area network as well as characteristic species of the protected habitat types according to Annex 1 of the Habitats Directive. This highlights the urgent need to record, analyze and evaluate changes of local taxonomic and functional diversity of insects, more than 90% of which are flight-active insects, using evaluated methods with high data comparability.

For this purpose, methodological principles for the application of malaise traps, which allow research with a sufficiently large perspective on the species diversity of insects, were further developed, evaluated and already in parts published. While measurements of insect biomasses were rarely conducted in the past, this approach is today an accepted procedure of standardized malaise traps application via the Hallmann, Sorg et al. (2017) publication. The relation between measured total insect biomasses and the decline in species diversity and abundance could be clarified exemplarily (Hallmann, Ssymank et al. 2021). Appropriate statistical methods for evaluating such complex results and their metadata were developed in aforementioned publications. Furthermore, methods for obtaining metadata were further evaluated. This concerns, among other things, data acquisition on vegetation and other habitat features, including by means of camera drones (Ssymank, Sorg et al. 2018).

The project significantly expanded the data pool available at the Entomological Society Krefeld through research as well as results and original samples from exemplary site investigations within selected Natura 2000 habitat types.

The project supplements the knowledge of site-specific biodiversity data through additional surveys using malaise traps within the years 2016-2019 in 22 nature conservation and Natura 2000 areas. In this context, time series are also completed by repeat surveys and the overall data pool at EVK is expanded by successive evaluations. Hereby, the goals are further pursued to obtain reliable comparisons and increasingly valid assessments of the decline at species level by means of additional data on insect biomasses and on selected taxa by way of classical, morphological determination. Further publications are planned from this sample and data volume.

To date, no research project has succeeded in a complete evaluation of all insect taxa from the samples of one year‘s use of even one Malaise trap by means of microscopic species determination. This illustrates the immense importance of further development, evaluation and standardization of genetic methods, especially DNA metabarcoding, in order to gain a new basis for a more complete analysis of local insect cenoses, including those of strictly protected habitat types.

Based on concepts and experiences from this project, size-class separation of insect composite samples was further evaluated, new devices for subsampling were developed (Hörren, Sorg et al. 2022b), and initial tools for analyses of trait data for all higher insect taxa were realized (Hörren, Sorg et al. 2022a). Results and experiences from this project significantly influenced the conception of methodological developments for certain procedures in metabarcoding (e.g. Elbrecht et al. 2021, Zizka et al. 2022) and as ideas the further evaluation potential of malaise traps regarding chemical load of insects (Brühl et al. 2021) and analyses of plant particles carried by insects such as pollen (Swenson et al. 2022).

With regard to the analysis of the causes of biodiversity damage that has occurred, exemplary evaluations of the protected area areas were studied and an assessment of the framework conditions highlighted high necessity for action and more appropriate prioritization (Sorg, Ssymank et al. 2019). This primarily concerns a necessary adaptation of legal and planning foundations, with regard to internal and laterally adjacent stress factors, the establishment of data transparency, risk analyses and risk management, and a significant improvement as well as evaluation of conservation-related management (Sorg, Ssymank et al. 2019).

Through the aforementioned publications and conceptual foundations, the project influenced internationally biodiversity research and applicable methodology, public perception on biodiversity damage, and active, environmental policy action to an unusually high degree.

An analysis carried out within the framework of the project on the state of knowledge of the endangerment assessment of insects in Germany, as well as exemplarily of the spatially related and partly irreversible, regional extinction processes (Hallmann, Hörren et al. 2022) illustrates both their dimension as well as the further, urgent need for research. Only through sufficient increase of knowledge appropriate prioritization and action based on specialized planning can be taken in a targeted and sustainably effective manner in order to avoid further irreversible damage to biodiversity.

Einleitung

Das F&E Projekt „Biodiversitätsverluste in FFH-Lebensraumtypen des Offenlandes“ dient der Ergänzung der Untersuchungen des Entomologischen Vereins Krefeld (EVK) zum Rückgang der Biodiversität von FFH-Lebensraumtypen des Offenlandes und den dort vorliegenden Bestandstrends in den Insektenzönosen.

Das Vorhaben ergänzt den beim EVK verfügbaren Datenpool und die Grundlagen für die Bewertung der charakteristischen Arten der Lebensraumtypen in FFH-Gebieten als ein zentrales Element der Erhaltungszustandsbewertung im Parameter „Struktur und Funktionen“. Änderungen in den Insektenzönosen haben massgebliche Auswirkungen auf den Naturhaushalt bis hin zur Nahrungsverfügbarkeit für insektivore Wirbeltierarten und damit auch Vogelarten der FFH-Richtlinie und auch des Anhangs I der Vogelschutz-RL.

Zusätzlich werden grundlegende Erkenntnisse über den Gefährdungsstatus der Artengruppen für künftige Fassun-

gen der bundesdeutschen Roten Listen erfasst sowie um Arten und Qualitätsparameter, insbesondere zu Biotopen, ergänzt.

Die weitere fachwissenschaftlich breite Absicherung der bisherigen Erkenntnisse über Umfang, räumliche Ausdehnung und betroffene Artengruppen der Biodiversitätsrückgänge ist gemäß dem derzeitigen Kenntnisstand dringend erforderlich.

Insbesondere hinsichtlich der Ursachenanalyse des Rückgangs von charakteristischen Arten in FFH-Lebensraumtypen der Kulisse von Natura 2000 sind weiterführende Untersuchungen erforderlich, um daraus dringend notwendige Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen abzuleiten, aber auch um bundesweite Empfehlungen geben zu können. Da die überwiegende Zahl dieser Lebensraumtypen von extensiver Nutzung bzw. Pflege abhängig sind, kommen sowohl Bewirtschaftungseinflüsse als auch „diffuse“ Stoffeinträge als Wirkfaktoren, neben weiteren möglichen Ursachen in Betracht.

Datengrundlage ist einmaliges, nach einheitlichen Standardisierungen über mehrere Jahrzehnte gesammeltes Insektenmaterial des EVK von teils bereits wiederholt untersuchten Standorten in Schutzgebieten.

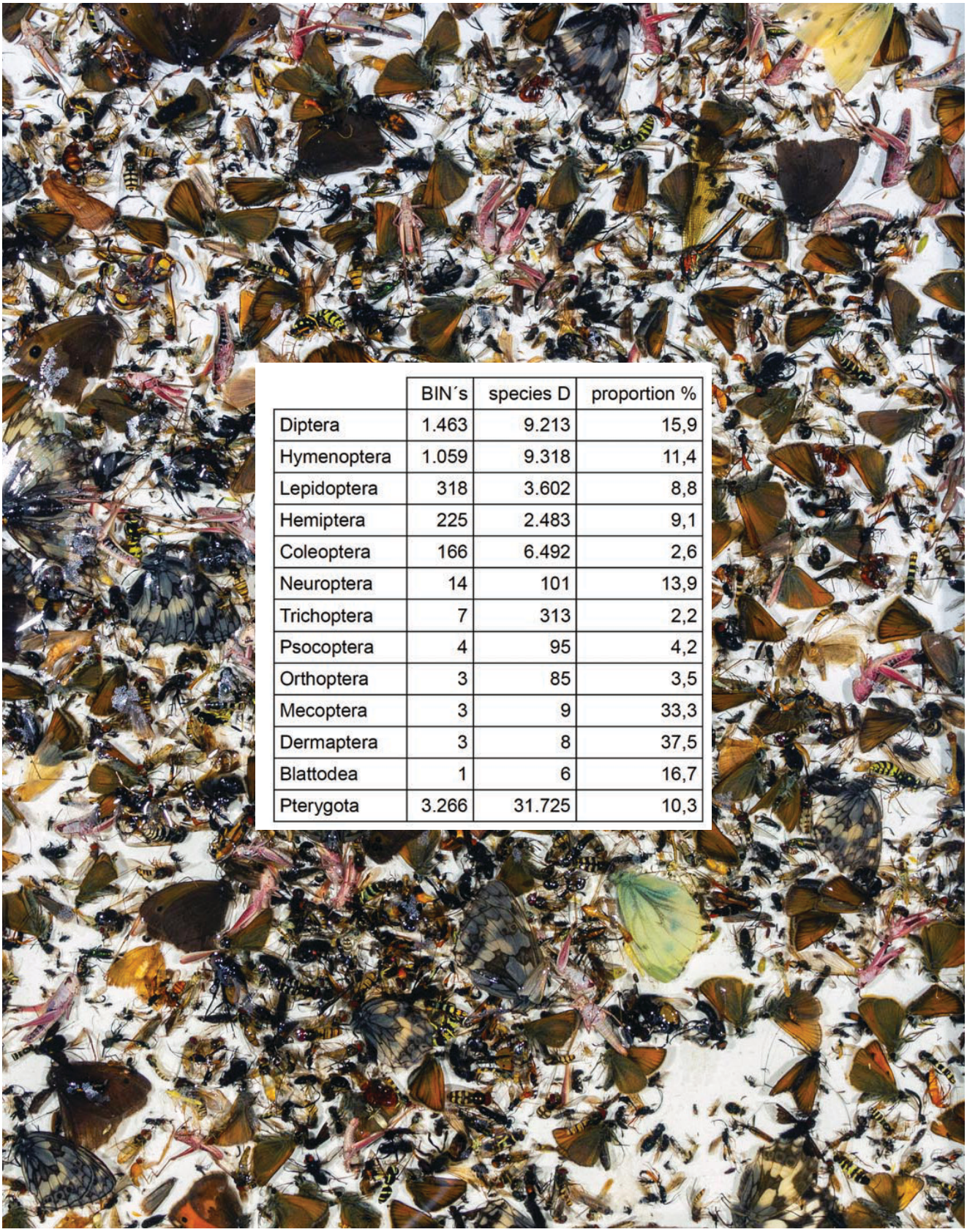
Die wissenschaftliche Forschung bedarf zur Bewertung der artenreichsten Tiergruppe der Insekten geeigneter Grundlagen. Das Projekt umfasst daher im Rahmen des weiteren Aufbaus eines Datenpools auch neue Datenauswertungen sowie ergänzende Wiederholungsaufnahmen und Datenanalysen. Ferner die weitere Entwicklung von methodischen Grundlagen für spezifisch entomologische Untersuchungen zur Bewertung von Einflussfaktoren sowie das Insektenmonitoring.

Ergebnisse des Projektes wurden im Rahmen von Workshops diskutiert und auch in zahlreichen Fachvorträgen im In- und Ausland präsentiert.

Zur Anwendung von Malaisefallen beim EVK

Der Entomologische Verein Krefeld (EVK) standardisierte den Freilandeinsatz von Malaisefallen in den Jahren 1982-1984 und erfasst seit 1985 überwiegend in Schutzgebieten mit standardisierter Methodik Insekten mittels Malaisefallen (Schwan et al. 1993). Dazu gibt es eine umfangreiche Begleitdokumentation und alle Proben werden zur weiteren Nachbearbeitung und Überprüfung dauerhaft archiviert. Auch das Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Biodiversitätsverluste in FFH-Lebensraumtypen des Offenlandes“ baut auf diesen älteren Untersuchungen auf, vervollständigt Zeitreihen durch ergänzende Untersuchun-

Abbildung 1. Beispiel einer installierten Malaisefalle sowie einer daneben stattfindenden pflanzensoziologischen Aufnahme. (© M. Sorg/EVK).



	BIN´s	species D	proportion %
Diptera	1.463	9.213	15,9
Hymenoptera	1.059	9.318	11,4
Lepidoptera	318	3.602	8,8
Hemiptera	225	2.483	9,1
Coleoptera	166	6.492	2,6
Neuroptera	14	101	13,9
Trichoptera	7	313	2,2
Psocoptera	4	95	4,2
Orthoptera	3	85	3,5
Mecoptera	3	9	33,3
Dermaptera	3	8	37,5
Blattodea	1	6	16,7
Pterygota	3.266	31.725	10,3

Abbildung 2. Insektenmischprobe aus dem Fangintervall einer Malaisefalle des Entomologischen Vereins Krefeld sowie Übersichtstabelle zur von Geiger et al. (2016) ermittelten Artendiversität einer Malaisefalle in einer Expositionszeit von ca. 12 Monaten im Vergleich zur Gesamtartendiversität der Pterygota (Fluginsekten) für D nach Klausnitzer et al. (2003). (Foto © M. Sorg/EVK).

gen und erweitert den Proben und Datenbestand des EVK. Die Freilandmethodik zu Malaisefallen wurde aktualisiert mit Anwendungshinweisen publiziert (Ssymank, Sorg et al. 2018).

