

# NaturschutzDigital – Künstliche Intelligenz im Naturschutz Forschung, Praxis und Leitplanken

Tagungsdokumentation

Klemens Mrogenda, Marlen Davis, Ute Feit  
und Christian Schneider (Hrsg.)

BfN-Schriften

**650**

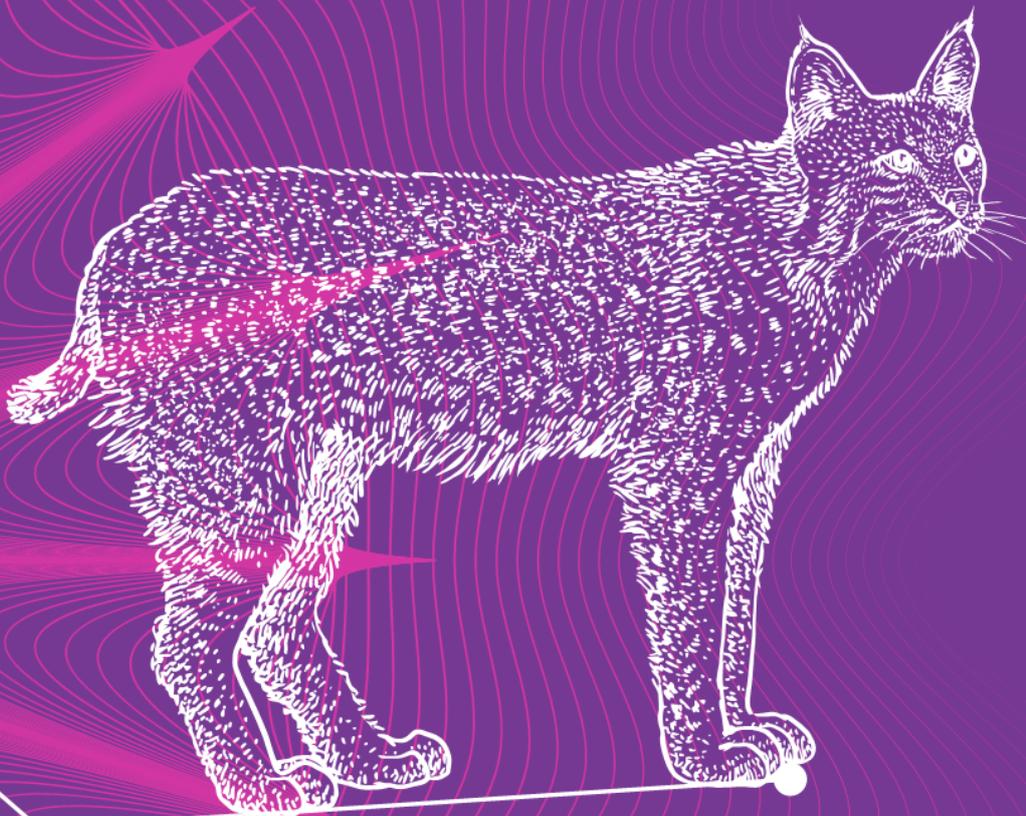
**2023**

2022

23

24

25





Bundesamt für  
Naturschutz

# **NaturschutzDigital – Künstliche Intelligenz im Naturschutz Forschung, Praxis und Leitplanken**

**Dokumentation der Tagung „NaturschutzDigital“  
vom 20.-23.06.2022 des Bundesamts für Naturschutz (BfN)  
an der Internationalen Naturschutzakademie (INA)  
auf der Insel Vilm**

herausgegeben von  
Klemens Mrogenda  
Marlen Davis  
Ute Feit  
Christian Schneider

## Impressum

**Titelbild:** Skizzierter Luchs vor stilisiertem Hintergrund aus Fraktalen und Digitalisierungselementen (Carolina Arcienigas)

### Adressen der Herausgeberinnen und der Herausgeber:

Klemens Mrogenda Bundesamt für Naturschutz / Standort Leipzig  
Marlen Davis Fachgebiet I 1.1 „Strategische Digitalisierung in Natur und Gesellschaft  
Dr. Christian Schneider Alte Messe 6, 04103 Leipzig  
E-Mail: klemens.mrogenda@bfn.de  
marlen.davis@bfn.de  
christian.schneider@bfn.de

Ass. Iur. Ute Feit Bundesamt für Naturschutz / Standort Insel Vilm  
Internationale Naturschutzakademie (INA)  
18581 Putbus / Rügen  
E-Mail: ute.feit@bfn.de

### Fachbetreuung im BfN:

Klemens Mrogenda Fachgebiet I 1.1 „Strategische Digitalisierung in Natur und Gesellschaft  
Ass. Iur. Ute Feit Internationale Naturschutzakademie (INA)

### Förderhinweis:

Gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (FKZ: 3522890700).

Diese Veröffentlichung wird aufgenommen in die Literaturdatenbank „DNL-online“ ([www.dnl-online.de](http://www.dnl-online.de)).

BfN-Skripten sind nicht im Buchhandel erhältlich. Eine PDF-Version dieser Ausgabe kann unter [www.bfn.de/publikationen](http://www.bfn.de/publikationen) heruntergeladen werden.

Institutioneller Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz  
Konstantinstr. 110  
53179 Bonn  
URL: [www.bfn.de](http://www.bfn.de)

Der institutionelle Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des institutionellen Herausgebers übereinstimmen.



Diese Schriftenreihe 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](http://creativecommons.org/licenses)).

Druck: Druckerei des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)

Gedruckt auf 100% Altpapier

ISBN 978-3-89624-411-6

DOI 10.19217/skr650

Bonn 2023

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>6</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>9</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>11</b>
<b>1 KI im Naturschutz – Einführung</b>	
Klemens Mrogenda und Christian Schneider .....	<b>13</b>
<b>2 Maschinelles Lernen im Naturschutz – Projekte und Anwendungsfelder</b> .....	<b>18</b>
2.1 KI-Einsatz bei Waldzustandsanalyse, der Bewertung zukünftiger Waldentwicklung sowie Entscheidungsvorbereitung zum klimaangepassten Waldumbau Flaminia Catalli .....	<b>18</b>
2.2 Durch neue Techniken und bereits vorhandenes Wissen ökosystemare Zusammenhänge erforschen: pflanzliches Metabarcoding und KI Birgit Gemeinholzer .....	<b>21</b>
2.3 Sensordatenfusion zur Schätzung von Biodiversität Felix Govaers .....	<b>24</b>
2.4 BeesUp – intelligentes Planungswerkzeug zur wildbienengerechten Flächengestaltung und Städteplanung Henri Greil .....	<b>27</b>
2.5 BirdRecorder – Entwicklung und Erprobung eines Systems zur Vermeidung von potentiellen Auswirkungen auf Vögel durch die Windenergienutzung Anton Kaifel, Ursula Amann, Nico Klar, Kay Ohnmeiß, Frank Sehne und Marcel Zoll.....	<b>31</b>
2.6 KI_Wood-ID – Entwicklung von automatisierten (digitalen) Bilderkennungssystemen zur Holzartenbestimmung mittels künstlicher Intelligenz Markus Rauhut.....	<b>33</b>
2.7 KInsecta: KI-basiertes Insektenmonitoring mit Citizen Science Ingeborg Beckers, Dania Brandt, Teodor Chiaburu, Frank Haußer, Henning Schmidt, Ilona Schrimpf, Alexandra Stadel und Martin Tschalkner .....	<b>36</b>
2.8 Posterbeiträge .....	<b>40</b>
2.8.1 Eine globale KI-Plattform zur Live-Erkennung von marinen Ablagerungen Mariam Arabshahi.....	<b>40</b>
2.8.2 mAlnZaun – Modularer, autonomer und intelligenter Weide(schutz)zaun mit Erkennung und Vergrämung von Prädatoren Jens Dede .....	<b>42</b>
2.8.3 Wer singt denn da? Automatisiertes Vogelmonitoring durch Nutzung von Audioaufnahmen und Neuronalen Netzen Kim Lindner, Nicolas Friess, Markus Mühling, Nikolaus Korfhage, Daniel Schneider, Sven Heuer, Pavel Tafo, Stephan Wöllauer, Sascha Rösner, Dana Schabo, Eric Mentzschel, Viviane Kohlbrecher, Hajo Holzmann, Stephan Dahlke, Thomas Nauss, Bernd Freisleben und Nina Farwig.....	<b>44</b>

2.8.4	DIY-Kamerafalle mit automatisierter Insekten-Erkennung für Monitoring und Citizen Science Maximilian Sittinger und Annette Herz.....	46
2.8.5	ChESS: Change Event based Sensor Sampling Frederic Stahl .....	48
<b>3</b>	<b>Maschinelles Lernen in der Anwendung – Perspektive von NGOs und Behörden</b>	<b>50</b>
3.1	„natur.digital“: Künstliche Intelligenz und Artenkenner Ausbildung Annika Aurbach .....	50
3.2	Das Anwendungslabor für Künstliche Intelligenz und Big Data am Umweltbundesamt Simon Becker.....	52
3.3	Vorstellung der BMUV-Aktivitäten im Bereich KI und Daten für den Naturschutz Annika Kettenburg und Antonia Ortmann.....	55
3.4	Digitalisierung und KI im BfUL Sachsen Detlef Tolke .....	58
<b>4</b>	<b>Leitplanken und Bewertung von maschinellem Lernen .....</b>	<b>61</b>
4.1	Künstliche Intelligenz zum Schutz der natürlichen Welt? Einführung in ethische und gesellschaftsfreundliche Künstliche Intelligenz (KI) mit Blick auf den Naturschutz Rainer Rehak .....	61
4.2	Erklärbares Maschinelles Lernen zur Detektion von Wildnismerkmalen in Satellitenbildern Timo Tjaden.....	69
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse.....</b>	<b>71</b>
5.1	Interdisziplinäre Vernetzung.....	71
5.2	Beispielhafte Anwendungsfälle.....	72
5.3	Gezielte KI-Entwicklung für Naturschutzbedarfe.....	76
5.4	Perspektiven von Akteur*innen der Naturschutzpraxis .....	78
5.5	Perspektiven von Akteur*innen der Naturschutzforschung .....	80
5.6	Verstetigung von KI-Anwendungen .....	81
5.7	Stimmungsbild zur weiteren Entwicklung.....	82
5.8	Ganzheitliche Anforderungen an KI-Anwendungen .....	84
<b>6</b>	<b>Fazit .....</b>	<b>86</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>88</b>
	<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>90</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>91</b>
<b>A</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>93</b>
A.1	KI-Projekte im Naturschutz .....	93

A.2	Liste der Autor*innen.....	101
A.3	Tagungsprogramm .....	102

## Vorwort

Künstliche Intelligenz (KI) ist seit einigen Jahren ein viel beachtetes Thema in Forschung, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Insbesondere die Methoden des Maschinellen Lernens (ML) werden schon heute in zahlreichen Lebensbereichen eingesetzt und beeinflussen – oft unbemerkt – wie wir konsumieren, kommunizieren und wirtschaften. Recht bekannt ist deren Einsatz beispielsweise in Sprachassistenten, Suchmaschinen und Vorschlagsalgorithmen sowie für Bilderkennung oder autonomes Fahren.

Im Gegensatz zu diesen Anwendungsfällen sind KI-Projekte im Naturschutzbereich weniger bekannt – und das nicht nur in der Öffentlichkeit, sondern auch unter vielen Naturschutzexpertinnen und -experten. Dabei gilt KI auch im Natur-, Umwelt- und Klimaschutzbereich als Schlüsseltechnologie. Aus diesem Grund hat das Bundesumweltministerium (BMUV) in 2021 das Fünf-Punkte-Programm „Künstliche Intelligenz für Umwelt und Klima“ initiiert. Darüber stehen in den nächsten Jahren 150 Mio. Euro zur Verfügung, um Projekte zu finanzieren, welche beispielsweise die Erfassung und Analyse von Naturschutzinformationen verbessern oder direkt den Naturschutzvollzug unterstützen sollen. Aber auch die Nachhaltigkeit von KI-Systemen selbst soll erforscht werden.

Um dem Thema den notwendigen Raum zu geben, fokussierte sich die diesjährige Tagungsreihe „NaturschutzDigital – Digitale Transformation auf dem Prüfstand“ auf den Einsatz Künstlicher Intelligenz im Naturschutz. Die Tagung findet jährlich statt und wird von der Internationalen Naturschutzakademie (INA) sowie dem BfN Fachgebiet I 1.1 „Strategische Digitalisierung in Natur und Gesellschaft“ organisiert. Die vorliegende Dokumentation der diesjährigen Tagung auf der Insel Vilm zeigt eindrücklich, dass es zahlreiche wichtige Anwendungsfelder für KI gibt, die bedarfsorientierte Lösungen für den Naturschutz bieten.

Das BfN widmet sich diesem Thema bereits seit einigen Jahren. Eines der ersten KI-Projekte wurde im Rahmen des Bundesprogramms Biologische Vielfalt gefördert. Die in diesem Projekt entwickelte Anwendung *Flora Incognita* erlaubt es inzwischen, mit Hilfe der bereits millionenfach genutzten, gleichnamigen Smartphone-App, über 4.800 Pflanzenarten per Bilderkennung zu bestimmen. Weitere KI-Projekte im Rahmen der Forschungs- und Entwicklungs-Vorhaben (F&E) des BfN stärken den Bereich Naturschutz und erneuerbare Energie. So wurde beispielsweise die Entwicklung des sog. *BirdRecorders* gefördert – einem System zur optischen Erkennung von Vögeln an Windenergieanlagen zur Vermeidung von Kollisionen. Der *BirdRecorder* wurde, neben vielen anderen, spannenden Vorhaben auf der NaturschutzDigital Tagung vorgestellt und ist in der vorliegenden Tagungsdokumentation näher erläutert. Seither gibt es im BfN weitere Vorhaben, wie maschinelle Lernmethoden beispielsweise für die Forschungs- und Vollzugsaufgaben des Bundesamtes genutzt werden können. So wird derzeit untersucht, wie mittels KI illegale Verkaufsangebote geschützter Arten und ihrer Erzeugnisse im Internet identifiziert werden können. Weitere Projekte widmen sich der Herausforderung marine Wirbeltiere für deren Monitoring automatisiert auf Satellitenbildern und Befliegungsdaten zu erkennen.

Es bedarf einer aktiven Steuerung, um die Potenziale von KI zielführend und nachhaltig für den Schutz von Natur und Landschaften einzusetzen. Die NaturschutzDigital 2022 liefert dafür einen wichtigen Beitrag. Sie bot ein erstes Forum zur Vernetzung von Forschung, Verwaltung und Naturschutzverbänden sowie zur strategischen Ausrichtung des Themenfeldes. Denn eines hat die Dialogveranstaltung bereits gezeigt: Bis auf wenige Beispiele befinden sich KI-An-

wendungen im Naturschutz noch auf prototypischer Entwicklungsstufe. Entscheidend für einen nachhaltigen Nutzen ist es jedoch, diese Prototypen in Anwendungen und Services zu überführen, um sie Behörden und den Aktiven im Naturschutz niedrigschwellig und langfristig zur Verfügung stellen zu können.

Dr. Michael Bilo

Abteilungsleiter Digitalisierung, Artenschutzvollzug und Nagoya-Protokoll

## Begriffsdefinitionen „Künstliche Intelligenz“ und „Maschinelles Lernen“

„Systeme der künstlichen Intelligenz (KI-Systeme) sind vom Menschen entwickelte Softwaresysteme (und gegebenenfalls auch Hardwaresysteme), die in Bezug auf ein komplexes Ziel auf physischer oder digitaler Ebene handeln, indem sie ihre Umgebung durch Datenerfassung wahrnehmen, die gesammelten strukturierten oder unstrukturierten Daten interpretieren, Schlussfolgerungen daraus ziehen oder die aus diesen Daten abgeleiteten Informationen verarbeiten, und über das bestmögliche Handeln zur Erreichung des vorgegebenen Ziels entscheiden. KI-Systeme können entweder symbolische Regeln verwenden oder ein numerisches Modell erlernen, und sind auch in der Lage, die Auswirkungen ihrer früheren Handlungen auf die Umgebung zu analysieren und ihr Verhalten entsprechend anzupassen. Als wissenschaftliche Disziplin umfasst die KI mehrere Ansätze und Techniken wie z. B. Maschinelles Lernen (Beispiele dafür sind „Deep Learning“ und bestärkendes Lernen), Maschinelles Denken (es umfasst Planung, Terminierung, Wissensrepräsentation und Schlussfolgerung, Suche und Optimierung) und die Robotik (sie umfasst Steuerung, Wahrnehmung, Sensoren und Aktoren sowie die Einbeziehung aller anderen Techniken in cyber-physische Systeme).“

Quelle: Hochrangige Expertengruppe für Künstliche Intelligenz (HEG KI) (2018). Eine Definition der KI: Wichtigste Fähigkeiten und Wissenschaftsgebiete.

Ein umfangreiches Glossar zu Begriffen rund um den Themenbereich KI findet sich auf der Internetseite des Zentrums für vertrauenswürdige Künstliche Intelligenz (ZVKI). Online unter: <https://www.zvki.de/ki-navigator/unsere-inhalte/glossar> (Letzter Zugriff: 01.02.2023).

## Zusammenfassung

Künstliche Intelligenz (KI) und Methoden des Maschinellen Lernens (ML) sind zentrale Elemente der Digitalisierung im Naturschutz. Mit ihnen verbinden sich große Versprechen aber auch Risiken. Um die vielfältigen Einsatzgebiete, sowie die Chancen und Herausforderungen von KI-basierten Anwendungen zu diskutieren, führte das BfN vom **20. - 23.06.2022** an der Internationalen Naturschutzakademie (INA) auf der Insel Vilm die erste themenspezifische Veranstaltung zum Einsatz von **Künstlicher Intelligenz im Naturschutz** durch.

Das Ziel der Tagung war es, in Vorträgen und Workshops Raum zu schaffen, um:

- **KI-Anwendungen zu präsentieren,**
- **die Implementierung in praktischen und behördlichen Naturschutz zu beleuchten,**
- **die Leitplanken für nachhaltige, nachvollziehbare und vertrauenswürdige KI-Anwendungen im Naturschutz zu skizzieren.**

Die Vernetzung sowie eine offene Frage- und Diskussionskultur auf Augenhöhe zwischen den Expert\*innen interdisziplinärer Fachrichtungen war ebenfalls eine grundlegende Zielstellung. Insgesamt brachten **35 Teilnehmende** aus Wissenschaft, Behörden und Ministerien sowie Verbänden und Stiftungen ihre Perspektiven ein.

