



Nationales
Monitoringzentrum
zur Biodiversität



DOKUMENTATION

2. Forum

Anwendung und Forschung im Dialog

**Neue Technologien und Methoden zur Erfassung und
Auswertung im Biodiversitätsmonitoring**

Leipzig, 23.–24. Mai 2023



Impressum

Herausgeben von:

Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN)
Nationales Monitoringzentrum zur Biodiversität (NMZB)
Standort des BfN in Leipzig
Alte Messe 6
04103 Leipzig
Telefon: 0341 30977-229
E-Mail: monitoringzentrum@bfm.de
Internet: www.monitoringzentrum.de

Verfasst von:

Zentrale des Nationalen Monitoringzentrums zur Biodiversität am BfN:

Dr. Roland Krämer, Astrid Bräuer, Dr. David Eichenberg, Helen Kollai, Dr. Martin Ludwig, Diana Pfeiffer, Melanie Roscher, Kristin Stolberg, Theresa Warnk, Dr. Lina Weiß

Bundesamt für Naturschutz:

Dr. Henning Gerstmann, Dr. René Höfer, Dr. Christian Schneider

Mit Gastbeiträgen von:

Prof. Dr. Florian Leese (Universität Duisburg-Essen)

Bildnachweis:

Felix Schreiner, Nationales Monitoringzentrum zur Biodiversität, BfN

Zitiervorschlag:

Krämer, R., Bräuer, A., Eichenberg, D., Kollai, H., Ludwig, M., Pfeiffer, D., Roscher, M., Stolberg, K., Warnk, T., Weiß, L. (2024). 2. Forum Anwendung und Forschung im Dialog 2023 „Neue Technologien und Methoden zur Erfassung und Auswertung im Biodiversitätsmonitoring“ [Dokumentation des Nationalen Monitoringzentrums zur Biodiversität]. Bundesamt für Naturschutz.



Diese Dokumentation wird unter den Bedingungen der Creative Commons Lizenz Namensnennung – keine Bearbeitung 4.0 International (CC BY - ND 4.0) zur Verfügung gestellt (creativecommons.org/licenses).



DOKUMENTATION

2. Forum

Anwendung und Forschung im Dialog

**Neue Technologien und Methoden zur Erfassung und
Auswertung im Biodiversitätsmonitoring**

Leipzig, 23.–24. Mai 2023



Inhaltsverzeichnis

Impressum.....	2
Danksagung.....	5
Zusammenfassung.....	6
Summary.....	7
Abbildungsverzeichnis.....	8
Abkürzungsverzeichnis.....	9
Vorwort.....	10
1 Impulsvorträge.....	12
1.1 Methodische Herausforderungen im Biodiversitätsmonitoring: Vom Feld zur Auswertung – Dr. Annegret Grimm-Seyfarth, UFZ Leipzig.....	12
1.2 (Neue) Technologien und Methoden im Insektenmonitoring – Thomas Hörren, Entomologischer Verein Krefeld.....	13
1.3 Methoden & Technologien im behördlichen Monitoring – Chancen und Herausforderungen – Dirk Hinterlang, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen.....	14
2 Fachsessions zu neuen Technologien und Methoden.....	18
2.1 Genetische Verfahren.....	18
2.2 Datenmanagement.....	21
2.3 Akustische Fernerkundung.....	24
2.4 Optische Fernerkundung.....	26
2.5 Künstliche Intelligenz.....	28
2.6 Statistische Methoden.....	31
3 Podiumsdiskussion.....	35
4 Zusammenfassende Betrachtung & Ausblick.....	39
Literaturverzeichnis.....	43
Anhang A: Infostände des Marktplatzes.....	46
Anhang B: Posterausstellung.....	54



Danksagung

Unser besonderer Dank gilt den Teilnehmenden, deren Engagement und Fachwissen das 2. Forum „Anwendung und Forschung im Dialog“ bereichert haben und deren Interesse und aktive Mitwirkung das Forum zu einem Ort des lebendigen Dialogs und der Ideenvielfalt gemacht haben. Wir hoffen, dass die gewonnenen Erkenntnisse und geknüpften Kontakte in zukünftige Projekte und Kooperationen einfließen werden. Wir möchten uns insbesondere bei den vortragenden Personen für ihre inspirierenden Vorträge und bei den Moderierenden der Sessions für die anregenden Diskussionen bedanken. Dank gilt auch dem Organisationsteam des Nationalen Monitoringzentrums zur Biodiversität und des Bundesamts für Naturschutz, deren sorgfältige Planung und Koordination die erfolgreiche Durchführung dieser Veranstaltung ermöglicht haben. Ein herzlicher Dank geht auch an alle teilnehmenden Institutionen und kooperierenden Institutionen, deren Beiträge und Unterstützung die Veranstaltung bereichert und neue Impulse gesetzt haben.



Zusammenfassung

Das zweite Forum des Monitoringzentrums widmete sich dem Thema „Neue Technologien und Methoden zur Erfassung und Auswertung im Biodiversitätsmonitoring“. In sechs Fachsessions wurde zu den Themen Genetische Verfahren, Akustische und Optische Fernerkundung, Datenmanagement, Künstliche Intelligenz und Statistische Methoden informiert und diskutiert. Eine themenübergreifende Podiumsdiskussion zu notwendigen Rahmenbedingungen für den Einsatz neuer Methoden und Technologien im Biodiversitätsmonitoring rundete das Forum ab. Ein begleitender Marktplatz und eine Posterausstellung gewährten Einblicke in die Aktivitäten, Projekte und Vorhaben verschiedener Institutionen.

Das Forum verdeutlichte das Potenzial neuer Technologien, das Biodiversitätsmonitoring vor allem effizienter zu gestalten, die Datenerhebung sowie Datenanalyse zu verbessern aber auch neue Erkenntnisse zu gewinnen. Die größten Vorteile bestehen insbesondere in der Automatisierung und Effizienzsteigerung, einer erweiterten räumlichen und zeitlichen Abdeckung, der Ausweitung der Zielgrößen und schließlich einer verbesserten Datenintegration und -vernetzung. Trotz der genannten Chancen des Einsatzes neuer Technologien im Monitoring wurden von den Teilnehmenden einige Herausforderungen und Bedenken bezüglich der Integration dieser in das bestehende Biodiversitätsmonitoring thematisiert und entsprechende Wünsche formuliert.

Dabei wurde besonders die Notwendigkeit einer Validierung und Standardisierung neuer Methoden für die Gewährleistung der Robustheit und Vergleichbarkeit der erhobenen Monitoringdaten betont. Die Möglichkeit einer Anpassung rechtlicher Rahmenbedingungen für eine Anwendung in der behördlichen Praxis wurde als erforderliche Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Etablierung neuer Technologien genannt. Die Sicherstellung von entsprechenden Ressourcen, wie Fachkräfte und Infrastruktur, für die Anwendung neuer Methoden und Förderung der gesellschaftlichen Akzeptanz für neue Technologien wurde an vielen Stellen thematisiert. Als besonders problematisch wurde die sinkende Zahl von Fachkräften mit fundierter Artenkenntnis gesehen. Eine systematische Förderung der taxonomischen Expertise sollte erfolgen, um diese für das Biodiversitätsmonitoring langfristig zu sichern. Zudem wurde eine schrittweise Integration neuer Monitoringmethoden in die behördliche Praxis empfohlen, um deren Wirksamkeit und Relevanz zu testen und die Kontinuität und Vergleichbarkeit mit bereits bestehenden Methoden und Daten zu gewährleisten. Deutlich wurde auch die Notwendigkeit eines robusten bundesweiten Datenmanagements für Biodiversitätsdaten, um dadurch den Weg für eine effiziente Integration, Verarbeitung, Speicherung und Verfügbarkeit von standardisierten und qualitätsgeprüften Biodiversitätsdaten zu ebnen.

Fazit des Forums ist, dass die Integration neuer Technologien in das bestehende Monitoring eine komplexe Herausforderung darstellt. Sie lässt sich jedoch mit einer Kombination aus interdisziplinärer Zusammenarbeit und Kooperation, Standardisierung, gezielter Fachkräftesicherung und flexiblen Implementierungsprozessen bewältigen. Langfristige Strategien zur Finanzierung, für eine ausreichende Infrastruktur und zur rechtlichen Anpassung sind unerlässlich, um die Chancen der neuen Technologien für das Biodiversitätsmonitoring nachhaltig erschließen zu können.



Summary

The second forum of the Monitoring Centre was dedicated to the topic of "new technologies and methods for recording and evaluating biodiversity monitoring". In six sessions, information was provided and discussed on the topics of genetic methods, acoustic and optical remote sensing, data management, artificial intelligence and statistical methods. A cross-thematic panel discussion on the necessary framework conditions for the use of new methods and technologies in biodiversity monitoring rounded off the forum. An accompanying marketplace and poster exhibition provided insights into the activities, projects and plans of various institutions. The forum highlighted the potential of new technologies to make biodiversity monitoring more efficient, to improve data collection and data analysis and also to create new insights. The greatest advantages of the new technologies highlighted are automation and increased efficiency, extended spatial and temporal coverage, the expansion of the range of target variables (through remote sensing and genetic analyses) and, finally, improved data integration and networking through AI-supported processes. Despite the aforementioned opportunities for the use of new technologies in monitoring, some challenges and concerns regarding the integration of these into existing biodiversity monitoring schemes were addressed by the participants and corresponding wishes were formulated.

Particular emphasis was placed on the need to validate and standardise new methods to ensure the robustness and comparability of the monitoring data collected. The possibility of adapting the legal framework for application in official practice was cited as a necessary basic prerequisite for the successful establishment of new technologies. Securing appropriate resources, such as skilled labour and infrastructure, for the application of new methods and the promotion of social acceptance for new technologies was discussed in many places. The declining number of specialists with in-depth knowledge of species was seen as particularly problematic. Taxonomic expertise should be systematically promoted in order to secure it for biodiversity monitoring in the long term. In addition, the gradual integration of new monitoring methods into official practice was recommended in order to test their effectiveness and relevance and to ensure continuity and comparability with existing methods and data. The need for robust nationwide data management for biodiversity data also became clear in order to pave the way for the efficient integration, processing, storage and availability of standardised and quality-tested biodiversity data.

The forum concluded that the integration of new technologies into existing monitoring is a complex challenge, but one that can be mastered with a combination of interdisciplinary collaboration and cooperation, standardisation, targeted recruitment of specialists and flexible implementation processes. Long-term strategies for financing, sufficient infrastructure and legal adaptation are also necessary in order to be able to sustainably utilise the opportunities offered by new technologies for biodiversity monitoring.



Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Dr. Annegret Grimm-Seyfarth, UFZ Leipzig, (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum).....	12
Abb. 2	Thomas Hörren, Entomologischer Verein Krefeld (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)	13
Abb. 3	Dirk Hinterlang, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum).....	15
Abb. 4	Workshop „Genetische Verfahren“ (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)	18
Abb. 5	Workshop „Datenmanagement“ (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)	22
Abb. 6	Workshop „Akustische Fernerkundung“ (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)	24
Abb. 7	Workshop „Optische Fernerkundung“ (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)	27
Abb. 8	Reiferadar: Entwicklungsstand von ausgewählten KI-Anwendungen & Projekten für Naturschutz und Monitoring gemessen am Reifegrad, von der Idee bis zur operativen Anwendung. (Quelle: C. Schneider / BfN).....	29
Abb. 9	Workshop „Statistische Methoden“ (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)	31
Abb. 10	Die Podiumsdiskussion bildet den Abschluss des 2. Forums. (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum).....	35
Abb. 11	Teilnehmende des 2. Forums (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum).....	39
Abb. 12	v.l.n.r.: 1. Wildbienen Vielfalt im Schaukasten als Anschauungsmaterial (Nisthilfebrett) (Quelle: BMEL); 2. Nisthilfe für Wildbienen (Quelle: BLE); DIY-Kamerafalle von MonVia (Quelle: M. Sittinger, Julius Kühn-Institut)	47
Abb. 13	Informationsstand von MonVia mit Exponaten (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)	47
Abb. 14	Informationsstand von NFDI4Biodiversity zum Thema „Verfügbarkeit von Biodiversitätsdaten verbessern“ (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)	49
Abb. 15	Informationsstand von GFZ Potsdam, welches die Dienste FERN.Lern, MiSa.C und Copernicus-Dienste vorstellt (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)	51
Abb. 16	Informationsstand der KI-Ideenwerkstatt für Umweltschutz (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum).....	52
Abb. 17	Posterausstellung des 2. Forums (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)	54
Abb. 18	Ausschnitt aus der Posterausstellung im Rahmen des 2. Forums des Monitoringzentrums zu aktuellen Forschungsprojekten und Entwicklungen, die innovative Technologien und Methoden für das Biodiversitätsmonitoring entwickeln und anwenden (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum).....	60



Abkürzungsverzeichnis

BfN	Bundesamt für Naturschutz
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
eDNA	environmental DNA (Umwelt-DNA)
GFBio	German Federation for Biological Data
GFZ	Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZentrum
LRT	Lebensraumtyp nach Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der EU
NMZB	Nationales Monitoringzentrum zur Biodiversität
TLS	Terrestrisches Laserscanning
UFZ	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ



Vorwort

Die Forumsreihe „Anwendung und Forschung im Dialog“ des Nationalen Monitoringzentrums zur Biodiversität dient der Vernetzung und dem regelmäßigen Austausch innerhalb der Monitoringgemeinschaft. Gleichzeitig leisten die Foren einen wichtigen Beitrag für die fachliche Arbeit des Monitoringzentrums und die Weiterentwicklung des Biodiversitätsmonitorings in Deutschland.

Das 2. Forum im Jahr 2023 widmete sich dem Thema „Neue Technologien und Methoden zur Erfassung und Auswertung im Biodiversitätsmonitoring“. Neue Technologien und Methoden bieten die Möglichkeit einer effizienteren Datenerhebung und -auswertung und können neue Erkenntnisse zur Biodiversität liefern. Ziel dieser Veranstaltung war es, einen möglichst umfassenden Überblick zum Stand der Forschung und zur praktischen Umsetzung neuer Technologien und Methoden zu geben. Die thematischen Schwerpunkte lagen dabei auf genetischen Verfahren, Fernerkundung, Datenmanagement, Statistik und Künstlicher Intelligenz. Der Fokus der Veranstaltung lag auf der Informationsvermittlung durch Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Praxis. Dabei wurde neben den innovativen Aspekten auch die Anschlussfähigkeit an etablierte Methoden im Biodiversitätsmonitoring diskutiert. Neben klassischen Vortragsformaten bestand auf einem Marktplatz die Möglichkeit, Projekte kennenzulernen und sich über deren Innovationen aber auch Herausforderungen auszutauschen. In einer abschließenden Podiumsdiskussion wurden die notwendigen Rahmenbedingungen für eine Anwendung von neuen Methoden und Technologien im Monitoring und behördlichen Naturschutz erörtert.

1 Impulsvorträge



1 Impulsvorträge

1.1 Methodische Herausforderungen im Biodiversitätsmonitoring: Vom Feld zur Auswertung – Dr. Annegret Grimm-Seyfarth, UFZ Leipzig



Abb. 1 Dr. Annegret Grimm-Seyfarth, UFZ Leipzig, (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)

Biodiversitätsmonitoring ist ein weites Feld, das die Grundlage für die Bestimmung der Anwesenheit, Abwesenheit oder Häufigkeit von Arten liefert. Es ist notwendig, um ökologische Systeme und den Zusammenhang zwischen Biodiversität und Umweltveränderungen verstehen zu können. Neben der Unterstützung der Forschung bilden Biodiversitätsdaten unter anderem die Grundlage für Landschaftsplanung, Nutzung natürlicher Ressourcen, nachhaltige Entwicklung und Umweltpolitik.

Für verlässliche Biodiversitätsdaten und deren Hochrechnungen ist die Wahl geeigneter Nachweismethoden essentiell. Methoden zur Beobachtung von Arten unterliegen stetem Fortschritt. Neuere Technologien sind zum Beispiel GPS, Remote Sensing, Erfassungs-Apps für Citizen Scientists und DNA-Extraktion aus kleinsten Spuren einer Art, sowie Artenspürhunde. Diese werden trainiert zur Suche nach seltenen oder geschützten Arten, invasiven Arten oder auch Spuren (Losung, Haare, Sporen), Kadavern oder Quartieren. Diese effektive Methode kann unterstützt werden durch den Einsatz weiterer Technologien wie GPS-Tracker oder genetische Verfahren. Die Abweichungen zwischen verschiedenen sensitiven Nachweismethoden zur Arterhebung sind zum Teil beachtlich und könnten zu Fehlinterpretationen und falschen Schlussfolgerungen für das Management führen. Biodiversitätsdaten können nur unter Berücksichtigung der Nachweismethode und deren Parameter (beispielsweise Kameralaufzeit, Transektlänge) korrekt eingeschätzt werden. Im Idealfall kann die Nachweiswahrscheinlichkeit berechnet werden.