Aus dem Projekt ergeben sich verschiedene Anforderungen an eine methodische Standardisierung und das Vorgehen bei einem Insektenmonitoring oder spezifischen, entomologischen Untersuchungen, die im Folgenden dargestellt werden.

Anforderungsprofil für ein Insektenmonitoring

Untersuchungen zu Insektenzönosen von Naturschutzgebieten und innerhalb der Kulisse von Natura 2000 fokussierten in der Vergangenheit und heute noch überwiegend auf bestimmte Insektengruppen, deren Anteil an der lokalen Artendiversität relativ klein ist. Solche „klassischen" Artengruppen sind z.B. Heuschrecken, Tagfalter, Libellen und Laufkäfer. Diese populären vier Gruppen stellen jedoch nur ca. 2,8% der 33.466 aus Deutschland bekannten Insektenarten (vgl. Klausnitzer 2003). Auch wenn insgesamt für ca. 14.940 Arten und damit mehr als 40% der in Deutschland vorkommenden Insektenarten Daten zur bundesweiten Bestandssituation und den Bestandstrends vorliegen (Hallmann, Hörren et al. 2022), bleibt ein großer Anteil der einheimischen Artenvielfalt der Insekten bislang unberücksichtigt. Bei allem Informationsgewinn, den auch ein selektiver Untersuchungsrahmen zulässt, bedeutet dies eine Limitierung des Blickwinkels, da nicht die gesamte lokale Artendiversität der Insekten erfasst wird. Eine, in dieser Hinsicht unvollständige Datengrundlage erlaubt keine Bewertung vollständiger Insektenzönosen, deren Schutz aber Ziel bei der Bewahrung lebensraumtypischer Artengemeinschaften bestimmter, streng geschützter Lebensraumtypen ist.

Die Entwicklung und Anwendung von Methoden zum Monitoring der Biodiversität von Insekten sollte daher, zumindest an Standorten von hoher Bedeutung für die Erhaltung der regionalen und lokalen Biodiversität sowie zur Erfüllung rechtlicher Verpflichtungen (z. B. Richtlinie 92/43/EWG, Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie) und vertraglicher Bindungen (z. B. Convention on Biological Diversity, CBD), einen ausreichenden Einblick in die Gesamtdiversität der Insekten bieten und etwaige Veränderungen der Zusammensetzung und Abundanz der Insektenarten erfassen. Es ist eine der zentralen Aufgaben für die Schutzgebietskulisse, die Populationen stark gefährdeter oder vom Aussterben bedrohter Insektenarten vor dem endgültigen Verschwinden zu bewahren. Regionale Verluste dieser Arten können als – in absehbaren Zeitspannen – irreversible Biodiversitätsschäden bewertet werden.

Aufgrund der vorliegenden, negativen Trends und unseres sehr geringen Kenntnisstandes zur gesamten Insektendiversität besteht daher die Notwendigkeit, umfassende Bestandsaufnahmen eines möglichst großen Anteils der Insektendiversität im Rahmen eines Monitorings im Schutzgebietsnetz und in Natura 2000-Gebieten zu etablieren. Ziel sollte es sein, zu einer vollständigeren Kenntnis der gebiets- und lebensraumtypischen Biodiversität und deren Veränderung über die Zeit zu gelangen.

Die dabei zur Anwendung kommenden (semi)quantitativen Methoden sollten geeignet sein, selektiv und methodenspezifisch lokale Abundanzspektren und deren jahreszeitliche Entwicklung zu erfassen. Ferner sollten die angewandten Methoden die Grundlage dafür bieten, auch die Zusammensetzung und jahreszeitliche Verteilung vollständiger Biozönosen von Untersuchungsflächen zu erfassen. Die Datenerfassung zur lokalen Diversität der Insekten sollte von einer möglichst umfassenden Dokumentation der Vegetation, der Habitatstrukturen und potenziell einwirkender Stressoren auf die Biodiversität der Untersuchungsflächen und deren Umfeld begleitet werden.

Eignung von Malaisefallen zur Erfassung von Insekten und dem Schließen von Kenntnislücken

Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt befasst sich mit Auswertungen der seit 1985 in standardisiertem Sampling Design vom EVK angewandten Malaisefallen (Malaise 1937, Townes 1972, Ssymank et al. 2018) (vgl. Abb. 1). Diese sind bei längerem Einsatz über eine Vegetationsperiode geeignet, sehr hohe Artenzahlen tag- und nachtaktiver, überwiegend flugfähiger Insekten – und damit einen wichtigen Anteil der lokalen Artendiversität – zu erfassen (Van Zuijlen et al. 1996, Geiger et al. 2016). Malaisefallen fangen Insekten gemäß verschiedener, artspezifischer Verhaltensmuster. Aktivitätsradien und Migrationsverhalten, Flughöhen im Nahbereich und bei Distanzflügen, aber auch Reaktionen beim Auftreffen auf ein Hindernis und insbesondere die Ausweichbewegung zum Licht bzw. weißem Dach der Falle beeinflussen die Wahrscheinlichkeit von Artnachweisen und die Zusammensetzung der Fangergebnisse. Vergleichbar zur Anwendung anderer Methoden bedürfen daher auch Bewertungen der Ergebnisse von Malaisefallen einer methoden- und taxaspezifischen Interpretation (Ssymank et al. 2018).

Flugfähige Insekten stellen den weitaus größten Anteil der einheimischen Insektenarten. Für die in unserer Faunenregion artenreichsten Insektenordnungen der Zweiflügler (Diptera) und der Hautflügler (Hymenoptera), die in Deutschland zusammen mehr als 19.000 Arten (Dathe, Blank 2004, Schumann 2010) ausmachen, sind Malaisefallen eine ausgesprochen effiziente Nachweismethode. Eine Eignung für Untersuchungen zur Biodiversität besteht für zahlreiche weitere höhere Taxa flugaktiver Insekten (Eymann, Degreef et al. 2010). Darüber werden Malaisefallen als alternative Methode zu anderen Fallentypen auch für wenig flugaktive Arten angewandt, sogar für flügellose Arthropodengruppen wie z. B. Webspinnen, die beim Kontakt mit Hindernissen positiv phototaktisch an den Fangnetzen emporklettern (vgl. Oxbrough, Gittings et al. 2010).

Alle uns derzeit vorliegenden Ergebnisse belegen die hohe Eignung der Malaisefallen für Aussagen zur Artenzusammensetzung und Abundanz sowie zu mittel- bis langfristigen Trends. Dies betrifft sowohl Erfassungen an einem Standort als auch vergleichenden Analysen mehrerer Standorte. Für die Vergleichbarkeit ist ein hohes Maß der Standardisierung vonnöten, das die Nutzung baugleicher Fallensysteme und ein normiertes Vorgehen im Freilandeinsatz

Abbildung 3. Aufnahmen mit Kameradrohnen zum direkten Umfeld der Standorte von Malaisefallen.
Oben: Im NSG/FFH Gebiet Latumer Bruch mit Buersbach, Stadtgräben und Wasserwerk, Stadt Krefeld, Natura 2000-Gebiet Nr. DE-4605-301.
Unten: Im NSG/FFH Gebiet Kaninchenberge, Kreis Wesel, Natura 2000-Gebiet Nr. DE-4306-303.
(© M. Sorg/EVK).

einschließt (vgl. Ssymank et al. 2018). Viele Untersuchungen mit Malaisefallen erfüllen dieses Anspruchsprofil leider nur defizitär (vgl. z. B. Karlsson et al. 2015, Deharveng et al. 2015, Villemant et al. 2015).

Zur Notwendigkeit der vergleichbaren Erfassung von standortkennzeichnenden Metadaten

Neben der Gewährleistung des Einsatzes identischer Erfassungsmethodik bedarf es der Erfassung ausreichender begleitender Daten der Vegetation in Artenlisten und pflanzensoziologischer Aufnahmen (vgl. Beispiele im Anhang 2). Ferner einer Aufnahme von Vegetation und weiteren Merkmalen der Habitate. Luftbilder und Satellitenbilder aus großer Höhe liefern hierzu eine großräumige Dokumentation, die jedoch nicht in Detailschärfe das nähere Umfeld der Untersuchungsstandorte abbildet. Heute verfügbare Kameradrohnen sind bei Aufnahmen aus verschiedenen Flughöhen geeignet, diese Detailinformationen zu liefern. Dies erhöht das Auswertungspotential sowohl in spezifischen Untersuchungen als auch im Monitoring in erheblichem Umfang. Die Abbildungen im Anhang 1 verdeutlichen die Potentiale solcher, schnell herstellbaren Vertikalaufnahmen aus verschiedenen Flughöhen der Kameradrohnen. Ebenso wie die o.g. Vegetationsdaten werden diese Fotografien beim EVK konsequent archiviert, um auch für vergleichende Analysen in der Zukunft verfügbar zu sein. Aufgrund der gesammelten Erfahrungen empfiehlt der EVK pro Fallenstandort eine Aufnahmeserie in verschiedenen Flughöhen, um eine Serie von Abbildungen zu erhalten, die Flächen von ca. 100m^2 bis ca. 1,5ha dokumentieren (vgl. Beispiele im Anhang 1). Sowohl eine standardisierte Erfassung der Vegetation zumindest unmittelbar neben den Einsatzorten von effizienten Insektenfallen, als auch die o.g. Anwendung von Kameradrohnen sollte nach der publizierten Etablierung durch den EVK zum Minimaldatensatz in der Erhebnung von Metadaten zählen (vgl. Beispiele im Anhang 2).

Biomassen von Insektenmischproben

Um zusätzlich ein Gesamtmaß pro Fangintervall abzubilden, kann gemäß dem entwickelten Messprotokoll des EVK die alkoholfeuchte Biomasse bestimmt werden (Hallmann et al. 2017, Ssymank et al. 2018). Betriebszeiten der Malaisefallen über jeweils ganze Vegetationsperioden ermöglichen die Integration der Bewertung der Wirkung des Verlaufs von Witterung und Phänologie sowie z. B. der Termine von Nutzungs- und Pflegemaßnahmen im Bereich der Untersuchungsstandorte.

Das über Jahrzehnte bewahrte und ständig ergänzte Volumen an Metadaten, Messwerten und Originalproben hat, auf der Grundlage von Messungen der Biomasse der Insekten, in der Analyse im Projekt zu Belegen starker Insektenrückgänge von ca. 76% in 27 Jahren auch in Kernflächen des Naturschutzes auch innerhalb von FFH-Gebieten geführt (vgl. Hallmann et al. 2017). Bei den Untersuchungsstandorten handelt es sich um Offenlandbiotope, überwiegend im Flachland unter dem Einfluss umliegender Agrarnutzung.

Dieses, im Rahmen des Projekts erzielte Ergebnis ist besonders deshalb von Bedeutung, weil es gemäß der eingesetzten Methodik insbesondere auch die artenreichsten Ordnungen der Insekten betrifft, die bei Erfassungen von Ziel- und Indikatorarten des Naturschutzes unterrepräsentiert sind und die zugleich eine wichtige Rolle in Nahrungsnetzen spielen.

Besonders wichtig ist dies im Hinblick auf die bei naturschutzfachlichen Bewertungen oftmals nicht bemerkten Verluste lebensraumtypischer Tierarten europaweit geschützter FFH-Lebensraumtypen.

Der Ermittlung von Insektenbiomassen aus Fallenergebnissen wurde vor der o.g. Publikation (Hallmann et al. 2017) kaum Beachtung geschenkt. Nicht zuletzt aufgrund des Impacts dieser Ergebnisse zählen Ermittlungen der Gesamtmasse erfasster Insekten heute zum Messprogramm vieler entomologischer Untersuchungen.

Im Rahmen der Auswertung der o.g. Biomassedaten wurde ein geeignetes Modell für die vergleichende Bewertung derart komplexer Datensätze entwickelt. Ferner wurden potentielle Einflussfaktoren (Wetter, Biotopverteilung im Umfeld, Vegetation und ihre Zeigerwerte) untersucht, ohne den Haupttreiber für den Rückgang identifizieren zu können.

Aspekte zum Landnutzungswandel, wie Änderungen der Bewirtschaftung benachbarter Ackerflächen, u.a. Pestizideinsätzen, sowie Details zu Veränderungen im Pflegemanagement und dessen Auswirkungen konnten in diese Analysen mangels verfügbarer Daten nicht integriert werden.