Das Tagungsprogramm gliederte sich in drei Themenblöcke (das ausführliche Tagungsprogramm befindet sich im [Anhang 3](#)):

- 1. Themenblock I: „Schöne neue Welt“ – KI-Anwendungen im Naturschutz.** Hier stand die Präsentation von methodisch wie thematisch spannenden KI-Projekten im Fokus. Sie wurden durch Teilnehmende aus Wissenschaft und Forschung im Rahmen von Vorträgen und einer Postersession vorgestellt. Im daran anschließenden Workshop „Ideation zu KI-Anwendungen im Naturschutz“ tauschten die Teilnehmenden weitere Ideen aus, wie KI bei der Bewältigung zentraler Naturschutzherausforderungen von Nutzen sein könnte.
- 2. Themenblock II: Einstellungen zur KI und Erfahrungen aus der Naturschutzpraxis.** In kurzen Impulsvorträgen und Statements präsentierten die Teilnehmenden aus Landesämtern, Ministerien und Behörden, Verbänden und Stiftungen ihre bisherigen KI-Aktivitäten, teilten erste Erfahrungen und Einschätzungen und stellten Fragen zu den Potentialen für ihren Praxisalltag. In einer anschließenden moderierten Diskussionsrunde wurden Herausforderungen und Hemmnisse thematisiert, die bislang den Transfer von KI-Anwendungen in die Praxis erschweren.
- 3. Themenblock III: Nachhaltige, nachvollziehbare und vertrauenswürdige KI im Naturschutz.** Aufgrund möglicher sozialer und ökologischer Risiken von KI-Anwendungen spielt stets auch deren Ausgestaltung eine wichtige Rolle. Die Vorträge in diesem Themenblock beleuchteten, wie KI-Anwendungen möglichst gemeinwohlorientiert, nachhaltig und transparent umgesetzt werden können.

Daran anschließend folgte eine Abschlussdiskussion zum Thema „KI, Quo Vadis? Wie wird die zukünftige Entwicklung von KI im Naturschutz wahrgenommen?“. Darin wurden insbesondere die zuvor angesprochenen Herausforderungen für den Forschungs-Praxis-Transfer aufgegriffen. Davon ausgehend wurden die Bedarfe der verschiedenen Akteure sowie Lösungsansätze benannt, um zukünftig die Fortschritte der Forschung auf dem Feld der KI erfolgreich in die naturschutzfachliche Praxis zu tragen.

Es zeigte sich, dass das zukünftige Potential von KI-Anwendungen im Naturschutz von den Tagungsteilnehmer\*innen als hoch angesehen wird. Die konkrete Realisierung dieser Potentiale wurde dahingehend kritischer bewertet, da in der Praxis noch Herausforderungen zu bewältigen sind. Die diesbezüglich herausgearbeiteten Kernaussagen werden in Kapitel 5 als Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse der Dialogveranstaltung eingehend diskutiert.



Abb. 1: Teilnehmende der Tagung „Künstliche Intelligenz im Naturschutz“ auf der Insel Vilm (© Martina Finger)

## Abstract

Artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) methods are central elements of digitization in nature conservation. They are associated with great promises but also risks. In order to discuss the diverse uses, as well as the opportunities and challenges of AI-based applications, BfN held the first topic-specific event on the use of **artificial intelligence in nature conservation** from **20 - 23 June 2022** at the International Academy for Nature Conservation (INA) on the island of Vilm.

The aim of the conference was to create space in lectures and workshops to:

- **present AI applications,**
- **shed light on the implementation in practical and regulatory nature conservation,**
- **outline the guardrails for sustainable, comprehensible and trustworthy AI applications in nature conservation.**

Networking and an open question and discussion culture at peer level between experts from interdisciplinary fields was also a fundamental objective. A total of **35 participants** from science, authorities and ministries as well as associations and foundations contributed their perspectives.

The conference program was divided into three thematic blocks (the detailed conference program can be found in [Annex 3](#)):

- 1. Thematic block I: "Brave new world" - AI applications in nature conservation.** Here, the focus was on the presentation of methodologically and thematically exciting AI projects. They were presented by participants from science and research through lectures and a poster session. In the subsequent workshop "Ideation on AI applications in nature conservation", participants exchanged further ideas on how AI could be useful in tackling key nature conservation challenges.
- 2. Thematic block II: Attitudes towards AI and experiences from nature conservation practice.** In short keynote speeches and statements, participants from country offices, ministries and agencies, associations and foundations presented their AI activities to date. They shared their initial experiences and assessments and asked questions about the potential for their everyday practice. In a subsequent moderated discussion round, challenges and obstacles that have so far hampered the transfer of AI applications into practice were addressed.
- 3. Thematic block III: Sustainable, explainable and trustworthy AI in nature conservation.** Due to possible social and ecological risks of AI applications, their design always plays an important role. The presentations in this thematic block highlighted how AI applications can be implemented in a way that is as public welfare-oriented, sustainable and transparent as possible.

This was followed by a final discussion on the topic "AI, Quo Vadis? How is the future development of AI in nature conservation perceived?". In particular, the previously mentioned challenges for the transfer of research to practice were addressed. Based on this, the needs of the different actors as well as solution approaches were named in order to successfully transfer the progress of research in the field of AI into nature conservation practice in the future.

The conference participants acknowledged that the future potential of AI applications in nature conservation is considered to be substantial. The actual realization of these potentials was evaluated more critically, as there are still challenges to be overcome in practice. The core statements elaborated in this regard are discussed in detail in chapter 5 as a summary of the central results of the dialog event.



Abb. 2: Participants of the conference „Artificial intelligence in nature conservation“ on the island of Vilm (© Martina Finger)



Im Projekt SPACEWHALE kommt KI bei der automatischen Bestimmung von Walen aus hochaufgelösten Satellitendaten zum Einsatz, während im Projekt CAPTAIN das sogenannte reinforcement learning als Teilbereich der KI eingesetzt wird, um raumbezogene naturschutzrelevante Entscheidungen unter begrenztem Budget und der Priorisierung unterschiedlicher Zielfunktionen spieltheoretisch zu simulieren (Silvestro, 2022). Abb. 3 zeigt eine Übersicht über aktuelle KI-Anwendungen mit thematischem Bezug zum Naturschutz. Die abgebildeten Projekte mit einer Kurzbeschreibung und Link finden sich als Tabelle im Anhang 1.

Der perspektivische tatsächliche Nutzen und die praktische Ausgestaltung von Maschinellern und KI für den Naturschutz können jedoch bislang nur grob skizziert werden und müssen zwischen Akteur\*innen aus Wissenschaft, Behörden, Naturschutzverbänden, Wirtschaft und Politik ausgehandelt werden. Für eine erfolgreiche Aushandlung ist eine kooperative Entwicklung von KI-Systemen für den Naturschutz anzustreben.

Je nach Perspektive, Bedarfen und Ansprüchen der Nutzer\*innen knüpfen sich sehr unterschiedliche Erwartungen an das Thema Maschinelles Lernen. Ähnlich wie bei anderen aufkommenden Technologien bestimmt innerhalb dieses sogenannten „spekulativen Raums“ gegenwärtig eine geradezu revolutionäre Rhetorik, mit großen Versprechungen, den Diskurs. Andererseits gibt es aber auch deutlich skeptischere Positionen, welche auf die Risiken und Kosten von KI verweisen.

Für die erfolgreiche Entwicklung von Anwendungen für den Naturschutz sind daher eine strukturierte Erhebung der Bedarfe der potenziellen Anwender\*innen und ein realistisches Erwartungsmanagement sehr wichtig. Im Entwicklungsprozess wird dann die technische und organisatorische Machbarkeit erprobt. Über die Entwicklungsphase hinaus benötigt es außerdem geeignete institutionelle Rahmenbedingungen für den Betrieb und die Weiterentwicklung von KI-Systemen z.B. in Behörden, Naturschutzverbänden oder Fachgesellschaften. Dafür wurden in jüngerer Vergangenheit verschiedene Strategien veröffentlicht und Initiativen gestartet, wie das 5-Punkte-Programm zur KI (BMUV, 2022), die Einrichtung von KI-Ideenwerkstätten für die Umwelt (ZUG, 2022) oder die Errichtung des Labors für Künstliche Intelligenz und Big Data am Umweltbundesamt (UBA, 2022). Letzteres wird zukünftig eigene KI-Anwendungen für die Behörden im Ressort des Bundesumweltministeriums (BMUV) entwickeln. Gemeinwohlorientierte KI-Anwendungen für den Naturschutz müssen darüber hinaus die möglichen sozialen, ethischen und ökologischen Auswirkungen im Blick behalten. Projekte wie SustAin, welches vom BMUV als KI-Leuchtturm gefördert wird, haben dafür bereits umfangreiche Kriterienkataloge zusammengestellt.

Die gegenwärtig in Verhandlung befindliche Verordnung zur Regulierung Künstlicher Intelligenz (COM/2021/206 final) wird zukünftig einen EU-weiten Rechtsrahmen schaffen.

Die skizzierte holistische Herangehensweise spiegelte sich auch auf der hier dokumentierten Tagung wider. So war es das Ziel der Tagung ein Forum zu bieten, um einerseits existierende KI-Systeme im Naturschutz und deren Entwicklungspotenziale vorzustellen und andererseits die Bedarfe von Naturschutzverbänden und Behörden zu diskutieren und zu dokumentieren. Als dritten Aspekt sollten die gesellschaftlichen und ökologischen Rahmenbedingungen für KI-Systeme präsentiert und diskutiert werden.

## Ausgangspunkt der Tagung

Die Recherchen im Vorfeld der Dialogveranstaltung haben gezeigt, dass es bereits eine Vielzahl von Projekten gibt, in denen KI-Systeme mit Naturschutzbezug entwickelt werden. Abb. 4 versammelt einen Großteil dieser Projekte und ordnet sie systematisch sowohl den Anwendungsfeldern, als auch den jeweiligen KI-Ansätzen zu (Schneider et al., 2023).

Es fällt auf, dass die bislang existierenden Anwendungen vor allem auf den Feldern Bilderkennung (Computer Vision), sowie der Audio- und Spracherkennung angesiedelt sind. Sie dienen zum größten Teil der Erfassung von Arten und Landschaftsausschnitten auf Basis unterschiedlicher Sensoren. Darüber hinaus existieren erste Ansätze zur Modellierung, Bewertung und zur Unterstützung von Entscheidungen für die Naturschutzarbeit. Ein Teil dieser Anwendungen wurden auf der Dialogtagung im Detail vorgestellt.

Aufgrund der breiten thematischen Verschneidung von KI-Methoden mit naturschutzfachlichen Anwendungsfeldern ist zu erwarten, dass KI den Naturschutz zukünftig genauso selbstverständlich unterstützen wird wie GIS-Anwendungen und digitale Kommunikationskanäle dies bereits tun. Da die meisten KI-Anwendungen noch auf dem Stand von Prototypen vorliegen und es nur wenige naturschutzfachliche Anwendungen mit KI-Bezug in produktiver Umgebung gibt, ist der Prozess zu einem sinnvollen Einsatz von KI im Naturschutz keinesfalls abgeschlossen. Es bedarf vielmehr einer intensiven interdisziplinären Zusammenarbeit, geeigneter Strukturen und Kooperationsformate, sowie der Sicherstellung von langfristig ausgerichteten Finanzierungs- und Verstetigungsoptionen um das Themenschnittfeld KI und Naturschutz zukünftig positiv zu gestalten.

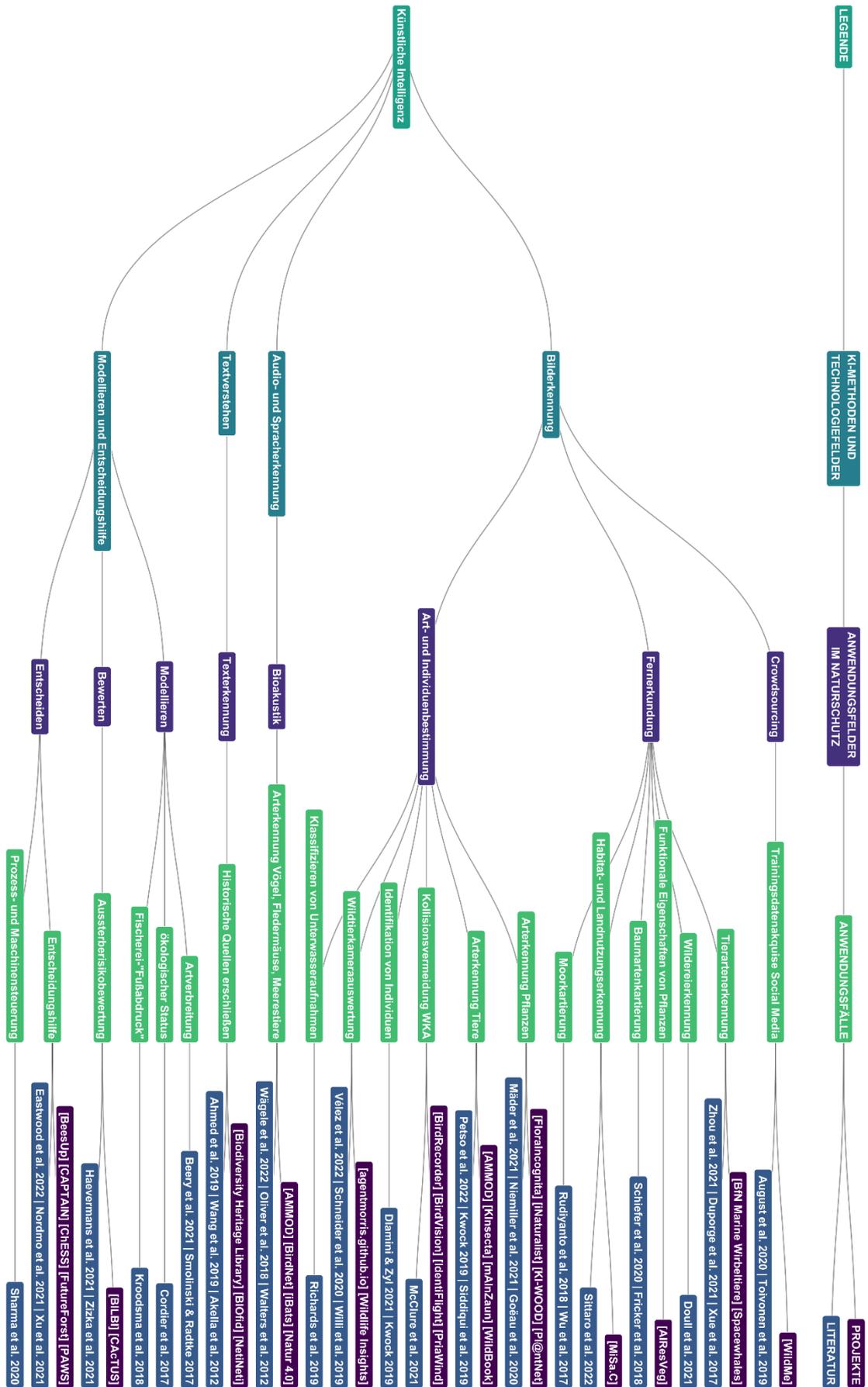


Abb. 4: Anwendungsfelder für KI im Naturschutz (Schneider, C. et al (2023))

## Literatur

- BMUV (2022): Fünf-Punkte-Programm des Bundesumweltministeriums für Künstliche Intelligenz. <https://www.bmuv.de/themen/nachhaltigkeit-digitalisierung/digitalisierung/kuenstliche-intelligenz-fuer-umwelt-und-klimaschutz/fuenf-punkte-programm-des-bundesumweltministeriums-fuer-kuenstliche-intelligenz> (Letzter Zugriff: 24.10.2022)
- Chowdhery, A., Narang, S., Devlin, J., Bosma, M., Mishra, G. & Roberts, A. et al. (2022): PaLM: Scaling Language Modeling with Pathways. ArXiv abs/2204.02311: n. pag.
- Ertel, W. (2021): Grundkurs Künstliche Intelligenz, Computational Intelligence.4. Auflage. Springer Vieweg Wiesbaden. Wiesbaden: 385.
- Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. et al. (2017): Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. Nature 542, 115–118.
- Muhammad, K., Ullah, A., Lloret, J., Del Ser, J. & Albuquerque, V.H.C. de (2021): Deep Learning for Safe Autonomous Driving: Current Challenges and Future Directions. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 22(7), 4316–4336.
- Ouyang, L., Wu, J., Jiang, X., Almeida, D., Wainwright, C.L. & Mishkin, P. et al. (2022): Training language models to follow instructions with human feedback. arXiv preprint arXiv:2203.02155.
- Ramesh, A., Dhariwal, P., Nichol, A., Chu, C., Chen, M. (2022): Hierarchical Text-Conditional Image Generation with CLIP Latents. arXiv preprint arXiv:2204.06125.
- Schneider, C.; Mrogenda, K.; Davis, M. (2023): Digitalisierung im Naturschutz: Potenziale, Risiken und Lösungsansätze. Hg. v. Bundesamt für Naturschutz (BfN), BfN-Schriften. In Vorbereitung
- Schneider, C.; Wäldchen, J.; Mäder, P. (2023): Künstliche Intelligenz im Naturschutz. Hg. v. Bundesamt für Naturschutz (BfN), Natur und Landschaft. In Vorbereitung
- Silvestro, D., Gorla, S., Sterner, T., Antonelli, A. (2022): Improving biodiversity protection through artificial intelligence. Nature Sustainability, 5, 415-424.
- UBA (2022): Anwendungslabor für Künstliche Intelligenz und Big Data am UBA. <https://www.umwelt-bundesamt.de/themen/digitalisierung/anwendungslabor-fuer-kuenstliche-intelligenz-big> (Letzter Zugriff: 24.10.2022)
- ZUG (2022): KI-Ideenwerkstatt für Umweltschutz. <https://www.z-u-g.org/aufgaben/ki-ideenwerkstatt/> (Letzter Zugriff: 24.10.2022)

## 2 Maschinelles Lernen im Naturschutz – Projekte und Anwendungsfelder

### 2.1 KI-Einsatz bei Waldzustandsanalyse, der Bewertung zukünftiger Waldentwicklung sowie Entscheidungsvorbereitung zum klimaangepassten Waldumbau

Flaminia Catalli, wetransform



#### Hintergrund

Die rasche Erderwärmung und damit einhergehende Extremwetterereignisse wie Stürme, Starkregenereignisse und langanhaltende Trockenperioden sowie das vermehrte Auftreten von Schädlingen stellen ein erhebliches Risiko für die Forstwirtschaft dar. Insbesondere die anhaltende Dürre der letzten Jahre hat zu massiven Waldschäden geführt. Laut Waldzustandsbericht 2020 sind nur noch „21% der untersuchten Bäume in unseren Wäldern ohne Kronenschaden“, welches ein deutliches Zeichen für den katastrophalen Zustand der Wälder ist (BMEL).<sup>1</sup>

Fazit: Die Wälder müssen an die neuen Bedingungen im Klimawandel angepasst werden und es bedarf eines langfristigen klimaangepassten Umbaus des Waldes.