Es gibt viele Fehlerquellen im Biodiversitätsmonitoring. Trotz der umfangreichen weltweiten Anwendung und Nutzung werden viele Biodiversitätsdatensätze oft unzureichend dokumentiert. Metadaten, die Biodiversitätsdaten beschreiben, sind jedoch eine Voraussetzung für die Bewältigung der komplexen Integration vieler verschiedener Datensätze. Eine umfassende Dokumentation der Daten durch Metadaten sowie der Metadaten des Monitoringprogramms sind unbedingt erforderlich. Sie vermitteln Wissenschaft und Management Transparenz, Vertrauenswürdigkeit und Verbindlichkeit. Nötig ist ein FAIRes (Findable, Accessible, Interoperable, Re-Usable) Datenmanagement von Beginn an. Verschiedene Lösungen und Herangehensweisen für FAIRe Biodiversitätsdaten stehen bereits zur Verfügung, darunter das ADVANCE Metadaten-Template.

Aufzeichnung unter:

www.youtube.com/watch?v=iVrb0GlyC2I&t=1782s

1.2 (Neue) Technologien und Methoden im Insektenmonitoring – Thomas Hörrn, Entomologischer Verein Krefeld



Abb. 2 Thomas Hörrn, Entomologischer Verein Krefeld (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)

Der Vortrag gab einen Einblick in die Herausforderungen und Entwicklungen im Bereich des Biodiversitätsmonitorings von Insekten in Deutschland. Die Vielfalt der Insektenarten ist groß, allein in Deutschland gibt es etwa 35.000 Arten, wobei die genaue Anzahl unbekannt ist. Im Vergleich zu Wirbeltieren gibt es weniger kontinuierliche Beobachtungsdaten für Insekten, da nur etwa ein Prozent, darunter Tagfalter, Heuschrecken und Libellen, systematisch beobachtet wird.



Der Entomologische Verein Krefeld arbeitet in seiner Forschung bisher hauptsächlich mit eigens entwickelten Malaise-Fallensystemen. Die Methodik des Insektenmonitorings im Verein ist standardisiert und ermöglicht es, über lange Zeiträume hinweg vergleichbare Daten zu sammeln. Neben den Insektenproben werden zusätzlich Informationen zur Pflanzendiversität der Standorte gesammelt. Alle Proben werden eingelagert und langfristig aufbewahrt. Stetig kommen jedoch neue methodische Möglichkeiten hinzu und führen zu Synergien: die Erfassungen werden inzwischen mit Drohnenerfassungen der Lebensräume und Metabarcoding erweitert, wodurch auch die Pflanzendiversität erfasst werden kann. Das Metabarcoding muss jedoch noch kritisch angewendet werden, da die Gefahr besteht, unscharfe oder verzerrte Ergebnisse hinsichtlich der Menge oder Diversität vorkommender Arten zu generieren.

Um ein umfassendes Bild der Biodiversität zu erhalten, ist die Nutzung von Synergien in der Forschung von großer Bedeutung. Ein Schwerpunkt liegt auf der Verknüpfung von Biodiversitätsdaten mit anderen Umweltfaktoren, wie Pflanzenschutzmitteln. Im Forschungsprojekt DINA („Diversität von Insekten in Naturschutz- Arealen“) konnten den Insekten anhaftende Pestizide auch in Schutzgebieten nachgewiesen werden.

Transekterhebungen zur Untersuchung von Gradienten von Agrarflächen in angrenzende Schutzgebiete hinein zeigten eine Zunahme der Diversität von Pflanzen und Insekten bei gleichzeitiger Abnahme der Stoffbelastung.

Die Präsentation schließt mit der beunruhigenden Publikation einer Auswertung Roter Listen Europas und Deutschlands, ergänzt durch Krefelder Belege: während die Aussterberate bundesweit bei durchschnittlich 5 % liegt, liegt sie lokal in Krefeld für bestimmte Insektengruppen bei über 50 %. Dies unterstreicht die Dringlichkeit, Biodiversität zu dokumentieren, zu erforschen und effektive Schutzmaßnahmen zu entwickeln.

Aufzeichnung unter:

www.youtube.com/watch?v=iVrb0GlyC2I&t=3714s

1.3 Methoden & Technologien im behördlichen Monitoring – Chancen und Herausforderungen – Dirk Hinterlang, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Im behördlichen Naturschutz erfolgt das Monitoring in den meisten Fällen traditionell nach festgelegten, oft sehr detaillierten Methoden, um eine Aussagekraft sowie Datengenauigkeit und Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Dieses Monitoring setzt große Personalressourcen voraus. Diese Ressourcen schwinden jedoch: Aufträge können nicht mehr vergeben werden, es herrscht ein Mangel an Artenkenner*innen, die Ausbildung in organismischer Biologie erfolgt nicht in ausreichendem Maße.

Gegenüber einer Anwendung neuer Methoden herrscht bei den Behörden häufig zunächst Skepsis, denn neue Methoden messen in der Regel „andere Merkmale“, die zumeist keinen direkten Vergleich mit herkömmlichen Ergebnissen erlauben und für behördliches Berichtswesen deshalb schwer nutzbar erscheinen. Im Unterschied zu etablierten Methoden sind sie darüber



hinaus nicht in gesetzlich legitimierten Methodenleitfäden verankert. Die Implementierung neuer Methoden ist aufwändig, denn sie verlangt mit dem bestehenden Personalschlüssel intensive Kommunikation und Gesetzesinitiativen.



Abb. 3 Dirk Hinterlang, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)

Gegenüber einer Anwendung neuer Methoden herrscht bei den Behörden häufig zunächst Skepsis, denn neue Methoden messen in der Regel „andere Merkmale“, die zumeist keinen direkten Vergleich mit herkömmlichen Ergebnissen erlauben und für behördliches Berichtswesen deshalb schwer nutzbar erscheinen. Im Unterschied zu etablierten Methoden sind sie darüber hinaus nicht in gesetzlich legitimierten Methodenleitfäden verankert. Die Implementierung neuer Methoden ist aufwändig, denn sie verlangt mit dem bestehenden Personalschlüssel intensive Kommunikation und Gesetzesinitiativen.

Verschiedene Anwendungsfälle neuer Methoden wurden im Vortrag vorgestellt, unter anderem eine Lebensraum-Veränderungsanalyse und die Integration von Fernerkundung ins Grünland-Monitoring (Projekt „Copernicus Leuchtet Grün“). Die Erkenntnis: Mit einem Mix aus Diensten zur Ermittlung relevanter Offenland-LRT lassen sich wertvolle Informationen für die Monitoring-Praxis gewinnen. Neue Methoden beleuchten die dem Monitoring zugrundeliegenden Fragen oft aus einem anderen Winkel und führen dadurch (trotzdem) zu wertvollen Ergebnissen und Einsichten über den Untersuchungsgegenstand. Mitunter können mit neuen Methoden Sachverhalte gemessen werden, die mit den bisherigen Methoden nicht erschließbar waren. Neue Methoden beziehungsweise deren andersartige Ergebnisse müssen jedoch erst rechts- und regelkonform im Berichtswesen etabliert werden, damit sich ein behördlicher Auftrag ableiten lässt.

Der Vortrag schließt mit einer These: Monitoring muss zielgerichtet, im Sinne des Erkenntnisgewinns über die Existenz und Entwicklung der Schutzgegenstände sowie zur Überwachung von Maßnahmen zu deren Verbesserung erfolgen. Sollte es nicht gelingen, etablierte Monitoringverfahren den neuen Realitäten anzupassen und zugleich neue Monitoringmethoden in die Erstellung von Überwachungsprotokollen, Indikatorenentwicklung und



Berichtswesen auch rechtlich verbindlich zu integrieren, dann wird das etablierte Monitoring mangels personeller Ressourcen nicht fortgeführt und erst recht nicht erweitert werden können.

Aufzeichnung unter:

www.youtube.com/watch?v=iVrb0GlyC2I&t=3714s

2 Fachsessions zu neuen Technologien und Methoden



2 Fachsessions zu neuen Technologien und Methoden

Am ersten Forumstag widmeten sich vier parallele Sessions vertieft verschiedenen neuen Methoden. In Impulsvorträgen wurden dabei aktuelle Projekte vorgestellt, die sich mit der Anwendung und Implementierung neuer Methoden in das Biodiversitätsmonitoring befassen. Die darauffolgende Diskussion diente der Klärung von Fragen. Anschließend wurden die Potenziale neuer Methoden benannt sowie nötige Voraussetzungen/Rahmenbedingungen für die Anwendung neuer Methoden in der Monitoringpraxis. Anknüpfungsmöglichkeiten an klassische Verfahren, Herausforderungen und weiterer Bedarf an Forschung und Entwicklung wurden darüber hinaus diskutiert.

2.1 Genetische Verfahren

Leitung:

Leitung: Prof. Florian Leese (Universität Duisburg-Essen)
Kristin Stolberg (NMZB)
Dr. Lina Weiß (NMZB)

Genetische Verfahren



Abb. 4 Workshop „Genetische Verfahren“ (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)

Aktuellste Entwicklungen und Anwendungen genetischer Verfahren vorzustellen und deren Chancen für das Biodiversitätsmonitoring zu diskutieren, war das Ziel des ersten Teils der Session zu den Genetischen Verfahren. Nach einer kurzen Einführung durch Prof. Florian Leese wurden drei aktuelle Projekte jeweils aus dem terrestrischen, dem limnischen sowie dem marinen Anwendungsbereich vorgestellt.

Dr. Ina Schäfer vom Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum (SBIK-F) gab einen Einblick in das Projekt „MetaInvert – Metagenomisches Monitoring von Bodengemeinschaften“. Im Projekt werden die notwendigen genomischen Ressourcen, Labor- und bioinformatischen Werkzeuge für ein Metagenomik-basiertes Monitoring von wirbellosen Bodengemeinschaften



entwickelt. Dazu zählt insbesondere der Aufbau von Referenzdatenbanken, der zentral für die Anwendung im Monitoring ist. Der große langfristige Vorteil metagenomischer Verfahren ist, dass diese im Vergleich zur PCR-Vervielfältigung eine weniger selektive und somit umfassendere Untersuchung der biologischen Vielfalt einer Probe ermöglicht und gleichzeitig die Fehleranfälligkeit (durch Primer bias) reduziert.

Prof. Dr. Florian Leese, Fachgebietsleiter für Aquatische Ökosystemforschung an der Uni Duisburg-Essen, berichtete aus verschiedenen Projekten zum DNA-basierten Monitoring von Fließgewässern mit Hilfe von DNA-Metabarcoding. Im aquatischen Bereich ist die Forschung bereits weiter fortgeschritten als im terrestrischen. Verschiedene Analysen zum Vergleich von DNA-basierten und traditionellen Biomonitoringmethoden zeigen eine sehr gute Abdeckung verschiedener Taxa (vor allem Fische und größere Wirbellose) und eine Vergleichbarkeit von klassischen und DNA-basierten Methoden auf Index-Level (Zustandsklasse Wasserrahmenrichtlinie). Mit Hilfe von Umwelt-DNA (eDNA)-Metabarcoding können Arten zum Teil besser detektiert und kontinuierlich gemonitort werden. Fehlende Standards führen aber zu großen Abweichungen zwischen den verschiedenen Laboratorien.

In einem dritten Vortrag stellte Prof. Dr. Pedro Martínez Arbizu, Professor für Marine Biodiversität an der Universität Oldenburg und Leiter des Deutschen Zentrums für Marine Biodiversitätsforschung am Forschungsinstitut Senckenberg am Meer, das EU-Forschungsprojekt GEANS vor (Genetic tool for Ecosystems health Assessment in the North Sea Region for sustainable ecosystems), in dem es um die Entwicklung genetischer Methoden für das „Ecosystem Health Assessment“ in der Nordsee geht. In Pilotstudien konnte gezeigt werden, dass DNA-basierte Methoden schneller und kostengünstiger sind als morphologiebasierte Verfahren, und dass in Ringtests eine gute Vergleichbarkeit zwischen Laboratorien erzielt werden konnte. Das Projekt generierte erfolgreich viele Barcode-Referenzen insbesondere für die Nordsee. Die größten Vorteile von genetischen Methoden gegenüber klassischen taxonomischen Methoden werden in der Ausweitung der Skala (Raum/Zeit) der Erhebungen, sowie in einem größeren Grad der möglichen (oft noch nicht realisierten) Standardisierung in der Biodiversitätserfassung gesehen. Damit können repräsentativere Biodiversitätserfassungen realisiert werden. Sie ermöglichen zum Teil überhaupt erst die Erschließung bislang unbekannter taxonomischer Gruppen (beispielsweise die Meso- und Mikrofauna im Boden). Darüber hinaus liegt ein großes Potenzial bei (meta-)genomischen Analysen in der Detektion und im Verständnis ökologischer Prozesse, beispielsweise physiologischer Reaktionen auf Stressoren, die in funktionellen Genen sichtbar werden, aber auch dem Verständnis von Ausbreitungsprozessen von Bodenorganismen.

Die Erarbeitung von Referenzdatenbanken und eine Einigung auf Standards in der Methodik (Erfassung, Auswertung, Analyse) sind zwingende Voraussetzungen für eine erfolgreiche Implementierung genetischer Methoden in die Monitoringpraxis. Standards sollten international gültig sein (beispielsweise CEN, ISO). Hier ist die Entwicklung je nach Taxa beziehungsweise Methodik sehr unterschiedlich weit fortgeschritten, insbesondere bei eDNA-Nachweisen von Einzelarten. Unabdingbar ist ein Erhalt und der Ausbau taxonomischer Expertise als Voraussetzung für die Validierung genetischer Ergebnisse (Plausibilitätschecks) und als integrative Brücke für die Erschließung der Zusammenhänge von Arten, ihren Eigenschaften und ihren Funktionen in ihren jeweiligen ökosystemaren Kontexten.



Fokus des zweiten Teils der Session zu genetischen Verfahren waren Anknüpfungsmöglichkeiten an klassische Verfahren und Herausforderungen bei der Anwendung DNA-basierter Methoden in der behördlichen Praxis. Es sollte erarbeitet werden, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, damit genetische Methoden als Teil eines kontinuierlichen Biodiversitätsmonitorings angewendet werden können.

Dr. Wiebke Sickel (Thünen-Institut für Biodiversität) diskutierte die Möglichkeiten von Abundanz-Abschätzungen mit DNA-Metabarcoding-Methoden auf Basis einer Literaturstudie zum Insekten-Monitoring. Ein kombinierter Ansatz morpho-taxonomischer Methoden und DNA-basierter, hochauflösender Methoden zur Arterfassung, eventuell kombiniert mit modernen Methoden zur Abundanzbestimmung, scheint der vielversprechendste Weg für ein großflächiges, kosteneffizientes Monitoring der Insekten zu sein.

Dr. Vera Rduch (Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels – Museum Koenig Bonn & zentrale Koordinatorin von GBOL (German Barcode of Life), referierte zum Projekt GBOL III: Dark Taxa und dazu, wie die Lücken in DNA-Barcode-Referenzdatenbanken geschlossen werden können. Als „Dark Taxa“ werden dabei bisher unbekannte und unbenannte Arten definiert, die je nach Artengruppe einen Großteil der Arten und der Biomasse ausmachen können (beispielsweise bei den *Hymenoptera* (circa 75 %) und *Diptera* (circa 55 %). GBOL III versucht, die Lücken für diese Taxa zu schließen.

Jan Koschorreck (Umweltprobenbank am Umweltbundesamt), präsentierte schließlich die Empfehlungen für die Standardisierung DNA-basierter Biodiversitätsanalysen durch Metabarcoding. Diese Handlungsempfehlung wurde vom Bundesamt für Naturschutz in Zusammenarbeit mit dem Verein Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) und mit zahlreichen nationalen und internationalen Fachleuten im Rahmen eines Workshops erarbeitet (Leese et al. 2023). Die Festlegung von Mindeststandards für alle Arbeitsschritte (Probenahme, Analyse, Referenzdatenbanken, Qualitätssicherung) wurden hier als entscheidendes Erfordernis für die Anwendung von (e)DNA-Metabarcoding-Methoden in der behördlichen Praxis definiert. Standards sollten zügig etabliert werden und die Implementierung international abgestimmt erfolgen. Das Monitoring von Fischen mit Hilfe von eDNA wurde als ein anwendungsreifes Beispiel für die behördliche Praxis vorgeschlagen.