Aus diesem Tatbestand resultieren Empfehlungen zu einer verstärkten Risikoanalyse von Landnutzungsfaktoren inkl. des Pestizideinsatzes und Saatgutbeizen sowohl innerhalb, als auch im Einzugsbereich von geschützten Habitaten. Insbesondere sollten Daten zu potentiell degradierenden Faktoren für die Biodiversitätsforschung zugänglich gemacht werden, um relevante Biodiversitätsdaten mit diesen potentiellen Einflussfaktoren korrelieren zu können.

Bezüge zwischen Biomassenrückgängen und Artenvielfalt sowie Abundanz

Es ist bekannt, das sich die Ergebnisse von Untersuchungen mit Malaisefallen neben der Erfassung von Insektenarten auch zur vergleichenden Analyse der Abundanzspektren eignen (Bosch et al. 1994, Mohr et al. 1992, Sorg & Wolf 1991, Sorg et al. 1993, 1995, Ssymank & Doczkal 2017).

Der festgestellte, standortidentische Rückgang der Biomasse steht in den bisher untersuchten Fallbeispielen in direkter Beziehung zu einem gravierenden Rückgang der Individuenzahlen sowie der Artendiversität im Fangergebnis.

Expemplarisch vertiefend untersucht wurde dies anhand von Malaisefallen Ergebnissen für die Schwebfliegen (Syrphidae) (Hallmann et al. 2021). Unter Berücksichtigung der Expositionszeit der Fallen, wurde 82% weniger Insektenbiomasse 2014 gefangen als 1989, und es wurden 89% weniger Individuen der Schwebfliegen festgestellt. Der Gesamtartenreichtum der Schwebfliegen sowie ihr Akkumulationsmuster mit zunehmender Expositionszeit zeigten 2014 eine geringere Artendiversität als 1989.

Es wurde ein Rückgang der Artenvielfalt um 23% zwischen den beiden untersuchten Jahren über einen Zeitraum von 25 Jahren ermittelt. Ähnliche Verluste in der Artenvielfalt wurden kürzlich für verschiedene Insektenordnungen in anderen Zeitvergleichen ermittelt (Wagner et al. 2021, Seibold et al. 2019).

Obwohl die Schwebfliegen weniger als 5% der gesamten Insektenbiomasse in den Proben ausmachen, wurde festgestellt, dass die Gesamtschwebfliegen-Abundanz signifikant mit der Gesamtbiomasse der Fluginsekten im Zeitvergleich korreliert war, wobei die Abundanz linear mit niedrigerer Biomasse abnimmt.

Der Rückgang der Gesamtbiomasse der Insekten auf der Tagesebene zeigt vergleichbare Rückgänge in der Abundanz und im Artenreichtum. Allerdings hängt die Stärke der Korrelation zwischen der Gesamtbiomasse der Fluginsekten und der Artenzahl von der zeitlichen Betrachtung ab, wobei die Artenzahl auf Tagesbasis viel stärker abnimmt (-82%) als der Rückgang der Gesamtartenzahl aus den saisonal akkumulierten Proben (-23%). Diese Ergebnisse haben Konsequenzen für die Funktionalität des Ökosystems, für die wohl die tägliche Aktivität und Anwesenheit von funktionstragenden Insekten relevant ist.

Notwendigkeit der zunehmenden Integration genetischer Bestimmungsmethoden

Die konsequent archivierten Originalproben aller Untersuchungsergebnisse beim EVK erlauben nachträglich eine Artbestimmung und Analyse standort- bzw. habitatspezifischer Trends der Artendiversität und Abundanz. Diese „konventionellen“ Artbestimmungen führten beim EVK zu einem ständig und erheblich wachsenden, wertvollen Datenpool als Basis für weiterführende Auswertungen und Publikationen.

Entsprechend der extrem hohen, insgesamt an einem kleinräumigen Punkt in der Natur vorliegenden Insektendiversität können über die Fängigkeit der Malaisefallen pro Saison und Standort mehr als 2.000 Arten verteilt auf über 100.000 Individuen nachgewiesen werden (Geiger et al. 2016, Van Zuijlen et al. 1996).

Der verfügbare Forschungsetat sowie der systematisch-taxonomische Kenntnisstand und die eingeschränkte Verfügbarkeit qualifizierter Taxonomen sind limitierende Faktoren für die Auswertung derart umfangreicher Proben. Letztlich betrifft dies als Limitierung alle effizienten Methoden für die Erfassung lokaler Artendiversität der Insekten sowie deren anschließende Bewertung.

Neben der konventionellen morphologischen Artbestimmung sollten daher zunehmend auch DNA-basierte Methoden in der Probenauswertung, wie das DNA-Metabarcoding, eingesetzt werden. Dies betrifft sowohl destruktive, als auch morphologisch nicht destruktive Extraktionen der DNA (z.B. durch Lyse) aus den Mischproben der Fangintervalle unter weitgehender Erhaltung der Individuen (Wang et al. 2018, Yu et al. 2012).

Entwicklung von Werkzeugen für eine Fraktionierung und standardisierte Teilung von Insektenmischproben

Um die Auswertungspotentiale von Malaisefallen-Proben sowohl für konventionelle als auch genetische Identifizierungsmethoden zu verbessern, wurden im Rahmen des Projektes sowohl Labormethoden der Größenklassenfraktionierung als auch der Generierung von Teilproben entwickelt.

Weder ist die gesamte Insektenvielfalt taxonomisch beschrieben, noch sind bei Anwendung genetischer Methoden die Barcodes aller Arten bekannt. Insbesondere zum Zweck des Metabarcodierungs mittels Homogenisierung bedeutet diese Zerkleinerung aller Insekten ganzer Mischproben den Verlust von Informationen sowie Konservierungsmöglichkeiten für eine Vielzahl von Zwecken.

Es ist daher vorteilhaft, Teilproben für eine Vielzahl von Zwecken herzustellen zu können, um nicht immer komplette Proben für bestimmte Laborverfahren zur Klärung spezifischer Fragestellungen zu verwenden.

Nach ersten erfolgreichen Probenteilungsversuchen im Jahr 2018 mit Probenteilern aus Kunststoffen, war die Entwicklung von zwei weiteren Edelstahl-Prototypen im Jahr 2019 notwendig, um das bei Hörren et al. 2022b beschriebene Modell zu realisieren.

Hierbei handelt es sich nach unserer Kenntnis um das erste Gerät, das eine standardisierte Probenfraktionierung von Insektenmischproben, z.B. aus den Ergebnissen von Biodiversitätsstudien mit effizienten Fallen wie z.B. Malaisefallen ermöglicht.

Durch die komplette Fertigung aus Edelstahl ist das Gerät durch Chemikalien oder Erhitzen sterilisierbar und somit für DNA-basierte Methoden verwendbar.

Abbildung 4. Insektenmischproben aus Malaisefallen.
Oben: Größenfraktionierte, gesiebte Mischprobe kleinerer Insekten.
Unten: Vorsortierte Mischprobe (Hymenoptera) mit Detailvergrößerung eines Bildausschnittes.
(© M. Sorg/EVK).

Dieses neu entwickelte Instrument kann für eine Vielzahl von Fragestellungen in der Biodiversitätsforschung eingesetzt werden. Die konstruktiven Merkmale erlauben die Aufspaltung einer Insektenmischprobe in annährend gleiche Teile, deren Massenähnlichkeit durch die Bestimmung der feuchten Biomasse der Teilproben überprüft werden kann.

Natürlich können Arten die vor der Fraktionierung auf nur ein oder wenige Individuen verteilt sind nur in einer der Teilproben vorhanden sein. Diese Muster entsprechen jedoch dem natürlichen Verteilungsmuster in Mischproben.

Im Falle von z.B. Malaisefallen gibt es jedoch höhere Individuenzahlen für Arten, die in einem Lebensraum mit entsprechender Aktivitätsdichte vertreten sind.

Wenn Fragen einer vollständigeren Erfassung von Arten mit geringen Abundanzen im Vordergrund einer Untersuchung stehen, dann sollte entschieden werden, welche Stichprobengrößen erforderlich sind, um auch mit solchen Probenteilungen eine gewünschte Auflösungsschärfe für Arten mit sehr niedriger Aktivitätsdichte zu erreichen.

Entwicklung von Datenbanktools für ökologische Auswertungen von Fangergebnissen für alle Insektentaxa

Für die Gesamtauswertungen von Biodiversitätsdaten zu Insekten für alle Familientaxa fehlte bisher eine taxaübergreifende Datenbank mit Informationen über die Lebensweise der meisten Arten oder Familien.

Um interspezifische Interaktionen wie z. B. Nahrungsgrundlagen insgesamt in einem Habitat zu verstehen, ist es notwendig, alle ermittelten Familien und Arten zu integrieren und Bewertungen nicht nur auf einzelne Taxa zu beschränken. Solche hochskalierten Merkmalsdatensätze sind von entscheidender Bedeutung für die Interpretation aller Forschungsdaten und dem Monitoring mit breitem Blickwinkel auf die gesamte Insektendiversität wie sie z.B. mit Malaise-Fallen erfasst wird.

Retrospektive und prospektive Bewertungen von Veränderungen in der funktionalen Zusammensetzung der Insektenzönosen bedürfen dieser Grundlagen.

Das im Rahmen dieses Projektes entwickelte Werkzeug (ITT - Insect Trait Tool, Hörren et al. 2022a) ermöglicht die Analyse von Insektengemeinschaften auf Familienebene über das Verhältnis der absoluten Artenzahlen innerhalb einer Familie mit dem Befund in einem Probensatz.

Der ITT-Ansatz kompensiert somit unvollständige Verbindungen zwischen Informationen auf der Artebene oder genetischen Barcodes und wissenschaftlichen Artnamen sowie das Vorhandensein von noch unbeschriebenen Arten. Dieser neue methodische Ansatz ermöglicht somit die Behandlung komplexer Ergebnisse, wie sie sich aus z.B. Malaisefallen und DNA basierten Biodiversitätsbewertungen ergeben und hilft, die Zusammensetzung von Insektengemeinschaften anhand der Larvalbiologie zu verstehen und zu analysieren.

Im Sachstand der Version 1.0 (Hörren et al. 2022a) sind Merkmalsinformationen zu 34.085 Arten aus allen 586 in Deutschland vorkommenden Insektenfamilien integriert. Die Merkmale konzentrieren sich bisher auf die autökologischen Nahrungspräferenzen der Larvenstadien, da diese den zur Fortpflanzung genutzten Lebensraum oft zuverlässig charakterisieren und funktionale Beziehungen im Gesamtaufbau der Zönosen zeigen.

Die Datenbanken der Referenzbibliothek „German Barcode Barcode des Lebens“ (GBOL: https://bolgermany.de) dienten als Referenz für die Gesamtartenzahl und die Global Biodiversity Information Facility (GBIF: https://www.gbif.org) für Einzelabfragen im Rahmen der Entwicklung des ITT.

Die Verwendung des ITT ermöglicht eine faktorbasierte Klassifizierung von Insektengemeinschaften in aquatischen und terrestrischen Lebensräumen. Im zentralen Anwendungsgebiet können die Ernährungstypen der Larven auf die gleiche Weise zugeordnet werden. Untergeordnete Kategorien dienen der weiteren Spezifizierung des Ernährungsverhaltens. Die Werte der einzelnen Merkmale können als Faktoren für die aufgelösten Familien verwendet werden, entweder direkt zur Gewichtung der Ergebnisse oder bezogen auf die Gesamtartenzahl der Familientaxa in Deutschland.

Die Publikation díeses neu entwickelten Werkzeuges (Hörren et al. 2022a) enthält auch ein Auswertungsbeispiel für alle Insektenfamilien aus dem Standortergebnis einer Malaisefalle.

Räumliche, zeitliche und taxonomische Muster von Aussterbeereignissen

Rote Listen sind ein wichtiges Instrument zur Bewertung des Rückgangs von Arten in Raum und Zeit, zur Verbesserung der Entscheidungsfindung und für die Naturschutzplanung. Allerdings ist auch in Deutschland nur ein Teil der Arten in Roten Listen bisher bewertet worden.

Solch große Wissenslücken behindern die Erhaltungsplanung und gefährden letztlich die Aufrechterhaltung der Ökosystemfunktionen.

Angesichts der Erkenntnisse über den starken Rückgang der Insekten ist es heute mehr denn je von großer Bedeutung, ein zuverlässiges vollständiges Bild über die Gefährdungssituation der Insektenarten zu gewinnen.