Die spezifischen Entscheidungsprobleme, vor denen die Wald- und Forstwirtschaft stehen, sind:

1. Welche Waldbestände sind beim Umbau besonders dringlich zu behandeln?
2. Welche Bewirtschaftungsformen bzw. welche Baumarten sind an welchem Standort besonders geeignet, um den neuen klimatischen Anforderungen standzuhalten?
3. Wie kann der Umbau selbst so durchgeführt werden, dass der Wald eine hohe Biodiversität aufweist, einen wirtschaftlichen Ertrag sicherstellt und seine Klimafunktion erfüllen kann?

Zur Lösung dieser Probleme möchten wir, dank der Förderung durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV), im Rahmen des Forschungsvorhabens FutureForest in den kommenden drei Jahren beitragen.

---

<sup>1</sup><https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/ergebnisse-waldzustandserhebung-2020.html>  
(Letzter Zugriff: 01.02.2023)

Unter der Leitung des Darmstädter Start-Ups wetransform GmbH wird, zusammen mit den Projektpartnern FU Berlin, TU München, ECOSOPH GmbH (München) und M.O.S.S. Computer Grafik Systeme GmbH (Taufkirchen) sowie Unterstützung von assoziierten Partnern wie dem Thünen-Institut für Waldökosysteme, der forstlichen Versuchsanstalt Baden-Württemberg und dem Julius-Kühn-Institut, an folgenden Zielen gearbeitet:

### Die Kernziele in der Übersicht

- Einsatz von KI-Methoden für die Waldzustandsanalyse, Bewertung zukünftiger Waldentwicklung sowie der Entscheidungsvorbereitung zum klimaangepassten Waldumbau
- Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems (FF.ai DSS) für den klimaangepassten Waldumbau
- Implementierung eines forstlichen Datenraums

### In FutureForest möchten wir die Nutzbarmachung von forstlichen Daten fördern

Eine wichtige Basis für einen klimaangepassten Waldumbau ist eine bessere Wissensbasis, um eine verbesserte Zugänglichkeit, Transparenz, Beobachtung und Nutzbarmachung von Umweltinformation zu befördern sowie die Entscheidungsgrundlagen für den Umweltschutz zu verbessern. Durch den IDSA-basierten **forstlichen Datenraum** werden Umweltdaten für einen breiteren Nutzer\*innenkreis zugänglich und nutzbar gemacht. Gleichzeitig wird mit dem FF.ai DSS die Entscheidungsgrundlagen im Bereich Nachhaltigkeit und Umweltschutz, im Speziellen dem klimaangepassten Waldumbau, unterstützt.

### Durch Expertenworkshops soll aktiver Wissenstransfer und Wissensvermittlung gefördert werden

Im Rahmen des Vorhabens wird dem Capacity Building in einem interdisziplinären Forschungsverbund großer Stellenwert zugemessen, damit die Wissensbasis aller Beteiligten erweitert wird. Insbesondere sollen Expertenworkshops, Fortbildungen in KI, Anwenderworkshops, Konferenzen sowie tiefgreifende wissenschaftliche Forschung (PhD) aktiv zu einem Wissenstransfer der Ergebnisse und Erkenntnisse des Projektes beitragen. Zudem wird das FF.ai DSS mittels Erklärbarer KI den Nutzenden aus Wald- und Forstwirtschaft nachvollziehbare und transparente Information zum Zustand und zu möglichen Waldumbauszenarien liefern, so dass im besten Falle der zivilgesellschaftliche Diskurs im Umfeld Forst gestärkt wird.

### Umweltorientiertes Programmieren von KI-Algorithmen

Durch die Entwicklung und Evaluierung verschiedener KI-Verfahren trägt FutureForest aktiv dazu bei, umweltrelevante KI-Algorithmen voranzubringen und dadurch „Green AI“ als interdisziplinäre Forschung zu unterstützen. Folgende analytische Fragestellungen wollen wir im Vorhaben wissenschaftlich bearbeiten:

Tab. 1: Hypothesen des Vorhabens

Thematik	Hypothese
<b>Baumarten-erkennung</b>	KI-Verfahren, insbesondere Deep-Learning-Verfahren, verbessern die Genauigkeit fernerkundungsbasierter Baumartendifferenzierung so weit, dass räumlich explizite, flächige Baumartenkarten für die Planung des Waldumbaus bereitgestellt werden können.
<b>Baum-zustands-erkennung</b>	Durch den Einsatz von Deep-Learning-Verfahren können Beurteilungen zum Baumzustand und zur Baumvitalität aus Fernerkundungsdaten ermittelt werden und somit ein Waldzustands-Monitoring mit Fokus auf der Erkennung von Baum-Mortalität und stark gestressten Beständen entwickelt werden.
<b>Baumarten-eignung</b>	Bestehende KI-Modelle für die Vorhersage der Baumarteneignung lassen sich so anpassen, dass sie flächig gültige Empfehlungen generieren können, und können so erweitert werden, dass die Empfehlungen im Sinne der Erklärbaren KI nachvollziehbar sind.
<b>Datenräume</b>	Datenräume mit harmonisierten Daten sind eine geeignete Architektur, um auch schutzbedürftige und personenbezogene Daten über viele Organisationen hinweg zu „poolen“ und für KI-Auswertungen zur Verfügung zu stellen .
<b>Erklärbare KI</b>	KI-Verfahren, wie Deep-Learning und Reasoning, können anhand der komplexen Datenlage eingesetzt werden, um plausible und nachvollziehbare Handlungshilfen im Kontext der drei Entscheidungsprobleme zu geben.

### Allgemeine Informationen zur Förderinitiative

Die BMUV-Förderinitiative ist Teil des Fünf-Punkte-Programms „Künstliche Intelligenz für Umwelt und Klima“ und ein Beitrag zur Umsetzung der KI-Strategie der Bundesregierung mit dem Ziel, Deutschland und Europa zu einem führenden Standort für KI-Technologien zu machen und dabei eine verantwortungsvolle und gemeinwohlorientierte Entwicklung und Nutzung von KI voranzubringen. Das Bundesumweltministerium fördert damit Projekte, die Künstliche Intelligenz nutzen, um ökologische Herausforderungen zu bewältigen und beispielgebend sind für eine umwelt-, klima-, gesundheits- und naturgerechte Digitalisierung ("KI-Leuchttürme").

## 2.2 Durch neue Techniken und bereits vorhandenes Wissen ökosystemare Zusammenhänge erforschen: pflanzliches Metabarcoding und KI

Birgit Gemeinholzer, AG Botanik, Universität Kassel

Das Wissen über organismenübergreifende Ökosystembeziehungen auf der Erde ist noch sehr begrenzt, zum Beispiel welche Insekten welche Pflanzen zu welchen Zeitpunkten im Lebenszyklus eines Individuums oder einer Population besuchen, und ob Insekten Pflanzenarten durch andere ersetzen können oder nicht. Diese Kenntnisse über organismische Zusammenhänge und deren Veränderungen werden im Zeitalter des globalen Wandels jedoch immer wichtiger, da viele Pflanzen und Tiere vom Aussterben bedroht bzw. in ihrem Bestand gefährdet sind (Bradshaw et al. 2021).

Die AMMOD-Stationen (Automated Multisensor Stations for Monitoring of BioDiversity) können dazu beitragen, dieses Wissen zu generieren. Durch verschiedene Sensoren werden Artbeobachtungen über unterschiedliche Organismengruppen hinweg erfasst und ermöglichen standardisiertes automatisiertes Dauermonitoring (Waagele et al. 2022). Die Sensoren der AMMOD-Stationen detektieren akustische Signale von Vögeln, Amphibien (Fröschen und Kröten) und Insekten (Grillen und Heuschrecken), durch optische Sensoren (Fotokameras) werden Vögel, Säugetiere und Nachtfalter erkannt, Duftsensoren erkennen unterschiedliche Pflanzen und Insekten, und deren Pflanzenbestandteile werden mit Hilfe von DNA-Barcodingmethoden identifiziert (Hebert et al. 2003). Für letzteres wird eine spezielle DNA-Barcodingregion im Genom des Individuums mit Hilfe der Polymerase-Kettenreaktion (Mullis et al. 1986) vervielfältigt und sequenziert. Die aus der Sequenzierung resultierende DNA-Basenabfolge wird mit verifizierten Sequenzen einer Referenzdatenbank verglichen; die Basenübereinstimmung definiert die Identifikationsgenauigkeit des unbekanntes Organismus. eDNA-Barcoding (environmental DNA Barcoding) bzw. Metabarcoding wurde durch die Entwicklung von Hochdurchsatzsequenzierungsmethoden (NGS) möglich. Mit Hilfe dieser können auch DNA-Barcodingregionen von unbekanntes Mischproben sequenziert und mit Hilfe einer Referenzdatenbank analysiert und identifiziert werden, um ökosystemare Zusammenhänge zu erforschen. Der Vorteil dieser Methode ist die Organismenidentifikation trotz fehlender typischer morphologischer Merkmale. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn nur Fragmente von Organismen zur Verfügung stehen, z.B. bei der Analyse von Pollen auf Insekten oder Pflanzenmaterial in Kotproben.

Während in manchen Organismengruppen Metabarcoding sehr gut funktioniert, z.B. Schmetterlinge (Dincă et al. 2021) und Fische (Bhattacharya et al. 2016), gibt es Organismengruppen, deren DNA-Barcode aufgrund evolutionärer Entwicklungen nicht immer zu einer eindeutigen Artbestimmung führt. Dies ist der Fall, wenn genomische Duplikationen mit unterschiedlichen Mutationen erfolgten (Polyploidie, DNA-Barcodingregion mit multiplen Kopien im Genom), oder wenn die DNA-Barcodingregion nicht auf Artebene auflöst, da es sich um evolutionär junge Gruppen, Hybride oder sich asexuell fortpflanzende Arten handelt. Kolter und Gemeinholzer (2021) konnten anhand von Datenbankrecherchen im Pflanzenreich zeigen, dass mit Hilfe von DNA-Barcoding Pflanzengattungen in einem globalen Kontext zu 85% korrekt bestimmt werden können, für Arten liegt dieser Wert bei ca. 50%. Für eindeutige Artbestimmungen werden entweder weitere molekulare Merkmale benötigt, oder es können bereits vorhandene Zusatzinformationen verwendet werden, um die Wahrscheinlichkeit einer korrekten Artbestimmung zu erhöhen. Die Verwendung weiterer molekularer Merkmale ist teuer und die genaue Zuordnung von Mutationen unbekannter Herkunft und multipler organismischer

Quellen ist schwierig. Weitere Datenbanken mit Informationen zur geographischen Verbreitung von Pflanzen (z.B. floraweb.de oder regionale Vegetationslisten, z.B. Artendaten Verteilung und Flora des Landes Brandenburg<sup>2</sup>, der Invasivität (Nehring et al. 2013), potentiellen Hybridisierungen (bioflor.org), sowie der systematischen Verwandtschaft<sup>3</sup> sind für die Flora von Deutschland und diejenige vieler anderer Länder vorhanden, so dass die Erstidentifikation durch DNA-Barcoding durch dieses Wissen optimiert werden kann, um auf Artebene eindeutig zu identifizieren. Dies ist z.B. der Fall, wenn bekannt ist, dass der Sammelstandort einer AMMOD-Station oder Metabarcodinganalyse in Meeresnähe liegt, die DNA-Barcodingsequenz jedoch ähnlich für zwei Arten ist. Eine der möglichen Arten ist typisch für alpine Regionen, während die andere Art auf Salzstandorte spezialisiert ist. Durch die ergänzende Zusatzinformation des Standortes, bzw. der ökologischen Nische, kann mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit die alpine Art ausgeschlossen und die marine Art trotz ähnlichem DNA-Barcode identifiziert werden. Durch die Ergänzung mit regionalen Artenlisten zu einem früheren Zeitpunkt, die eine der beiden Arten aufführen, kann die Identifikationswahrscheinlichkeit weiter erhöht werden, durch ein Ausschlussprinzip, dass die alpine Art in diesen geographischen Regionen natürlicherweise nicht vorkommt, wird die korrekte Identifikationswahrscheinlichkeit weiter erhöht. Diese weiteren Informationen werden im Projekt NFDI4Biodiversity<sup>4</sup> gebündelt und verfügbar gemacht. NFDI4Biodiversity hat zum Ziel, den Zugang zu Daten im Biodiversitäts- und Umweltbereich zu ermöglichen und nützliche Services und Werkzeuge für den Umgang mit Biodiversitätsdaten bereitzustellen. Mit Hilfe von NFDI4Biodiversity können NGS-Hochdurchsatz-Metabarcodingdaten in eine Cloud-basierte Onlineumgebung (de.NBI) geladen und bioinformatisch prozessiert werden. Die daraus resultierenden Sequenzen werden gegen eine Referenzdatenbank zur potentiellen Artidentifikation (BLAST) abgeglichen. Das Ergebnis der BLAST-Suche ist ein Similaritätsindex, der die Übereinstimmung der unbekannt Sequenzen mit verifizierten Sequenzen in Referenzdatenbanken angibt und entweder zu einer eindeutigen bzw. einer mehrdeutigen Artbestimmung führt. Ist letzteres der Fall, werden Zusatzinformationen (z.B. des Standortes, der ökologischen Nische, der Hybridbildung, Polyploidie und Reproduktion) benötigt, um die Wahrscheinlichkeit einer korrekten Artbestimmung zu erhöhen. Mit Hilfe von Machine Learning und KI könnten zukünftig, ähnlich dem Similaritätsindex der BLAST-Suche, pflanzliche Metabarcodingidentifikationen Qualitätswahrscheinlichkeiten zugeordnet werden und so zu korrekten pflanzlichen Artidentifikationen führen.

Dies ermöglicht es automatisiert und standardisiert ökosystemare Veränderungen zu analysieren, z.B. im Übergangsbereich zwischen städtischem und ländlichem Raum, entlang von Transekten, über die Zeit, in Bezug zum Klimawandel, oder Naturschutzmanagement, um Triebkräfte und Einflussgrößen von Schädlingen, Schadstoffen und Herbiziden entlang von Gradienten zu beobachten, für die Beobachtung von seltenen und gefährdeten Arten oder invasiven Arten und ihre jeweiligen ökosystemaren Zusammenhänge.

---

<sup>2</sup> <https://metaver.de/trefferanzeige?docuuid=ADDAC828-AE59-46E5-A6E3-507B38DA7E22> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)

<sup>3</sup> <http://tolweb.org/tree/phylogeny.html> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)

<sup>4</sup> <https://www.nfdi.de/nfdi4biodiversity-2/> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)

## Literatur

- Bhattacharya, M., Sharma, A.R., Patra, B.C., Sharma, G., Seo, E.M., Nam, J.S., Chakraborty, C., Lee, S.S. (2016): DNA barcoding to fishes: current status and future directions. *Mitochondrial DNA - A DNA Mapp Seq Anal.* 27(4):2744-52. doi: 10.3109/19401736.2015.1046175.
- Bradshaw, C.J.A., Ehrlich, P.R., Beattie, A., Ceballos, G., Crist, E., Diamond, J., Dirzo, R., Ehrlich, A.H., Harte, J., Harte, M. E., Pyke, G, Raven, PH, Ripple, J., Saltr e, F., Turnbull, C., Wackernagel, M., Blumstein, D.T. (2021): Underestimating the Challenges of Avoiding a Ghastly Future. *Frontiers in Conservation Science.* 1. doi:10.3389/fcosc.2020.615419.
- Dinc a, V., Dapporto, L., Somervuo, P. et al. (2021): High resolution DNA barcode library for European butterflies reveals continental patterns of mitochondrial genetic diversity. *Commun Biol* 4, 315. <https://doi.org/10.1038/s42003-021-01834-7>.
- Hebert, P.D.N, Cywinska, A., Ball, S.L., de Waard, J.R. (2003): Biological identifications through DNA barcodes. In: *Proceedings of the Royal Society London Series B.* 270: 313–321.
- Kolter, A., Gemeinholzer, B. (2021): Internal transcribed spacer primer evaluation for vascular plant metabarcoding. *Metabarcoding and Metagenomics.* 5: 133–152; doi: 10.3897/mbmg.5.68155.
- Mullis, K.B., Faloona, F., Scharf, S., Saiki, R., Horn, G., Erlich, H. (1986): Specific enzymatic amplification of DNA in vitro: the polymerase chain reaction. *Cold Spring Harb Symp Quant Biol.* 51(1): 263–73.
- Nehring, S. et al. (2013): Naturschutzfachliche Invasivit tsbewertungen f r in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gef  pflanz. *BfN-Skript* 352. Bonn: 204 S.
- W gele, J.W., Bodesheim, P., Bourlat, S.J., Denzler, J., Diepenbroek, M., Fonseca, V.G., Frommolt, K., Geiger, M.F., Gemeinholzer, B., Gl ockner, F.O., Haucke, T., Kirse, A., K lpin, A., Kostadinov, I., K hl, H.S., Kurth, F., Lasseck, M., Liedke, S., Losch, F., M ller, S., Petrovskaya, N., Piotrowski, K., Radig, B., Scherber, C., Schoppmann, L., Schulz, J., Steinhage, V., Tschan, G.F., Vautz, W., Velotto, D., Weigend, M., Wildermann, S., (2022): Towards a multisensor station for automated biodiversity monitoring. *Basic and Applied Ecology* (59): 105–138.

## 2.3 Sensordatenfusion zur Schätzung von Biodiversität

Felix Govaers, Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie (FKIE)

Die Bestimmung der Population einer Tierart für ein bestimmtes Habitat (Abundanz) ist meistens eine große Herausforderung für Mensch und Technik. Während Expert\*innen sehr gut darin sind, Tierarten zu bestimmen und Anzahl zu zählen oder zu schätzen, sind damit zeitliche und örtliche Begrenzungen verbunden, die eine kontinuierliche Analyse der dynamischen Entwicklung nur mit Einschränkungen erlauben. Sensoren hingegen können einfach vervielfacht und permanent einsatzfähig gemacht werden, bieten jedoch ad-hoc nicht dasselbe Niveau an Information, da Sensordaten fehlerhaft, unvollständig und teilweise widersprüchlich sind. Um dies zu veranschaulichen, betrachten wir einmal folgende Beispiele:

**Beispiel 1:** In der sensorischen Beobachtung und Populationschätzung von Vogelarten werden vielfach akustische und elektrooptische Sensoren kombiniert, um eine bessere räumliche Erfassung zu erlangen. Bei überlappendem „*Field of View*“ (FoV) der Sensoren kommt es vor, dass ein Exemplar von beiden Sensoren detektiert und zugeordnet wird. Daraus ergibt sich bei der Interpretation der Daten unmittelbar die Frage, ob die beiden Detektionen zum selben Tier gehören oder von zwei verschiedenen Exemplaren stammen, die sich beide in enger Nachbarschaft aufhalten.