Es gilt darüber hinaus noch weiter zu klären, für welche Arten von Fragestellungen genetische Methoden im Monitoring notwendig sind und wo sie gegebenenfalls nur ergänzend eingesetzt werden können. Hier ist eine Handreichung sinnvoller Anwendungsfälle aus Sicht der behördlichen Praxis wünschenswert. In diesem Zusammenhang muss diskutiert werden, wann für das Monitoring zwingend Abundanzdaten erforderlich sind, und wann Präsenz-Absenz-Daten eine ausreichende Datengrundlage bilden könnten. Es sollte untersucht werden, wie die jeweiligen Ziel- und Fragestellungen der laufenden Biodiversitätsmonitoringprogramme eventuell mit genetischen Methoden besser erreicht werden können. Die Erfassung der genetischen Vielfalt selbst als wichtige Komponente von Biodiversität sollte dabei mitgedacht und deren Monitoring ausgebaut werden.

Zum Einsatz genetischer Methoden in der behördlichen Praxis braucht es in jedem Fall eine rechtliche Grundlage, die den Handlungsrahmen für die Anwendung liefert. Monitoring muss hier als iterativer Prozess zwischen Forschung, Praxis und Politik verstanden werden, der die laufende Anpassung und Implementierung neuer Methoden zügig in der Umsetzung des Monitorings zulässt. Eine Flexibilisierung in der Auswahl der Methoden wurde in diesem



Zusammenhang diskutiert. Dass der Einsatz neuer Methoden hierbei die Anschlussfähigkeit an langfristige Datenreihen sicherstellen muss, war Konsens. Eine parallele Nutzung morpho-taxonomischer und genetischer Methoden muss daher angestrebt werden.

Um eine sinnvolle Integration neuer genetischer Methoden in die behördliche Praxis zu realisieren, braucht es neben dem weiteren Ausbau der Referenzdatenbanken (vor allem durch die Forschung) die Einigung auf methodische Mindeststandards und den Aufbau von Infrastrukturen sowie einer Qualitätssicherung. Methodische Mindeststandards (von der Erfassung, der Analyse, der Auswertung bis zur Datenhaltung) sollten durch Standardisierungsorganisationen publiziert und dann in Form von Handbüchern/Leitfäden konkretisiert werden (beispielsweise durch das BfN). Ebenso muss der Aus- und Aufbau von ausreichenden Infrastrukturen für Analysen, für die Datenhaltung et cetera. vorgebracht werden. Hier wurde die Notwendigkeit formuliert, die Implementierung neuer Methoden im Biodiversitätsmonitoring zu zentralisieren. Um den langfristigen Einsatz von neuen Methoden in der Monitoringpraxis zu etablieren, braucht es darüber hinaus langfristige Pläne. Konkrete Fragen/Anwendungsfälle müssen priorisiert werden.

Für die genetischen Methoden kann festgehalten werden, dass die Techniken/Methodiken derzeit je nach Anwendungsfeld (beispielsweise aquatisch/terrestrisch, Einzelarten oder Lebensgemeinschaften) unterschiedlich weit entwickelt und ausgereift sind. Dennoch sollte eine Integration in die Monitoringpraxis bereits jetzt erfolgen und die Potenziale genutzt werden. Die Lagerung von Rückstellproben kann hier eine langfristige Vergleichbarkeit bei sich wandelnden Methoden gewährleisten.

2.2 Datenmanagement

Leitung:

Leitung: Dr. Ivaylo Kostadinov (GFBio/NFDI4Biodiversity)

Dr. Roland Krämer (NMZB)

Daten- management

Die Session zum Thema Datenmanagement erstreckte sich über beide Tage des Forums. Die Vortragenden und Diskussionsteilnehmenden befassten sich eingehend mit zentralen Herausforderungen und Fortschritten im Bereich Datenmanagement, insbesondere in Bezug auf die Erfassung, Harmonisierung und Integration von Biodiversitätsdaten. Die Teilnehmenden diskutierten aktuelle technologische Entwicklungen und innovative Ansätze für die Verbesserung von Datenmanagementprozessen. Sechs Impulsvorträge lieferten Hintergründe und Beispiele unter anderem für die Optimierung von Datenqualität, den Einsatz von Automatisierung und die Schaffung offener, interoperabler Dateninfrastrukturen.



Abb. 5 Workshop „Datenmanagement“ (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)

Sammlungserschließung am Museum für Naturkunde Berlin (Falko Glöckler)

In der Präsentation wurde die Bedeutung der Sammlungserschließung des Museums für Naturkunde (MfN) hervorgehoben, die sich auf digitale und physische Erfassung von etwa 30 Millionen Objekten konzentriert. Falko Glöckler betonte, dass digitale Transformation und offene Zugangsplattformen eine zentrale Rolle spielen, um Sammlungen als Teil des Biodiversitätsmonitorings effizient für Forschung und Gesellschaft zugänglich zu machen. Wichtige Aspekte sind der Einsatz moderner Technologien, wie akustische und optische Mustererkennung, sowie die Begleitung von Felderhebungen durch mobile Anwendungen. Ihr Einsatz unterstützt die strukturierte Erfassung von Metadaten zu Beobachtungen und Proben und hilft die Verknüpfungen zwischen physischen und digitalen Objekten zu erhalten.

Harmonisierung von Taxonnamen in Biodiversitätsdaten (Dr. Marten Winter)

Marten Winter präsentierte Herausforderungen und Werkzeuge für die Harmonisierung von Taxonnamen. Eine robuste taxonomische Namensharmonisierung ist eine Voraussetzung für die Vergleichbarkeit und Wiederverwendung von Biodiversitätsdaten. Sie erfordert einerseits auffindbare Informationen zu den taxonomischen Namenskonzepten der Daten und andererseits ein klares Verständnis davon, wie eingesetzte Werkzeuge und R-Pakete agieren. Marten Winter stellte die Ergebnisse einer vergleichenden Studie (Grenié et al. 2022) und das Tool „taxharmonizexplorer“ vor. Beide sollen mehr Orientierung bei der Vielfalt von taxonomischen Referenzsystemen und Namenskonzepten geben.

Semantische Verlinkung von Biodiversitätsdaten (Prof. Dr. Birgitta König-Ries)

Birgitta König-Ries präsentierte die Anwendung von Wissensgraphen zur semantischen Verlinkung von Biodiversitätsdaten. Wissensgraphen ermöglichen die vernetzte Darstellung von Informationen in einer formalisierten Struktur, die für eine maschinelle Verarbeitung geeignet ist. Diese Technologie bietet großes Potenzial für die Suche und Integration von dezentral erhobenen Biodiversitätsdaten. Durch semantische Annotation wird dabei ein klares, gemeinsames



Verständnis der Beschreibung von beispielsweise Arten, Orten und Methoden erzeugt, sowie eine formale Beschreibung der Beziehung zwischen Informationen möglich.

Datenworkflows und Qualitätssicherung im Tagfaltermonitoring (Alexander Harpke)

Die Präsentation von Alexander Harpke befasste sich mit den Datenworkflows und Konzepten der Qualitätssicherung im Tagfaltermonitoring Deutschland (TMD). Harpke stellte die Methoden zur standardisierten Erfassung der Daten sowie die Mechanismen zur Sicherstellung der Datenqualität vor. Dazu gehören unter anderem die KI-unterstützte Artenbestimmung und die Validierung der erhobenen Daten durch Experten. Die Kombination dieser Technologien stellt sicher, dass die Daten sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene in Monitoring-Projekte eingebunden werden können. Eine möglichst gute Dokumentation der Erfassungs- und Qualitätssicherungsprozesse wird durch den Einsatz der digitalen Anwendung „BioMe“ gewährleistet.

Sensorfusion im AMMOD-Projekt (Dr. Domenico Velotto)

Domenico Velotto präsentierte das AMMOD-Projekt (Automated Multisensor Stations for Monitoring Biodiversity), das automatisierte Sensorstationen zur Überwachung der Biodiversität entwickelt hat. Diese Stationen kombinieren verschiedene Sensoren wie Kameras, Mikrofone und Umweltanalysensysteme, um Biodiversitätsdaten in nahezu Echtzeit zu erfassen. Domenico Velotto betonte, dass die Automatisierung der Datenerfassung und die Integration der Daten über eine zentrale Infrastruktur wichtige Schritte zur Verbesserung der Effizienz des Biodiversitätsmonitorings sind. Das AMMOD-Datenportal und ein Sensormanagement-System bilden dafür die Grundlage. Herausforderungen bestehen jedoch in der langfristigen Wartung der Stationen und dem Management der großen Datenmengen, die die Sensoren generieren.

Ein digitaler maritimer Datenraum – das Marispace-X-Projekt (Dr. Florian Uhl)

Florian Uhl stellte das Marispace-X-Projekt vor, das auf den Aufbau eines digitalen maritimen Datenraums abzielt, um Biodiversitäts- und Klimadaten aus maritimen Ökosystemen integrativ zu erfassen und zu analysieren. Automatisierte Sensoren, Satellitenüberwachung und hydroakustische Technologien werden kombiniert, um beispielsweise die CO₂-Speicherkapazität von Meeresökosystemen zu erforschen. Ziel des Projekts ist es, die Daten in einem offenen und sicheren digitalen Ökosystem zu integrieren, um die Überwachung und den Schutz mariner Lebensräume zu verbessern.

Die vorgestellten Projekte und Ansätze verdeutlichten, dass moderne Technologien, offene Infrastrukturen und harmonisierte Datenansätze wichtige Bausteine sind, um die Herausforderungen des Biodiversitätsmonitorings zu bewältigen. Die Integration neuer Technologien in das Monitoring ist durch weiterentwickelte Datenmanagement- und Standardisierungsprozesse zu begleiten. Um eine nachhaltige Umsetzung dieser Konzepte zu gewährleisten, sind politische Unterstützung, ausreichende Finanzierung und der kontinuierliche Aufbau technischer und personeller Kapazitäten erforderlich. Langfristig bieten neue Methoden im Datenmanagement das Potenzial, insbesondere die Qualität aber auch die Quantität von Biodiversitätsdaten zu verbessern.



2.3 Akustische Fernerkundung

Leitung:

Leitung: Dr. Kevin Darras (TU Dresden)
Dr. Henning Gerstmann (BfN)

**Akustische
Fernerkundung**



Abb. 6 Workshop „Akustische Fernerkundung“ (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)

Da der Begriff „**Fernerkundung**“ eher selten in Kombination mit „akustisch“ verwendet wird, wurde einleitend eine weitgefaste Begriffsdefinition vorangestellt. Anschließend wurden vier Impulsvorträge gehalten.

Fernerkundung im umfassenden Sinne ist die Aufnahme oder Messung von Objekten, ohne mit diesen in körperlichen Kontakt zu treten, und die Auswertung dabei gewonnener Daten [...] zur Gewinnung quantitativer oder qualitativer Informationen über deren Vorkommen, Zustand oder Zustandsänderung [...]“ (Hildebrandt 1996)

Dr. Svenja Papenmeier (Institut für Ostseeforschung Warnemünde) stellte aktuelle Methoden der Kartierung des Meeresbodens hinsichtlich Tiefe, Vorhandensein von Blöcken und der Sedimentzusammensetzung vor, welche auf Nutzung aktiver Sensoren, Seitensichtsonar und Fächerecholot basieren. Insbesondere wurde auf die zum Teil KI-gestützte Abgrenzung und Klassifizierung der geogenen Riffe und anderer biologisch besonders aktive Habitate eingegangen.

Im Vortrag von Jens Schneider von Deimling (Universität Kiel) wurden Teile eines Großforschungsprojektes (BONUS ECOMAP) vorgestellt, die sich mit der Kartierung von Seegraswiesen und anderen Lebensräumen in Flachwasserbereichen beschäftigen. Hierbei



kommen vor allem Sonarmethoden zum Einsatz, die durch **LiDAR**-gestützte Methoden ergänzt werden.

LiDAR (Light Detection and Ranging) ist eine Fernerkundungstechnologie, bei der mithilfe des Laserpulses Messungen erfasst werden, mit denen 3D-Modelle und Karten von Objekten und Umgebungen erstellt werden können.

Der Vortrag von Dr. Kevin Darras (TU Dresden) stellte das grundlegende Konzept der **bioakustischen Soundscapes** sowie deren Eignung für Biodiversitätsforschung vor und ging auf das Projekt „eco-Sound-web“ ein, welches dezentral vorliegende passive, stationäre und replizierte Aufnahmen von Soundscapes harmonisiert und zugänglich macht. Unterschiede in der Erfassung von marinen und terrestrischen Soundscapes wurden herausgestellt.

Bioakustische Soundscapes: Während sich die Bioakustik auf einzelne Arten konzentriert, befasst sich die Ökoakustik mit dem „großen Ganzen“. Dabei nutzt sie dieselben technischen Grundlagen, von denen auch die Bioakustik Gebrauch macht. Im Mittelpunkt stehen aber nicht die akustischen Signale einer einzelnen Zielart, sondern sogenannte Klanglandschaften (englisch soundscapes). Zu einer solchen gehören neben dem Biophon, also den Tierlauten, auch Geräusche wie Wind, Regen oder plätschernde Bäche, die als Geophon bezeichnet werden. Hinzu kommen all diejenigen Geräusche, die menschlichen Ursprungs sind: das Anthropophon. (Quelle: <https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/naturschutz/monitoring/bioakustisches-monitoring>)

Antje Seebens-Hoyer (NABU Mecklenburg-Vorpommern) stellte das durch das BfN geförderte Projekt „BATMOBIL“ vor, das die Fledermausaktivitäten im deutschen Küstenmeer und der Ausschließliche Wirtschaftszone untersucht. Hierbei kommen einfach konstruierte Horchboxen in Kombination mit anderen Messgeräten zum Einsatz, um das Vorkommen und die Bewegungen von Fledermäusen vor allem im Offshore-Windpark BALTIC 1 vor der Küste Mecklenburg-Vorpommerns zu untersuchen. Da im Meeresgebiet kaum auf Citizen-Science-Daten zurückgegriffen werden kann, müssen andere Methoden zum Monitoring in der Fläche zum Einsatz kommen.

Akustische Methoden können vor allem im Flachwasserbereich Erfassungslücken schließen. Der Flachwasserbereich beinhaltet Habitate mit besonders hoher Biodiversität, von denen Seegraswiesen die bekanntesten und bedeutendsten sind. Die Ersterfassung solcher Habitate wird durch opto-akustische Verfahren ermöglicht. Durch die signifikante Verkürzung der zur Aufnahme benötigten Zeiträume eignet sich die Methode auch für wiederholte Aufnahmen im Rahmen eines Monitorings.

Durch akustische Erfassungsmethoden lassen sich schwer zugängliche Bereiche im Meeresboden regelmäßig im Rahmen eines Monitorings überwachen. Die aktuelle Kartierung des



Meeresbodens im gesamten deutschen Meeresgebiet löst perspektivisch Kartenwerke ab, die teilweise den Stand von vor 90 Jahren darstellen. Darüber hinaus erfolgt die akustische Kartierung flächendeckend und nicht, wie die klassische, greiferbasierte Kartierung, per Probennahme und Interpolation. Zudem sind akustische Verfahren im Gegensatz zu greiferbasierten Kartierungen nicht invasiv.

Im Kontext von Windkraftanlagen kann eine akustische Erfassung von Fledermaus- und Seevogelaktivität dazu beitragen, den Effekt der Rotorhöhe und eventuell von Sperrzeiten für den Betrieb von Offshore-Windkraftanlagen zu bewerten. Darüber hinaus scheinen Windparks auch als Rastplätze für Fledermäuse zu dienen.

Aus allen Beiträgen wurde ersichtlich, dass für die akustischen Erfassungen im Kontext eines Monitorings erhebliche Personalressourcen und somit auch finanzielle Bedarfe benötigt werden. Die Erfassungsverfahren benötigen außerdem häufig spezielle technische Infrastruktur wie Schiffe oder Tauchroboter, um sie zum Einsatz zu bringen. Um die anfallenden Datenmengen beherrschbar zu halten und auch eine kontinuierliche Auswertung zu ermöglichen, müssen noch Infrastrukturen und Kapazitäten zur zentralen Datenhaltung sowie Metadaten- und Austauschstandards entwickelt werden. Das Fehlen solcher Standards wurde von den Teilnehmenden der Session als äußerst hinderlich bei der Umsetzung von Projekten beschrieben. Das Projekt „eco-Sound-web“ kann hier als eines der Projekte verstanden werden, welche dieses Problem angehen.

Die Auswertung der großen Datenmengen kann erheblich von Methoden der Künstlichen Intelligenz profitieren. Im terrestrischen Bereich existieren bereits Projekte, die akustische Daten vor allem von Vögeln KI-gestützt auswerten. In marinen Anwendungsfällen fehlen diese Verfahren jedoch weitestgehend noch.

2.4 Optische Fernerkundung

Leitung:

Leitung: Dr. Michael Förster (TU Berlin)

Dr. René Höfer (BfN)

Optische Fernerkundung

Zur optischen Fernerkundung wurden am zweiten Tag drei Vorträge gehalten, die im Folgenden beschrieben werden. Ein weiterer Vortrag zum Thema Erfassung von Totholzdynamik (Schiefer et al. 2023) musste leider kurzfristig entfallen.