Die im Rahmen des Projektes erfolgte Analyse der Aussterberaten und des Anteils der bedrohten Arten für die gesamte Insektengemeinschaft ermittelt sowohl räumliche als auch zeitlich skalierte Aussterbe- und Gefährdungsraten (Hallmann et al. 2022). Die Ergebnisse zeigen eine regionale Aussterberate von 4,5% (1773-1937 Arten) für Deutschland auf der Grundlage des derzeitigen Wissensstandes.

Unter den Insektenarten sind 6% als vom Aussterben bedroht eingestuft (1856-2024 Arten).

Es wurde ein sehr unausgewogenes Verteilungsmuster für bestimmte Merkmalsgruppen gemäß dem ITT-Werkzeug zur Analyse der traits zur Larvalbiologie in den Roten Listen festgestellt.

Höhere trophische Ebenen sind unverhältnismäßig stark von diesen Wissenslücken betroffen. Dies betrifft insbeson-

dere Parasitoide, die Taxa von regulatorischer Bedeutung sind und aufgrund ihrer trophischen Position ein höheres Aussterberisiko aufweisen können.

Exemplarische Untersuchungen der räumlichen Skalierung der Rote-Liste-Kategorien zeigen eine weit höhere Aussterberate und -risiko und beispielhaft eine über zehnmal höhere regionale Aussterberate, wenn das Referenzgebiet schrittweise verkleinert wird.

Dies verdeutlicht die tatsächliche Situation hinsichtlich des Ausmaßes des regionalen Artensterbens und des Aussterberisikos, das wir für bestimmte Teile des Referenzgebiets annehmen müssen.

Für eine Region stellt der Verlust des Genpools von speziell angepassten Populationen in der Regel einen irreversiblen Verlust an biologischer Vielfalt dar.

Um weitere irreparable Schäden zu vermeiden, müssen die vom Aussterben bedrohten Arten mit höchster Priorität erhalten werden. Es besteht also ein erheblicher Forschungsbedarf, um den Erhaltungszustand von mehr als 56% der heimischen Insektenarten zu ermitteln und die Roten Listen zu vervollständigen.

Unsere Ergebnisse (Hallmann et al. 2022) zeigen die bestmögliche aktuelle Annäherung an die Realität des Verlustes an biologischer Vielfalt im Referenzgebiet und beispielhaften Teilgebieten.

Die Erhaltung stabiler Metapopulationen der vom Aussterben bedrohten Arten sollte daher ein vorrangiges Ziel in höchster Priorität sein.

Insektenarten der Kategorie „vom Aussterben bedroht“ haben in der Regel ein Anforderungsprofil, das in der „Normallandschaft“ in Deutschland nicht mehr erfüllt wird. Bundesweit sind ihre Populationen in Schutzgebieten angesiedelt, die meisten davon gehören zum Natura 2000-Netz der Europäischen Union.

Naturschutzmaßnahmen in der Normallandschaft können diese Arten nur indirekt fördern, wenn sie den Habitatverbund zwischen Schutzgebieten als primäre Lebensräume verbessern oder als Pufferzonen Schutzfunktionen gegenüber Lateraleinflüssen ausüben.

Ein optimal geplantes und funktionierendes Schutzgebietsmanagement ist daher das wichtigste Instrument zur Verlangsamung der fortschreitenden, irreversiblen Schädigung der biologischen Vielfalt. Solange jedoch der Schutz der lokalen biologischen Vielfalt innerhalb von Schutzgebieten der Gebietskulisse Natura 2000 durch nationale Gesetze und Landschaftsplanung nicht uneingeschränkte Priorität eingeräumt wird, kann dieses Ziel nicht erreicht werden. Nachhaltiger Schutz der biologischen Vielfalt bleibt dann auch für diese „Schutz“-Gebiete ein benannter Wunsch ohne ausreichenden Bezug zur Realität.

Für ein besseres Verständnis der regionalen und nationalen biologischen Vielfalt ist eine umfassende Bewertung der Bedrohung für möglichst viele Arten erforderlich. Auf diese Weise sollten die Arten mit den am stärksten identifizierten Wissensdefiziten vorrangig behandelt werden. Bei den Insekten betrifft dies besonders die artenreichen Familien mit parasitoider Lebensweise sowie weitere Taxa aus den artenreichsten Insektenordnungen der Hymenoptera und Diptera. Nach dem Wissensstand sind Malaisefallen besonders geeignet, sukzessive diese Kenntnislücken zu schließen, da die betroffenen Insektengruppen über diese Methodik besonders effizient erfasst werden. Für diese beiden Ordnungen allein sehen wir eine Wissenslücke von deutlich mehr als 14.500 Arten, für die bisher eine Integration in den Roten Listen mit Angaben zur Gefährdungsbewertung nicht erfolgt ist.

Die Hoffnung, diese gravierenden Wissenslücken in absehbaren Zeiträumen zu schließen, liegt zusätzlich in der Anwendung genetischer Methoden zur Artbestimmung (Metabarcoding) auf die Mischproben solcher, effizienter Nachweisverfahren.

Handlungsbedarf und Ursachenanalysen

Aussagen zu Ursachen der Entwicklung lokaler Insektenzönosen an bestimmten Standorten im Schutzgebietsnetz Natura 2000 sind abhängig vom Umfang und der ausreichend präzisen Erfassung möglicher Einflussfaktoren auf Insekten. Dies betrifft neben der zeitgleichen Erhebung von Daten zur Vegetation, u.a. in pflanzensoziologischen Aufnahmen (vgl. Anhang 2), auch die quantitative Aufnahme von Habitatelementen und Landnutzungsfaktoren sowie deren räumlicher Verteilung im Umfeld der Untersuchungsstandorte. Die fotografische Dokumentation von Standorten sollte hierbei als Standard auch Luftbildaufnahmen mit Kameradrohnen umfassen (Ssymank et al. 2018). Bei der Auswertung dieser aus variablen – auch geringen Höhen – aufgenommenen Luftbilder können neben der Vegetation viele weitere Habitatelemente quantitativ bewertet werden (vgl. Anhang 1).

Neben Faktoren der Landnutzung sollten künftig auch lokale, ökotoxikologische Daten obligatorisch erfasst werden. Grundsätzlich muss unterschieden werden zwischen spezifischen Untersuchungen, die darauf abzielen, einen ausgewählten Einflussfaktor zu erfassen und zu bewerten, und einem Monitoring, das im Ergebnis die Auswirkungen aller auf eine Insektenzönose einwirkenden Faktoren gleichzeitig abbildet, indem die Veränderungen der Insektenzönose über die Zeit erfasst werden. Letztlich sind beide Verfahren erforderlich, um Veränderungen und potenzielle Biodiversitätsschäden zu bewerten und die Größenordnung der Wirkung einzelner Stressoren zu ermitteln. Bezogen auf das vom EVK im F&E Projekt bisher untersuchte Repertoire von Messstellen werden standortspezifisch zahlreiche Defizite erkennbar, die eindeutige Hinweise auf einen gravierenden Handlungsbedarf geben. Dies betrifft die Behebung von Kenntnisdefiziten sowie die derzeit angewandte Planungspraxis im Naturschutz, den Datentransfer und die Risikoanalyse und das Risikomanagement zu Faktoren der Landnutzung sowie auch die Ausführung praktischer Naturschutzmaßnahmen.

Beispiele für Einzelstandorte aus dem im Projekt bearbeiteten Datensatz des EVK belegen hierbei auch innerhalb von Schutzgebieten:

- eine zunehmende Arealdezimierung wertgebender Of-

fenlandbiotope durch ungehinderte Sukzession von Gehölzen bzw. nicht ausreichende Pflege- und Entwicklungsmodelle in der Naturschutzpraxis,

• eine Zunahme der Deckungsgrade und des Blattschlusses der Vegetation,

• eine Degradierung von Grünlandflächen, die Homogenisierung von Randstrukturen und Säumen von mosaikartigen in monotone, lineare Strukturen,

• Rückgänge in der Diversität der Pflanzengesellschaften und Abnahme von Magerzeigern in der Vegetation,

• eine Zunahme von Neophyten sowie einen Wechsel im Artenbestand der Vegetation,

• eine Zunahme von Neozoen sowie einen hierdurch verursachten Wechsel im Artenbestand der Arthropodengesellschaften.

Planungen im Landschaftsmaßstab thematisieren aus unserer Sicht unzureichend die erforderlichen Maßnahmen im Biotopverbund zwischen Schutzgebieten sowie die Pufferzonen der Schutzgebiete.

Planungsmodelle zu Biotopverbundkorridoren beachten bisher nicht ausreichend die notwendige Integration verschiedenster Habitate und ein Risikomanagement zur umliegenden bzw. in die Korridore integrierten Landnutzung.

In besonderem Maße auffällig sind die hier erkannten Defizite bei der Berücksichtigung der Agrarnutzung in den Pufferzonen sowie auch innerhalb der Schutzgebietskulisse:

• Die Ackernutzung als weit verbreiteter Nutzungstyp wird in der Pflege- und Entwicklungsplanung unzureichend oder gar nicht berücksichtigt.

• Es existiert keinerlei Datentransfer zwischen Personen, die Chemikalien in der Ackernutzung (Insektizide, Fungizide, Herbizide etc.) applizieren und den Naturschutzbehörden – auch wenn diese Applikationen innerhalb der Schutzgebietsfläche oder in der unmittelbar angrenzenden Pufferzone erfolgen.

• Die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wird in den Verordnungen der Naturschutzgebiete teils gleichrangig zur Anwendung außerhalb der Schutzgebietskulisse gestattet, teils unzureichend geregelt.

• Es existieren keine ausreichenden Risikoanalysen und kein hieraus abgeleitetes Risikomanagement für den Einsatz bestimmter Chemikalien wie z. B. Pestiziden in Schutzgebieten, auf Flächen mit Vorkommen streng geschützter Lebensraumtypen oder auf angrenzenden Flächen (Pufferzonen) von Schutzgebieten.

• Die Regelungen nach dem Pflanzenschutzrecht sind, insbesondere für die Schutzgebietskulisse, unbefriedigend. So wird beispielsweise gemäß §4 der Pflanzenschutzmittelanwendungsverordnung die Anwendung von Pestiziden der Anhangsliste in Schutzgebieten zwar untersagt, ein Verstoß gegen diesen Paragraphen wird allerdings gemäß § 8 derselben Verordnung nicht als Ordnungswidrigkeit mit Bußgeldern geahndet.

Aufgrund massiver Kenntnisdefizite sowie fehlender Transparenz über durchgeführte Anwendungen solcher Substanzen können direkte und indirekte Einwirkungen derzeit nicht angemessen bewertet werden. Dies betrifft auch den Ferntransport über den Luft- oder Wasserweg und zu wenig beachtete, weitere Eintragswege.

Hierunter fällt z. B. der Eintrag von Pestiziden und anderen insektentoxisch wirksamen Substanzen als Begleitstoffe von Gülle oder Stallmist über die Düngung von Acker- und Grünlandflächen in Schutzgebieten.

Anthropogene Degradierungen zeigen auch für das Schutzgebietsnetz Natura 2000 nach unserem Kenntnisstand besorgniserregende Ausmaße mit Hinweisen auf eine zunehmende Reduktion der lokalen Artendiversität und ebenso auf eine Abnahme der Größenordnungen der Populationsstärken. Dies betrifft auch ungefährdete, als weniger anspruchsvoll geltende Insektenarten. Hiermit verbunden sind zweifellos unzureichend bekannte Verluste im Umfang der von diesen Arten ausgeübten Funktionen in den lokalen Biozönosen sowie von Ökosystemleistungen wie z. B. der Bestäubung oder Bodenbildung.

Gleiches gilt für hiermit verbundene Kaskadeneffekte, die aufgrund der unzureichenden Kenntnis der vorliegenden Netzwerke interagierender Arten nicht ausreichend erkannt bzw. aufgeklärt werden können. Dies betont die Notwendigkeit, diese Prozesse für die Gesamtheit der in den Biozönosen agierenden Arten mit geeigneter Methodik zu erfassen und zu bewerten.

Die aus den Untersuchungen des EVK gewonnenen Erkenntnisse belegen in besonderem Maße die Notwendigkeit einer umfassenderen, über weite Zeitspannen der Vegetationsperiode reichenden Untersuchung und Analyse der lokalen Biodiversität der Insekten sowie der Struktur der Biozönosen von Schutzgebietskulissen auf qualitativer und quantitativer Ebene. Sie zeigen darüber hinaus die Notwendigkeit und die Vorteile einer Standardisierung der Methodik sowie einer Verbesserung der Aufnahmequalität begleitender Standortdaten und belegen Planungs- und Umsetzungsdefizite sowie einen erheblichen Handlungsbedarf.