**Beispiel 2:** Eine Kamera überwacht ein Wiesenstück, auf dem verschiedene Arten sporadisch erscheinen. Zum Zeitpunkt  $t_1$  taucht ein Hase auf und wird von der Kamera detektiert. Später, zum Zeitpunkt  $t_1 + x$  wird erneut ein Hase von der Kamera erkannt. Im Hinblick auf die Frage nach der Abundanz bleibt nun offen, ob es sich um denselben Hasen handelt oder um zwei verschiedene.

Man erkennt daher sofort, dass sensorische Beobachtungen einer Interpretation bedürfen um von der Ebene der *Detektionen* auf die Ebene der *Information* zu kommen. Dieser Beitrag beschreibt die Anstrengungen des Fraunhofer FKIE im AMMOD-Projekt<sup>5</sup>, dieses Problem algorithmisch zu lösen. Hierzu werden Methoden der stochastischen Informationsverarbeitung aus dem *Tracking*-Bereich angewendet: Mittels stochastischer Modelle, die das Verhalten, die Stärken und Schwächen von Sensoren beschreiben über Ausbreitungsmodelle für die beobachteten Spezies lassen sich *Schätzwerte* über einen Mittelwert und entsprechende Fehler-schätzungen (Varianz/Standardabweichung) berechnen, die Ambiguitäten und Fehlerquellen wie sie in den Beispielen exemplarisch erläutert sind, berücksichtigen. Diese Schätzung ist nie perfekt, jedoch erlauben die Verfahren der Bayes'schen Statistik die Integration von Hintergrund- und Kontextwissen und ermöglichen damit eine präzise Modellierung des Wissens über die Population und ihren Lebensraum und damit eine Berechnung eines Erwartungswerts, der auf diesem Wissen beruht.

Darüber hinaus werden auch die Fehlervarianz und Standardabweichung der Schätzung berechnet, die eine Art Selbsteinschätzung der Qualität des Ergebnisses durch den Algorithmus ist. Damit wird erkennbar, inwieweit den berechneten Zahlen zu trauen ist und in welchem Spektrum der Fehler einzuordnen ist.

---

<sup>5</sup> <https://ammod.de>

Im Hinblick auf die Sensoren halten wir fest: Eine Detektionsmeldung kann

- Eine Falschmessung sein, also eine Detektion, obwohl keine Spezies vorhanden war. Derartige Artefakte treten beispielsweise durch Sensorrauschen oder schlechte Messbedingungen auf.
- Eine Detektion mit falscher Klassifikation sein, d.h. die Zuordnung der gemessenen Daten zu einer Tierart ist nicht korrekt, auch wenn tatsächlich eine Spezies gesichtet wurde. Bei Klassifikationsalgorithmen, die eine große Anzahl verschiedener Objekte erkennen und auseinanderhalten müssen, sind Verwechslungen kaum vermeidbar. Die Selektivität über alle Spezies gibt dabei üblicherweise die Konfusionsmatrix an.
- Eine richtige Messung mit korrekter Klassifikation sein (True Positive), und als bisher un-gesehenes Individuum damit die gezählte Population um 1 erhöhen.
- Eine richtige Messung mit korrekter Klassifikation sein, jedoch zu den Individuen gehören, die bereits gesichtet und gezählt wurden. Damit darf die Schätzung der Anzahl nicht erhöht werden.

Methodisch werden dabei insbesondere Algorithmen zur raum-zeitlichen Verfolgung von Objekten, dem Objekttracking, angewendet, bei dem die Anzahl der Objekte im FoV des Sensors und für jedes Objekt der „Zustand“ (z.B. die Position und Kinematik) geschätzt werden. Die räumliche Auflösung der Sensoren reicht in den meisten Fällen nicht für eine präzise Bestimmung der Trajektorien einzelner Individuen aus, nichtsdestoweniger kommen bei AMMOD stochastische Bewegungsmodelle mit dem Ziel der Populationsschätzung für jede Art zum Einsatz, bei denen im Zweifelsfall der Sensorstandort als Positionsmeldung mit großer Fehlervarianz genommen wird. Das Bewegungsmodell beschreibt dann die Verteilung der Aufenthaltswahrscheinlichkeit für ein gegebenes Zeitintervall und erlaubt damit eine probabilistische Assoziation mit neuen Detektionen. Das Sensormodell hingegen beschreibt das Verhalten des Sensors mit stochastischen Mitteln, sodass hier Werte zur Detektionswahrscheinlichkeit oder Falschalarmrate einbezogen werden. Im Zusammenwirken von Sensor- und Bewegungsmodell kann iterativ die Wahrscheinlichkeitsdichte der Abundanz berechnet werden, in dem verschiedene Interpretationen der Daten sowie Wissen über das Verhalten der Tierart einbezogen wurde.

Die unterschiedlichen Interpretationen, wie z.B. „es ist derselbe Hase“ und „es ist ein anderer Hase“, werden über sogenannte Hypothesen geführt. Die erlaubt es, keine harten Entscheidungen zugunsten einer der Hypothesen machen zu müssen. Vielmehr werden die Hypothesen als mögliche Interpretation der Daten über die Zeit mitgeführt. Dabei ist zu beachten, dass die Anzahl der Hypothesen mit der Anzahl der Messungen exponentiell steigt, da die Hypothesen zeitlich miteinander kombiniert werden müssen, um eine *Hypothesenhistorie* zu erhalten. Innerhalb einer Historie ist die Interpretation eindeutig, daher können die Methoden des Bayes'schen Filters angewendet werden unter Berücksichtigung für die stochastischen Modelle der Ereignisse. Dem exponentiellen Wachstum begegnet man mit *Pruning*, dem Verwerfen von Historien mit extrem geringer Wahrscheinlichkeit, und *Merging*, dem Vereinen von Historien, die auf ein sehr ähnliches Ergebnis hinauslaufen.

Geoinformationssysteme (GIS) ermöglichen es darüber hinaus, zusätzliches Kontextwissen für die Sensordatenfusion zu integrieren, da sie Information z.B. zur Bebauung, Vegetation, Wasservorkommen oder Terrainbeschaffenheit bieten, die georeferenziert abgerufen werden

können. Vor dem Hintergrund der oben beschriebenen Mehrdeutigkeiten in der Dateninterpretation können derartige Hintergrunddaten die Aussagekraft der Ergebnisse verbessern. In AMMOD soll daher auch untersucht werden, inwieweit sich diese Daten formalisieren und für die Integration in den Prozess der iterativen Schätzungsberechnung genutzt werden können.

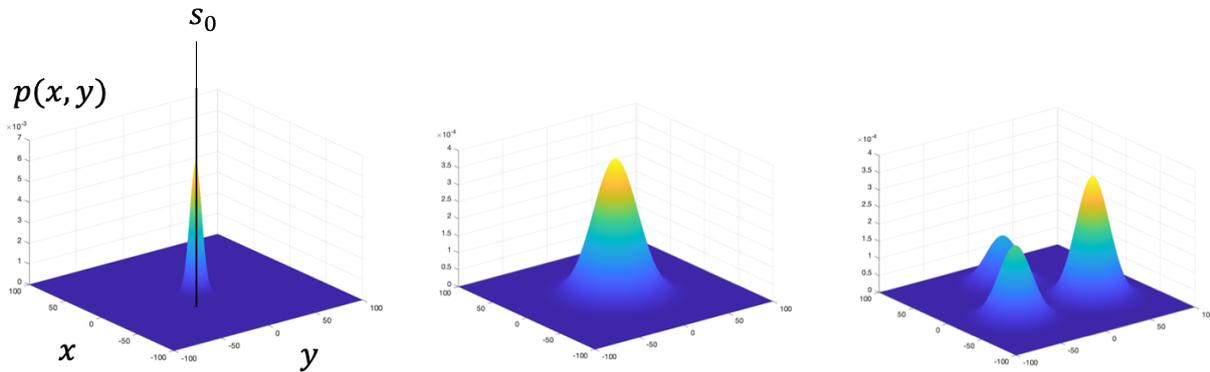


Abb. 5: Vereinfachtes Beispiel eines Dynamik-Modells, das den Verlauf einer Verteilungsfunktion um den Sensorstandort  $s_0$  (links) über die Zeit (Mitte und Rechts) zeigt. Sie kann gemäß einer gleichmäßigen Diffusion verlaufen (Mitte) oder auf der Basis von „Hot-Spots“ multimodal sein (Rechts).

## 2.4 BeesUp - intelligentes Planungswerkzeug zur wildbienengerechten Flächengestaltung und Städteplanung

Henri Greil, Institut für Bienenschutz, Julius Kühn-Institut

### Wildbienen im Anthropozän

Insekten stellen mehr als die Hälfte der bekannten etwa 2 Mio. Arten auf der Welt. Betrachtet man den geschätzten Artenreichtum ist ihr Anteil noch deutlich höher. Allein dieser hohe Anteil zeigt die Bedeutung der Insekten in den Ökosystemen, in denen sie unterschiedliche Funktionen übernehmen. Doch gerade bei den Insekten zeigen sich besonders starke Rückgänge, so hat unter anderem die sogenannte Krefelder Studie (Hallmann et al., 2017) einen Rückgang von mehr als 75% der Biomasse von Fluginsekten in deutschen Schutzgebieten innerhalb von 27 Jahren gezeigt. Die Studie hat ein weltweites Medienecho ausgelöst, den Begriff Insektensterben in aller Munde gebracht und in verschiedenen deutschen Bundesländern zu Volksbegehren unter Slogans wie „Rettet die Bienen“ zur Förderung des Artenschutzes geführt.

Weltweit gibt es etwa 20.000 Bienenarten, in Europa sind es ungefähr 2.000 und in Deutschland fast 600. Die Westliche Honigbiene (*Apis mellifera*) ist dabei nur eine der aktuell 596 Bienenarten in Deutschland. Die anderen Bienenarten werden in Abgrenzung zu der als Nutztier vom Menschen gehaltenen Honigbiene als Wildbienen bezeichnet. Die verschiedenen Arten haben ein unterschiedliches Aussehen, Größe, Flugradien, Phänologie und Lebenszyklen, sie bevorzugen verschiedene Pollen- und Nektarpflanzen und Niststrukturen.

Nach der aktuell gültigen Roten Liste der Bienen Deutschlands (Westrich et al. 2011) sind knapp die Hälfte der bewerteten Arten bestandsgefährdet oder bereits ausgestorben. Als Faktoren kommen Habitatverlust, Klimawandel, Pestizide, Parasiten und Pathogene sowie invasive Arten in Betracht. Der Habitatverlust wird als die größte Gefährdung betrachtet, die anderen Faktoren wirken jedoch als zusätzliche Stressoren. Die Menschheit hat die Landschaft stark nach den eigenen Bedürfnissen verändert. Wildbienen als Offenlandarten haben vermutlich lange Zeit von der Schaffung der mitteleuropäischen Kulturlandschaft profitiert, leiden in den letzten Jahrzehnten aber vor allem unter der Industrialisierung der Landwirtschaft. Neben Änderungen in der Flächennutzung, wie dem Rückgang der Beweidung, gab es starke Veränderungen der Landschaftsstruktur, die an die industriellen Arbeitsweisen angepasst wurde. Die Ackerschläge wurden stark vergrößert, verbunden mit der Entfernung von Strukturelementen wie z.B. Wegen mit Seitenstreifen, Hecken, Gräben, Böschungskanten, Trockenrasen und Mikrowäldern. Die Agrarräume sind daher heute vielfach durch eine strukturelle Armut und eine Verinselung von geeigneten Lebensräumen für Wildbienen geprägt.

### Wildbienen in Städten

In letzter Zeit hat sich aber auch der Blick auf den Siedlungsraum als Habitat für Wildbienen gerichtet, da die Städte weltweit wachsen und immer mehr Fläche in Anspruch nehmen. Weltweit lebt die Mehrheit der Menschen (55%) in städtischen Gebieten, in Deutschland sind es bereits über 75% der Bevölkerung mit weiter steigendem Trend (United Nations, 2018). Täglich werden in Deutschland trotz Bemühungen der Bundesregierung über 50 ha Fläche als Siedlungs- oder Verkehrsfläche neu in Anspruch genommen. Während im Jahr 2005 fast 50% dieser neu in Anspruch genommenen Flächen Sport, Freizeit- und Erholungsflächen waren ist der Anteil auf ca. 20% im Jahr 2020 zurückgegangen (Umweltbundesamt, 2022). Gleichzeitig lässt sich festhalten, dass Städte geeignete Lebensräume für Wildbienen darstellen können. Auch seltene und gefährdete Wildbienen kommen in Städten vor (Kouakou et al. 2008) und

es gibt keine Arten, die den Siedlungsbereich meiden, wenn ihre artspezifischen Ansprüche erfüllt werden (Zurbuchen und Müller 2012). In deutschen Großstädten kommen bis zu 90 % der Wildbienenarten vor, die auch in der Region bzw. dem Bundesland vorkommen (Saure 1996, Riesch 1996). Und häufig gibt es in Städten sogar arten- und zahlreichere Wildbienenpopulationen als in der näheren ländlichen Umgebung (Baldock et al. 2015).

Analog zu den Veränderungen in der Agrarlandschaft haben sich aber auch im Siedlungsraum die Bedingungen für Wildbienen verändert. So konnten Wildbienen z.B. über Jahrhunderte in Lehmgefachen der Fachwerkhäuser, Kalkmörtelfugen von Natursteinmauern oder in Schilfhalmen von Reetdächern nisten. Moderne Bauweisen mit Zement, Glas und Stahl lassen zum Nisten geeignete Löcher und Spalten jedoch vermissen und offene Bodenstellen werden vielfach versiegelt. Städtische Freiräume mit einer hohen Flächenversiegelung sowie häufig gemähte Rasenflächen bieten zudem keine ausreichende Nahrungsverfügbarkeit durch blühende Pflanzen.

Nach einer Untersuchung in vier britischen Städten (Baldock et al. 2019) stellen die privaten Kleingärten und Gärten die arten- und individuenreichsten städtischen Räume dar, es folgen Friedhöfe und Naturschutzgebiete, während Parks, Straßenbegleitgrün und andere Grünflächen nur knapp vor befestigten Flächen liegen. Vor allem öffentliche Flächen in Form der Parks, des Straßenbegleitgrüns, der Sportflächen und anderer Grünflächen im städtischen Eigentum stellen somit ein erhebliches Potential für wildbienenfördernde Maßnahmen dar.

### **BeesUp – ökologische Forschung**

In dem durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesumweltministeriums geförderten Verbundprojekts BeesUp wollen wir die Potentiale unterschiedlich genutzter städtischer Flächen für den Wildbienenschutz erkennen und entfalten. Dafür hat das Institut für Bienenschutz des Julius Kühn-Instituts mit der Stadt Braunschweig sowie weiteren Städten und Initiativen in anderen Regionen in Deutschland Kooperationen geschlossen.

In Braunschweig haben wir zusammen mit dem Fachbereich Stadtgrün und Sport auf über 100 Flächen mit einer Gesamtgröße von etwa 50 ha Wildbienenfördermaßnahmen, z.B. Blühflächen, Staudenpflanzungen, Wiesenextensivierungen, Streuobstwiesen und Dachbegrünungen, angelegt. Auf Grundlage eines Basismonitorings in 2019 haben wir die Entwicklung der Flächen durch ein jährliches Monitoring der Wildbienen und Vegetation erfasst. In den Jahren 2019 und 2020 haben wir mit Hilfe von Farbschalen 162 Arten aus 23 Gattungen, darunter zahlreiche gefährdete Arten der Roten Liste Deutschlands und der Roten Liste Niedersachsens im Braunschweiger Stadtgebiet erfasst.

Projekte zur Wildbienenförderung im Straßenbegleitgrün oder auf den Gleisanlagen der Stadtbahn nehmen weitere Flächennutzungen mit spezifischen Randbedingungen in den Fokus. Durch die Anzahl der Flächen, die Flächengröße und die unterschiedlichen Maßnahmen hat sich Braunschweig zur Modellstadt für die Wildbienenförderung entwickelt. Um die langfristigen Effekte der Umsetzungsmaßnahmen in der „Bienenstadt Braunschweig“ sowie weitere Fördermaßnahmen in ländlichem und städtischem Raum auf den Erhaltungszustand von Wildbienen abschätzen zu können, wird die Populationsstruktur vier ausgewählter Wildbienenarten von der AG Allgemeine Zoologie Prof. Dr. Robert Paxton der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg analysiert. Dabei werden sowohl der genetische Ist-Zustand (effektive Populationsgröße) als auch Ausbreitung und Interaktionen genauer betrachtet. Die so gewonnenen Erkenntnisse der populationsgenetischen Forschung fließen direkt in die Entwicklung des digitalen Planungswerkzeugs ein.

## BeesUp – Digitales Planungswerkzeug

Der Schutz von Wildbienen ist dauerhaft und flächendeckend nur möglich, wenn wildbienen-gerechte Verbesserungen in der Flächengestaltung und -nutzung nicht nur von Spezialist\*innen und Wissenschaftler\*innen sondern von der breiten Bevölkerung initiiert werden. Aus Unkenntnis der heterogenen Ansprüche von verschiedenen Wildbienenarten werden häufig im Zuge der Gestaltung und Pflege von unterschiedlich genutzten Flächen im städtischen Freiraum aus Wildbienensicht schädliche Entscheidungen getroffen oder nutzlose Maßnahmen realisiert.

Durch die Entwicklung eines digitalen Planungswerkzeugs und unterstützt durch Methoden der künstlichen Intelligenz können diverse Parameter berücksichtigt und artspezifische Maßnahmen für unterschiedliche Arten miteinander in Einklang gebracht werden. In der Folge können durch die Anwendung des digitalen Planungswerkzeugs bei der Flächengestaltung und -pflege ohne umfassendes Fachwissen die artspezifischen Wildbienenbedürfnisse berücksichtigt werden, die Potentiale der Wildbienenförderung in urbanen Gebieten voll ausgeschöpft und in die Fläche gebracht werden. Außerdem kann zum einen ein deutlich breiteres Spektrum an zum Teil intensiv genutzte Flächen als Lebensraum für Wildbienen ertüchtigt werden, zum anderen werden durch die standort- und artspezifischen Empfehlungen strukturreiche städtische Räume gefördert.

Neben den artspezifischen Bedürfnissen der Wildbienen hinsichtlich der präferierten Pollen- und Nektarpflanzen, den Nistgelegenheit und ggf. des Baumaterials müssen auch die aus der Flächennutzung resultierenden Kriterien (z.B. Sport, Erholung, Verkehr, Gärtnern) Berücksichtigung finden. Standortsspezifische Parameter, wie die geografische Lage, Klimadaten, Versiegelung, Schutzgebiete oder Bodentypen können automatisch ermittelt oder aus Datenbanken abgefragt werden. Literaturrecherchen und die Erkenntnisse aus der eigenen ökologischen Forschung in Braunschweig bilden die Grundlage für die Empfehlungen des Planungstools.