Im Vortrag zu „Copernicus und CODE-DE“ gab es einen Fokus auf nationale Bedarfe. Die Weiterentwicklung der Daten und Dienste von Copernicus basieren auf einer steigenden Zahl der beitragenden Missionen, aber auch der in-situ-Komponente. Zur Plattform und nationalen IT-Infrastruktur CODE-DE wurden Bestrebungen zum Ausbau des Nutzerkreises, die Angebote zum Zugang und für Schulungen sowie der geplante Ausbau der KI-Tauglichkeit und von DataCubes vorgestellt. Die Verstetigung der Plattform über 2024 hinaus ist gerade in Verhandlung mit dem Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV).



Abb. 7 Workshop „Optische Fernerkundung“ (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)

Im zweiten Vortrag stellt Dr. Jana Hinners vom Helmholtz-Zentrum Hereon bildgebende Verfahren zum Monitoring von Planktondiversität vor. Diese Verfahren haben im Vergleich zu traditionellen Methoden mit manueller Zählung am Mikroskop viele Vorteile. Unter anderem sind sehr hohe zeitliche Auflösungen erzielbar und eine direkte Kopplung mit anderen physikalischen oder chemischen Parametern möglich. Schwierigkeiten bestehen noch, wenn sehr große Gebiete beprobt werden müssen. Räumliche Aussagen über die Planktonverteilung sind aber möglich.

Seit April 2022 liefert EnMAP (Environmental Mapping and Analysis Program) hyperspektrale Aufnahmen hoher Qualität aus dem All. Der Detailreichtum der Daten ist enorm, so können beispielweise das Biomassepotential oder die Artenzusammensetzung von Pflanzen abgeleitet werden. Hyperspektraldaten ermöglichen im Unterschied zu Multispektraldaten oft eine genauere Unterscheidung von Grünlandtypen. Allerdings ist die räumliche Auflösung von EnMAP (30*30 Meter) für kleinflächigere Lebensraumtypen nicht geeignet. Auch eine räumliche Entmischung von Pixeln ist als mögliches Verfahren bisher wenig praxistauglich. Im Einsatz sind hier Drohnen und flugzeuggetragene Hyperspektralsysteme mit hoher räumlicher Auflösung, die eine detailliertere Erfassung von kleinflächigen Grünland-LRT ermöglichen. Das gerade gestartete Projekt SensGrün (Refoplan) mit Fokus auf Offenland-LRT erfasst beispielsweise Pfeifengraswiesen. Es wird in Bezug auf die Erkennung von naturschutzfachlich wertvollem Grünland und der Möglichkeit des Upscalings von EnMAP neue Erkenntnisse liefern. Schulungsmaterial für die Arbeit mit Hyperspektraldaten, wie HyperEDU, können die ersten Schritte hin zu dieser wegweisenden Technologie ebnen. Erste Anwendungsbeispiele können dort auch praktisch erprobt werden.

Die Diskussion zeigte, dass es eine steigende Nutzerzufriedenheit bei den verschiedenen COPERNICUS-Daten und -Diensten gibt. Eine Ausweitung des Monitorings geht einher mit einem Rückgang der ausgebildeten Kartierer*innen einzelner Arten und Artengruppen, so dass ein ausschließlich über die terrestrische Erkennung etabliertes und standardisiertes Monitoring zukünftig gefährdet sein wird. Projekte wie „Copernicus Leuchtet Grün“ (COP-Grün) versuchen die Ansprüche der verschiedenen Landesumweltverwaltungen in einzelne Produkte zu



integrieren, um etablierte Monitoringverfahren der neuen Realität anzupassen und eine rechts- und regelkonforme Umsetzung im Berichtswesen zu ermöglichen. Die Nutzung von Spektralbibliotheken zur Ableitung von Pflanzeigenschaften, aber auch KI-Methoden werden dabei eine immer größere Rolle spielen.

Steigende Relevanz hat der Einsatz von Fernerkundungsmethoden in der Landwirtschaft, beispielsweise für Flurbereinigungsverfahren im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) und **InVeKoS** für Fördermittelkontrollen oder das Treibhausgasmonitoring. Dabei bestehen Vorbehalte seitens der in der Landwirtschaft Tätigen hinsichtlich einer möglichen restriktiven Wirkung einer automatisierten Erkennung von LRT. Daher ist eine gesamtkonzeptionelle Herangehensweise gefordert, um Verfahren, beispielsweise für Grünlandtypen, positiv zu vermitteln. Fernerkundung muss dabei immer als unterstützendes Werkzeug gedacht werden und kann die Erfassung im Feld nicht ersetzen.

InVeKoS: Das „Integrierte Verwaltungs- und Kontrollsystem“ ist ein System von Verordnungen zur Durchsetzung einer einheitlichen Agrarpolitik in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union.

Die Beiträge und Diskussion zeigen, dass die optische Fernerkundung bereits als „Best Practice“ in der Behördenwelt angekommen ist. Es existiert eine Infrastruktur, die in den behördlichen Strukturen integriert ist. Wichtig sind neben gut geschultem Personal auch Multiplikatoren innerhalb der Behörde die die Umsetzung begleiten, sowie Vorbehalte abbauen und die Nutzerakzeptanz fördern. Wichtig ist es jetzt noch die rechtliche Verbindlichkeit bei der Nutzung von Fernerkundungsdaten, zumindest als ergänzende Evidenz, zu erreichen.

2.5 Künstliche Intelligenz

Leitung:

Leitung: Dr. Christian Schneider (BfN)
Michael Pütsch (NMZB)

Künstliche Intelligenz

In diesem Workshop lag der Fokus auf existierenden KI-Systemen, welche potenziell bereits für das Biodiversitätsmonitoring genutzt werden können. Im Anschluss wurde diskutiert, wie Bedarfe und Anforderungen des Biodiversitätsmonitorings mit den KI-Ansätzen in Einklang gebracht werden könnten.

In seinem einführenden Vortrag gab Dr. Christian Schneider (Leiter des Fachgebiets „Strategische Digitalisierung in Natur und Gesellschaft“ am Bundesamt für Naturschutz) zunächst eine Übersicht über Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz im Naturschutz und Biodiversitätsmonitoring (Mrogenda et al. 2023, Schneider et al. 2023). Dr. Jana Wäldchen (Projektleiterin Biod.AI.versity, Max-Planck-Institut für Biogeochemie Jena) stellte anschließend in ihrem Vortrag die Möglichkeiten von Flora Incognita für das Biodiversitätsmonitoring vor. Mit



dem Projekt ChESS wurde im dritten Vortrag durch Daniel Lukats (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz) ein KI-System zur Eventdetektion in kontinuierlichen Datenflüssen vorgestellt, welches zukünftig Event-bezogene Erhebungen auch für das Monitoring ermöglichen soll.

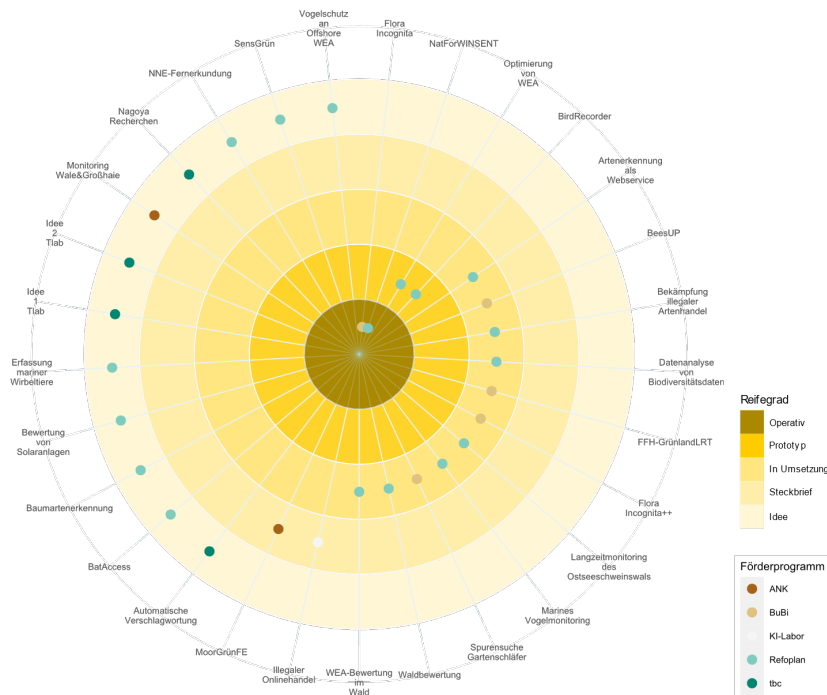


Abb. 8 Reiferadar: Entwicklungsstand von ausgewählten KI-Anwendungen & Projekten für Naturschutz und Monitoring gemessen am Reifegrad, von der Idee bis zur operativen Anwendung. (© Christian Schneider, BfN)

Fazit zum Workshop und Bezug zum Forum

Es gibt bereits erprobte KI-Methoden und KI-Infrastrukturen für die Biodiversitätserfassung. Allerdings werden sie noch nicht für das Monitoring eingesetzt, einerseits aufgrund der mangelnden Vergleichbarkeit mit etablierten Methoden und andererseits aufgrund methodischer und organisatorischer Hürden. So wurden viele KI-Systeme in Förderprojekten mit anderen Zielen entwickelt als dem Biodiversitätsmonitoring. In vielen Fällen lag der Fokus zunächst auf der technischen Machbarkeit, der Beschaffung von Trainingsdaten sowie dem Aufbau von Infrastrukturen.

Ein nächster Schritt wäre die kooperative Zusammenführung von Monitoringansätzen und KI-Methoden. Dafür müssten die Prozesse des Biodiversitätsmonitorings hinsichtlich Anwendbarkeit potenzieller KI-Anwendungen bewertet werden. In Frage kommen dafür vor allem Erkennungs- und Erfassungsprozesse, Qualitätssicherungsschritte sowie Algorithmen für Datenanalysen.

In seiner Keynote betonte Dirk Hinterlang, dass für die bestehenden Monitoringprogramme die zum Zeitpunkt ihrer Entstehung etablierten Methoden und Zielgrößen als Standards eingeführt wurden. Ebenso sollten auch die heute verfügbaren neueren Methoden und Zielgrößen ins Monitoring integriert werden. Ein Entscheidungskriterium dafür könnte sein, welche



Erkenntnisse sie hervorbringen, um politische und gesellschaftliche Handlungen für Biodiversitätsschutz zu unterstützen.

Als Fazit ist festzuhalten, dass sich zwei potenzielle Entwicklungsperspektiven für KI-Systeme ergeben. Einerseits könnten die etablierten Methoden und Abläufe – wenn methodisch möglich und zweckmäßig – durch KI-Systeme unterstützt, quasi ergänzt werden. Dafür müssten Formate und Prozesse geschaffen werden, um die fachlichen Bedarfe mit der technischen Entwicklungsarbeit kooperativ zusammenzubringen. Andererseits könnten auch neue – von den etablierten Monitoringprogrammen abweichende – Zielgrößen genutzt und weiterentwickelt werden, die sich mit KI-Anwendungen erheben lassen. Ein Beispiel dafür sind die unstrukturierten, meist zufälligen Beobachtungsdaten, welche beispielsweise mit KI-Systemen wie Flora Incognita oder BirdNet erfasst werden. Durch geeignete Verfahren zur Steuerung der Erfassung und zur Auswertung der ungleichmäßig erhobenen Daten könnten sich daraus wichtige Ergebnisse für das Biodiversitätsmonitoring ableiten lassen (siehe dazu auch Workshop *Statistische Methoden*).

Die BfN-Tagungsdokumentation „Künstliche Intelligenz im Naturschutz“ fasst wichtige Handlungsfelder zusammen, in denen dringender Handlungsbedarf besteht. Diese wurden im Folgenden auf den Bereich Biodiversitätsmonitoring übertragen und bedürfen einer Priorisierung je nach beteiligten Gruppen (Behörden, Wissenschaft und Fachgesellschaften):

- ▶ Monitoringbeteiligte und Behörden sollte in die Lage versetzt werden zu entscheiden, ob und welche KI-Methoden sie benötigen.
- ▶ Es sollten mehr Austauschformate zwischen Beteiligten des Monitorings und der KI-Entwicklung zur Abstimmung von Bedarfen geschaffen werden.
- ▶ Es sollten Übersichten geschaffen werden, welche die Eignung und die Reife von KI-Methoden für spezifische Bedarfe des Monitorings zusammenfassen.
- ▶ Die Bedarfe sowie die grundlegenden Ziele und Prozesse des Biodiversitätsmonitorings sollten transparent für KI-Entwickelnde aufbereitet werden.
- ▶ Es sollten systematische Methodenvergleiche zwischen KI-Methoden und etablierten Erfassungs- und Monitoringmethoden durchgeführt werden.
- ▶ Es sollten Konzepte und langfristige Strukturen zur Verstetigung von KI-Ansätzen im Biodiversitätsmonitoring entwickelt werden.
- ▶ Es sollten Methoden zur Bewertung von sozialen und ökologischen Auswirkungen von KI-Systemen im Biodiversitätsmonitoring entwickelt werden (Sustainable AI).
- ▶ Die Nachvollziehbarkeit von KI-Systemen sollte deutlich gestärkt werden (XAI).

Als nächster Schritt muss geprüft werden, in welchem Format an diese Vorarbeiten angeknüpft werden kann.



2.6 Statistische Methoden

Leitung:

Leitung: Dr. David Eichenberg (NMZB)

Lina Lüttgert (Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg)

Statistische
Verfahren



Abb. 9 Workshop „Statistische Methoden“ (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)

In diesem Workshop wurde gezeigt und diskutiert, wie statistische Methoden dank verbesserter technischer Möglichkeiten und größerer Rechenkapazität in verschiedenen Phasen des Biodiversitätsmonitorings eingesetzt werden können. In drei Vorträgen wurden innovative Anwendungsbeispiele für statistische Methoden präsentiert. Diese verdeutlichten, wie statistische Ansätze sowohl vor der Datenerhebung genutzt werden können, um die Datenqualität und die Aussagekraft der späteren Analyse zu verbessern, als auch die Robustheit von Analysen erhöhen können, die auf komplexen Datengrundlagen beruhen.

Verbesserung der Qualität von Citizen Science-Daten mittels statistischer Lenkung der Datenerfassung

Lina Lüttgert, Doktorandin am Institut für Geobotanik an der Universität Halle Wittenberg, legte in ihrem Vortrag dar, wie die Qualität von Citizen Science-Daten bereits bei der Planung der Projekte beziehungsweise während Datenerhebung verbessert werden kann. Daten aus Citizen Science-Projekten haben großes Potential, die Beurteilung des Zustandes und der Entwicklung verschiedener Taxa zu unterstützen. Eine Herausforderung für die Analyse dieser Daten stellt allerdings ihre heterogene Verteilung in Raum und Zeit dar. Um diese Heterogenität bereits bei der Datenerhebung zu verringern, können statistische Ansätze angewendet werden. Der Vortrag zeigte anhand aktueller wissenschaftlicher Studien und Projekte Möglichkeiten auf, wie sich die Heterogenität von Citizen Science-Daten im Raum und in der Zeit durch Anpassungen im räumlichen Beobacherverhalten bei der Datenerhebung verringern lässt. Dazu gehören die Identifizierung prioritärer Beobachtungsorte sowie Ansätze, Beobachter dazu zu bewegen, ihr räumliches und zeitliches Beobacherverhalten anzupassen. Durch Belohnungen können die



Datenerfasser zusätzlich motiviert werden, den Vorgaben zu folgen. Es wurde gezeigt, dass Beobachter bereit sind, ihr Beobachterverhalten anzupassen.

Nutzung integrativer statistischer Modelle zur kombinierten Auswertung von strukturiert und unstrukturiert erhobenen Daten

Dr. Lionel Hertzog, Wissenschaftler am Institut national de l'information géographique et forestière in Nancy, Frankreich, präsentierte eine Studie zur kombinierten Auswertung von strukturierten und unstrukturierten Vogeldaten in Deutschland (Hertzog et al., 2021). Durch die modellgestützte Integration von sowohl unstrukturierten Beobachtungsdaten aus Citizen Science-Programmen als auch Daten aus strukturierten Monitoringprogrammen konnte die Genauigkeit der Populationsschätzungen im Vergleich zu etablierten Modellansätzen verbessert werden. Der Einsatz solcher neuer Modellansätze ermöglicht eine frühzeitige Erkennung rückläufiger Populationen und die Ableitung von Trends für weniger gut überwachte Arten. Durch die Einbeziehung von Daten aus Citizen Science-Programmen können die Stichprobengrößen, die durch strukturierte Monitoringprogramme erhoben werden deutlich erhöht werden, um Trends neben der nationalen auch auf subnationaler Ebene abzuleiten.