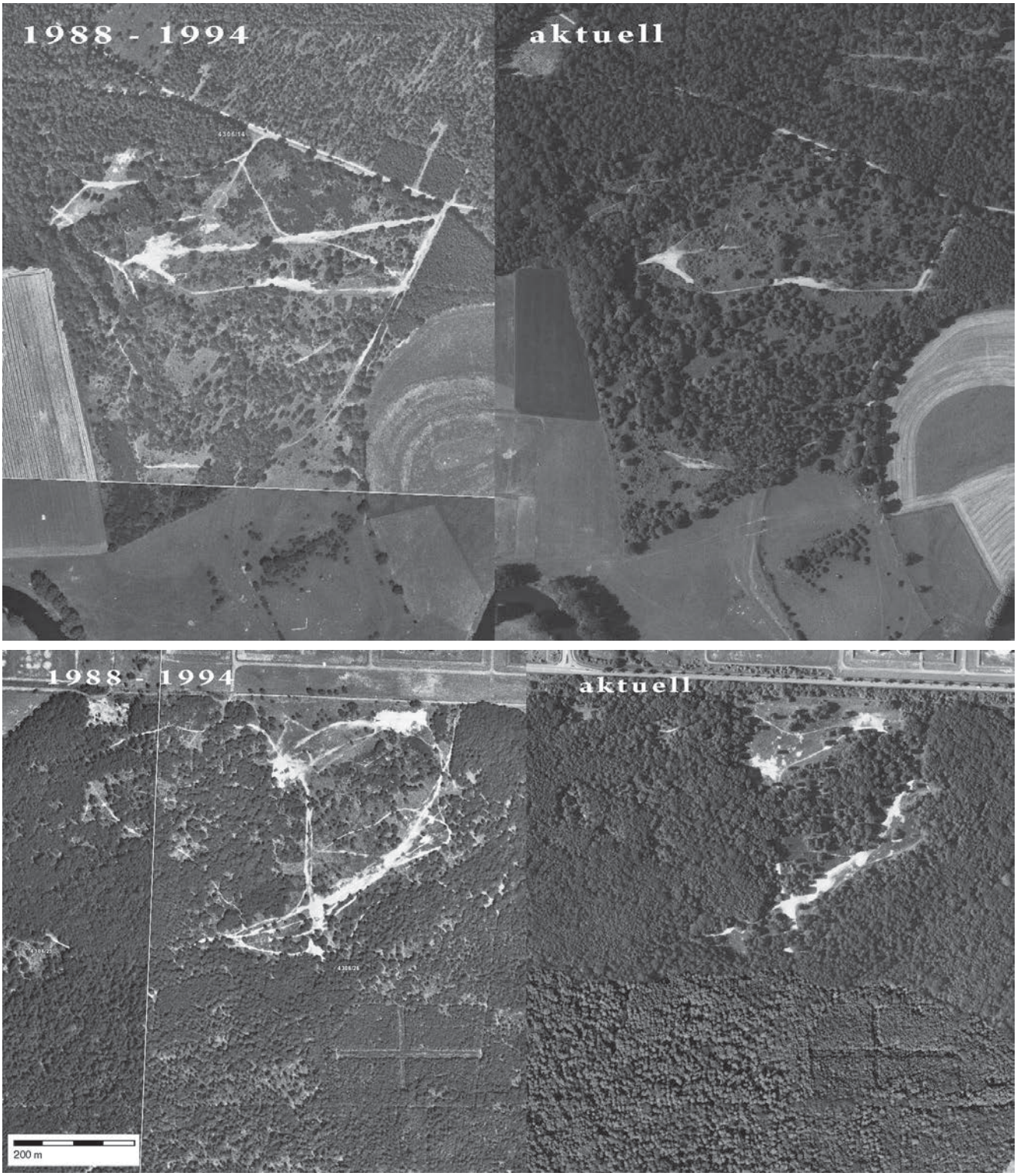


Abbildung 5. Gehölzsukzession von Offenlandflächen, mit Silikatmagerrasen im Zeitvergleich nach Luftbildern.
Oben: Im NSG Pliesterbergsche Sohlen, Kreis Wesel, Natura 2000-Nr. DE-4306-302.
Unten: Im NSG Kaninchenberge, Kreis Wesel, Natura 2000-Gebiet Nr. DE-4306-303.
(© TIM-online NRW, https://www.tim-online.nrw.de, entnommen: 19.10.2019).

Einfluss der bisherigen Arbeitsergebnisse auf die aktuelle Forschung Dritter und Perspektiven

Weiter etabliert und als Basisstrategie in Publikationen, Workshops und Vorträgen vermittelt wurde die möglichst weitgehende Standardisierung aller angewandten Methoden, um die Datenvergleichbarkeit weiter zu maximieren. Beim EVK erfolgt zusätzlich und obligatorisch eine vollständige Archivierung aller Originalproben sowie Metadaten und Präparate aller bisher determinierter Insektentaxa. Dies führt letztlich dazu, das bei möglichst jedem Einsatz von Malaisefallen des EVK weitestgehend Sekundärnutzungen und Synergien in Gegenwart und Zukunft nachhaltig realisiert werden. Für die hierbei entstehenden musealen Sammlungen und den Datenpool immenser Größenordnung soll die Zugänglichkeit auch durch Dritte künftig weiter optimiert werden.

Die Nutzbarkeit des o.g. Datenpools bezieht sich auf die Sekundärverwendung im Insektenmonitoring, zu spezifischen Fragestellungen, u.a. im Datenbeitrag zur Gefährdungsbewertung der Arten sowie der vollständigeren Kenntnis der nachweislich charakteristischen Insektenarten der geschützten Lebensraumtypen gemäß FFH-Richtlinie Anhang I.

Über die Publikation der Rückgänge von Insektenbiomassen aus standardisiertem Malaisefallenbetrieb (Hallmann et al. 2017) wurde die Bedeutung der Biomassen als additivem Messwert weitgehend in der Biodiversitätsforschung auch durch Dritte erkannt und etabliert.

Für die Bearbeitung komplexer Datensätze aus Malaisefallen sowie ermittelter Metadaten im Standort- und Zeitreihenvergleich wurden statistische Module entwickelt, publiziert und im Quellcode für die Nutzung durch Dritte zugänglich gemacht (Hallmann et al. 2017, 2021).

Die Methodenbeschreibung und deren notwendige Standardisierung, insbesondere in der Anwendung im Insektenmonitoring wurde ergänzt und publiziert (Ssymank et al 2018). Diese Grundmodell für die standardisierte Anwendung von Malaisefallen hat sich unmittelbar etabliert im aktuellen Insektenmonitoring, u.a. der Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und dem Saarland.

Zusammenhänge zwischen den ermittelten Biomassenverlusten im Zeitvergleich über Dekaden und dem Rückgang der Abundanz und Artendiversität wurden exemplarisch ausgewertet und publiziert (Hallmann et al. 2021). In aktuell laufenden Forschungsprojekten werden diese Module angewendet.

Arbeitsergebnisse aus dem F&E-Projekt führten zu Anregungen des EVK in laufenden Forschungsprojekten eine dringend notwendige Verbesserung und Standardisierung der Arbeitsprozesse genetischer Artenanalysen (Metabarcoding) umzusetzen.

Eine vollständigere Berücksichtigung der gesamten Insektendiversität bedeutet die notwendige Entwicklung geeigneter Werkzeuge um auch die Traits in Auswertungsprozesse für alle Insektentaxa zu integrieren. Das im Rahmen des F&E Projektes entwickelte „Insect Trait Tool“ liefert hierfür bereits in der Version 1.0 (Hörren et al. 2022a) eine unmittelbar einsetzbare Grundlage für alle in Deutschland vorkommenden Insektenfamilien. Dieses Werkzeug wird bereits in der aktuellen Forschung eingesetzt.

Die Größenordnung der Kenntnislücken zum Gesamtartenbestand der Insekten in Deutschland, deren Lebensraumansprüche, Funktionen, Habitatbindung etc. unterstreichen die unabdingbare Notwendigkeit der Anwendung genetischer Methoden. Um für die Evaluation genetischer Methoden und auch andere Zwecke eine standardisierte Probenteilung zu realisieren wurde hierzu ein mechanisches Gerät entwickelt (Hörren et al. 2022b). Dieser Probenteiler wird bereits in der aktuellen Forschung Dritter verwendet.

Die zu bearbeitende Fragestellung der Bewertung der Bestandsrückgänge der Insekten nach den aktuell verfügbaren Roten Listen sowie deren taxonomische, zeitliche und räumliche Muster (Hallmann et al. 2022) verdeutlicht im parallelen Einsatz des o.g. Trait Tools deren unausgewogenen Inhalt und damit zu setzende Prioritäten in der zukünftigen Wissensgewinnung. Zudem wurde nach unserer Kenntnis erstmals eine für die künftige Forschung nutzbare, in der Struktur vereinheitlichte Datenbank erstellt, die alle Gefährdungsbewertungen für Deutschland zusammenfasst.

Arbeitsergebnisse aus diesem F&E-Projekt beeinflussten in einem ungewöhnlich hohen Umfang sowohl die umweltpolitische als auch öffentliche Wahrnehmung der Biodiversitätsverluste als auch die aktuelle, entomologische Forschung.

Ein ebenso hoher Wert liegt aus unserer Sicht in der perspektivischen Anwendung der im Rahmen des Projektes weiter evaluierten methodischen Grundlagen, entwickelten „Werkzeuge“ und Anregungen, die auch in Forschungsprojekten Dritter aktuell bereits realisiert werden.

Danksagung

Diese Publikation wurde finanziert durch das F&E-Projekt „Biodiversitätsverluste in FFH-LRT des Offenlandes“, gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV), FKZ 3516850400. Wir danken insbesondere den Mitgliedern des Entomologischen Vereins Krefeld für die vielfältige Unterstützung.

Literatur

BfN (o. Jahr): Monitoring gemäß FFH-Richtlinie. URL: https://www.bfn.de/themen/monitoring/monitoring-ffh-richtlinie.html (zuletzt gesehen 04.04.2018).

BfN / Bundesamt für Naturschutz (2015): Artenschutz-Report 2015. Tiere und Pflanzen in Deutschland. – Bonn (Bundesamt für Naturschutz): 61 S. URL: http://www.bfn.de/fileadmin/BfN/presse/2015/Dokumente/Artenschutzreport_Download.pdf (zuletzt gesehen: 13.11.2017).

BfN/Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2011): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 3: Wirbellose Tiere (Teil 1). Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(3): 716 S.

BfN/Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2016): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 4: Wirbellose Tiere (Teil 2). Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(4): 598 S.

Biesmejier, J.C. (2006): Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and in the Netherlands. – Science (New York) 313 (5785): 347-351. DOI: 10.1126/science.1129551.

Binot-Hafke, M., Balzer, S., Becker, N., Gruttke, H., Haupt, H., Hofbauer, N., Ludwig, G., Matzke-Hajek, G. & M. Strauch (Red.) (2013): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands: Wirbellose Tiere (Teil 1). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(3): 716 S.

Bosch, Ulrich, Hock, Wolfgang & Heinz Schwan (1994): Naturkundliche Untersuchungen zum Naturschutzgebiet"-Die Spey" (Stadt Krefeld, Kreis Neuss) III. Nachgewiesene Schmetterlinge (Macrolepidoptera).- Natur am Niederrhein (N.F.), 9: 40-52, Krefeld.

Brandon-Mong, G.-J., Gan, H.-M., Sing, K.-W., Lee, P.-S., Lim, P.-E. & J.-J. Wilson (2015): DNA metabarcoding of insects and allies: an evaluation of primers and pipelines. – Bulletin of entomological research 105(6): 717–727.

Buffington, M. & M., Gates (2008): The Fractionator: a simple tool for mining 'Black Gold'. – Skaphion 2(24): 1–4.

Churchfield, S., & Searle, J. B. (2008): Pygmy shrew Sorex minutus. In: Mammals of the British Isles (4. Ausgabe) (Hrsg.: S. Harris & D. W. Yalden). The Mammal Society, Southampton: 267-271.

Dathe, H. H. & S. M. Blank (2004): Nachträge zum Verzeichnis der Hautflügler Deutschlands, Entomofauna Germanica Band 4 (Hymenoptera). (1). – Entomologische Nachrichten und Berichte, 48(3–4): 179–183.