Die Parameter der Flächennutzung und des Standorts werden durch das digitale Planungswerkzeug mit den artspezifischen Ansprüchen der Zielarten und den Ansprüchen ihrer spezifischen Pollen- und Nektarpflanzen (z.B. Strategietyp, Trockenheitsresistenz) in einem intelligenten Empfehlungssystem verknüpft. Das Planungstool soll in Form einer kostenlosen App allen Interessierten zur Verfügung stehen. Eine interaktive Wildbienenbestimmungsfunktion wird den Funktionsumfang des digitalen Planungswerkzeugs als Add-on erweitern und zusätzliche planungsrelevante Daten generieren.

## BeesUp – Wildbienenenerkennungssapp

Für die Entwicklung der interaktiven Wildbienenbestimmungsfunktion werden mehrere hundert Fotos pro Wildbienenart aus verschiedenen Perspektiven und in unterschiedlichen Situationen zum Training der künstlichen neuronalen Netze benötigt. Diese Fotos müssen korrekt bestimmt sein, um die Qualität der Erkennungsergebnisse sicher zu stellen. Da von vielen Wildbienenarten nur sehr wenige Fotos zur Verfügung stehen, haben wir eine Bilddatenbank aufgebaut und erweitern diese kontinuierlich. Basierend auf dieser umfangreichen, repräsentativen Bilddatenbank werden tieflernende neuronale Netze konzipiert und trainiert, um einen semi-automatischen Klassifizierungsmechanismus für die deutschen Wildbienenarten zu entwickeln und in das Empfehlungssystem zu integrieren. Neben der Bilderkennung fließen auch Standortdaten in den Bestimmungsprozess ein.

Aus den Standortdaten kann z.B. eine Vorkommenswahrscheinlichkeit abgeleitet werden. Dafür haben wir eine eigene Datenbank mit Verbreitungsdaten der Wildbienen in Deutschland angelegt, die Daten aus eigenen Erhebungen, Literaturrecherchen und anderen Projekten zusammenführt. Weiterhin können auch phänologische Daten zu den Wildbienenarten in Zusammenhang mit dem Aufnahmezeitpunkt und artspezifische Spezialisierungen beim Pollensammelverhalten im Falle eines Blütenbesuchs bei der Bestimmung berücksichtigt werden.

Die Wildbienenenerkennungssapp und das digitale Planungswerkzeug werden durch die Data-intensive Systems and Visualization Group (dAI.SY) der TU Ilmenau erstellt. Das Team um Prof. Dr.-Ing. Patrik Mäder kann dabei auf zahlreiche im Projekt Flora Incognita gesammelten Erfahrungen zurückgreifen.

## Literatur

- Baldock, K.C.R. et al. (2015): Where is the UK's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects. *Proc. R. Soc. B.* 2015 (282): 1803. <http://doi.org/10.1098/rspb.2014.2849>.
- Baldock, K.C.R. et al. (2019): A systems approach reveals urban pollinator hotspots and conservation opportunities. *Nature ecology & evolution* 3.3: 363-373.
- Hallmann, C.A. et al. (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>.
- Kouakou, D. et al. (2008): Recent Swiss records of rare bee species (Hymenoptera, Apidae) with two species new to Switzerland. *Journal of the Swiss Entomological Society* 81 (3-4). <http://doi.org/10.5169/seals-402970>.
- Risch, S. (1996): Die Bienenfauna von Köln - dargestellt am Beispiel ausgewählter Stadtbiotope. *Decheniana*. BH\_35: 273-303.
- Saure C.; 1996: Urban habitats for bees: the example of the city of Berlin. In: Matheson, A. et al., *The conservation of bees*, Linnean Society Symposium Series 18. London. Academic Press: 48-53.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019): *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420)*. New York: United Nations. 34 S.
- Umweltbundesamt (2022) mit Werten aus Statistisches Bundesamt (2022): Erläuterungen zum Indikator "Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche". Indikator: Siedlungs- und Verkehrsfläche. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-siedlungs-verkehrsflaeche#die-wichtigsten-fakten>. (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
- Westrich, P. et al. (2011): Rote Liste und Gesamtartenliste der Bienen (Hymenoptera, Apidae) Deutschlands. In: Binot-Hafke, M. et al.: *Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 3: Wirbellose Tiere (Teil 1)*. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70 (3): 373-416.
- Zurbuchen, A. und Müller, A. (2012): *Wildbienenschutz - von der Wissenschaft zur Praxis*. Bristol-Stiftung. Zürich: 162 S.

## 2.5 BirdRecorder - Entwicklung und Erprobung eines Systems zur Vermeidung von potentiellen Auswirkungen auf Vögel durch die Windenergienutzung

Anton Kaifel, Ursula Amann, Nico Klar, Kay Ohnmeiß, Frank Sehnke und Marcel Zoll, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

Das dreijährige Forschungsprojekt BirdRecorder, das durch das BfN mit Mitteln des BMUV bis Ende 2021 gefördert wurde, hatte die Entwicklung und Erprobung eines Systems zur Vermeidung von potentiellen Auswirkungen auf Vögel durch die Windenergienutzung zum Ziel. Der BirdRecorder stellt damit ein Antikollisionssystem für den vogelfreundlichen Betrieb von Windenergieanlagen dar. Die Zielartgruppe für die Erkennung von Vögeln mit Methoden der künstlichen Intelligenz (KI) für das BirdRecorder-System ist die Artgruppe der Milane, die Rot- und Schwarzmilan umfasst. Es wurde ein erster Prototyp entwickelt und erprobt, der jedoch noch keine Schnittstelle zur Abschaltung von Windenergieanlagen aufweist.

Der BirdRecorder besteht auf fest installierten Kameras für die Erkennung von Objekten. Wird ein sich bewegendes Objekt im Luftraum um eine Windenergieanlage erkannt, wird dieses mit KI-Methoden klassifiziert, um zu entscheiden, ob es sich um einen Milan, einen anderen Vogel, ein Flugzeug oder ein sonstiges Objekt handelt. Die Reichweite der Detektion liegt bei bis zu 700-800 Metern. Wenn ein Milan erkannt wurde, wird das Objekt mit einem nachführbaren Stereokamerapaar mit Teleoptik erfasst und erneut klassifiziert. Die Stereokameras sind auf einem Schwenkneigekopf mit zweiachsiger Nachführung montiert. Ergibt die erneute Klassifikation mit den hochauflösenden Stereobildern, dass es sich bei dem Objekt um einen Milan handelt, erfolgt die dreidimensionale Verortung und Verfolgung des Milans mit den Stereokameras. Damit ist die Aufzeichnung der Flugroute des Milans gewährleistet. Sollte dieser in den Gefahrenbereich einer Windenergieanlage einfliegen, könnte aufgrund der räumlichen Verortung des Milans diese abgeschaltet werden.

Für die Belernung der KI-Modelle wurden auf dem Windenergiefeld des ZSW in Stötten auf der Schwäbischen Alb über einen Zeitraum von zwei Jahren mehr als 16 Millionen Bilder aufgezeichnet. Die Daten wurden für das Training von KI-Modellen aufbereitet, sodass nach der Qualitätskontrolle insgesamt ca. 680.000 Bilder für das Training der KI-Modelle für die Objektdetektion zur Verfügung standen. Darin enthalten waren ca. 420.000 Bilder von Vögeln, die wiederum von Ornithologen manuell nach Arten und Artgruppen annotiert wurden. Dies ergab ca. 72.000 Bilder für die Artgruppe Milan. Der Rest teil sich in ca. 20 weitere Arten und Artgruppen auf. Mit den von Ornithologen annotierten Bildern wurden weitere KI-Modelle für die Erkennung der Artgruppe Milan trainiert.

Die Erkennungsrate der KI für die Objektdetektion liegt für die Klasse Vögel bei ca. 99 %. Die zweite KI für die Erkennung der Artgruppe Milan kann auf Basis von Einzelbildern Milane von anderen Vögeln mit einer Genauigkeit von 93,1 % unterscheiden. Diese Erkennungsraten basieren auf Tests mit unabhängigen Bilddaten, die nicht für das Training der KI-Modelle eingesetzt wurden. Erfolgt die Erkennung von Milanen nicht nur auf Einzelbildern, sondern auf Bildserien von verfolgten Objekten, beträgt die Erkennungswahrscheinlichkeit für die Artgruppe Milan schon nach wenigen Sekunden meist mehr als 98 %.

Mit der Entwicklung eines BirdRecorder-Prototypsystems konnte gezeigt werden, dass zum einen das Konzept von statisch montierten Kameras für die Objekterkennung und einer nachgeführten Stereokamera für die Vogelarterkennung sehr gut geeignet ist und zum anderen mit den entwickelten KI-Methoden eine sehr hohe Erkennungswahrscheinlichkeit für die Artgruppe Milan erreicht wurde. Mit einer Reichweite von bis zu 700 m ist damit die rechtzeitige

Abschaltung von Windenergieanlagen möglich, wenn ein Milan in den Gefahrenbereich der Anlage einfliegen sollte.

Das BirdRecorder-System wird nach Abschluss des vom BfN beförderten Projekts weiterentwickelt und wurde auf dem Windenergiefeld des ZSW in Stötten installiert (Abb. 6). Dort erfolgt die weitere Langzeiterprobung als Antikollisionssystem für die beiden Forschungswindenergieanlagen auf dem Testfeld. Der BirdRecorder besteht aus insgesamt acht statisch montierten Kameras und einem Stereokamera paar und kann sowohl Standalone-System als auch für die Montage am Turm einer Windenergieanlage realisiert werden.



Abb. 6: Testinstallation des BirdRecorders auf dem WINSSENT Windenergiefeld in Stötten bei Geislingen auf der Schwäbischen Alb [Bild ZSW].

## 2.6 KI\_Wood-ID — Entwicklung von automatisierten (digitalen) Bilderkennungssystemen zur Holzartenbestimmung mittels künstlicher Intelligenz

Markus Rauhut, Fraunhofer Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik

Im Forschungsprojekt KI-Wood ID entwickelt das Fraunhofer ITWM in Kooperation mit dem Thünen-Institut für Holzforschung in Hamburg automatische Bilderkennungssysteme zur Bestimmung von Holzarten mittels Künstlicher Intelligenz.

### Hintergrund

Im Jahr 2013 hat sich die Bundesrepublik Deutschland verpflichtet die Einfuhr und Verbreitung illegaler Holzarten zu verhindern und diesbezüglich das Washingtoner Artenschutzübereinkommen umzusetzen. Dies erfordert unter anderem eine eindeutige Bestimmung der Holzarten in den verschiedenen aus Holz hergestellten Materialien und Produkten. Dabei unterstützt unsere Forschung.

Deshalb entwickeln Fraunhofer und Thünen-Kompetenzzentrum für Holzherkünfte ein optisches Bilderkennungssystem zur Bestimmung von Hölzern in Faserstoffen (Zellstoff-/ Papierprodukte), um die erforderlichen Deklarationspflichten bezüglich des Artnachweises gemäß der Europäischen Holzhandelsverordnung (EUTR) im Handel zu erfüllen und großflächig zu überprüfen. Schwerpunkt am Fraunhofer ITWM ist dabei die Entwicklung der KI-Analysesoftware.

Mit diesem System können umfangreichere Kontrollen mittels KI durchgeführt werden und Materialströme intensiver überwacht werden. Jedes Prüflabor, das mit den entwickelten KI-Systemen in die Lage versetzt wird, einfache Kontrollen des internationalen Handels mit Papier durchzuführen, ist ein Multiplikator in der Eindämmung des illegalen Holzeinschlags.

Das Projekt hat dabei folgende Ziele:

- Vollautomatische Bestimmung von Hölzern in Mischprodukten
- Nutzung ohne Expertenwissen
- Einfache Zugänglichkeit
- Tauglichkeit für Gutachten
- Feedback an die Nutzenden, d.h. die KI soll ihnen veranschaulichen warum eine Probe einer bestimmten Mischung von Holzarten bzw. Holzgattung zugeordnet wurde

### Wie wird diese Analyse heute durchgeführt?

Die anatomische Bestimmung der Hölzer und Holzprodukte erfolgt auf der Basis mikroskopischer Präparate und Mazerate (= vereinzelte Zellelemente für die Analyse von Faserstoffen), die lichtmikroskopisch oder mit Hilfe einer 3D-Scanning-Auflichtmikroskopie analysiert werden. Unter dem Lichtmikroskop können für Schnittpräparate von Massivhölzern ca. 60 bis 80 anatomische/diagnostische Strukturmerkmale in den drei holzanatomischen Richtungen detektiert werden (Abb. 7), die international codiert sind. Diese manuelle Bestimmung ist sehr zeitaufwändig und muss aufgrund der großen Anzahl von Gutachten automatisiert werden.

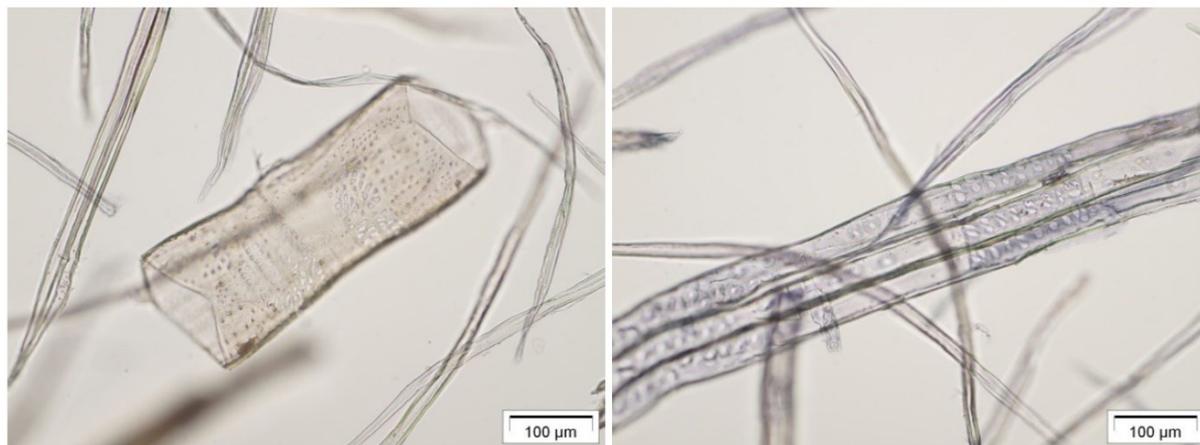


Abb. 7: Mikroskopische Aufnahmen eines Gefäßelementes der Gattung Eucalyptus mit charakteristischer Tüpfelung der Gefäßwände (links) und von Tracheiden der Gattung Pinus (rechts). © Thünen-Institut für Holzforschung

### Automatisierung und Machine Learning

Grundlage des Projekts sind möglichst realistische Trainings- und Testobjekte. Die meisten Papiere bestehen aus einer Mischung verschiedener Hölzer. Für einzelne Gattungen, wie Eucalyptus, Pinus und Populus, die in Plantagen angebaut und auch in der Industrie sortenrein verarbeitet werden, können als Ausgangsmaterial sortenreine Zellstoffe eingekauft werden. Für Hölzer, die in der Regel in Mischungen verarbeitet werden, muss am Thünen-Institut für jedes weitere Holz ein entsprechender gebleichter und eventuell vermahlener Zellstoff hergestellt werden.

Es ist es alternativ möglich, anstatt von Zellstoffen mit Mazeraten zu arbeiten. Bei der Mazeration kann das Gewebe einer sehr kleinen Menge Holz im Reagenzglas aufgelöst werden. Es können somit viel mehr unterschiedliche Proben unter wesentlich reduziertem Personalaufwand erstellt werden. Die anatomischen Strukturen bleiben besser erhalten als in realen Zellstoffen und Papieren aus der Industrie. Die einzelnen Zellen sind insgesamt intakter, unterscheiden sich im Erscheinungsbild aber nicht grundsätzlich.

Um ideale Ausgangsdaten für das maschinelle Lernen zu generieren, werden extrem viele Trainingsbilder benötigt. Diese müssen die für einzelne botanische Taxa (Gattungen/Arten) charakteristischen und nur wenige Mikrometer großen Strukturmerkmale deutlich abbilden. Zunächst müssen die Ausgangsstoffe für die Mikroskopie gefärbt und auf Objektträger präpariert werden. Da die im Projekt zu entwickelnden Bilderkennungssysteme die derzeit durch hochspezialisierte Wissenschaftler\*innen durchgeführte zeitintensive Analyse am Mikroskop automatisieren sollen, müssen auch die Trainingsbilder in gleicher Weise und Qualität erhoben werden. Hierfür wurde ein Hellfeldmikroskop angeschafft, das automatisiert und reproduzierbar eine große Anzahl von Objektträgern in sehr guter Auflösung digitalisiert.

Im nächsten Schritt müssen die Bilddaten auf die „Ausschnitte“ der Zelltypen reduziert werden, die für die Identifizierung am besten geeignet sind. Von Seiten des ITWM wurde dazu ein *Annotationstool* zur Verfügung gestellt, das in die Machine-Learning-Softwareumgebung integriert ist. Experten können mit diesem Tool einfach bestimmte Regionen in Bildern hervorheben oder ausschneiden. Diese Informationen werden dann in eine Datenbank gespeist. Die vorhandenen Bilddaten werden nun nochmals durch Augmentierungsverfahren vergrößert: die Bilder werden verändert, bleiben dabei in der zu erwartenden Varianz der „echten“ Daten.



## 2.7 KInsecta: KI-basiertes Insektenmonitoring mit Citizen Science

Ingeborg Beckers, Danja Brandt, Teodor Chiaburu, Frank Haußer, Henning Schmidt, Ilona Schrimpf, Alexandra Stadel und Martin Tschaikner

### Projektziele

KInsecta ist ein vom BMUV im Rahmen der Förderlinie *KI-Leuchttürme im Umweltschutz* gefördertes Kooperationsprojekt des Umweltbildungszentrums Listhof e.V. und der Berliner Hochschule für Technik, siehe auch [www.kinsecta.org](http://www.kinsecta.org).

Im Rahmen des Projekts wird ein möglichst kostengünstiges und für unterschiedliche Anwendungsfälle anpassbares Multisensorsystem zur automatisierten Zählung und Bestimmung von lebenden Insekten konzipiert und realisiert. Die Baupläne inklusive der elektronischen Schaltungen und die Software zur Steuerung und zur Insektenbestimmung werden frei und offen (GNU GPL3 - Lizenz) zur Verfügung gestellt. Der Nachbau und der Betrieb soll für möglichst viele unterschiedliche Akteure geeignet sein (z.B. Schulen, Naturschutzzentren, Forschungsinstitute, etc.). Die aufgenommenen Daten können über eine Webapplikation in eine zentrale Datenbank geladen werden. Die Daten stehen dann für weitere Auswertungen öffentlich zur Verfügung.