Räumlich- zeitliche Statistik zur Auswertung von Amphibienzaundaten

In einem dritten Vortrag wurde ein methodischer Ansatz zur modellbasierten Berechnung von Trends verschiedener Amphibienpopulationen in Sachsen gemeinsam vorgestellt durch Dr. Volkmar Kuschka, freiberuflicher Biologe, und Dr. David Eichenberg, wissenschaftlicher Mitarbeitende am Monitoringzentrum. Amphibienzäune an Straßen werden seit Jahrzehnten als Naturschutzmaßnahme eingesetzt, um Daten über Amphibien zu erheben und den Erfolg der Maßnahmen zu kontrollieren. Diese Daten wurden ursprünglich für die Planung und Überprüfung von Naturschutzmaßnahmen verwendet, bieten aber auch die Möglichkeit, den Zustand und die Entwicklung von Amphibienpopulationen zu dokumentieren. Eine solche Auswertung ist komplex, lässt sich jedoch durch die enge Zusammenarbeit von Fachexperten für Arten und Datenanalyse erfolgreich durchführen. Dadurch können interpretierbare und statistisch belastbare Aussagen über Bestandstrends getroffen werden. Das statistische Modell berücksichtigt Schwankungen der Populationsgrößen aus dem Vorjahr sowie räumliche Einflüsse, aber auch methodische Unterschiede bei der Erfassung im Feld. Die Verwendung moderner statistischer Methoden ermöglicht es, die Komplexität der Erhebungen zu berücksichtigen. Die im Vortrag beschriebene Methode ist auch zur statistisch belastbaren Analyse von Amphibienzaundaten auf Bundesebene geeignet. Es ist wichtig, die Grenzen der statistischen Auswertbarkeit solcher heterogenen Daten aufgrund der Biologie und Ökologie der Arten zu erkennen und eine enge Zusammenarbeit zwischen Art- und Analyseexperten sicherzustellen, um die Ergebnisse richtig zu interpretieren.

Übergreifende Diskussion und Fazit

In der anschließenden Diskussion wurde erörtert, wie solche Beispiele breit angewendet und in die behördliche Praxis überführt werden können. Es wurde diskutiert, ob die vorhandene Expertise in den entsprechenden außeruniversitären Einrichtungen ausreichend ist, um solche teils komplexen statistischen Analysemethoden anzuwenden.



Die vorgestellten Modelle sind flexibel an ähnliche Fragestellungen anpassbar und auf Bundes- und Landesebene skalierbar. Daher könnten die Methoden sowohl im behördlichen als auch im Citizen Science-Bereich bereits jetzt Anwendung finden. Die erforderliche Software und der Code stehen frei zur Verfügung. Ein direkter Austausch mit wissenschaftlichen Institutionen ist dennoch sinnvoll, um bei der Anpassung bestehender Modelle zu unterstützen.

Es ist wichtig zu beachten, dass die Zusammenstellung der für diese Modelle benötigten Daten einen erheblichen Aufwand erfordert. Hierfür benötigen die nutzenden Institutionen möglicherweise zusätzliche Ressourcen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, Daten in Zukunft bereits über vorstrukturierte Software (wie Erfassungssapps) aufzunehmen. Somit ließe sich der Aufwand bei der Datenzusammenstellung beziehungsweise -formatierung verringern (siehe dazu unter anderem Impulsvortrag von A. Grimm-Seyfarth). Es ist dennoch wichtig, die datenerhebenden Personen oder Einrichtungen zu kennen und gegebenenfalls für notwendige Detailinformationen für die Auswertung und Interpretation der Daten zu kontaktieren.

3 Podiumsdiskussion



3 Podiumsdiskussion

Den Abschluss des Forums bildete eine Podiumsdiskussion, in der verschiedene Perspektiven zum Zusammenspiel klassischer und neuer Methoden sowie Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung im Monitoring erörtert wurden. Unter der Moderation von Dr. Andreas Krüß (BfN) stellten sich folgende Teilnehmende der Diskussion auf dem Podium und mit dem Publikum:

- ▶ Dr. Heike Culmsee ist Biologin und leitet die Abteilung Naturschutz und Naturparke beim Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie in Mecklenburg-Vorpommern. Daneben unterrichtet sie Botanik an der Universität Göttingen.
- ▶ Josephin Böhm studierte in Österreich und kommt aus dem Bereich der Wildtierökologie. Sie arbeitet seit 2021 als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bundesamt für Naturschutz (BfN) in der Abteilung Monitoring.
- ▶ Dr. Wiebke Sichel promovierte in molekularer Biodiversität und arbeitet seit 2019 am Thünen-Institut für Biodiversität im Rahmen des MonViA-Projekts.
- ▶ Thomas Hörren ist Biologe und seit 2009 freiberuflich tätig. Er ist Vorsitzender des Entomologischen Vereins Krefeld und forscht in aquatischer Ökologie an der Universität Duisburg-Essen.
- ▶ Dr. Stefan Ullrich ist promovierter Informatiker und Philosoph, der sich kritisch mit Fragen der vernetzten Gesellschaft auseinandersetzt. Aktuell arbeitet er für das Bundesumweltministerium in der KI-Ideenwerkstatt für Umweltschutz.
- ▶ Dr. Heiko Sawitzky ist Biologe und seit 1999 selbstständig. Er leitet zwei Planungsbüros und ist Mitglied im Bundesvorstand des Bundesverbandes Beruflicher Naturschutz.



Abb. 10 Die Podiumsdiskussion bildet den Abschluss des 2. Forums. (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)

Folgende Themen des Forums und weitere fachliche Aspekte wurden von den Diskussionsteilnehmenden besprochen und reflektiert.



Chancen durch neue Methoden: Die Diskussion betonte das große Potenzial neuer Methoden im Biodiversitätsmonitoring, vor allem durch Effizienzsteigerung und Automatisierung. Technologien wie Fernerkundung und genetische Analysen könnten die räumliche und zeitliche Abdeckung verbessern und neue Fragestellungen ermöglichen. Gleichzeitig bieten sie Lösungen für den Fachkräftemangel, indem sie weniger personalintensive und kosteneffiziente Datenerhebungen erlauben. Der Einsatz KI-gestützter Bestimmungshilfen wie beispielsweise „Flora Incognita“ könnte zudem das Interesse der jüngeren Generation fördern und somit langfristig zum Erhalt der Artenkenntnis beitragen. Neue Ansätze ermöglichen nicht nur eine effektivere Überwachung schwer erfassbarer Arten oder schwer zugänglicher Gebiete, sondern bieten auch die Chance, bestehende Monitoring-Programme zu ergänzen und zu erweitern. So könnten neue Technologien helfen, sowohl wissenschaftliche als auch praktische Herausforderungen im Biodiversitätsmonitoring zu meistern.

Herausforderungen und Bedenken: Trotz dieser Chancen wurden auch zahlreiche Herausforderungen und Bedenken geäußert. Eine zentrale Herausforderung liegt in der Validierung und Standardisierung der neuen Methoden. Es besteht die Sorge, dass unzureichend geprüfte Methoden eingeführt werden könnten, die die Vergleichbarkeit von Langzeitdatenreihen beeinträchtigen. Besonders kritisch wurde die Gefahr gesehen, dass durch den Einsatz neuer Technologien bestehende Datenreihen nicht mehr kompatibel sein könnten, was zu Unsicherheiten in der Interpretation führen könnte. Die Integration dieser Technologien in bestehende Systeme ist komplex und erfordert spezielles Fachwissen, was durch den Fachkräftemangel zusätzlich erschwert wird. Zudem wurde betont, dass der hohe Ressourcenaufwand und die Notwendigkeit einer breiten gesellschaftlichen Akzeptanz weitere Hürden darstellen, die bei der Implementierung neuer Methoden berücksichtigt werden müssen.

Integration und Kompatibilität: Die Integration neuer Methoden im Biodiversitätsmonitoring sollte so erfolgen, dass sie bestehende Verfahren ergänzen, statt sie vollständig zu ersetzen. Dies erfordert einen abgestuften, parallelen Einsatz, bei dem neue Technologien zunächst neben den bewährten Methoden angewendet werden, um die Kontinuität und Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten. Bestehende Erfahrungen aus vergangenen erfolgreichen Methodenwechseln sollten hier genutzt werden. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis ist hierbei unerlässlich, um sicherzustellen, dass die neuen Methoden reibungslos in bestehende Systeme integriert werden können. Flexibilität bei der Implementierung neuer Technologien, insbesondere in praktischen Anwendungen wie bei Kartierungsbüros, ist entscheidend, um die Effizienz zu steigern und aktuelle Herausforderungen zu bewältigen.

Notwendigkeit der Kooperation: Die Notwendigkeit der Kooperation wurde von den Podiumsdiskutierenden als zentrales Element hervorgehoben, um die Einführung neuer Methoden im Biodiversitätsmonitoring erfolgreich zu gestalten. Eine enge Zusammenarbeit zwischen beispielsweise Informatikern, die die Technologien entwickeln, und Biologen, die die biologischen Fragestellungen formulieren, ist essenziell, um sicherzustellen, dass die entwickelten Technologien den spezifischen Anforderungen des Biodiversitätsmonitorings und der biologischen Forschung gerecht werden. Darüber hinaus ist die Kooperation zwischen Behörden, Wissenschaft und Praxis entscheidend, um sowohl die Chancen neuer Methoden voll auszuschöpfen als auch mögliche Risiken zu minimieren. Interdisziplinäre Zusammenarbeit,



insbesondere bei der Standardisierung und Anwendung neuer Technologien, wird als Schlüssel angesehen, um die Akzeptanz und effektive Implementierung in der Praxis zu gewährleisten.

Gesellschaftliche und ökonomische Aspekte: In der Diskussion wurde betont, dass neue Methoden nicht nur technologische Herausforderungen mit sich bringen, sondern auch soziale und wirtschaftliche Fragen aufwerfen. Beispielsweise kann der Einsatz von Technologien wie Malaisefallen im Insektenmonitoring zwar kosteneffizient sein, doch die Standardisierung und breite Anwendung solcher Methoden erfordert erhebliche Ressourcen. Außerdem wurde darauf hingewiesen, dass die Einführung neuer Methoden eng mit der Ausbildung und Weiterbildung von Fachkräften verknüpft sein muss, um die Akzeptanz und korrekte Anwendung in der Praxis sicherzustellen. Die Anwendung neuer Methoden, die das Monitoring mit minimalen Auswirkungen auf die untersuchten Arten und Gebiete ermöglichen, könnte die gesellschaftliche Akzeptanz steigern. Es wurde hervorgehoben, dass der parallele Betrieb klassischer und neuer Methoden auch eine langfristige Zusage und Unterstützung durch Politik und Fördergeber erfordert.

Verlust der Artenkenntnis und Nachwuchsförderung: Ein wiederkehrendes Thema war der Verlust der Artenkenntnis und die Notwendigkeit systematischer und nachhaltiger Maßnahmen, um diese Kenntnisse zu bewahren und weiterzugeben. Mehrere Teilnehmende betonten die Bedeutung der Universitäten und anderer Bildungsinstitutionen, einen stärkeren Fokus auf die Vermittlung von Artenkenntnis zu legen. Als erfolgreiche Beispiele wurden Projekte und Initiativen wie das FörTax-Projekt oder der Bundesweite Arbeitskreis der staatlich getragenen Bildungsstätten im Natur- und Umweltschutz (BANU) hervorgehoben, die darauf abzielen, Artenkenntnis in die breite Gesellschaft zu tragen und auch junge Menschen gezielt für die Themen zu begeistern. Unterstützt werden müsse dies durch Anreize zum Aufbau von Expertise in Nischenthemen, um die Artenkenntnis speziell in den Bereichen zu fördern, die weniger verbreitet sind. Auch müssen die langfristige Nutzbarkeit und Perspektive des erworbenen Wissens für die Interessierten deutlicher erkenntlich sein.

Diversifizierung und interdisziplinäre Teams: Ein weiterer Diskussionspunkt war die Notwendigkeit, Behörden und Institutionen fachlich breiter aufzustellen, um verschiedene Perspektiven und Kompetenzen zu nutzen. Die Teilnehmenden waren sich einig, dass die Diversifizierung von Teams und die Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen Disziplinen, wie Informatikern und Biologen, zu besseren Ergebnissen führen kann. Es wurde betont, dass solche interdisziplinären Ansätze dazu beitragen können, innovative Lösungen zu entwickeln und die Qualität des Monitorings zu verbessern. Die Diskussionsteilnehmende forderten dazu auch mehr Freiräume und Ressourcen in Behörden, damit Fachleute ihre Kenntnisse in neuen Technologien anwenden und weiterentwickeln können.

4 Zusammenfassende Betrachtung & Ausblick



4 Zusammenfassende Betrachtung & Ausblick



Abb. 11 Teilnehmende des 2. Forums (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)

An verschiedenen Beispielen konnte auf dem Forum das Potenzial neuer Technologien und Methoden aufgezeigt werden, um das Biodiversitätsmonitoring effizienter und präziser zu gestalten und die Datenerhebung sowie Datenanalyse zu verbessern und auch neue Erkenntnisse zu ermöglichen. Große Vorteile ergeben sich unter anderem durch die Möglichkeit zur Automatisierung mithilfe KI-basierter Systeme, durch eine erweiterte räumliche und zeitliche Abdeckung (durch Fernerkundung und genetische Analysen), die Erweiterung des Monitoring-Spektrums (hinsichtlich Facetten der Biodiversität) und eine verbesserte Datenintegration und -vernetzung insbesondere durch KI-gestützte Verfahren. Trotz der genannten Chancen des Einsatzes neuer Technologien und Methoden im Monitoring wurden von den Teilnehmenden zusammenfassend folgende Herausforderungen bezüglich der Integration in das bestehende Biodiversitätsmonitoring thematisiert aber auch Lösungsansätze und Wünsche formuliert.

Herausforderungen

- ▶ **Fehlende Standardisierung:** Neue Technologien, wie DNA-basierte Methoden oder Fernerkundung, sind noch nicht ausreichend standardisiert. Dies führt zu Abweichungen in den Ergebnissen und erschwert die Vergleichbarkeit von Daten, insbesondere bei Daten aus verschiedenen Quellen und im Langzeitmonitoring.
- ▶ **Rechtliche Rahmenbedingungen:** Die Integration neuer Technologien in bestehende Monitoringsysteme stößt oft auf bürokratische Hürden und erfordert eine Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen, um deren Anwendung in der (behördlichen) Praxis zu ermöglichen.
- ▶ **Fachkräftemangel:** Die fortschreitende technologische Entwicklung geht auch mit dem Bedarf an entsprechenden Qualifikationen und Fachkräften einher. Der Mangel an ausgebildeten Artenkenner*innen und spezialisierten Fachkräften stellt sowohl bei der Anwendung neuer Technologien als auch bei der Interpretation der Daten eine große Hürde dar.



- ▶ **Datenmanagement und -integration:** Die großen Mengen an Daten, die durch neue Technologien erzeugt werden (zum Beispiel durch Fernerkundung), erfordern ein gut durchdachtes Datenmanagement und robuste Speichersysteme. Es besteht der Bedarf für geeignete Plattformen und Standards für die Speicherung, den Austausch und die Qualitätssicherung von Biodiversitätsdaten.
- ▶ **Gesellschaftliche Akzeptanz:** Oft bestehen Skepsis und Misstrauen bezüglich der Qualität und Vertrauenswürdigkeit neuer Technologien und Methoden, weshalb eine bessere Akzeptanz in der Monitoringgemeinschaft aber auch in der breiten Gesellschaft allgemein gefördert werden sollte. Häufig fehlt es an Transparenz und leicht zugänglichen beziehungsweise verständlichen Dokumentationen zur Funktionsweise und Anwendung neuer Technologien und Methoden.