Daugeron, C., Deharveng, L., Isaia, M., Villemant, C. & M. Judson (2015a): Mercantour/Alpi Marittime All Taxa Biodiversity Inventory. - ZOOSYSTEMA 37 (1): 9–30.

Daugeron, C., Deharveng, L., Isaia, M., Villemant, C. & M. Judson (2015b): Mercantour/Alpi Marittime All Taxa Biodiversity Inventory. - ZOOSYSTEMA 37 (4): 667–679.

Deharveng L., Bedos A. et al. (2015): Organization, usefulness and limitations of an ATBI (All Taxa Biodiversity Inventory): the inventory of terrestrial invertebrates in the Mercantour National Park. Zoosystema 37(1): 9 – 30.

DLIA (o. Jahr): Discover Life of America. URL: https://dlia.org/ (zuletzt gesehen: 05.04.2018).

Doczkal, D. (2017): Kap. 6: Vorsortierung der Proben und Vollständigkeit der Erfassung. – - In: Ssymank, A. & Doczkal, D. (Hrsg.): Biodiversität des südwestlichen Dinkelbergrandes und des Rheintals bei Grenzach-Wyhlen. Mauritiana (Altenburg) 34 (2017): 463-475.

EDIT (o. Jahr): EDIT WP7 – Applying Taxonomy to Conservation – European Distibuted Institute of Taxonomy. URL: http://www.atbi.eu/wp7/IPBE (zuletzt gesehen: 05.04.2018).

EEA (2013): The European Grassland Butterfly Indicator: 1990-2011. – EEA Technical Report No. 11/2013. URL: https://www.eea.europa.eu/publications/the-european-grassland-butterfly-indicator-19902011 (zuletzt gesehen: 05.04.2018).

Eymann, J., Degreef, J., Häuser, Ch., Monje, J.C., Samyn, Y. & D. van den Spiegel (2010): Manual on field recording techniques and protocols for all Taxa Biodiversity Inventories and Monitoring.- ABC Taxa Vol. 8(1): 1-330, 8(2): 331-653.

Geiger M., Moriniere J. et al. (2016): Testing the Global Malaise Trap Program – How well does the current barcode reference library identify flying insects in Germany? Biodiversity Data Journal 4: e10671.

Geiger, M., Moriniere, J., Hausmann, A., Haszprunar, G., Wägele, W., Hebert, P. & B. Rulik (2016): Testing the Global Malaise Trap Program – How well does the current barcode reference library identify flying insects in Germany? Biodiversity Data Journal 4: e10671. https://doi.org/10.3897/BDJ.4.e10671 (zuletzt gesehen: 05.04.2018).

Gruttke, H., Binot-Hafke, M., Balzer, S., Haupt, H., Hofbauer, N., Ludwig, G., Matzke-Hajek, G. & M. Ries (Red.) (2016): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands: Wirbellose Tiere (Teil 2). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 70(4): 598 S.

Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D. & H. de Kroon (2017): More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas.- PLoS ONE 12(10): e0185809. URL: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809

Hallmann, C.A., Ssymank, A., Sorg, M., de Kroon, H. & E. Jongejans (2021): Insect biomass decline scaled to species diversity: General patterns derived from a hoverfly community. - Proceedings national academy of science PNAS, 118 No 2. https://doi.org/10.1073/pnas.2002554117 http://www.entomologica.org/publ/hallmann_ssymank_sorg_et_al_2021.pdf

Hallmann, C.A., Hörren, T., Ssymank, A., Sumser, H., Schwan, H., Stenmans, W., Vischer-Leopold, M., Schäffler, L. & M. Sorg (2022): Spatial, temporal and taxonomic patterns of insect extinction.- bioRxiv preprint. http://www.entomologica.org/publ/Hallmann_Hoerren_Sorg_

etal_2022.pdf

Hörren, T., Sorg, M., Hallmann, C.A., Stenmans, W., Ssymank, A., Theumert, H., et al. (2022): Development of an insect sample fractionizer for biodiversity research.- bioRxiv preprint. http://www.entomologica.org/publ/Hoerren_Sorg_Hallmann_etal_2022b.pdf

Hörren, T., Sorg, M., Hallmann, C.A., Zizka, V.M.A., Ssymank, A., Noll, N.W., Schäffler, L.,& Scherber, C. (2022): A universal insect trait tool (ITT, v1.0) for statictical analysis and evaluation of biodiversity research data. - bioRxiv preprint: https://doi.org/10.1101/2022.01.25.477751 http://www.entomologica.org/publ/Hoerren_Sorg_Hallmann_etal_2022.pdf

IPBES (2016): The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, and H. T. Ngo, (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 552 pages. URL: https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/pdf/individual_chapters_pollination_20170305.pdf (zuletzt gesehen: 05.04.2018).

Karlsson D., Pape T. et al. (2015): Svenska Malaisefälleprojektet, eller hur många arter steklar, flugor och myggor finns i Sverige? [The Swedish Malaise Trap Project, or how many species of Hymenoptera and Diptera are there in Sweden?] Entomologisk Tidskrift 126(1 – 2): 43 – 53.

Klausnitzer B. (2003): Gesamtübersicht zur Insektenfauna Deutschlands. Entomologische Nachrichten und Berichte 47(2): 57 – 66.

Köhler, F. (2011): 2. Nachtrag zum „Verzeichnis der Käfer Deutschlands“ (Köhler & Klausnitzer 1998) (Coleoptera). – Entomologische Nachrichten und Berichte (Dresden) 55: 109–174, 247–254.

Kotrba, M. & K. Golbig (2011): Effect of container glass quality on pH in natural history wet collections. – Collection Forum 25(1): 135–139.

Malaise, R. (1937): A new insect trap.- Entomologisk Tidskrift, 58: 148–160.

Matthews, R.W. & J.R. Matthews (1983): Malaise traps: the Townes model catches more insects. Contributions of the American Entomological Institute. 20: 428–432.

Meier, R., Wong, W., Srivathsan, A. & M. Foo (2016): $1 DNA barcodes for reconstructing complex phenomes and finding rare species in specimen-rich samples. – Cladistics 32(1): 100–110. doi: 10.1111/cla.12115

Mohr, N., Risch, S. & M. Sorg (1992): Vergleichende Untersuchungen zur Fauna ausgewählter Hautflüglertaxa (Hymenoptera) von Streuobstwiesen im Nordpfälzer Bergland.- Beiträge Landespflege Rheinland-Pfalz, 15: 409-493.

Oxbrough A., Gittings T. et al. (2010): Can Malaise traps be used to sample spiders for biodiversity assessment? Journal of Insect Conservation 14(2): 169 – 179.

Ratnasingham S., Hebert P.D. (2013): A DNA-Based Registry for All Animal Species: The Barcode Index Number (BIN) System. PLoS ONE 8(8): e66213.

Ronquist, F. (2010): 250 Years of Swedish Taxonomy . In: Polaszek A (Ed.) Systema Naturae 250 - The Linnaean Ark. CRC Press 239–248. pp.

Rulik, B., Nicot, E., Pannes, P., Schnell, M. & W. Wägele (2014): AMTC: Automated Malaise Trap Changer. In: Dorchin, N., Kotrba, M., Mengual, X. & F. Menzel (Eds): 8th International Congress of Dipterology – Abstract volume. Potsdam, 440 pp. [ISBN 978-3-932795-36-7].

Sachteleben, J. & M. Behrens (2010): Konzept zum Monitoring des Erhaltungszustandes von Lebensraumtypen und Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. - Ergebnisse des F+E-Vorhabens „Konzeptionelle Umsetzung der EU-Vorgaben zum FFH-Monitoring und Berichtspflichten in Deutschland“. - BfN-Skripten 278, 183 S.

Schumann, H. (2010): Dritter Nachtrag zur Checkliste der Dipteren Deutschlands. – Studia dipterologica 16(1): 17–27.

Schwan, H., Sorg, M. & W. Stenmans (1993): Naturkundliche Untersuchungen zum Naturschutzgebiet „Die Spey“ (Stadt Krefeld, Kreis Neuss) - I. Untersuchungsstandorte und Methoden.- Natur am Niederrhein (N.F.), 8(1): 1-13.

Seibold, S., Gossner, M.M, Simons, N.K., Blüthgen, N., Müller, J. et al. (2019): Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers.- Nature, 574 (7780):671–674.

Sorg M., Schwan H. et al. (2013): Ermittlung der Biomassen flugaktiver Insekten im Naturschutzgebiet Orbroicher Bruch mit Malaise Fallen in den Jahren 1989 und 2013. Mitteilungen Entomologischer Verein Krefeld 1: 1 – 5.

Sorg, M. (1990): Entomophage Insekten des Versuchsgutes Höfchen (BRD, Burscheid). Teil I. Aphidiinae (Hym., Braconidae).- Pflanzenschutz-Nachrichten 43 (1/2): 29-45.

Sorg, M. & H. Wolf (1993): Naturkundliche Untersuchungen zum NSG „Die Spey“ (Stadt Krefeld, Kreis Neuss) - II. Die Lebensgemeinschaften der Grabwespen (Hymenoptera, Aculeata,Sphecidae).- Natur am Niederrhein (N.F.), 8(2): 58-72, Krefeld.

Sorg, M., Schwan, H., Stenmans, W. & A. Müller (2013): Ermittlung der Biomassen flugaktiver Insekten im Naturschutzgebiet Orbroicher Bruch mit Malaise Fallen in den Jahren 1989 und 2013.- Mitteilungen Entomologischer Verein Krefeld Vol. 1(2013): 1-5.

Sorg, M., Wolf, H. & W. Stenmans (1995): Naturkundliche Untersuchugen zum Naturschutzgebiet „Die Spey“ (Stadt Krefeld, Kreis Neuss) – V. Die Lebensgemeinschaften der Wegwespen (Hymenoptera, Aculeata, Pompilidae).- Natur am Niederrhein (N.F.),10(1): 30-37, 2 Abb., 2 Tab., 1 Taf., Krefeld.

Sorg, M., Hörren, T. & Müller, A. (2022): Insektenforschung mit Malaisefallen in Krefeld. Eines der wichtigsten Werkzeuge zur Analyse des Biodiversitätswandels bei Insekten. In: Facettenreiche Insekten, Haupt Verlag: 72-80. http://www.entomologica.org/publ/Sorg_Hoerren_etal_2022b.pdf

Ssymank A., Doczkal D. (Hrsg.) (2017): Biodiversität des südwestlichen Dinkelbergrandes und des Rheintals bei Grenzach-Wyhlen – eine Bestandsaufnahme im südwestlichen Einfallstor Deutschlands für neue Arten in der Folge des Klimawandels. Mauritiana (Altenburg) 34: 1 – 910.

Ssymank A., Sorg M. et al. (2018): Praktische Hinweise und Empfehlungen zur Anwendung von Malaisefallen für Insekten in der Biodiversitätserfassung und im Monitoring. Series Naturalis 2018/1: 1 – 12.

Ssymank, A. (2017a): Kap. 3: Material und Methoden. - In: Ssymank, A. & D. Doczkal (Hrsg.): Biodiversität des südwestlichen Dinkelbergrandes und des Rheintals bei Grenzach-Wyhlen. – Mauritiana (Altenburg) 34 (2017): 57-70.

Ssymank, A. (2017b): Kap. 9: Ausblick und Überblick über die bisherigen Ergebnisse. - In: Ssymank, A. & Doczkal, D. (Hrsg.): Biodiversität des südwestlichen Dinkelbergrandes und des Rheintals bei Grenzach-Wyhlen. – Mauritiana (Altenburg) 34 (2017): 891-900.

Ssymank, A. & D. Doczkal (Hrsg.) (2017): Biodiversität des südwestlichen Dinkelbergrandes und des Rheintals bei Grenzach-Wyhlen – eine Bestandsaufnahme im südwestlichen Einfallstor Deutschlands für neue Arten in der Folge des Klimawandels. – Mauritiana (Altenburg) 34 (2017): 1-910.

Townes, H. (1972): A light-weight Malaise trap.- Ent. News 83: 239-247.

Van Zuijlen J.W., Peeters T.M. et al. (1996): Brand-stof. Een inventarisatie van de entomofauna van het natuurreservaat 'De Brand' in 1990. KNNV Insektenwerkgroep afdeling Tilburg: 226 S.

Villemant C., Daugeron B. et al. (2015): The Mercantour/Alpi Marittime All Taxa Biodiversity Inventory (ATBI): achievements and prospects. Zoosystema 37(4): 667 – 679.