Durch partizipative Forschung, Teilhabe an dem Projekt und Bau/Betrieb eines Sensorsystems wird die Problematik des fortschreitenden Biodiversitätsverlusts in die Bevölkerung getragen. Längerfristig soll der Betrieb einer größeren Anzahl von Sensorsystemen ein systematisches zeitaufgelöstes Insektenmonitoring zur Untersuchung relevanter Fragen der Biodiversitätsforschung ermöglichen.

### Multisensorsystem

Die Insekten werden mit einer aufgestellten Falle (z.B. einer Malaise-Falle) gefangen. Sie können nur über eine Röhre durch eine kleine Arena krabbelnd entkommen. Dabei wird über eine Lichtschranke die Aufnahme eines kurzen Films ausgelöst. Am Ausgang der Arena befindet sich ein sogenannter Wingbeatsensor, durch den die Tiere ins Freie fliegen können. Auf einer etwa 5 cm langen Flugstrecke wird hier mit Hilfe eines optoakustischen Mikrophons das Flügelschlagsignal aufgenommen. Zusätzlich werden über weitere Sensoren noch Umweltdaten wie Temperatur, Lichteinstrahlung, etc. gemessen und abgespeichert. Jedes passierende Insekt hinterlässt damit einen Multisensordatensatz, der dann zu einer möglichst genauen Bestimmung des Insekts und zur Zählung verwendet werden kann.

Die Steuerung der Sensoren erfolgt über einen Minicomputer (Raspberry Pi). Die benötigte Steuerungselektronik ist auf einer selbstentwickelten Aufsteckplatine integriert. Als Kamera kommt die Raspberry Pi HQ Kamera zum Einsatz. Durch die Verwendung von Blitzlicht in der abgedunkelten Arena wird auch bei schnell krabbelnden Insekten die Bewegungsunschärfe und der Rolling-Shutter-Effekt vermieden. Zusammen mit geeigneten Materialien für die Arena gewährleistet dies schattenfreie qualitativ hochwertige Aufnahmen mit einer ausreichenden Tiefenschärfe und Auflösung (Abb. 9).



Abb. 9: Beispiel eines Kamerabilds eines krabbelnden Insekts in der Arena. Auch die Beinglieder und die Flügeladern sind gut aufgelöst.

Im Wingbeatsensor<sup>6</sup> wird das Licht einer Infrarot-Leuchtdiode durch eine Fresnellinse in ein paralleles Strahlungsfeld aufgeweitet, welches das Insekt durchfliegt. Über eine weitere Fresnellinse wird das Licht wieder zu einer Empfängerdiode gebündelt. Die durch den Flug und den schnellen Flügelschlag modulierte Abschattung wird damit in ein elektronisches Signal umgewandelt über eine Soundkarte als digitales akustisches Signal abgespeichert (Abb. 10).

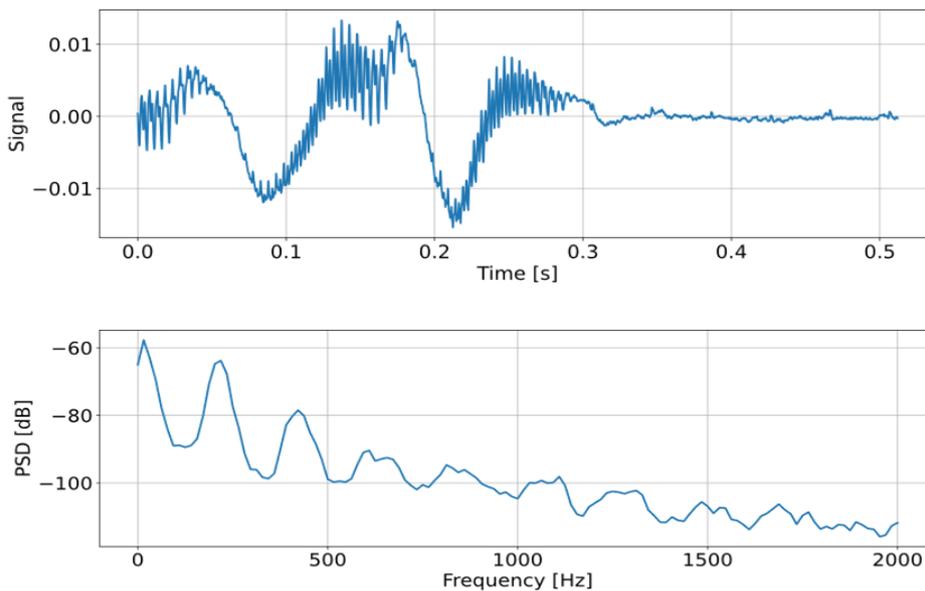


Abb. 10: Beispiel eines aufgenommenen Flügelschlagsignals und daraus berechnetes Frequenzmuster. Die Grundfrequenz bei ca. 200 Hz und Oberschwingungen sind klar zu erkennen

<sup>6</sup>Siehe z.B. Potamitis I. and Rigakis I., "Large Aperture Optoelectronic Devices to Record and Time-Stamp Insects' Wingbeats," in IEEE Sensors Journal, vol. 16, no. 15, pp. 6053-6061, Aug.1, 2016.

Eine unter Verwendung der Python-Bibliothek Bokeh implementierte browserbasierte Anwendung erlaubt eine komfortable Konfiguration und Steuerung des Gesamtsystems zur Durchführung einzelner Messungen oder für eine automatisierte Dauermessung.

Das beschriebene Multisensorsystem ist bereits in Laborversuchen und ersten Freilandversuchen getestet.

### KI-Basierte Insektenerkennung

Über eine Webapplikation ist ein Upload von Messdaten in eine Datenbank sowie die Verwaltung und der Datenexport hochgeladener Messdaten möglich.

Die Klassifikation eines Insekts, d.h. eine möglichst genaue Einordnung im taxonomischen Baum auf Ordnungs- Gattungs- Familien- oder Artebene erfolgt mit Hilfe eines neuronalen Netzes (NN). Wir verwenden einen hierarchischen Ansatz, bei dem beim Einlernen des NN Fehlklassifikationen auf tieferen Ebenen in der Kostenfunktion stärker gewichtet werden. Zusätzlich zu den Kamera- und Wingbeatdaten werden auch die erhobenen Umweltdaten für die Klassifikation verwendet (Abb. 11). Das NN wird so dimensioniert, dass der eingelernte Klassifikator auch auf einem Edge-Device, also z.B. einem Raspberry Pi eingesetzt werden kann.

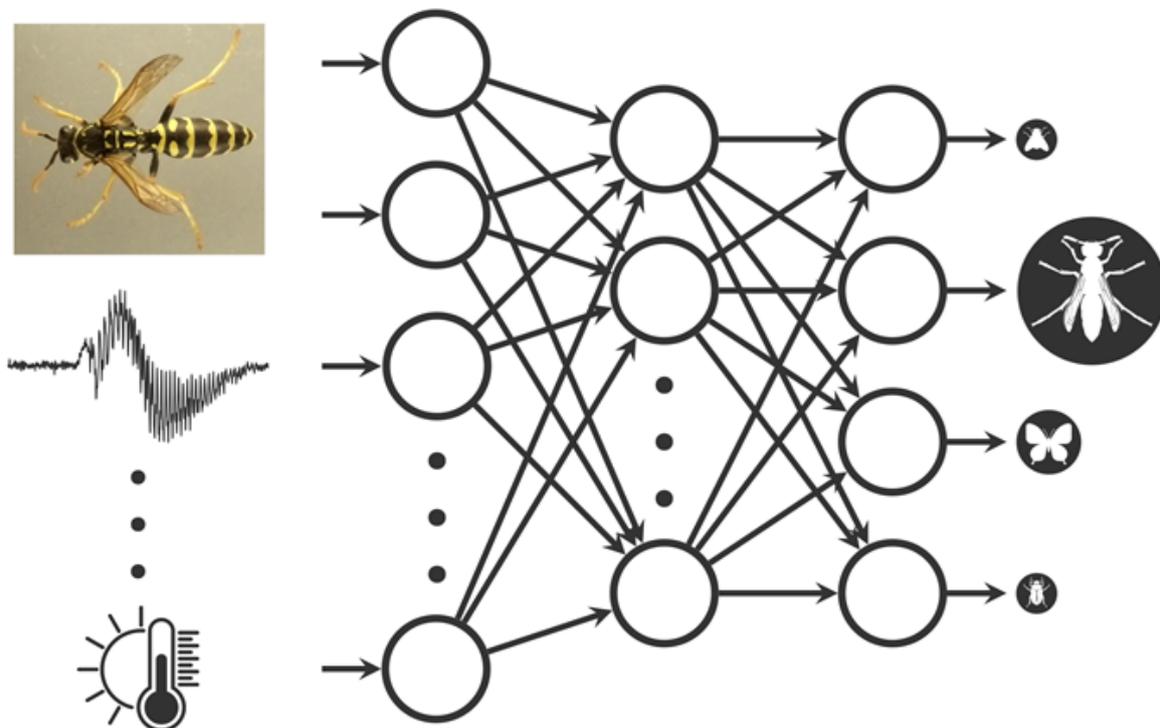


Abb. 11: Multisensordaten werden in einem neuronalen Netz (NN) zusammengeführt. Zunächst wird mit einer großen Anzahl von solchen Daten, bei denen das vorliegende Insekt bereits von Spezialist\*innen bestimmt wurde, ein NN eingelernt. Dieses maschinelle Lernen wird auf einem Rechner durchgeführt. Anschließend wird das eingelernte NN in die Python-Bokeh-Anwendung auf dem Raspberry Pi integriert und verwendet, um bei neuen Messdaten sofort eine möglichst zuverlässige Bestimmung des Insekts im taxonomischen Baum durchzuführen.

Gegenwärtig werden weitere Messdaten erhoben, um das KI-System mit einer breiten Grundwahrheit einlernen zu können. Je mehr Multisensorsysteme betrieben werden, deren Messdaten dann in die Datenbank eingepflegt werden, desto besser kann das NN eingelernt

werden. Insbesondere wird eine Insektenart (oder -gattung oder -familie) dann gut erkannt werden, wenn vorher ausreichend Sensordaten dieser Art hochgeladen wurden, um mit diesen das NN einzulernen.

### **Partizipation**

An der Entwicklung des Sensorsystems und den ersten Tests und Datenerhebungen waren bereits zahlreiche Citizen Scientists beteiligt. Gegenwärtig wird das System im Rahmen von Informationsveranstaltungen, Workshops und Auftritten bei Messen und Konferenzen vorgestellt, um weitere Akteur\*innen für eine Beteiligung zu gewinnen.

## 2.8 Posterbeiträge

### 2.8.1 Eine globale KI-Plattform zur Live-Erkennung von marinen Ablagerungen

Maryam Arabshahi, DFKI Kaiserslautern

Marine litter, be it large accumulations or sheer volume, is harmful for marine life as well as deteriorating the health of the human population. Besides better awareness and avoiding future pollution, also an important step is recognition and removal of already existing litter. The task of recognition requires two tasks: Capturing the status of the sea and processing this data to pinpoint the litter. AI proved to be very successful in identifying marine debris in radar data. To advance this towards live interaction, we propose a global Data-Analytics (DA) Platform. The user-level experience shall be that new measured data is automatically transmitted to the global database and that position and trajectory of debris can be viewed and predicted up-to-date. To enable this, the platform automatically integrates received data in time and utilizes AI to identify the litter. The subtask of communication to and from the platform is very crucial, not only because a global interconnection is desired, but also certain aspects in a following concrete system design can be inspired by modern and future communication systems. Given that the application environment is expected to happen mostly distant to land, i.e. where no sophisticated communication infrastructure can be assumed, the bare physical interconnection is a concern. For that, satellite communication might become a relevant solution, which is also heavily discussed in the course of mobile communications, such as recent 6G research (Abb. 12).

# A global AI Platform for live Detection of Marine Debris

Dennis Krummacker, Maryam Arabshahi

German Research Center for Artificial Intelligence (DFKI GmbH)

### Abstract

Marine litter, be it large accumulations or sheer volume, is harmful for marine life as well as deteriorating the health of the human population. Besides better awareness and avoiding future pollution, also an important step is recognition and removal of already existing litter. The task of recognition requires two tasks: Capturing the status of the sea and processing this data to pinpoint the litter. AI proved to be very successful in identifying marine debris in radar data. To advance this towards live interaction, we propose a global Data-Analytics (DA) Platform. The user-level experience shall be that new measured data is automatically transmitted to the global database and that position and trajectory of debris can be viewed and predicted up-to-date. To enable this, the platform automatically integrates received data in time and utilizes AI to identify the litter. The sub-task of communication to and from the platform is very crucial, not only because a global interconnection is desired, but also certain aspects in a following concrete system design can be inspired by modern and future communication systems. Given that the application environment is expected to happen mostly distant to land, i.e. where no sophisticated communication infrastructure can be assumed, the bare physical interconnection is a concern. For that, satellite communication might become a relevant solution, which is also heavily discussed in the course of mobile communications, such as recent 6G research.

### Introduction

Over 300 million tons of plastic are produced every year for use in a wide variety of applications. At least 14 million tons of plastic end up in the ocean every year, and plastic makes up 80% of all marine debris found from surface waters to deep-sea sediments. Marine species ingest, or are entangled by plastic debris, which causes severe injuries and death. Plastic pollution threatens food safety and quality, human health, coastal tourism, and contributes to climate change [1].

Understanding the drift of marine debris in the ocean requires good knowledge of the dynamics of the ocean-atmosphere surface circulation and is important for a growing list of operational activities, such as search and rescue and response to oil spills. Presently, even large objects can't be followed by the satellite observing system [2].

Regarding our knowledge up to this day, the state of the art usually focuses on one mean of collecting the data from the oceans, namely either only satellite images or data collected from aircrafts and drones, or surface and underwater vehicles, or in situ observations, etc. Also, some state of the art only concentrate on one type of data collected from the ocean. Which means they only work with numerical data and some work only with images, etc. So, there is a lack for a comprehensive network between all different kinds of data which is available from a variety of platforms which applies sensor fusion to analyze the data [3]-[5]. Nevertheless, part of the literature work with a combination of some different kinds of data but not a comprehensive method which covers all the data types [6], [7]. In addition, to our knowledge there is nothing in the literature which applies AI methods on the radar data in order to detect the debris. Nevertheless, some work exists with AI on satellite images and also on ocean surface currents measurements [2], [4].

We have already proposed an idea to help solving this problem in "NASA International Space App Challenge 2021" and won the local prize. The idea is to use radar signals in order to gain useful information. We could apply Artificial Intelligence methods on this data. For example, we could use *anomaly detection* algorithms to find out where the wind speed on the ocean's surface different is. As well, we could apply *clustering* algorithms to detect where the signal reflection and its speed is different [8].

As follow-up work, we had the idea that this can be evolved to a tool read for operation to enhance the fight against pollution on a global level.

### Vision

#### Motivation, Goal

- Utilizing AI to detect debris in the ocean. Data gathered via Radar (as byproduct).
- AI used for Data-Analytics. Differentiating litter & sea life. Acquiring trajectory. Deriving prediction.
- Central, global Database for captured and processed data.
- Ultimate Goal: Capless availability of data, live display & interaction, automatic analytics and updates.

#### Problem

- Captured radar data has to be manually recorded into current databases
- Lack of interconnection, no automatic filling-in, no automatic processing
- Updates, merges, inserting data sets and system evolution require active human effort

#### Approach

- Global Platform for Live Interaction & Data-Analytics
- Inspired by research on novel communication systems (Industry 4.0, 5G, 6G), "Intelligent Networks". Communication & data-processing centric viewpoint.
  - Satellite Communication, Distributed Systems, Cloud Computing, Optimization via AI, Digital Twin
  - Data-Analytics: Network Data Analytics Function (NWDAF)
- Similarities given between envisioned goal and future communication systems
  - Satellite Communication. Directly integrated into 6G. Distinct physical capabilities given besides near-range radio. (→ off-grid communication for ship or plane)
  - Feature for data-processing directly integrated in communication infrastructure (→ availability, low delay).
  - With every generation, mobile communications is getting more flexible, modular, distributed and open.
  - Digital Twin. Image of real-world. Great resemblance with depicted use-case.
- Exploit similarities for design!
  - In the future: Convergence of systems
  - Intentionally, at least keeping design principles related, allows to retain the opportunity to combine systems, subsystems or creating inter-operation when time comes.
  - Align design approaches for AI-powered data processing: Globally centralized and automated for marine debris detection & NWDAF for infrastructure-wide optimization

Hence, we think, it might be beneficial to orient a system design towards design paradigms & architectural patterns that are compatible with 5G/6G. To be realistic, at first, a global DA Platform may be designed standalone. But this design process should be conducted with the principles of *Microservices & Service-Oriented Architecture* in mind. To make the result more future-proof and to open the opportunity for synergies, the central AI information processing logic could be designed in a way that this can be taken as a discrete unit of functionality and directly be put into the NWDAF section of a 6G system.

### Outlook

#### Further conceivable extensions to the concept

- Close design gaps of this first draft.
  - Integration of DA Platform in interconnection systems. Currently, features, like NWDAF are isolated, at least per Mobile Network Operator (MNO). An idea is to provide a *global collaboration layer* to allow attaching third-party services. By that, the communication, i.e. the transmission of the data, the interaction with the map can happen more automated and standardized. The communication can become less of a concern, since the physical interconnection is granted, e.g. by satellite.
- Data-Fusion. Combine different means for collecting and processing data beside radar systems. E.g. image processing [9].
- Methods known from Edge-Computing & Digital Twin have already proven worth in applications with either bad connectivity or limited computation/energy capacity.

### Detecting Debris in the Ocean

### Clustering the Radar Data

- 1) <https://www.fishbase.org/summary/species/leptocephalus-pilchardus>.
- 2) <https://fishbase.org/summary/species/leptocephalus-pilchardus>.
- 3) S. P. Gariba, J. Adam, et al., "Sizing Ocean Plastics with an Machine Hypergeometric Surface Integral Image," *Environmental Science & Technology*, Sep. 2018, pp. 10574-10574, doi:10.1021/acs.est.8b02885. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02885>.
- 4) <https://www.fishbase.org/summary/species/leptocephalus-pilchardus>.
- 5) R. M. Menni, P. Casali, et al., "Tool for Integrated Marine Debris Observing System," *Phocena de Marine Science*, vol. 5, Aug. 2019, pp. 10, 3389/raara.2019.00447. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3389/raara.2019.00447>.
- 6) L. Rizzato, "Machine learning remote sensing approach to marine litter mapping," *Mar. 2023*.
- 7) V. Kiriakou-Venizis, J. B. Clark, et al., "Measuring Marine Plastic Debris from Space: Initial Assessment of Observation Requirements," *Remote Sensing*, vol. 11, no. 30, p. 3443, Oct. 2019, pp. 10, 3890/ra112029543. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/rs112029543>.
- 8) <https://2021.spaceappchallenges.org/contests/summary/leptocephalus-pilchardus>.
- 9) <https://www.dlib.de/web/summary/leptocephalus-pilchardus>.