Lösungsansätze

- ▶ **Standardisierung von Methoden:** Es müssen international gültige Mindeststandards (beispielsweise CEN, ISO) für die Anwendung neuer Technologien festgelegt werden, um die Datenqualität und Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Dazu gehören einheitliche Verfahren für Probenahme, Datenhaltung, Datenauswertung und Qualitätssicherung, die in Form von Handbüchern/Leitfäden beschrieben und verfügbar sein sollten.
- ▶ **Taxonomische Namensharmonisierung:** Die Anwendung einer robusten taxonomischen Namensharmonisierung ist eine Voraussetzung für die Vergleichbarkeit und langfristige Wiederverwendbarkeit von Biodiversitätsdaten.
- ▶ **Nachvollziehbare und umfassende Dokumentation:** Der gesamte Erhebungs- und Verarbeitungsprozess der Biodiversitätsdaten sollte nachvollziehbar und umfassend dokumentiert werden, um Transparenz zu gewährleisten und Fehlinterpretationen zu vermeiden.
- ▶ **Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen:** Um die Anwendung neuer Technologien zu ermöglichen, müssen gesetzliche Rahmenbedingungen für eine rechtlich zulässige und eventuell auch verbindliche Integration angepasst werden. Eine rechts- und regelkonforme Etablierung im Berichtswesen stellt die Grundlage für die Ableitung behördlicher Aufträge und deren Akzeptanz dar.
- ▶ **Ausbildung und Fachkräftesicherung:** Die Ausbildung und Förderung von Fachkräften ist eine wichtige Grundlage für die Anwendung neuer Technologien und Methoden. Insbesondere die taxonomische Expertise sollte bewahrt und gefördert werden, da diese für die Validierung sowie Interpretation der Daten und Ergebnisse erforderlich ist. Hierbei wurde die Bedeutung von Universitäten und anderer Bildungsinstitutionen hervorgehoben. Es sollten Anreize zum Aufbau von Expertise in weniger populären Themen geschaffen und die langfristige Nutzbarkeit und Perspektive des erworbenen Wissens für die Interessierten deutlich gemacht werden.
- ▶ **Verbesserung von Datenflüssen:** Die Entwicklung von einheitlichen, leicht verständlichen, offenen und interoperablen Datenplattformen ist notwendig, um große Datenmengen effizient zu verwalten und den Austausch von Daten zu erleichtern. Hier könnten



Wissensgraphen und moderne IT-Infrastrukturen eine Schlüsselrolle spielen. Es besteht der Wunsch nach einer Entwicklung von nutzerfreundlichen Plattformen zur Datenanalyse, die auch für Anwender*innen ohne technische Vorkenntnisse zugänglich sind.

- ▶ **Sicherstellung der Anschlussfähigkeit an langfristige Datenreihen:** Ein wichtiger Aspekt hinsichtlich der Einführung neuer Methoden und Technologien ist die Bewahrung der Kontinuität und Vergleichbarkeit mit bereits erhobenen Daten. Dies kann unter anderem durch einen übergangsweise parallelen Einsatz neuer Technologien und Methoden mit bereits etablierten Methoden gewährleistet werden.
- ▶ **Iterativer Implementierungsprozess:** Die Einführung neuer Technologien und Methoden sollte schrittweise als iterativer Prozess zwischen Forschung, Praxis und Politik erfolgen, um so nicht nur die Anschlussfähigkeit der Daten zu gewährleisten (siehe vorheriger Punkt), sondern auch um notwendige Anpassungs- und Umstellungsprozesse zu ermöglichen und eine Implementierung nachhaltig sicherzustellen.
- ▶ **Kombination verschiedener Technologien:** Eine Kombination aus verschiedenen Technologien kann wertvolle Informationen für die Monitoringpraxis liefern, indem andere Blickwinkel beleuchtet oder bisher nicht erschließbare Daten beziehungsweise Erkenntnisse generiert werden können.
- ▶ **Implementierung eines zentralen Koordinationsgremiums:** Es wurde der Wunsch nach einem zentralen Koordinationsgremium für die Implementierung neuer Methoden im Biodiversitätsmonitoring geäußert, um so die Integration in behördliche Prozesse zu erleichtern.
- ▶ **Langfristige Planung und Infrastruktur:** Um den langfristigen Einsatz neuer Technologien im Biodiversitätsmonitoring zu sichern, sollten langfristige Strategien entwickelt werden, die eine kontinuierliche Finanzierung und den notwendigen Ausbau der technischen Infrastruktur, insbesondere für die Datenhaltung, ermöglichen.
- ▶ **Förderung von Innovationen und neuen Anwendungsbereichen:** Es sollten konkrete Anwendungsfälle für die neuen Technologien entwickelt werden, um deren Nutzen im Biodiversitätsmonitoring zu demonstrieren. Dazu gehört auch die Identifikation von Arten und ökologischen Fragestellungen, bei denen neue Methoden besonders vorteilhaft sind. Pilotprojekte können genutzt werden, um die Wirksamkeit und Relevanz neuer Monitoringmethoden in der behördlichen Praxis zu testen und diese schrittweise zu integrieren.
- ▶ **Erhöhung der gesellschaftlichen Akzeptanz:** Die Nutzung nicht-invasiver und ressourcenschonender Technologien, insbesondere optische und akustische Fernerkundungsansätze, könnte die Akzeptanz in der Gesellschaft steigern, da sie weniger störend für die natürlichen Lebensräume sind. Es besteht auch der Wunsch, Citizen-Science-Projekte zu fördern, die das öffentliche Bewusstsein und die Beteiligung am Biodiversitätsmonitoring erhöhen.
- ▶ **Kooperation und interdisziplinäre Zusammenarbeit:** Die Kooperation zwischen Behörden, Wissenschaft und Praxis und eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit (zum Beispiel



zwischen den Fachbereichen Informatik, Biologie und Sozialwissenschaften) wurde als erforderliche Voraussetzung erachtet, um neue Methoden im Biodiversitätsmonitoring erfolgreich und effektiv zu implementieren und um die Chancen neuer Technologien in der Praxis langfristig zu realisieren. Die Schaffung einer Plattform zur Vernetzung von Fachleuten und zur Förderung eines Wissensaustausches wird als wünschenswert erachtet.

Die Integration neuer Technologien und Methoden in das bestehende Monitoring stellt eine komplexe Herausforderung dar, die jedoch mit einer Kombination aus Standardisierung, inter- und transdisziplinärer Zusammenarbeit, gezielter Fachkräftesicherung und flexiblen Implementierungsprozessen erfolgreich gemeistert werden kann. Langfristige Strategien zur Finanzierung, zur Bereitstellung der Infrastruktur und zu rechtlichen Anpassungen sind außerdem notwendig, um die Chancen der neuen Technologien für das Biodiversitätsmonitoring nachhaltig nutzen zu können.



Literaturverzeichnis

- Besson, M., Alison, J., Bjerger, K., Goroehowski, T. E., Høye, T. T., Jucker, T., Mann, H. M. R. & Clements, C. F. (2022). Towards the fully automated monitoring of ecological communities. *Ecology Letters*, 25(12), 2753–2775. <https://doi.org/10.1111/ele.14123>
- Blickensdörfer, L., Schwieder, M., Pflugmacher, D., Nendel, C., Erasmi, S. & Hostert, P. (2021). *National-scale crop type maps for Germany from combined time series of Sentinel-1, Sentinel-2 and Landsat 8 data (2017, 2018 and 2019)*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.5153047>
- Blickensdörfer, L., Schwieder, M., Pflugmacher, D., Nendel, C., Erasmi, S. & Hostert, P. (2022). Mapping of crop types and crop sequences with combined time series of Sentinel-1, Sentinel-2 and Landsat 8 data for Germany. *Remote Sensing of Environment*, 269, 112831. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112831>
- Buchner, D., Macher, T.-H. & Leese, F. (2022). APSCALE: advanced pipeline for simple yet comprehensive analyses of DNA metabarcoding data. *Bioinformatics (Oxford, England)*, 38(20), 4817–4819. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btac588>
- Schneider, C., Wäldchen, J. & Mäder, P. (2023). Künstliche Intelligenz im Naturschutz. *Natur und Landschaft*, 98(6/7), <https://doi.org/10.19217/NuL2023-06-05>.
- European Union (Hrsg.). *Genetic tools for Ecosystem health Assessment in the North Sea region (GEANS)*. <https://northsearegion.eu/geans/#:~:text=Genetic%20tools%20for%20Ecosystem%20health,%20effective%20DNA%2Dbased%20assessments>.
- Grenié, M., Berti, E., Carvajal-Quintero, J., Dädlow, G. M. L., Sagouis, A. & Winter, M. (2022). Harmonizing taxon names in biodiversity data: A review of tools, databases and best practices. *Methods in Ecology and Evolution*, Artikel 2041-210X.13802. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13802>
- Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D. & Kroon, H. de (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE*, 12(10), e0185809. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185809>
- Hertzog, L. R., Frank, C., Klimek, S., Röder, N., Böhner, H. G. S. & Kamp, J. (2021). Model-based integration of citizen science data from disparate sources increases the precision of bird population trends. *Diversity and Distributions*, 27(6), 1106–1119. <https://doi.org/10.1111/ddi.13259>
- Hildebrandt, G. (1996). *Fernerkundung und Luftbildmessung für Forstwirtschaft, Vegetationskartierung und Landschaftsökologie*.
- Leese, F., Woppowa, L., Bálint, M., Höß, S., Krehenwinkel, H., Lötters, S., Meissner, K., Nowak, C., Rausch, P., Rduch, V., Rulik, B., Weigand, A., Zimmermann, J., Koschorreck, J. & Züghart, W. (2023). *DNA-basierte Biodiversitätsanalysen im Natur- und Umweltschutz: Welche Optionen haben wir für eine Standardisierung? Eine Handlungsempfehlung aus Forschung und Praxis. BfN-Schriften: Bd. 666*. Bundesamt für Naturschutz. <https://doi.org/10.19217/skr666>
- Mrogenda, K., Davis, M., Feit, U., Schneider, C. (2023). NaturschutzDigital – Künstliche Intelligenz im Naturschutz. *BfN-Schriften 650*. Bundesamt für Naturschutz. <https://doi.org/10.19217/skr650>
- NFDI4Biodiversity. (2024). *Der Lebendige Atlas*. <https://www.nfdi4biodiversity.org/de/was-wir-tun/use-case-lebendiger-atlas/>
- north.io GmbH (Hrsg.). *Marispace- X - Maritime Smart Sensor Dataspace*. <https://de.marispacex.com/>
- Perić, Z., Naya Geiger, A. & Nordheim, S. (2022). Beobachtung der Landschaftselemente anhand von LiDAR-Daten. In F. Fuchs-Kittowski, A. Abecker & F. Hosenfeld (Hrsg.),



- Umweltinformationssysteme - wie trägt die Digitalisierung zur Nachhaltigkeit bei? Tagungsband des 28. Workshops "Umweltinformationssysteme (UIS 2021)" des Arbeitskreises „Umweltinformationssysteme“ der Fachgruppe „Informatik im Umweltschutz“ der Gesellschaft für Informatik (GI)* (S. 169–182). Springer Vieweg. https://doi.org/10.1007/978-3-658-35685-9_10
- Philip Holderried. (2023). *Bioakustik*. <https://www.waldwissen.net/de/lebensraum-wald/naturschutz/monitoring/bioakustisches-monitoring>
- Schiefer, F., Schmidlein, S., Frick, A., Frey, J., Klinke, R., Zielewska-Büttner, K., Junntila, S., Uhl, A. & Kattenborn, T. (2023). UAV-based reference data for the prediction of fractional cover of standing deadwood from Sentinel time series. *ISPRS Open Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 8, 100034. <https://doi.org/10.1016/j.ojphoto.2023.100034>
- Schwieder, M., Wesemeyer, M., Frantz, D., Pfoch, K., Erasmi, S., Pickert, J., Nendel, C. & Hostert, P. (2022). Mapping grassland mowing events across Germany based on combined Sentinel-2 and Landsat 8 time series. *Remote Sensing of Environment*, 269, 112795. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112795>
- Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung (Hrsg.). *Metagenomisches Monitoring von Bodengemeinschaften (MetalInvert)*. <https://tbg.senckenberg.de/de/tbg-project-miklos-balint-and-team/>
- Sickel, W., Kulow, J., Krüger, L. & Dieker, P. (2023). BEE -quest of the nest: A novel method for eDNA - based, nonlethal detection of cavity-nesting hymenopterans and other arthropods. *Environmental DNA*, Artikel edn3.490. Vorab-Onlinepublikation. <https://doi.org/10.1002/edn3.490>
- Sittinger, M. (2023). *Insect Detect - Software for automated insect monitoring with a DIY camera trap system [Computer software]*. Zenodo.
- Till-Hendrik Macher. (2023). *DNA metabarcoding for the ecological status assessment in streams - validation, plausibility check and intercalibration of the new assessment method* [Unpublished]. DataCite.
- Wägele, J., Bodesheim, P., Bourlat, S. J., Denzler, J., Diepenbroek, M., Fonseca, V., Frommolt, K.-H., Geiger, M. F., Gemeinholzer, B., Glöckner, F. O., Haucke, T., Kirse, A., Kölpin, A., Kostadinov, I., Köhl, H. S., Kurth, F., Lasseck, M., Liedke, S., Losch, F., Wildermann, S. (2022). Towards a multisensor station for automated biodiversity monitoring. *Basic and Applied Ecology*, 59, 105–138. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2022.01.003>
- Wilkes, P., Disney, M., Armston, J., Bartholomeus, H., Bentley, L., Brede, B., Burt, A., Calders, K., Chavana-Bryant, C., Clewley, D., Duncanson, L., Forbes, B., Krisanski, S., Malhi, Y., Moffat, D., Origo, N., Shenkin, A. & Yang, W. (2023). TLS2trees: A scalable tree segmentation pipeline for TLS data. *Methods in Ecology and Evolution*, 14(12), 3083–3099. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14233>
- Wührl, L., Pylatiuk, C., Giersch, M., Lapp, F., Rintelen, T. von, Balke, M., Schmidt, S., Cerretti, P. & Meier, R. (2022). DiversityScanner: Robotic handling of small invertebrates with machine learning methods. *Molecular Ecology Resources*, 22(4), 1626–1638. <https://doi.org/10.1111/1755-0998.13567>
- Zoologisches Forschungsmuseum Alexander Koenig (Hrsg.). *GBOL III: Dark Taxa*. <https://gbol.bolgermany.de/gbol3/de/gbol-dark-taxa/>

Anhang A

Infostände des Marktplatzes

- MonViA – Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften
- NFDI4Biodiversity – Konsortium für Biodiversitäts-, Ökologie- und Umweltdaten
- GFZ Potsdam: FERN.Lern, MiSa.C, Copernicus-Dienste
- KI-Ideenwerkstatt für Umweltschutz
- NMZB – Meilensteine der Aufbauphase und Entwicklung eines Portals für das Biodiversitätsmonitoring



Anhang A: Infostände des Marktplatzes

Das 2. Forum wurde durch eine Ausstellung, den „Marktplatz“, begleitet. Hier stellten folgende Einrichtungen, Verbände und Plattformen den Teilnehmenden die Schwerpunkte ihrer Aktivitäten, Projekte oder Exponate mit Bezug zum Thema des Forums vor.

MonViA – Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften



Im Verbundvorhaben „Monitoring der biologischen Vielfalt in Agrarlandschaften“ (MonViA) arbeiten das Thünen-Institut, das Julius-Kühn-Institut und die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung an der Konzeption eines nationalen Biodiversitätsmonitorings speziell für Agrarlandschaften, welches bestehende Monitoringprogramme in Deutschland ergänzen soll. Ziel ist es, Monitoringmodule und Indikatoren zu entwickeln, die den Zustand und die Veränderungen der Biodiversität, der Landnutzung und der Agrarstruktur abbilden können. Für das Monitoring werden diverse Methoden angewendet, mit denen unter anderem Daten bestandsschonend erfasst werden können. Dazu zählen die Datenerfassung mithilfe der Fernerkundung, mit automatisierten, KI-basierten Methoden, oder mithilfe molekularbiologischer Methoden zur Analyse von Umwelt-DNA. Auf dem Infostand wurden in zwei Postern folgende Themen aus MonViA aufgegriffen:

- ▶ Erfassung der Lebensraumvielfalt durch Fernerkundung
- ▶ Automatisierte Insektenerfassung von Nützlingen und genetische Verfahren beim Wildbienen-Monitoring
- ▶ Zudem demonstrierten Exponate, wie Nisthilfe, Nisthilfebrettchen, Nistmaterial-Proben sowie eine Kamerafalle die automatisierte Insektenerfassung (siehe Abb. 10).