Wagner, D.L, Grames, E.M., Forister, M.L., Berenbaum, M.R. & D. Stopak (2021): Insect decline in the anthropocene: Death by a thousand cuts.- Proceedings of the National

Academy of Sciences, 118(2).

Wang, W. Y., Srivathsan, A., Foo, M., Yamane, S. K. & R. Meier (2018): Sorting specimen-rich invertebrate samples with cost-effective NGS barcodes: Validating a reverse workflow for specimen processing. – Molecular Ecology Resources doi: 10.1111/1755-0998.12751.

Wenzel, M., Schmitt, T., Weitzel, M. & A. Seitz (2006): The severe decline of butterflies on western German calcareous grasslands during the last 30 years: A conservation problem. – Biological Conservation 128(4): 542–552.

Yu, D. W., Ji, Y., Emerson, B. C., Wang, X., Ye, C., Yang, C. & Z. Ding (2012): Biodiversity soup: metabarcoding of arthropods for rapid biodiversity assessment and biomonitoring. – Methods in Ecology and Evolution, 3(4): 613–623.

Ziegler, J. (ed.) (2008): Diptera Stelviana Vol. 1. – Studia Dipterologica Supplement 16, 395 S. , Ampyx-Verlag, Halle.

Ziegler, J. (ed.) (2016): Diptera Stelviana Vol. 2. – Studia Dipterologica Supplement 21, 448 S. , Ampyx-Verlag, Halle.

Verzeichnis und Glossar der verwendeten Abkürzungen:

AMTC: Automated Malaise Trap Changer, automatischer Fangflaschenwechsler an Malaisefallen

ATBI: All Taxa Biodiveristy Inventory, Forschungsprojekte zur Erfassung der gesamten Artenvielfalt eines Gebietes

BArtSchV: Bundesartenschutzverordnung

BfB: Barcoding Fauna Bavarica

BfN: Bundesamt für Naturschutz

BIN: Barcode Index Number, eindeutige Kennnummer für einen DNA-Barcode, wird z. B. dann benutzt, wenn die zugehörige Art (noch) nicht bekannt oder beschrieben ist

DLIA: Discover Life of America, Gesellschaft die sich die Erfassung der Artenvielfalt v.a. von Nationalparken in Amerika zur Aufgabe gemacht hat, und zum Monitoring und Management in den Schutzgebieten beiträgt

DNA: Desoxyribonukleinsäure (deoxyribonucleic acid), Polnukleotid, bestehend aus einer Kette von Nukleinsäuren, in der genetische Informationen gespeichert sind

EVK: Entomologischer Verein Krefeld

F&E: Forschungs- und Entwicklungsprojekte, von Bundesseite (Bundesumweltninisterium/Bundesamt für Naturschutz) betreute und finanzierte angewandte Forschungsprojekte im Natur- und Umweltschutz

FFH: Richtlinie 92/43/EWG (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie)

GBOL: German Barcoding of Life, Deutsches Projekt zur Erfassung der DNA-Barcodes aller in Deutschland vorkommenden Arten unter Leitung des Zoologischen Forschungsmuseums Alexander Koenig in Bonn

ITT: Insect Trait Tool

MEK: Methyl-Ethyl-Keton, Vergällungsmittel für Alkohol

MOTU: Molecular Operational Taxonomic Unit, aussagefähiger Teilbereich der DNA, der im Regelfall eine Artansprache ermöglicht, DNA-Barcodes sind ein Beispiel für MOTU's.

NGS: Next Generation Sequencing

STI: (Swedish Taxonomy Initiative), ein faunistisches Grundinventar des Landes Schweden

Anhang 1.1 Beispiele zur Dokumentation räumlicher Muster der Habitatmerkmale im Umfeld von Malaisefallen in unterschiedlichen Flughöhen und damit Aufnahmeflächen. Oben: 240 m². Unten: 1,3 ha. (© M. Sorg/EVK).

Anhang 1.2 Beispiele zur Dokumentation räumlicher Muster der Habitatmerkmale im Umfeld von Malaisefallen in unterschiedlichen Flughöhen und damit Aufnahmeflächen. Oben: 150 m². Unten: 0,3 ha. (© M. Sorg/EVK).

Anhang 1.3 Beispiele zur Dokumentation räumlicher Muster der Habitatmerkmale im Umfeld von Malaisefallen in unterschiedlichen Flughöhen und damit Aufnahmeflächen. Oben: 120 m². Unten: 1,0 ha. Dokumentiert werden hier gleichzeitig die Standorte der pflanzensoziologischen Aufnahmen. (© M. Sorg/EVK).

Anhang 1.4 Beispiele zur Dokumentation räumlicher Muster der Habitatmerkmale im Umfeld von Malaisefallen in unterschiedlichen Flughöhen und damit Aufnahmeflächen. Oben: 520 m². Unten: 0,8 ha. Dokumentiert werden hier gleichzeitig die Standorte der pflanzensoziologischen Aufnahmen. (© M. Sorg/EVK).

Vegetationserfassung (EVK)

Datum: 29.7.2019 (Ergänzung)
Lokalität: NSG Egelsberg bei Krefeld. Natura 2000-Nr. DE-4605-302.
Standort: Malaisefalle Nr. 2 (EGE2) steht im Heide-Offenland, das sich hier ca. 400 m zwischen dem grasflächigen Flugplatz und einem ca. 150 m entfernten Acker erstreckt. Die Vegetationsaufnahme wurde im Westen der Malaisefalle in einer Lücke des Besenheide-Bestandes erfasst.

Teil 1
Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet/Barkman
Biotoptyp: 40.03.01 Heiden auf sandigen oder Silikatböden, Pionier- bis Altersphase (RL D 1-2)
FFH-Lebensraumtyp: 2310: Sandheiden mit Besenheide und Ginster auf Binnendünen, 4030: Trockene Heiden
Pflanzengesellschaft: Genisto pilosae-Callunetum – Haarginster-Heidekraut-Gestrüpp (RL D 2), Galium saxatile-Nardus stricta-Gesellschaft – Harzerlabkraut-Borstgras-Rasen (RL D 3)
Zustand der Gesellschaft: typische Ausprägung
Geolog. Untergrund: Diluvialer Sander, kiesig
Nutzung: NSG-Beweidung mit Schafen
Geländeform, Neigung, Exposition: Eben, von Kaninchengrabungen unterbrochen, ohne Neigung, unbeschattet
Größe der Aufnahmefläche: 3,50 x 3,50 m
Deckung innerhalb der Aufnahmefläche: 65 %
Artenliste mit Artmächtigkeit (Deckung) und Zeigerwerten für F, R, N und RL-Status (D/NW):

Egelsberg MF Nr. 2		Deckung	ZW	ZW	ZW	RL D/NW
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name		F	R	N	
Polytrichum piliferum	Glashaar-Widertonmoos	3	2	2	x	
Galium saxatile	Harzer Labkraut	2b	5	2	3	
Avenella flexuosa	Draht-Schmiele	2a	x	2	3	
Calluna vulgaris	Besenheide, Jungwuchs	2a	x	1	1	
Calluna vulgaris	Besenheide, abgestorben	2a	x	1	1	
Festuca filiformis	Haar-Schwingel	2a	4	3	2	
Agrostis capillaris	Rotes Straußgras	2m	x	4	4	
Brachythecium albicans	Weißes Kurzbüchsenmoos	2m	2	x	x	
Ceratodon purpureus	Purpurstieliges Hornzahnmoos	2m	2	x	x	
Rumex acetosella	Kleiner Sauerampfer	2m	3	2	1	
Cladonia arbuscula	Wald-Rentierflechte	1	x	x	1	3/3

Durchschnittlicher ökologischer Zeigerwert:
F Ø = 3,1
R Ø = 1,9
N Ø = 2,0

Teil 2
Weitere Arten im Umkreis von ca. 50 m und RL-Status (D/NRW)
Betula pendula - Hänge-Birke, Jungwuchs, Calluna vulgaris – Besenheide, adult, Carex pilulifera – Pillen-Segge, Cerastium holosteoides – Spurre-Hornkraut, Festuca guestfalica – Westfälischer Schwingel, Nardus stricta – Borstgras (V/3), Quercus petraea - Trauben-Eiche, Rumex crispus – Krauser Ampfer, Teucrium scorodonia - Salbei-Gamander, Veronica officinalis – Echter Ehrenpreis

Anhang 2.1 Beispiel zur Standortdokumentation im Umfeld von Malaisefallen durch Vegetationsaufnahmen, pflanzensoziologische Aufnahmen sowie Bestimmung der Biotoptypen, Lebensraumtypen gemäß FFH-Richtlinie und Pflanzengesellschaften neben dem Fallenstandort.

Vegetationsaufnahme (EVK)

Datum: 21.7.2017 (Ergänzung)
Lokalität: NSG Kaninchenberge. Natura 2000-Nr. DE-4306-303
Standort: Die Malaisefalle (KAN1) steht in einer flachen Senke auf einem Untergrund von festgelegten Binnendünen in einem Dünentälchen. Hier im Zentrum ist die Bedeckung der Sandflächen noch spärlich, nimmt nach außen aber sehr schnell zu. Die Besiedlung in der Aufnahmefläche besteht aus Pioniermoosen und -pflanzen. Nach allen Seiten kommen dann zunehmend Calluna-Herden, die größere Flächen abdecken. Birken, Traubeneichen und Späte Traubenkirschen folgen in der Sukzession nach außen bis hin zu Waldbeständen.

Teil 1
Vegetationsaufnahme (VA) nach Braun-Blanquet/Barkman
Biotoptyp: 34.04.03 Silbergrasrasen (RL D 1-2)
FFH-Lebensraumtyp: 2330 Offene Grasflächen mit Silbergras und Straußgras auf Binnendünen
Pflanzengesellschaft: Spergulo-Corynephoretum - Frühlingsspergel-Silbergras-Rasen
Zustand der Gesellschaft: Typische Ausprägung
Nutzung: NSG Pflege
Geol. Untergrund: Binnendünen-Feinsand
Geländeform, Neigung, Exposition: Flach, eben, unbeschattet
Größe der Aufnahmefläche: 3,50 x 3,50 m
Deckung innerhalb der Aufnahmefläche: 40 %
Artenliste mit Artmächtigkeit (Deckung), Zeigerwerte für F, R, N und RL-Status (D/NRW):

Kaninchenberge MF Nr. 1		Deckung	ZW	ZW	ZW	RL D/NRW
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name		F	R	N	
Racomitrium lanuginosum	Wollhaarige Zackenmütze	2b	3	3	x	
Ceratodon purpureus	Purpurstieliges Hornzahnmoos	2a	2	x	x	
Polytrichum piliferum	Glashaar-Widertonmoos	2a	2	2	x	
Cladonia ciliata	Zarte Rentierflechte	2m	x	2	x	2/3
Cladonia portentosa	Ebenästige Rentierflechte	2m	x	x	1	3/*
Carex arenaria	Sand-Segge	1	3	2	2	*/3
Corynephorus canescens	Silbergras	1	2	3	2	*/3
Rumex acetosella	Kleiner Sauerampfer	1	3	2	1	
Calluna vulgaris	Besenheide, Jungwuchs	+	x	1	1	
Festuca filiformis	Haar-Schwingel	+	4	3	2	
Spergula morisonii	Frühlings-Spergel	+	3	x	2	V/3

Durchschnittlicher ökologischer Zeigerwert:
F Ø = 2,6
R Ø = 2,5
N Ø = 1,5

Teil 2
Weitere Arten im Umkreis von ca. 50 m und RL-Status (D/NRW):
Calluna vulgaris - Besenheide, Cytisus scoparius – Besenginster, Quercus petraea – Traubeneiche, Betula pendula – Hängebirke, Prunus serotina – Späte Traubenkirsche, Pinus sylvestris – Wald-Kiefer.

Anhang 2.2 Beispiel zur Standortdokumentation im Umfeld von Malaisefallen durch Vegetationsaufnahmen, pflanzensoziologische Aufnahmen sowie Bestimmung der Biotoptypen, Lebensraumtypen gemäß FFH-Richtlinie und Pflanzengesellschaften neben dem Fallenstandort.

Vegetationserfassung (EVK)

Datum: 13.6.2019
Lokalität: NSG Latumer Bruch. Natura 2000-Nr. DE-4605-301
Standort: MF Nr. 1 (LAT1). In einem ± trocken gefallenen Altrheinarm. Sumpfige Tümpel unterschiedlicher Ausdehnung mit episodischer Wasserführung, aber dichter Vegetation. Dazwischen liegen weniger nasse Bereiche. An den ansteigenden Rändern wird das Gebiet durch Weichholzgebüsche begrenzt. Die Vegetationsaufnahme wurde im Osten der MF erfasst.