Abb. 12: Poster „A global AI Platform for live Detection of Marine Debris“

41

## **2.8.2 mAlnZaun - Modularer, autonomer und intelligenter Weide(schutz)zaun mit Erkennung und Vergrämung von Prädatoren**

Jens Dede, Universität Bremen

Das Forschungsprojekt mAlnZaun der Universitäten Bremen und Gießen sowie der RoFlex GmbH erforscht und entwickelt einen Weidezaun, der mit Hilfe künstlicher Intelligenz (KI) und dem Einsatz von Sensoren und Aktuatoren die Ausbruchsicherheit gewährleistet sowie die Annäherung von Wölfen erkennt und diese durch Maßnahmen der Vergrämung vertreibt.

Dieses Poster geht auf die technischen Komponenten des Projektes ein. Dies ist auf der einen Seite die Erkennung der Wölfe mit Hilfe einer künstlichen Intelligenz (KI). Eine besondere Herausforderung ist hier die Abgrenzung zu anderen Tieren, insbesondere zu Hunden und Menschen. Auch die Erweiterung zu einem Monitoring-Netzwerk für weitere Arten ist hier geplant.

Eine weitere Komponente ist die Vergrämung. Hier werden derzeit verschiedene Stimuli validiert. Diese sollen möglichst selektiv nur auf die Wölfe wirken und möglichst geringe Gewöhnungseffekte eintreten.

Die dritte Komponente ist die Kommunikation zwischen den beiden vorherigen Teilen. Die Auslösung der Stimuli sowie das Monitoring sollen drahtlos und ohne Konfiguration der Komponenten funktionieren. Hierbei soll das Gesamtsystem möglichst lange unabhängig und auch ohne Anbindung an Mobilfunkverbindungen funktionieren.

Dieses Poster gibt einen Überblick über das Projekt sowie die eingesetzten Technologien (Abb. 13).

## mAlnZaun

Modularer, autonomer und intelligenter Weide(schutz)zaun mit Erkennung und Vergrämung von Prädatoren



---

### Projektziele

- Erkennung der Annäherung eines Wolfes sowie die Vergrämung zum Schutz von Weidetieren
- Entwicklung einer Ergänzung traditioneller Zaunsysteme entsprechend der Richtlinie Wolf
- Erfüllung der Cross-Compliance Richtlinien zum Schutz der Weidetiere vor bekannten Gefahren

### Systemübersicht



### Anforderungen im Projekt

**Erkennung**

- Erkennung von Wolf, Abgrenzung zu Mensch und Hund

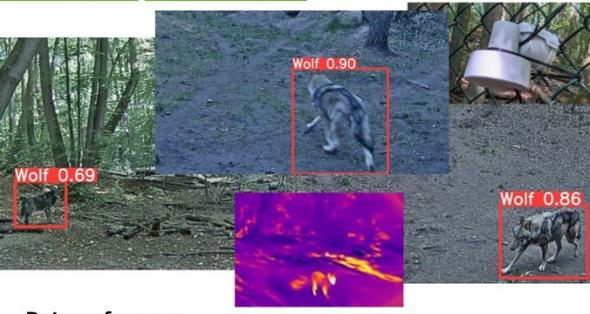
**Vergrämung**

- Ausnutzen der Sinnesleistungen des Wolfs (Gehör, Sicht, Geruchssinn, Neophobie)
- Schutz anderer Tierarten (Nutztiere, Fledermäuse, Schutzhunde, Arbeitshunde, Wild)
- Selektive Vergrämung

**Erweiterte Anwendungsgebiete**

- Monitoring-Netzwerk, auch für andere Tierarten: Goldschakal, Wildkatze, etc.
- Wirkung der temporären Vergrämung auch ohne „Zaun“ an Straßen, Almen, etc.
- Schutz von Acker und Weide vor Schwarzwild

### Erkennung der Wölfe: KI



**Datenerfassung**

- Aufnahme mit Überwachungskamera AXIS M2025-LE (Außenbereich, IR-Fähig, hohe Lichtempfindlichkeit, Full-HD)
- Erstellung der Trainings-, Validierungs- und Testdatensätze (Markierung von Wölfen)

**Erkennung / Maschinelles Lernen (Künstliche Intelligenz)**

- Verwendung von Deep Convolutional Neural Networks
- Training des Modells, Parameteroptimierung sowie Tests
- Validierung mit anderen Datensätzen (Andere Wölfe, verschiedene Lichtsituationen, wechselnde Umgebung etc.)

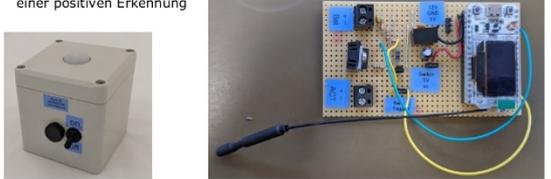
### Vergrämung



- Derzeit: Validierung von Ultraschall und Blitzlicht als Vergrämungsstimuli
- Welche Systeme sind auf dem Markt verfügbar?
- Auf welche (Blitz- / Ultraschall-) Frequenz reagieren die Wölfe?
- Welche Frequenz beeinflusst andere Tiere (Nutztiere, Hunde) am Wenigsten?
- Gewöhnungseffekte?
- Test an wilden (nicht-Wildpark) Wölfen?
- Weitere geplante Stimuli: Geruch, Neophobie, weitere Geräusche wie z.B. Schmerz- und Warnlaute von Wölfen, etc.

### Kommunikation & Monitoring

- Drahtlose Kommunikation zwischen System zur Erkennung und Stimuli
- Dynamischer Aufbau des Netzwerkes, keine Konfiguration durch Nutzer
- Anzeige des Status des Systems
- Alarmierung im Fall einer positiven Erkennung



### Herausforderungen und nächste Schritte

**Erkennung**

- Erweiterung der Datensätze: Möglichst vielen Individuen aus verschiedenen Quellen
- Reduzierung der falsch positiven und falsch negativen Erkennungen → Maximierung der Spezifität und Sensitivität der Bilderkennung
- Bildqualität, Verwendung von weiteren Kamerasystemen
- Analyse von „Optischen Probleme“ (Nebel Regen, verschmutzte Linse etc.)

**Vergrämung**

- Test an Wölfen in realistischem Szenario (hungriger Wolf in freier Wildbahn)
- Lernverhalten der Wölfe berücksichtigen

**Hardware**

- Gewichtsbeschränkungen: System muss transportabel sein
- Akzeptable Laufzeit ohne Aufladen / Batterietausch
- Zuverlässigkeit / Wartungsarm
- Integration in existierende Zaunsysteme

### Kontakt

**Jens Dede**  
 Institut für Nachhaltige Kommunikationsnetze  
 Universität Bremen  
[jd@connets.uni-bremen.de](mailto:jd@connets.uni-bremen.de)

**intelligenter-herdenschutz.de**

---











Abb. 13: Poster „mAlnZaun - Modularer, autonomer und intelligenter Weide(schutz)zaun mit Erkennung und Vergrämung von Prädatoren“

### 2.8.3 Wer singt denn da? Automatisiertes Vogelmonitoring durch Nutzung von Audioaufnahmen und Neuronalen Netzen

Kim Lindner<sup>1\*</sup>, Nicolas Friess<sup>1</sup>, Markus Mühling<sup>1</sup>, Nikolaus Korfhage<sup>1</sup>, Daniel Schneider<sup>1</sup>, Sven Heuer<sup>1</sup>, Pavel Tafo<sup>1</sup>, Stephan Wöllauer<sup>1</sup>, Sascha Rösner<sup>1</sup>, Dana Schabo<sup>1</sup>, Eric Mentzschel<sup>1</sup>, Viviane Kohlbrecher<sup>1</sup>, Hajo Holzmann<sup>1</sup>, Stephan Dahlke<sup>1</sup>, Thomas Nauss<sup>1</sup>, Bernd Freisleben<sup>1</sup> und Nina Farwig<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Philipps-Universität Marburg      \* kim.lindner@biologie.uni-marburg.de

Die Planung von Naturschutzmaßnahmen erfordert Informationen zu Ökosystemen und die darin lebenden Arten. Die Erhebung von ökologischen Daten und deren Auswertung sind dabei oft zeitintensiv und erfordern fundierte Kenntnisse zu unterschiedlichen Artengruppen. Neue technische Entwicklungen ermöglichen das Ausbringen von autonomen Audioaufnahmegeräten auch in schwer zugänglichen Untersuchungsgebieten, welche die Geräuschkulisse eines Ökosystems aufzeichnen. Durch Nutzung neuronaler Netze können aus diesen Aufnahmen auch Lautäußerungen verschiedener Tierarten identifiziert werden. Für Vögel eignet sich diese Methode besonders, da ihre Lautäußerungen Informationen zu Art, Geschlecht und sogar Brutstatus enthalten. In unserer Studie untersuchen wir, ob die Ergebnisse einer solchen automatisierten Kartierung mit denen einer klassischen Kartierung vergleichbar sind. Unser Untersuchungsgebiet ist der Marburg Open Forest der Philipps-Universität in Caldern, welcher sich aus Buchen- und Eichenmischwald sowie einzelnen Bereichen mit Nadelbäumen zusammensetzt. Zur Erfassung der Vogelgemeinschaft haben wir zwei Jahre in Folge eine flächendeckende Brutvogelkartierung erstellt. Parallel dazu haben wir auf 50 Untersuchungsflächen Audioaufnahmen aufgezeichnet. Zur Identifizierung der Vogelarten aus den Audioaufnahmen haben wir in mehreren Durchgängen ein neuronales Netz trainiert. Die Ergebnisse der automatisierten und der klassischen Kartierung wurden mit Hilfe einer Hauptkomponentenanalyse ausgewertet und die Ergebnisse mittels einer Procrustes Analyse verglichen. Dabei zeigte sich, dass beide Verfahren die Waldvogelgemeinschaft oder vergleichbare Muster der Gemeinschaft abbilden (Procrustes  $m^{12}$ : 0,85, Corr. 0,39,  $p < 0,01$ ). Beide Verfahren benötigen dabei gleich viele Durchgänge, um das Maximum von 31 Vogelarten zu erreichen. Die automatisierte Kartierung ermöglicht dabei nicht nur das Vorkommen einer Art, sondern auch ihre Tages- und Jahresperiodik zu erfassen sowie Verhaltensänderungen nachzuverfolgen. Unsere Studie gibt einen ersten Einblick in das Potential, digitale Verfahren für das langfristige Monitoring gefährdeter Arten, Artengemeinschaften oder sogar ganzer Ökosysteme zu nutzen (Abb. 14, Abb. 15).

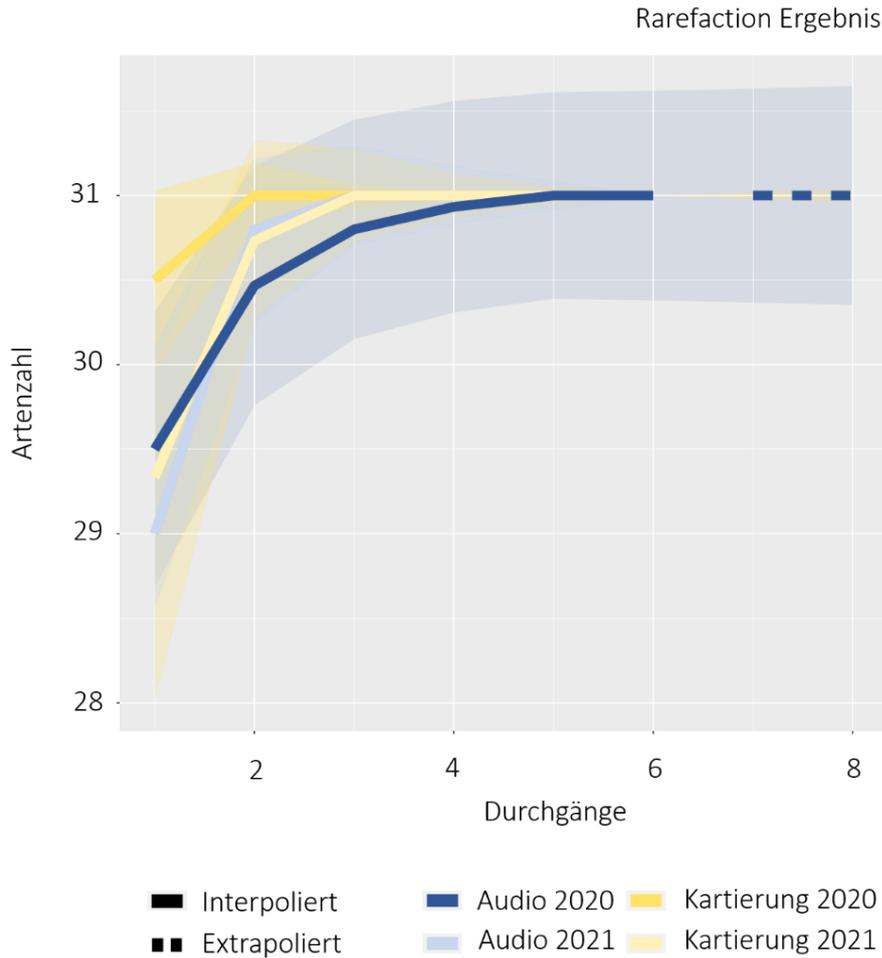


Abb. 14: Ergebnis der Arten-Akkumulierungskurven für die klassische und die automatisierte Vogelkartierung für die Jahre 2020 und 2021.

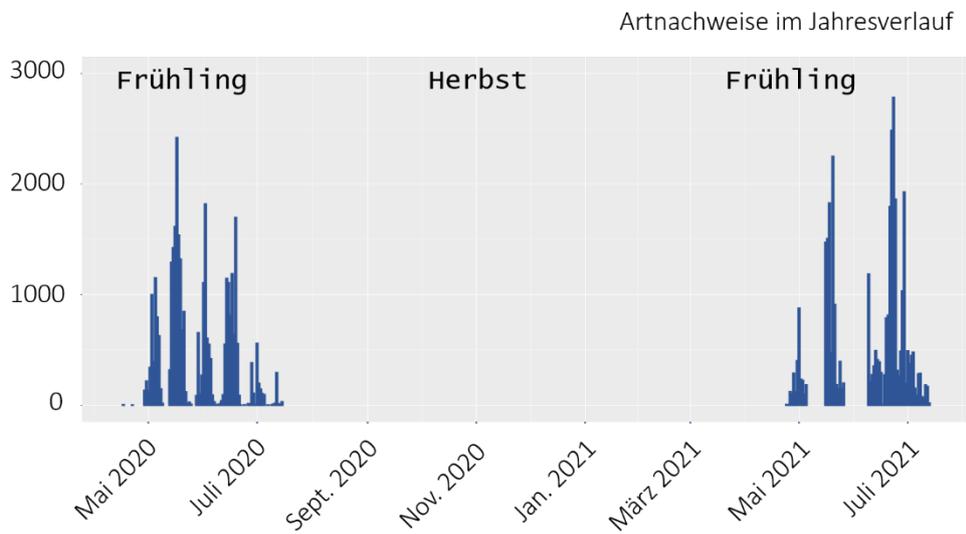


Abb. 15: Jahresperiodik des Waldlaubsängers (*Phylloscopus sibilatrix*) basierend auf der automatisierten Kartierung.

#### **2.8.4 DIY-Kamerafalle mit automatisierter Insekten-Erkennung für Monitoring und Citizen Science**

Maximilian Sittinger und Annette Herz, Julius Kühn-Institut (JKI) – Institut für Biologischen Pflanzenschutz

Um wissenschaftliche Erkenntnisse zu Ursachen des Insektensterbens zu generieren und die Effektivität von Gegenmaßnahmen zu kontrollieren, sind Daten aus Monitoring-Projekten in hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung notwendig. Klassische Methoden erfordern jedoch einen hohen Zeit- und Personalaufwand und sind somit relativ kostspielig. Außerdem werden die gefangenen Insekten bei diesen meist Fallen-basierten Methoden zwangsweise abgetötet. Innovative, nicht-invasive Monitoring-Methoden könnten den ökologischen Werkzeugkasten erweitern und so zu einem umfangreicheren Monitoring der Insektenvielfalt beitragen.

Die vorgestellte Kamerafalle basiert auf dem Einplatinencomputer Raspberry Pi Zero 2 W, kombiniert mit der OAK-1 (OpenCV AI Kit) Kamera mit integriertem „KI-fähigem“ Chip. Betrieben über ein 9 W Solarpanel, dessen erzeugte Energie zwei 12.000 mAh Akkus lädt, ist das System komplett energieautark und kann durch den geringen Energieverbrauch auch mehrere bewölkte Tage überbrücken. Eine exakte Steuerung des Aufnahmeverhaltens (Dauer, Häufigkeit) je nach Akkuladung ist über den PiJuice Zero HAT möglich. Verbaut in einem wetterfesten Gehäuse eignet sich die Kamerafalle somit für den Dauereinsatz im Freiland. Insekten werden von künstlichen Blüten auf einer Plattform angezogen und über ein speziell trainiertes Erkennungsmodell in Echtzeit detektiert. Gleichzeitig wird der Bildbereich mit dem jeweiligen Insekt ausgeschnitten und abgespeichert. Über einen integrierten Tracking-Algorithmus wird jedem Individuum eine eindeutige Tracking-ID vergeben, um Mehrfachzählungen zu vermeiden. Alle relevanten Metadaten werden in einer csv-Tabelle gespeichert. Die Bilder der ausgeschnittenen Insekten eignen sich in einem nächsten Schritt für eine genauere Klassifizierung mit bereits vorhandenen Modellen (z.B. iNaturalist). Alle Komponenten der Kamerafalle sind verhältnismäßig günstig (Gesamtkosten ca. 600€) und sowohl Zusammenbau als auch Programmierung für technikaffine Citizen Scientists möglich (Abb. 16).