Referenzen im Bereich des Konferenzthemas

Monitoring von Nützlingen:

- ▶ Sittinger, M. (2022). Insect Detect - Software for automated insect monitoring with a DIY camera trap system (v1.6). Zenodo. doi.org/10.5281/zenodo.7472238
maxsitt.github.io/insect-detect-docs/

Monitoring der Lebensraumvielfalt:

- ▶ Viewer: sf.julius-kuehn.de/mapviewer/
- ▶ Karten: National-scale crop type maps for Germany from combined time series of Sentinel-1, Sentinel-2 and Landsat 8 data (2017, 2018 and 2019): zenodo.org/record/5153047#.ZEu1t3ZByUn
- ▶ Code: github.com/FLFgit/MonViAcode
- ▶ Blickensdörfer, L., Schwieder, M., Pflugmacher, D., Nendel, C., Erasmi, S., & Hostert, P. (2022). Mapping of crop types and crop sequences with combined time series of Sentinel-1, Sentinel-2 and Landsat 8 data for Germany. *Remote Sensing of Environment*, 269, 112831.
- ▶ Perić, Z., Naya Geiger, A., Nordheim, S. (2022). Beobachtung der Landschaftselemente anhand von LiDAR-Daten. In: Fuchs-Kittowski, F., Abecker, A., Hosenfeld, F. (eds)



Umweltinformationssysteme - Wie trägt die Digitalisierung zur Nachhaltigkeit bei?. Springer Vieweg, Wiesbaden. doi.org/10.1007/978-3-658-35685-9_10

- ▶ Schwieder M, Wesemeyer M, Frantz D, Pfoch K, Erasmi S, Pickert J, Nendel C, Hostert P (2022) Mapping grassland mowing events across Germany based on combined Sentinel-2 and Landsat 8 time series. *Remote Sens Environ* 269:112795, [DOI:10.1016/j.rse.2021.112795](https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112795)

Monitoring von Wildbienen:

- ▶ wildbienen.thuenen.de
- ▶ www.thuenen.de/de/fachinstitute/biodiversitaet/projekte/entwicklung-molekularbiologischer-methoden-und-auswertungsroutinen-fuer-edna-aus-nisthilfen
- ▶ Sickel, W., Kulow, J., Krüger, L., Dieker, P. (2023): BEE-quest of the nest: A novel method for eDNA-based, nonlethal detection of cavity-nesting hymenopterans and other arthropods. *Environmental DNA*, DOI: 10.1002/edn3.490

Weitere Informationen:

- ▶ www.agrarmonitoring-monvia.de/service/veroeffentlichungen



Abb. 12 von links nach rechts.: 1. Wildbienen Vielfalt im Schaukasten als Anschauungsmaterial (Nisthilfebrett) (© BMEL); 2. Nisthilfe für Wildbienen (© BLE); DIY-Kamerafalle von MonVia (© M. Sittinger, Julius-Kühn-Institut)



Abb. 13 Informationsstand von MonVia mit Exponaten (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)



NFDI4Biodiversity – Konsortium für Biodiversitäts-, Ökologie- und Umweltdaten



NFDI4Biodiversity ist Teil der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) und widmet sich der gemeinschaftlichen Nutzung von Biodiversitäts- und Umweltdaten. Rund 50 kooperierende Institutionen – darunter Forschungsreinrichtungen, wissenschaftliche

IT-Servicezentren, naturkundliche Sammlungen und zivilgesellschaftliche Initiativen – bündeln fachlich-wissenschaftliche und technische Kompetenzen, um ein breites Service-Portfolio für den Umgang mit diesen Daten bereitzustellen. Die Zusammenarbeit ist geleitet von dem Wissen, dass Beteiligte aus Wissenschaft, Politik, Naturschutz und Landschaftspflege verlässliche Daten benötigen, um bessere Beiträge zum Erhalt der Artenvielfalt erarbeiten zu können. Gemeinsam bietet das Netzwerk:

- ▶ Zugang zu modernen Technologien und einem umfassenden Bestand an Biodiversitäts- und Umweltdaten
- ▶ alltagstaugliche und praxiserprobte Methoden und Werkzeuge für die Archivierung, Publikation, Suche und Analyse von Daten
- ▶ ein Fachforum für den sicheren und kompetenten Umgang mit Daten, die einer breiten und verantwortungsbewussten Nutzung zugeführt werden soll.

Portfolio im Bereich des Konferenzthemas

- ▶ Beratung zu den Datenmanagementsystemen Biodiversitäts-Exploratorien Informationssystem (BEXIS) und Diversity Workbench
- ▶ Cloud-Dienste für bioinformatische Anwendungen im Rahmen des deutschen Bioinformatik-Netzwerks (de.NBI, deutscher Knoten des europäischen ELIXIR-Netzwerks)
- ▶ Unterstützung bei der Publikation von Daten in der Global Biodiversity Information Facility (GBIF)
- ▶ Unterstützung bei der Erstellung von Datenmanagementplänen
- ▶ Submission Service für Datenpakete aus Forschungsprojekten
- ▶ Datenportal www.gfbio.org
- ▶ Lebendiger Atlas der Natur Deutschlands (LAND-Portal): www.nfdi4biodiversity.org/de/was-wir-tun/use-case-lebendiger-atlas/
- ▶ zentrale Anlaufstelle für Anfragen rund um das Thema Daten und Datenverfügbarkeit: helpdesk@nfdi4biodiversity.org
- ▶ Workshops und Trainings zu (Forschungs-)Datenmanagement, Rechtsfragen

Als ein Anwendungsbeispiel stellt NFDI4Biodiversity auf dem Marktplatz das LAND-Portal vor. Das LAND-Portal führt Artenbeobachtungen aus unterschiedlichen Quellen von verschiedenen Use Cases und des Netzwerkes, vor allem aus der Forschung (GFBio), Fachgesellschaften und



Umweltverbänden in einem gemeinsamen Online-Portal zusammen und verortet diese auf einer Deutschlandkarte. Die Teilnehmenden konnten live vor Ort erkunden, welche Daten für Arten bereits vorliegen, die in der eigenen Umgebung vorkommen. Das LAND-Portal wird mit Hilfe der Community von NFDI stetig weiterentwickelt.

Weitere Informationen:

- ▶ NFDI4Biodiversity in 2 Minuten erklärt (Video): youtube.com/watch?v=QWzDLi1CQKI
- ▶ Mission Statement: nfdi4biodiversity.org/de/mission-statement/
- ▶ Community-Publikationen bei Zenodo: www.zenodo.org/communities/nfdi4biodiv
- ▶ Twitter: www.twitter.com/nfdi4biodiv
- ▶ YouTube: www.youtube.com/@nfdi4biodiv



Abb. 14 Informationsstand von NFDI4Biodiversity zum Thema „Verfügbarkeit von Biodiversitätsdaten verbessern“
(© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)

GFZ Potsdam: FERN.Lern, MiSa.C, Copernicus-Dienste



EnMAP
education
initiative

Das Deutsche GeoForschungsZentrum Potsdam präsentierte auf dem Forum drei eigene Projekte und Module, die aktuelle Forschungsentwicklungen und ihre praktische Anwendung aufzeigen. Die Projekte, die sich auf innovative Technologien und Bildung konzentrieren, verdeutlichen die Aktivitäten des GFZ, wissenschaftliche Erkenntnisse zugänglich und nutzbar zu machen. Neben dem innovativen Instrument zur Klassifizierung von Lebensräumen und Kulturlandschaften „MiSa.C“, welches Naturschützer bei der Erhaltung und Bewirtschaftung verschiedenster



Lebensräume und Landschaften unterstützt, wurden die Lerninitiative „HYPERedu“ und die Wissens- und Austauschplattform „FERN.Lern“ vorgestellt.

MiSa.C – Klassifizierung von Lebensräumen und Kulturlandschaften

Der Minimal Sampling Classifier (MiSa.C) bietet ein Instrument zur Klassifizierung von Lebensräumen und Kulturlandschaften. Es unterstützt Fachkräfte im Naturschutz bei der Erhaltung und Bewirtschaftung unterschiedlicher Landschaftstypen. Als webbasierter Service ermöglicht MiSa.C die Analyse und Einordnung von Umwelt- und Landschaftsdaten, die für die Planung und Durchführung von Naturschutzmaßnahmen relevant sind. Das Tool ist darauf ausgelegt, auch komplexe und heterogene Landschaften detailliert abzubilden.

HYPERedu – Digitale Lerninitiative in der Fernerkundung

HYPERedu bietet eine Lernplattform zur digitalen Weiterbildung im Bereich der Satellitenfernerkundung. Die Plattform umfasst verschiedene Online-Kurse und Weiterbildungsformate, die es Fachleuten ermöglichen, sich in aktuellen Technologien und Methoden der Fernerkundung weiterzubilden. Die Inhalte sind international ausgerichtet und werden von Fachleuten auf diesem Gebiet bereitgestellt, um den globalen Austausch von Wissen und Methoden zu fördern.

FERN.Lern – Wissens- und Austauschplattform

FERN.Lern stellt eine Plattform für den Wissens- und Erfahrungsaustausch im Bereich der Fernerkundung und Geowissenschaften bereit. Sie richtet sich an Lernende, Lehrende und Fachleute und bietet eine Vielzahl an Ressourcen, darunter Lernmodule, Fallstudien und interaktive Werkzeuge. Die Plattform fördert den Dialog zwischen Wissenschaft und Praxis und erleichtert den Transfer von Forschungsergebnissen in die praktische Anwendung.

Portfolio im Bereich des Konferenzthemas

► FERN.Lab [Habitat Sampler & MiSa.C]:

- Projektseite MiSa.C: fernlab.gfz-potsdam.de/misac.html
- MiSa.C - a SaaS Webservice: gfzpublic.gfz-potsdam.de/pubman/faces/ViewItemOverviewPage.jsp?itemId=item_5013038_2
- Projektseite Habitat Sampler: www.gfz-potsdam.de/software/samples-fuer-predictive-modelling-habitat-sampler

► FERN.Lern:

- fernlearn.gfz-potsdam.de/lernen
- gfzpublic.gfz-potsdam.de/pubman/faces/ViewItemFullPage.jsp?itemId=item_5014585
- gfzpublic.gfz-potsdam.de/pubman/faces/ViewItemOverviewPage.jsp?itemId=item_5014588

► Projektseite Copernicus für Umweltbehörden: www.gfz-potsdam.de/ueber-uns/fort-und-weiterbildung/copernicus-schulungen-fuer-umweltbehoerden



- ▶ Projektseite SAPIENS: www.gfz-potsdam.de/ueber-uns/fort-und-weiterbildung/sapiens
- ▶ Projektseite KONSAB: www.gfz-potsdam.de/ueber-uns/fort-und-weiterbildung/konsab
- ▶ HYPERedu:
 - www.gfz-potsdam.de/presse/meldungen/detailansicht/start-neuer-digitaler-weiterbildungsformate-in-der-satelliten-fernerkundung
 - eo-college.org/courses/



Abb. 15 Informationsstand von GFZ Potsdam, welches die Dienste FERN.Lern, MiSa.C und Copernicus-Dienste vorstellt
(© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)

KI-Ideenwerkstatt für Umweltschutz



Der Marktstand der KI-Ideenwerkstatt für Umweltschutz des BMUV widmete sich dem Thema Künstliche Intelligenz (KI) und deren Anwendung im Umweltschutz. Interessierte erhielten hier einen praxisnahen Einblick in die Funktionsweise von Deep Neural Networks, Reinforcement Learning und weiteren Methoden des Maschinellen Lernens. Der Stand bot interaktive und spielerische Möglichkeiten, das Thema KI haptisch zu erkunden und sich mit den Grundlagen dieser Technologien vertraut zu machen. Zudem bot der Stand einen offenen Raum für alle Interessierte, um Ideen und Ansätze zu diskutieren, wie KI gemeinwohlorientiert und praktisch



im Umweltschutz eingesetzt werden kann. Die Werkstatt bietet Unterstützung bei der Nutzung und Entwicklung von digitalen Werkzeugen und KI, um den Umweltschutz effektiv zu fördern. Hierzu wurden Angebote der Ideenwerkstatt, die insbesondere für Fachgesellschaften im Umweltschutz interessant sind, wie Data Science Unterstützung, Ressourcen der KI-Ideenwerkstatt und Workshop-Angebote vorgeschellt.

Weitere Informationen:

- ▶ www.ki-ideenwerkstatt.de/



Abb. 16 Informationsstand der KI-Ideenwerkstatt für Umweltschutz (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)

NMZB – Meilensteine der Aufbauphase und Entwicklung eines Portals für das Biodiversitätsmonitoring

Das Monitoringzentrum stellte auf dem eigenen Marktstand in einer Übersicht die Meilensteine der Aufbauphase vor. Darüber hinaus wurde eine Übersicht zum geplanten Informations- und Vernetzungsportal für das bundesweite Biodiversitätsmonitoring gegeben: In der ersten Phase 2023/24 wird die inhaltliche Konzeption für das Informations- und Vernetzungsportal erstellt. In den kommenden Phasen ist vorgesehen, das Konzept sukzessive umzusetzen und zu erweitern. Die Gremien des Monitoringzentrums und verschiedene Beteiligte aus der Monitoringgemeinschaft werden dabei eng in die Entwicklung eingebunden. Es ist geplant, zunächst ein digitales Basissystem aufzusetzen, das Schritt für Schritt um Funktionen und Module erweitert wird.

Weitere Informationen:

- ▶ www.monitoringzentrum.de/meilensteine
- ▶ www.monitoringzentrum.de/portal

Anhang B Posterausstellung

- **VeGEMitE: Vegetation- und Satellitendaten für effektives Grünland-Monitoring/effektiven Monitoring-Einsatz**
- **DiSSCo: Distributed System of Scientific Collections**
- **FörTax: Förderung von taxonomischem Wissen als Grundlage für den Naturschutz**
- **eLTER: Integrated European Long-Term Ecosystem, critical zone and socio-ecological Research**
- **iMonEP: Innovatives Monitoring Eutrophierung und pelagische Habitate Nordsee**
- **Diversity Scanner: Automated Biodiversity Research**
- **APSCALE und TaxonTableTools: Ein umfassender, plattformunabhängiger Workflow mit graphischen Benutzeroberflächen zur Prozessierung, Analyse und Visualisierung von DNA-Metbarcoding-Daten**
- **BIOfid – Fachinformationsdienst als Datenquelle für das Biodiversitätsmonitoring**
- **TLS2trees: A scalable tree segmentation pipeline for TLS data**
- **Edaphobase: Open Access Data Warehouse für Bodenbiodiversität**
- **Overview of Methods: Towards the fully automated monitoring of ecological**



Anhang B: Posterausstellung

Teil des Rahmenprogramms des 2. Forums war eine Posterausstellung zu aktuellen Forschungsprojekten und Entwicklungen, die innovative Technologien und Methoden für das Biodiversitätsmonitoring entwickeln und anwenden. Sie zeigen, wie moderne Ansätze wie Fernerkundung, maschinelles Lernen, automatisierte Datenerfassung und digitale Plattformen genutzt werden, um die Erfassung und Auswertung von Biodiversitätsdaten effizienter und genauer zu gestalten. Solche Entwicklungen tragen dazu bei, Veränderungen des Zustands der Biodiversität besser zu verstehen und effektive Schutzstrategien zu entwickeln. Die vorgestellten Projekte werden im Folgenden kurz beschrieben.



Abb. 17 Posterausstellung des 2. Forums (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)

VeGEMitE: Vegetation- und Satellitendaten für effektives Grünland-Monitoring/effektiven Monitoring-Einsatz

Das VeGEMitE-Projekt konzentriert sich auf die Integration von Vegetations- und Satellitendaten zum Monitoring und zur Bewertung von Grünlandflächen. Das Poster stellt Methoden vor, wie Fernerkundungsdaten mit bodenbasierten Beobachtungen kombiniert werden können, um die Vegetationsdynamik und den Zustand von Grünland zu erfassen. Dies ermöglicht eine präzisere Erfolgskontrolle und unterstützt das Management von landwirtschaftlichen Flächen im Hinblick auf Biodiversität und Nachhaltigkeit.

Link: www.eom.uni-kiel.de/de/forschung/abgeschlossene-forschungsprojekte/detailseiten/verknuepfung-von-vegetationsdaten-und-fernerkundungsmethoden-zur-erfolgskontrolle-eines-nachhaltigen-gruenland-managements

Kernbotschaften:

- ▶ Ein innovatives Instrument für das nachhaltige Management von Grünland wird entwickelt.
- ▶ Copernicus-Satellitendaten und andere Technologien ermöglichen eine umfassende und kontinuierliche Erfolgskontrolle.
- ▶ Die entwickelten Methoden haben Vorbildcharakter für zukünftige Monitoring-Programme in ganz Deutschland.



DiSSCo: Distributed System of Scientific Collections

DiSSCo ist ein europäisches Netzwerk wissenschaftlicher Sammlungen, das den Zugang zu naturwissenschaftlichen Daten aus verschiedenen Institutionen und Ländern erleichtert. Die wissenschaftlichen Sammlungen großer Forschungsreisen und Schausammlungen von Naturliebhabenden konservieren seit über 200 Jahren Belege und Daten, die für die heutige Biodiversitätsforschung eine wichtige Rolle spielen. In den Sammlungen sind Informationen verborgen, die für die Erforschung des Lebens und des Rückgangs der Artenvielfalt essentiell wichtig sind. Die Erschließung der Sammlungen und ihre digitale Transformation bildet die Grundlage für die Verfügbarmachung der darin enthaltenen Daten. Das Poster erläutert die Struktur und die Ziele des DiSSCo-Projekts, das darauf abzielt, Sammlungsdaten zu digitalisieren und über ein zentrales System zugänglich zu machen. Dies fördert die Vernetzung von Forschungsdaten und erleichtert die Nutzung für wissenschaftliche Studien und den Naturschutz.