Teil 1
Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet/Barkman
Biotoptyp: 38.05 Wasserschwadenröhricht, 39.04 Krautige Ufersäume oder -fluren an Gewässern (RL D 2-3)
FFH-Lebensraumtyp: 6430 Feuchte Hochstaudenfluren
Pflanzengesellschaft: Calthion-Basalgesellschaft – Sumpfdotterblumen-Basalgesellschaft, Glycerietum maximae – Wasserschwaden-Röhricht
Zustand der Gesellschaft: Nasse Röhricht – Hochstauden- Mischgesellschhaften
Nutzung: Episodische Mahd
Geländeform, Neigung, Exposition: Durch horstige Polykormone bultig, ohne Neigung, unbeschattet
Größe der Aufnahmefläche: 3,50 x 3,50 m
Deckung innerhalb der Aufnahmefläche: 100 %
Artenliste mit Artmächtigkeit (Deckung) und Zeigerwerten für F, R, N und RL-Status (D/NRW):

Latumer Bruch MF Nr. 1		Deckung	ZW	ZW	ZW	RL D/NRW
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name		F	R	N	
Scirpus sylvaticus	Wald-Simse	3	8	4	4	
Glyceria maxima	Wasser-Schwaden	2b	10	8	9	
Euphorbia palustris	Sumpf-Wolfsmilch	2a	8	8	x	3/2
Holcus lanatus	Wolliges Honiggras	2a	6	x	5	
Symphytum officinale	Gewöhnlicher Beinwell	2a	7	x	8	
Urtica dioica	Große Brennnessel	2a	6	7	9	
Alopecurus pratensis	Wiesen-Fuchschwanz	2m	6	6	7	
Anthoxanthum odoratum	Gewöhnliches Ruchgras	2m	x	5	x	
Arrhenaterum elatius	Glatthafer	2m	x	7	7	
Carex vesicaria	Blasen-Segge	1	9	6	5	*/3
Galium aparine	Kletten-Labkraut	1	x	6	8	
Iris pseudacorus	Gelbe Schwertlilie	1	9	x	7	
Juncus effusus	Flatter-Binse	1	7	3	4	
Lythrum salicaria	Blutweiderich	1	8	6	x	
Phalaris arundinacea	Rohr-Glanzgras	1	8	7	7	
Angelica sylvestris	Wilde Engelwurz	r	8	x	4	

Durchschnittlicher ökologischer Zeigerwert:
F Ø = 7,9
R Ø = 5,9
N Ø = 6,3

Teil 2
Weitere Arten im Umkreis von ca. 50 m und RL-Status (D/NRW):
Agrostis stolonifera – Weißes Straußgras, Alnus glutinosa - Schwarz-Erle, Alnus incana – Grau-Erle, Bromus inermis – Unbewehrte Trespe, Callitriche stagnalis – Teich-Wasserstern, Calystegia sepium - Zaun-Winde, Carex acuta – Schlank-Segge, Cirsium arvense – Acker-Kratzdistel, Cirsium palustre – Sumpf-Kratzdistel, Dactylis glomerata – Gewöhnliches Knaulgras, Festuca arundinacea - Rohr-Schwingel, Humulus lupulus – Hopfen, Lemna minor – Kleine Wasserlinse, Lemna minuta – Zierliche Wasserlinse, Lycopus europaeus – Wolfstrapp, Ranunculus repens – Kriechender Hahnenfuß, Rumex obtusifolius – Stumpfblättriger Ampfer, Salix aurita – Ohr-Weide, Salix caprea - Sal-Weide, Salix cinerea – Grau-Weide, Salix multinervis – Starknervige Weide, Salix reichardtii – Reichardts Bastardweide, Scrophularia nodosa – Knoten-Braunwurz, Scutellaria galericulata – Sumpf-Helmkraut, Valeriana excelsa – Kriech-Baldrian

Anhang 2.3 Beispiel zur Standortdokumentation im Umfeld von Malaisefallen durch Vegetationsaufnahmen, pflanzensoziologische Aufnahmen sowie Bestimmung der Biotoptypen, Lebensraumtypen gemäß FFH-Richtlinie und Pflanzengesellschaften neben dem Fallenstandort.

Vegetationserfassung (EVK)

Datum: 28.5.2019 (Ergänzung)
Lokalität: NSG Koppelstein. Natura 2000-Nr. DE-5711-301 Rheinhänge zwischen Lahnstein und Kaub
Standort: Die Fläche der Vegetationsaufnahme liegt südöstlich anschließend an den Fallenstandort (KOP1) in ca. 5 m Entfernung. Die Falle selbst stand am oberen Rand einer hängigen Weide (Brometum - Trespen-Halbtrockenrasen, RL D 2). Oberhalb des Standorts geht diese Weide an einem etwas steileren, flachgründigeren Hang in eine Xerobrometum-Fläche (Trespen-Trockenrasen, RL D 3) über. Darüber befindet sich ein lichter, nicht forstlich entstandener, sondern natürlicher Traubeneichenwald mit ursprünglichen, meist krummwüchsigen Traubeneichen mit langen Blattstielen und eingestreut Bereiche mit Elsbeere, Mehlbeere und Amelanchier embergeri des Aceri monspessulani-Quercetum petraeae (Maßholder-Traubeneichenwald RL D 3). Diese Gesellschaft strahlt mit Jungwuchs und Gehölzgruppen in die Fläche des Mesobrometum (Trespen-Halbtrockenrasen i.e.S.). Am Rand der Gehölzgruppen findet man die Saumgesellschaft Geranio sanguinei-Peucedanetum cervariae (Blutstorchschnabel-Hirschwurz-Gesellschaft RLLL D 3) mit Geranium sanguineum, Polygonatum odoratum, Vincetoxicum hirundinaria, Peucedanum cervaria u.a.. Nach Westen geht das Mesobrometum in eine acidophile Gesellschaft auf felsigem Untergrund über.

Teil 1
Vegetationsaufnahme (VA) nach Braun-Blanquet/Barkman
Biotoptyp: 34.02.01.01.02 Submediterraner Halbtrockenrasen auf karbonatischem oder sonstigem basenreichen Boden, beweidet (RL D 1-2)
FFH-Lebensraumtyp: 6210 (*) Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungs-stadien (* orchideenreiche Bestände)
Pflanzengesellschaft: Brometum – Trespen-Halbtrockentrasen (RL D 2)
Zustand der Gesellschaft: Artenreich
Nutzung: Episodische Beweidung mit Ziegen und Rindern
Geländeform, Neigung, Exposition: Leicht buckelig, 20 % Neigung Richtung Süden, unbeschattet
Größe der Aufnahmefläche: 3,50 x 3,50 m
Deckung innerhalb der Aufnahmefläche: 98 %
Artenliste mit Artmächtigkeit (Deckung) und Zeigerwerte für F, R, N und RL-Status (D/RP):

Koppelstein MF Nr. 1		Deckung	ZW	ZW	ZW	RL D/RP
Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name		F	R	N	
Bromus erectus	Aufrechte Trespe	4	3	8	3	
Eryngium campestre	Feld-Mannstreu	2a	3	8	3	V/*
Sanguisorba minor subsp. minor	Kleiner Wiesenknopf	2a	3	8	2	
Euphorbia cyparissias	Zypressen-Wolfsmilch	1	3	x	3	
Lathyrus pratensis	Wiesen-Platterbse	1	6	7	6	
Leontodon hispidus	Behaarter Löwenzahn	1	5	7	6	
Lotus corniculatus	Gewöhnlicher Hornklee	1	4	7	3	
Onobrychis viciifolia	Saat-Esparsette	1	3	8	3	3/*
Origanum vulgare	Gewöhnlicher Dost	1	3	8	3	
Plantago lanceolata	Spitz-Wegerich	1	x	x	x	
Vincetoxicum hirundinaria	Weiße Schwalbenwurz	1	3	7	3	
Centaurea jacea	Wiesen-Flockenblume	+	5	6	3	
Centaurea scabiosa	Skabiosen-Flockenblume	+	3	8	4	
Crataegus monogyna	Eingriffliger Weißdorn, Jw.	+	4	8	4	
Galium album subsp. album	Weißes Wiesen-Labkraut	+	5	7	5	
Prunus mahaleb	Weichsel-Kirsche, Jungw.	+	3	8	2	
Rosa rubiginosa	Wein-Rose	r	3	8	3	
Orchis militaris	Helm-Knabenkraut	r	3	9	3	3/3

Durchschnittlicher ökologischer Zeigerwert:
F Ø = 3,2
R Ø = 7,8
N Ø = 3,1

Anhang 2.4 Beispiel zur Standortdokumentation im Umfeld von Malaisefallen durch Vegetationsaufnahmen, pflanzensoziologische Aufnahmen sowie Bestimmung der Biotoptypen, Lebensraumtypen gemäß FFH-Richtlinie und Pflanzengesellschaften neben dem Fallenstandort.

Teil 2
Weitere Arten im Umkreis von ca. 50 m und RL-Status (D/RP):
Aira caryophyllea – Nelken-Haferschmiele (V/*), Arabidopsis thaliana - Acker-Schmalwand, Asperula cynanchica – Hügel-Meier (V/*), Betonica officinalis – Heilziest (V/*), Brachypodium pinnatum - Fieder-Zwenke, Briza media – Gewöhnliches Zittergras, Bupleurum falcatum – Sichel-Hasenohr (V/*), Cardamine pratensis - Wiesen-Schaumkraut, Carex caryophyllea – Frühlings-Segge (V/*), Carex flacca – Blaugrüne Segge, Carex humilis – Zwerg-Segge (V/*), Cytisus scoparius - Besen-Ginster, Daucus carota – Wilde Möhre, Dianthus carthusianorum - Kartäuser-Nelke (V/*), Filago minima - Zwerg-Filzkraut, Galatella linosyris – Steppenaster (3/*), Galium verum – Echtes Labkraut, Genista tinctoria - Färber-Ginster (V/*), Genista sagittalis – Flügel-Ginster (V/*), Geranium sanguineum - Blut-Storchschnabel (V/*), Helianthemum nummularium subsp. obscurum – Dunkles Sonnenröschen (V/*), Hieracium glaucinum – Frühblühendes Habichtskraut, Hieracium laevigatum – Glattes Habichtskraut, Himantoglossum hircinum - Bocks-Riemenzunge, Hypericum perforatum – Tüpfel-Johanniskraut, Inula salicina – Weidenblättriger Alant (V/3), Koeleria pyramidata – Großes Schillergras (V/*), Leucanthemum vulgare – Frühe Margerite, Linaria vulgaris – Gewöhnliches Leinkraut, Linum catharticum - Purgier-Lein, Ononis spinosa – Dorniger Hauhechel, Peucedanum cervaria – Hirsch-Haarstrang (V/*), Pilosella officinarum - Mausohr-Habichtskraut, Pilosella piloselloides – Florentiner Habichtskraut, Pimpinella saxifraga – Kleine Pimpinelle, Polygala comosa – Schopf-Kreuzblümchen (V/*), Potentilla verna - Frühlings-Fingerkraut (V/*), Prunus mahaleb – Weichsel-Kirsche, Prunus spinosa – Schlehe, Pulsatilla vulgaris – Gewöhnliche Küchenschelle (3/3), Rosa canina agg. - Hundsrose, Artengruppe Jw., Rubus fruticosus agg. - Brombeere, Artengruppe, Salvia pratensis - Wiesen-Salbei (V/*), Scabiosa columbaria – Tauben-Skabiose, Securigera varia – Bunte Beilwicke, Sorbus aria – Gewöhnliche Mehlbeere, Sorbus torminalis – Elsbeere, Stachys recta – Aufrechter Ziest (V/*), Teesdalia nudicaulis – Bauernsenf, Teucrium chamaedrys – Edel-Gamander - Teucrium scorodonia - Salbei-Gamander, Thesium linophyllon – Mittleres Vermeinkraut (3/3), Thymus praecox – Frühblühender Thymian, Trifolium pratense – Rotklee, Viburnum lantana – Wolliger Schneeball

Anhang 2.5 Beispiel zur Standortdokumentation im Umfeld von Malaisefallen durch Vegetationsaufnahmen, pflanzensoziologische Aufnahmen sowie Bestimmung der Biotoptypen, Lebensraumtypen gemäß FFH-Richtlinie und Pflanzengesellschaften neben dem Fallenstandort.