Link: www.dissco.eu/

Kernbotschaften:

- ▶ Naturkundliche Sammlungen waren und sind Archive des Biodiversitätsmonitorings – physisch und digital.
- ▶ Die Sammlungserschließung („Digitalisierung“) leistet einen großen Beitrag zur Biodiversitätsforschung.
- ▶ Forschungsmuseen sind ein Begegnungsort für Gesellschaft, Politik und Forschung – auf zwischenmenschlicher und digitaler Ebene.

FörTax: Förderung von taxonomischem Wissen als Grundlage für den Naturschutz

Das FörTax-Projekt zielt darauf ab, die Artenkenntnis in der Gesellschaft umfassend zu fördern und damit dem Rückgang an Fachleuten auf diesem Gebiet entgegenzuwirken. Gefördert vom BMUV und BfN im Rahmen des Bundesprogramms Biologische Vielfalt, wird in diesem sechsjährigen Projekt eine Bestandsaufnahme der derzeitigen Bildungsangebote im deutschsprachigen Raum durchgeführt. Ziel ist es, diese Angebote zu vernetzen und ein breites Kursangebot für alle Altersklassen und Bildungsstufen bereitzustellen. Dabei kooperieren das LIB-Museum Koenig, die Fachdidaktik Biologie der Universität Bonn und die DELATTINIA eng mit weiteren Institutionen wie dem Entomologischen Verein Krefeld und dem Rote Liste Zentrum. Die FörTax-Datenbank, die bereits öffentlich zugänglich ist, ermöglicht es, passende Bildungsangebote zur Artenkenntnis in verschiedenen Regionen und für diverse Organismengruppen zu finden. Kinder und Jugendliche können in FörTax Clubs am LIB-Museum Koenig Artenkenntnis erwerben, während Erwachsene in der Saarländischen Akademie für Artenkenntnis (SAKA) qualifiziert werden. Das Projekt schließt auch die Entwicklung von Lehrfilmen zur Methoden-vermittlung durch den Entomologischen Verein Krefeld ein, die über Social Media verbreitet werden. Alle Bildungsangebote werden von der Universität Bonn evaluiert, und abschließend sollen politische Handlungsempfehlungen basierend auf den gesammelten Daten entwickelt werden.

Link: foertax.de/



Kernbotschaften:

- ▶ Artenkenntnis ist Grundlage für den Naturschutz.
- ▶ Gegen die Erosion der Artenkenner und Artenkennerinnen wirken.
- ▶ FörTax prüft den Status Quo und entwickelt mögliche Lösungsansätze zur Trendwende.

eLTER: Integrated European Long-Term Ecosystem, critical zone and socio-ecological Research

eLTER ist eine europäische Infrastruktur, die aus dem europäischen LTER-Netzwerk mit mehreren hundert Untersuchungsgebieten hervorgegangen ist. Aktuell ist eLTER in der Vorbereitungsphase (2020–2025) auf dem Weg zu einer vollwertigen Forschungsinfrastruktur. Da die Vergleichbarkeit von Daten der Schlüssel für gemeinsame Analysen ist, wurde in eLTER ein Satz von Standardbeobachtungen für die verschiedenen Ökosystemkomponenten (Atmosphäre, Hydrosphäre, Biosphäre, Pedosphäre, Soziosphäre) entwickelt. Oberste Kriterien für die Auswahl der Standardbeobachtungen sind Aussagekraft, Aufwand und Automatisierung, um größtmögliche Akzeptanz und Machbarkeit zu erreichen. Die für Biodiversität gewählten repräsentativen Beobachtungen sind das Ergebnis ausgiebiger Diskussionen und Abstimmungen mit Fachleuten auf europäischer Ebene. In dem Poster wird eLTER und die ausgewählten Parameter vorgestellt und erläutert.

Link: elter-ri.eu

Kernbotschaften:

- ▶ Standardbeobachtungen mit entsprechenden Protokollen sind essentiell, um Trends in Ökosystemen erkennen und auswerten zu können.
- ▶ Standardbeobachtungen müssen bestimmte Kriterien erfüllen: (1) Relevanz für Systemprozesse, (2) Eignung für Erkennung von Trends, (3) Machbarkeit.
- ▶ Um viele Gebiete bearbeiten zu können, sollen die Methoden soweit wie möglich automatisiert beziehungsweise automatisierbar sein.

iMonEP: Innovatives Monitoring Eutrophierung und pelagische Habitate Nordsee

Das iMonEP-Projekt untersucht, ob DNA-Analysen (Metabarcoding) für das Monitoring von Plankton geeignet sind. Derzeit wird das Plankton zur Bewertung des Zustands pelagischer Habitate, wie es die EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie fordert, vor allem mit zeitaufwendigen lichtmikroskopischen Methoden analysiert. Im Vergleich dazu ermöglicht die DNA-Methode eine schnellere und präzisere Bestimmung der Artenvielfalt, allerdings ohne Angaben zur Menge der Organismen. Die Ergebnisse des Projekts zeigen, dass DNA-Metabarcoding eine wertvolle Ergänzung zur traditionellen Zählung darstellt, insbesondere aufgrund der höheren Zahl identifizierter Taxa.



Link: www.bsh.de/DE/THEMEN/Forschung_und_Entwicklung/Aktuelle-Projekte/iMonEP/iMonEP_node.html

Kernbotschaften:

- ▶ DNA-Metabarcoding erfasst meist mehr Taxa als die klassische Zählmethode, aber es werden auch nicht alle Taxa mit der Methode erfasst und es sind keine quantitativen Aussagen möglich.
- ▶ Damit stellt das DNA-Metabarcoding eine gute Ergänzung zur konventionellen mikroskopischen Analyse dar.
- ▶ Um das DNA-Metabarcoding im Planktonmonitoring nutzen zu können, müssen Standardprozeduren entwickelt, Arten-Datenbanken überarbeitet und ergänzt sowie Sequenzdatenbanken vervollständigt werden.

Diversity Scanner: Automated Biodiversity Research

Der DiversityScanner beschleunigt die Auswertung von Malaise-Fallen-Proben durch den Einsatz von Robotik und künstlicher Intelligenz (KI). Das Poster veranschaulicht die Funktionsweise des Roboters, der Proben sortiert und trennt. Hochauflösende Kamerabilder der Proben dienen als Grundlage für die Klassifikation mithilfe von maschinellen Lernalgorithmen sowie für die Schätzung der Biomasse. Ziel ist es, die Effizienz und Genauigkeit bei der Bestimmung von Arten und der Schätzung der Biomasse zu erhöhen, ohne auf zeitaufwendige Sequenzierungsmethoden zurückgreifen zu müssen. Mindestens 25 Prozent der Proben sollen ohne DNA-Sequenzierung identifiziert und gezählt werden können.

Kernbotschaften:

- ▶ Sortierung und Trennung von Proben mithilfe von Robotik und Automatisierung.
- ▶ Klassifizierung der Proben mithilfe von künstlicher Intelligenz.
- ▶ Klassifikation der Arten in Proben durch Bildverarbeitung.

Referenz:

- ▶ Wuehrl et al. (2022). DiversityScanner: Robotic handling of small invertebrates with machine learning methods. MER, 22, 1626-1638. doi.org/10.1111/1755-0998.13567

APSCALE und TaxonTableTools: Ein umfassender, plattformunabhängiger Workflow mit graphischen Benutzeroberflächen zur Prozessierung, Analyse und Visualisierung von DNA-Metabarcoding-Daten

In dem Poster werden APSCALE und TaxonTableTools (TTT) vorgestellt, zwei plattformunabhängige Softwarelösungen zur Analyse und Visualisierung von DNA-Metabarcoding-Daten. APSCALE ermöglicht die effiziente Prozessierung und taxonomische Zuordnung von Sequenzen durch benutzerfreundliche grafische Oberflächen oder als Kommandozeilenversion. Es ist skalierbar und erfüllt Datenschutzanforderungen, insbesondere



für Umweltbehörden. Ergänzend bietet TTT eine Vielzahl von Analysemodulen zur nachgeschalteten Auswertung und Visualisierung von DNA-Metabarcoding-Daten. Es enthält zahlreiche Module zur Weiterverarbeitung und Kuratierung der Daten, sowie spezialisierte Module zur Untersuchung von DNA-Metabarcoding-spezifischen Parametern. Zudem bietet TTT eine breite Palette von Analysen, wie Alpha-Diversitätsanalysen und Ordinationsverfahren.

Kernbotschaft:

- ▶ APSCALE und TaxonTableTools sind umfangreiche Softwarelösungen von der Prozessierung bis hin zur biologischen Auswertung von DNA-Metabarcoding-Daten.

Referenzen:

- ▶ Buchner D., Macher T.-H., Leese F. (2022): APSCALE: advanced pipeline for simple yet comprehensive analyses of DNA metabarcoding data. *Bioinformatics*: btac588. doi.org/10.1093/bioinformatics/btac588
- ▶ Macher T.-H, Beermann A.J., Leese F. (2021): TaxonTableTools: A comprehensive, platform-independent graphical user interface software to explore and visualise DNA metabarcoding data. *Molecular Ecology Resources* 21: 1705–1714. doi.org/10.1111/1755-0998.13358

BIOfid – Fachinformationsdienst als Datenquelle für das Biodiversitätsmonitoring

Das Poster präsentiert BIOfid, einen von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Fachinformationsdienst, der sich auf die Bereitstellung und Mobilisierung von Daten aus biologischer Literatur für das Biodiversitätsmonitoring konzentriert. Ziel ist es, die Datenbasis durch automatisierte Extraktion relevanter Informationen aus natursprachlichen Texten zu erweitern. Aber aktuell ist dies noch eine große Herausforderung. BIOfid entwickelt innovative texttechnologische Werkzeuge und semantische Verfahren, um fachspezifische Biodiversitätsdaten besser auffindbar und analysierbar zu machen und so einen wertvollen Beitrag zur Biodiversitätsforschung zu leisten.

Link: www.biofid.de/de/

Kernbotschaften

- ▶ Mit einer automatisierten Mobilisierung von umfangreichen Daten aus der Literatur könnte die Datenbasis für das Biodiversitätsmonitoring erheblich verbreitert werden.
- ▶ BIOfid arbeitet an der Entwicklung von texttechnologischen Werkzeugen und semantischen Verfahren, die Biodiversitätsdaten besser auffindbar, analysierbar und extrahierbar machen können.

TLS2trees: A scalable tree segmentation pipeline for TLS data

Das TLS2trees-Projekt entwickelt eine skalierbare Pipeline zur Segmentierung von Bäumen aus Terrestrischem Laserscanning (TLS)-Daten. Das Poster beschreibt die technische Umsetzung und die Anwendungen dieser Methode, die es ermöglicht, Baumstrukturen präzise zu analysieren



und zu modellieren. Dies ist insbesondere für Studien im Bereich der Forstwirtschaft und der ökologischen Modellierung von Interesse.

Referenz:

Phil Wilkes, Mathias Disney, John Armston, Harm Bartholomeus, Lisa Bentley, Benjamin Brede, Andrew Burt, Kim Calders, Cecilia Chavana-Bryant, Daniel Clewley, Laura Duncanson, Brienne Forbes, Sean Krisanski, Yadvinder Malhi, David Moffat, Niall Origo, Alexander Shenkin, Wanxin Yang
TLS2trees: a scalable tree segmentation pipeline for TLS data
www.biorxiv.org/content/10.1101/2022.12.07.518693v1

Kernbotschaften

- ▶ Terrestrial Laser Scanning ermöglicht eine präzisere Schätzung der oberirdischen Biomasse in Wäldern, stößt jedoch bei der manuellen Segmentierung von Bäumen aus Punktwolken auf zeitaufwändige Herausforderungen.
- ▶ TLS2trees ist ein neuer, automatisierter Datenverarbeitungsprozess, der diese Engpässe adressiert und Bäume effizient aus TLS-Punktwolken segmentiert. Er wurde erfolgreich in 10 Waldparzellen mit 10.557 Bäumen getestet.
- ▶ Offene Software: TLS2trees ist als freie und quelloffene Software (FOSS) verfügbar, was zukünftige Verbesserungen und Anpassungen an verschiedene Laserscanning-Methoden ermöglicht, wie mobile oder UAV-gestützte Lasersysteme.

Edaphobase: Open Access Data Warehouse für Bodenbiodiversität

Edaphobase ist ein frei zugängliches Datenarchiv, das Informationen zur Bodenbiodiversität sammelt und verfügbar macht. Das Poster erläutert die Struktur der Datenbank und zeigt, wie sie genutzt werden kann, um Bodenorganismendaten für die Forschung und den Naturschutz zugänglich zu machen. Edaphobase bietet eine zentrale Plattform für den Austausch von Daten, die für das Verständnis und den Schutz von Bodenökosystemen relevant sind.

Link: www.senckenberg.de/de/wissenschaft/forschungsinfrastruktur/datenbanken-und-digitale-ressourcen/edaphobase-datenbank-bodenzoologie/

Kernbotschaften

- ▶ Edaphobase ist ein Open-Access-Datenportal, das Daten zur Bodenbiodiversität aus verschiedenen Quellen zusammenführt und öffentlich zugänglich macht, mit einem Fokus auf Bodentiere wie Nematoden, Collembolen und weitere wirbellose Tiere.
- ▶ Zusammenarbeit und Datenanalyse: Die Plattform lebt von der Zusammenarbeit mit Bodenzoologen, die ihre Daten hochladen, und bietet Online-Analysewerkzeuge für übergreifende Analysen, die den FAIR-Prinzipien folgen.
- ▶ Globaler Beitrag: Edaphobase liefert Daten an GBIF und ermöglicht umfassende Abfragen und Analysen, wie beispielsweise die Kartierung von Verbreitungsgebieten und die Ermittlung von Umweltkorrelationen.



Overview of Methods: Towards the fully automated monitoring of ecological communities

Hier wurde ein Überblick über aktuelle Methoden zur vollständigen Automatisierung des Monitorings ökologischer Gemeinschaften gegeben. Technologische Fortschritte werden beschrieben, die es ermöglichen, ökologische Daten effizient und präzise zu erfassen und zu analysieren. Die vorgestellten Methoden zielen darauf ab, die ökologische Überwachung zu verbessern und damit die Basis für fundierte Naturschutzentscheidungen zu schaffen.

Referenz: Besson, M., Alison, J., Bjerger, K., Goroehowski, T.E., Høye, T.T. & Jucker, T. et al. (2022) Towards the fully automated monitoring of ecological communities. *Ecology Letters*, 25, 2753–2775. doi.org/10.1111/ele.14123

Kernbotschaften

- ▶ Hochauflösendes Monitoring ist entscheidend, um die Dynamik von Ökosystemen im Kontext globaler Veränderungen und des Biodiversitätsverlustes zu verstehen.
- ▶ Technologische Fortschritte ermöglichen durch kostengünstige Hardware und künstliche Intelligenz automatisiertes Monitoring, das bisher schwer realisierbar war, besonders bei biotischen Komponenten wie Verhalten und Artenverteilung.
- ▶ Die Entwicklung neuer Modelle ermöglicht es, Technologien zu kombinieren, um Arten und deren Merkmale vollautomatisch in einer bisher unerreichten Detailgenauigkeit zu erfassen und zu analysieren.

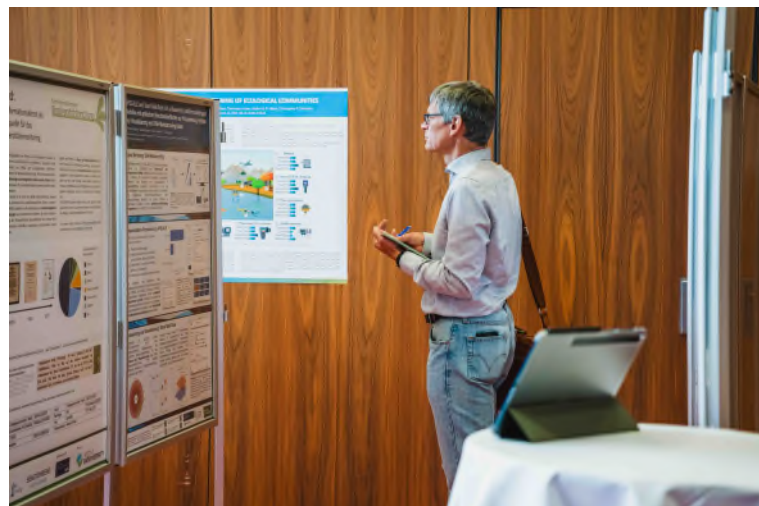


Abb. 18 Ausschnitt aus der Posterausstellung im Rahmen des 2. Forums des Monitoringzentrums zu aktuellen Forschungsprojekten und Entwicklungen, die innovative Technologien und Methoden für das Biodiversitätsmonitoring entwickeln und anwenden (© Felix Schreiner, Monitoringzentrum)