## DIY-Kamerafalle mit automatisierter Insekten-Erkennung für Monitoring und Citizen Science

**Maximilian Sittinger, Dr. Annette Herz**  
 Julius Kühn-Institut, Institut für Biologischen Pflanzenschutz, Dossenheim  
 Fachgebiet: Nützlinge und funktionelle Biodiversität  
 maximilian.sittinger@julius-kuehn.de

- Insektensterben**
  - Ursachen?
  - Handlungsmöglichkeiten?
- Mehr Daten** werden gebraucht um Fragen gezielt zu beantworten
- Hochauflöstes Monitoring in Zeit und Raum notwendig
  - Problem: hoher Personal- und Zeitaufwand
- Eine mögliche Lösung: **automatisiertes Monitoring**
  - Simple, günstige Kamerafalle für den Dauereinsatz im Freiland (solar-betrieben, wetterfest)
  - Einfacher Aufbau & Programmierung auch für interessierte Citizen Scientists möglich






### Detection model

- YOLOv5s
- Hohe Performance
- 416x416 px input Größe
- mAP\_0.5: **0.89**
- recall: 0.90
- precision: 0.79
- konvertiert zu ONNX → OpenVINO IR → .blob file

### Pipeline

**full FOV frame**  
4056x3040

**downscaled frames**  
NN input: 416x416  
HQ frame: 2160x2160

**sync detections**  
bounding boxes auf HQ frames

Speichern der **cropped detections** auf HQ frames + csv Tabelle mit Metadaten

(4) → **Klassifizierung (?)**

### Klassifizierung

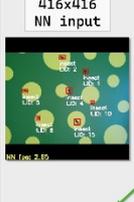
- **extern**
  - z.B. iNaturalist o.a.
  - versenden der cropped detections über LTE
- **on-device**
  - 2nd stage NN model



### Hardware

- **Raspberry Pi Zero 2 WH**
- **OAK-1** (OpenCV AI Kit)
- PiJuice Zero
- 9 W Solar Panel
- 2x 12000 mAh Akkus
- wasserdichtes Gehäuse und Anschlüsse
- **Kosten ~ 600 €**
- Plug & Play mit SD-Karte + vorbereitetes Image
- oder einfache Programmierung in Python (VS Code + SSH)
- Bauanleitung & Webseite in Entwicklung

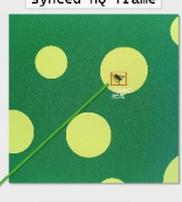
416x416 NN input



cropped detection



2160x2160 synced HQ frame



csv output

time	lat	lon	species	confidence	area	center_x	center_y
2022-06-21 10:00:00	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:01	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:02	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:03	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:04	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:05	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:06	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:07	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:08	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:09	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:10	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:11	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:12	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:13	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:14	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:15	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:16	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:17	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:18	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:19	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100
2022-06-21 10:00:20	49.4500	8.5000	Bombus terrestris	0.89	100	100	100

Institut für Biologischen Pflanzenschutz (JKI)  
Schwabheimer Straße 101, 69221 Dossenheim

NaturschutzDigital: KI im Naturschutz – Forschung, Praxis & Leitplanken  
Bundesamt für Naturschutz (BfN) - Naturschutzakademie Insel Vilm

21.06.2022  
www.julius-kuehn.de

Abb. 16: Poster „DIY-Kamerafalle mit automatisierter Insekten-Erkennung für Monitoring und Citizen Science“

### 2.8.5 ChESS: Change Event based Sensor Sampling

Frederic Stahl, Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)

Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) haben ein großes Anwendungspotenzial im Umwelt-, Natur- und Klimaschutz. Die Posterpräsentation stellte ein neues KI-System vor, das zur Überwachung mariner Ökosysteme und automatischer Probennahme entwickelt wird, genannt Change Event-Based Sensor Sampling (ChESS) (DFKI 2022).

ChESS wird vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur aus dem „Niedersächsischen Vorab“ der VolkswagenStiftung gefördert. Als weitere Projektpartner involviert sind die Universität Oldenburg (Prof. Zielinski) und die Jade Hochschule (Prof. Nolle). Zahlreiche Sensorsysteme in der Nordsee messen Wind, Luftfeuchtigkeit, Sonnenstunden und viele andere Umweltparameter. Künftig soll Künstliche Intelligenz (KI) selbstständig ungewöhnliche Veränderungen in den Sensordaten in Echtzeit erkennen und so die frühzeitige Detektion interessanter oder kritischer Ereignisse wie Sturmfluten oder extreme Konzentrationen von Algenblüten ermöglichen. Dies wiederum wird es den Wissenschaftlern ermöglichen, frühzeitig geeignete Maßnahmen einzuleiten. Des Weiteren kann das System selbstständig Maßnahmen auslösen, wenn Wissenschaftler nicht anwesend sind. Der Zweck von ChESS ist es, Konzeptänderungen in Sensordatenströmen von Küstenobservatorien, wie dem Spiekeroog Coastal Observatory (SCO) (Universität Oldenburg 2022, Zielinski et al. 2022), zu erkennen, die für die Untersuchung des Zustands von Ökosystemen relevant sind. So können beispielsweise plötzliche Überschwemmungen in intertidalen Meeresökosystemen zu dramatischen Veränderungen der biologischen Vielfalt führen, oder die Ausbreitung einer schädlichen Algenblüte kann Tierpopulationen zerstören. Daher kann es auch von wissenschaftlichem Interesse sein, in der Zeit vor solchen Ereignissen häufiger Sensorproben zu nehmen, um rechtzeitig Maßnahmen zum Schutz der Natur einzuleiten. In ChESS wird daher eine KI entwickelt, die auf Methoden zur Erkennung von Anomalien und Konzeptänderungen basiert und es ermöglicht, frühe Anzeichen von Umweltveränderungen zu entdecken und zielgerichtete Maßnahmen auszulösen (Abb. 17). Der erste Prototyp von ChESS wurde bereits mit Daten des SCO getestet und veröffentlicht (Lukats et al. 2021).

#### Literatur

DFKI (Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz) (2022): Change Event Based Sensor Sampling. <https://www.dfki.de/web/forschung/projekte-publikationen/projekt/chess> (Letzter Zugriff: 11.01.2023).

Lukats, D., Berghöfer, E., Stahl, F., Schneider, J., Pieck, D., Idrees, M.M., Zielinski, O. (2021): Towards Concept Change Detection in Marine Ecosystems. In OCEANS 2021: San Diego–Porto (1-10). IEEE.

Universität Oldenburg (2022): Küstenobservatorium Spiekeroog (SCO). <https://uol.de/icbm/sco> (Letzter Zugriff: 11.01.2023).

Zielinski, O., Pieck, D., Schulz, J., Thölen, C., Wollschläger, J., Albinus, M., Winkler, H. (2022): The Spiekeroog Coastal Observatory: A scientific infrastructure at the land-sea transition zone (southern North Sea). *Frontiers in Marine Science* 8: 2141.

# ChESS: Change Event based Sensor Sampling

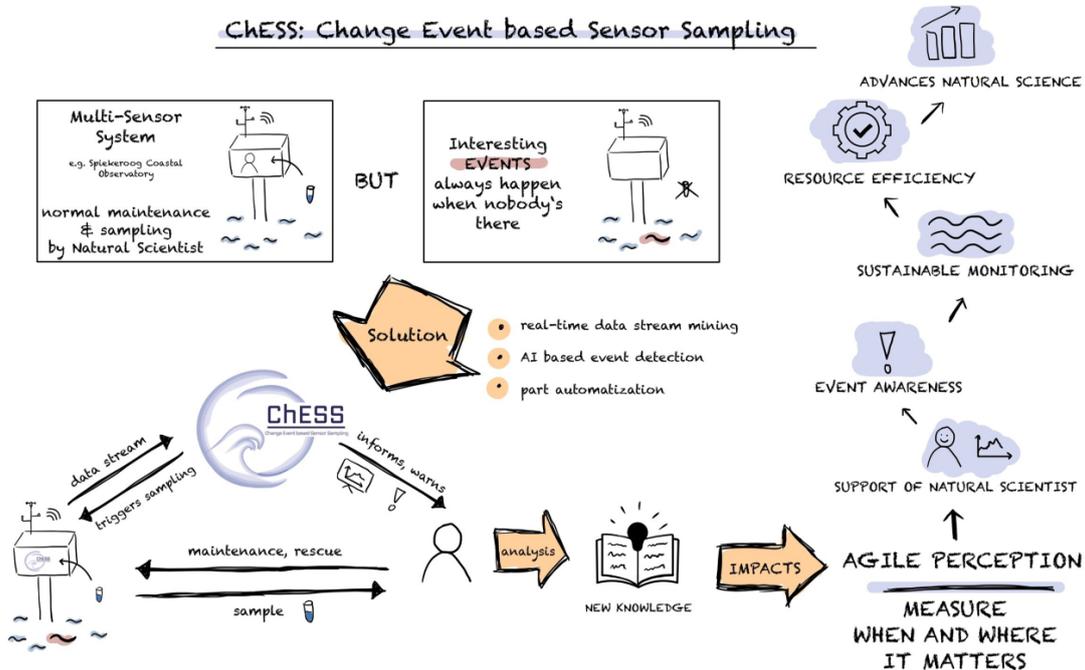


Dr. Frederic Stahl, Prof. Dr. Oliver Zielinski, Prof. Dr. Lars Nolle  
Janina Schneider, Daniel Lukats, Elmar Berghöfer, Iring Paulenz

## ABSTRACT

Numerous sensor systems in the North Sea measure wind, humidity, hours of sunshine and many other environmental parameters. In the future, Artificial Intelligence (AI) will autonomously detect unusual changes in sensor data in real-time and thus enable the early detection of interesting or critical events, such as storm tides or extreme concentration of algae bloom. This will in turn permit scientists to trigger appropriate actions at an early stage. For example, in intertidal marine ecosystems, the event of sudden flooding can lead to dramatic changes in biodiversity. Furthermore, the system may trigger actions autonomously since scientists may be unavailable. ChESS's purpose is to detect concept changes in sensor data streams from coastal observatories,

such as the Spiekeroog Coastal Observatory (SCO) that may be relevant to investigate the health of ecosystems. E.g., in intertidal marine ecosystems sudden flooding may cause dramatic changes to biodiversity; or the spread of harmful algae bloom can destruct animal populations. Therefore, it may also be of scientific interest to take more frequent sensor samples during the time leading up to such events, to institute activities for nature conservation in a timely manner. In ChESS an AI is developed, based on anomaly and concept change detection methods, enabling the discovery of early indications of environment changes and trigger appropriate actions. This may lead to applications for preventing an ecosystem from serious damage.



Supported by:



We acknowledge financial support by the Ministry for Science and Culture, Lower Saxony, Germany, through funds from the Niedersächsisches Vorab (ZN3683).

Partner:



Contact:  
DFKI GmbH  
Labor Niedersachsen  
Marine Perception

Dr. Frederic Theodor Stahl  
Phone: +49 (0) 441 99833 4713  
E-mail: Frederic\_Theodor\_Stahl@dfki.de  
Website: www.dfki.de

Abb. 17: Poster „ChESS: Change Event based Sensor Sampling“

### 3 Maschinelles Lernen in der Anwendung – Perspektive von NGOs und Behörden

#### 3.1 „natur.digital“: Künstliche Intelligenz und Artenkenner Ausbildung

Annika Aurbach, Regierung von Oberbayern



„natur.digital – Dein digitaler Begleiter, um die heimische Natur vor Ort zu erleben, zu erkennen und zu erlernen.“. Dies ist das Motto der App „natur.digital“, die als zentrale App der Bayerischen Naturschutzverwaltung Bürger\*innen bald durch Besucherlenkungs-konzepte und Umweltbildungsangebote zu einem naturverträglichen Erleben Bayerns führen wird. Das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz entwickelt dieses Naturschutzinformationsportal aktuell zusammen mit den Regierungen, um Bayerns Bürger\*innen in sensiblen Gebieten zu lenken, ihnen interessante Orte in der heimischen Natur näher zu bringen und das Artenwissen in der Bevölkerung zu steigern – auch mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz (KI).

Weil unsere Natur empfindlich und ihre Belastbarkeit limitiert ist, ist es von großer Bedeutung, dass Naturerleben auf naturverträgliche Weise geschieht. Aus diesem Grund bewertet das Fachpersonal der bayerischen Naturschutzverwaltung die Gebiete hinsichtlich seltener und besonders störungsempfindlicher Arten und Bereiche bzw. kann aktiv in den schon überlasteten Regionen eine passende Alternative oder Besucherlenkung bieten.

Die App bietet ausgewählte verantwortungsvolle Tourenvorschläge, die Besuchenden zeigen, was sie hier am Wegesrand saisonal entdecken können. Points of Interest entlang des Weges stellen Orte dar, an denen das Erleben und Erlernen von Arten und Biodiversität ermöglicht wird. Arten- und Lebensraumsteckbriefe zu häufigen, seltenen und kuriosen Tieren und Pflanzen klären auf spannende Art und Weise mit Audios, Videos und fun facts über die typischen Bewohner und Lebensräume auf.

**Das Ziel von natur.digital ist es, Bürger\*innen für die Natur und deren Wert zu begeistern, um so auch zum Erlernen von Artenkenntnis zu motivieren.** Nach dem Motto: wer kennt der schützt. Umfragen und Studien zeigen, dass immer mehr Menschen immer weniger Naturbewusstsein und Artenkenntnis haben. Unter anderem ergaben Befragungen in Deutschland einen Rückgang von Artenkenner\*innen um 21% in den letzten 20 Jahren, eine zunehmende Überalterung der Expert\*innen, sowie fehlenden Nachwuchs.

Ein prinzipiell fehlendes Interesse von Kindern und Jugendlichen am Erwerb von Artenkenntnis kann daraus aber nicht abgeleitet werden. Vielmehr zeigen aktuelle gesellschaftliche Entwicklungen, dass viele Menschen sehr wohl am Kennenlernen von Arten interessiert sind. Der wesentliche Anreiz für Kinder und Jugendliche ist dabei die Aktivität im Freien und der Spaß am direkten Kontakt und Erleben der Tiere, Pflanzen und Landschaften.

Dabei spielt die **Technologie von Künstlicher Intelligenz** durch Bild-/Audioabgleich eine entscheidende Rolle. Warum? Automatische Art-Bestimmung durch KI ist unabhängig von Expertenwissen – sie ist für jeden. Von Naturbegeisterten bis hin zu angehenden Artenkenner\*innen. Und darüber hinaus: es geht schnell und einfach, und ist direkt vor Ort erlebbar.

Neben diesen Aspekten sehen wir weitere große Potentiale einer Art-Bestimmung mit KI:

- KI erkennt unterschiedliche Zustände (z.B. Larve – Adult oder vegetativ – blühend). KI ist also zu jeder Jahreszeit anwendbar und vermittelt biologische Zusammenhänge.
- Die KI-Bestimmung mehrerer Arten kann letztlich auch zur automatischen Erkennung des Lebensraums führen. Das Verknüpfen von Arten zu ihren Lebensräumen vermittelt nicht nur, wo man Arten finden kann, sondern auch, wie Arten in einem Lebensraum zusammengehören, voneinander abhängig sind und dass unterschiedlichen Lebensräume wichtige Nischen für besondere Arten bieten. Diese Möglichkeit unterstützt die ganzheitliche Betrachtung der Natur.
- Audiobestimmung lässt neue Möglichkeiten zu, Arten zu erkennen (v.a. Amphibien, Heuschrecken, Vögel). Das ist besonders interessant für Arten, die man nicht so leicht sehen kann.
- KI ermöglicht es, Spuren (Fußspuren, Exkrememente, Federn etc.) zu „lesen“. Oft findet man „nur“ die Spur einer Art im Gelände vor. Mit KI ist es möglich die Zeit sozusagen zurückzudrehen - nach dem Motto „Wer war hier?“.
- KI bietet Informationen zur Bestimmungsgenauigkeit – das ist sehr wichtig für die Einschätzung der gefundenen Arten (z.B. potentielle Giftigkeit etc.).
- KI unterstützt Quiz & Quests („Finde 3 Lippenblütler“), denn hier kann KI bewerten, ob eine Aufgabe erfolgreich abgeschlossen wurde. Entlang der vorab genannten Tourenvorschläge finden sich also auch Points of Interest, die mit Hilfe von KI die Nutzer\*innen zum Entdecken auffordern können und zum Erleben und Erlernen von Arten und Biodiversität motivieren. KI fungiert also als eine Art Lehrerin und „Ersatz“ für die Expertise, die kaum jemand zur Verfügung hat.

Letztlich ist es unser Ziel, **KI als ein pädagogisches Konzept** nutzbar zu machen, welches die Nutzer\*innen mit immer schwierigeren Übungen tiefer in den faszinierenden Kosmos der Natur eintauchen lässt.

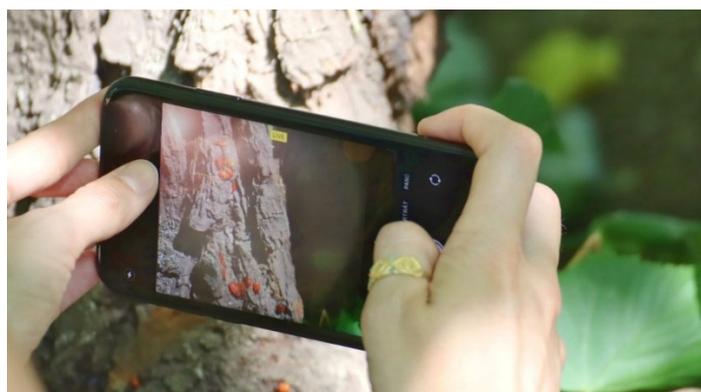


Abb. 18: Gemeine Feuerwanze (*Pyrrhocoris apterus*) (Stefan Böger, natur.digital)

### 3.2 Das Anwendungslabor für Künstliche Intelligenz und Big Data am Umweltbundesamt

Simon Becker, Umweltbundesamt

Am Umweltbundesamt (UBA) entsteht derzeit eine neue Arbeitseinheit, das Anwendungslabor für Künstliche Intelligenz und Big Data (KI-Lab). Ziel des KI-Lab ist es mit den Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) Wissen und Lösungen für die begonnene Nachhaltigkeitsdekade zu generieren, sowohl für das Umweltbundesamt als auch für den gesamten Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) mit den nachgeordneten oberen Bundesbehörden wie bspw. das Bundesamt für Naturschutz (BfN). Im Wesentlichen hat das KI-Lab zwei Aufgaben. Zum einen sollen Daten- und Algorithmus-gestützte Verfahren für die sozial-ökologische Transformation mit eigenen Ressourcen und Expertise entwickelt und umgesetzt werden. Denkbar sind hier KI-Anwendungsfälle wie bspw. die „intelligente“ Auswertung von Satellitendaten zum Erkennen von Photovoltaik- und Windkraftanlagen oder die KI-basierte, hochauflösende Prognose von Feinstaubwerten in der Luft. Zum anderen dient das KI-Lab auch als Experimentierhub für Prozessinnovation und Organisationskultur. Hier können und sollen neue Arbeitsmethoden wie agiles Arbeiten oder Design-Thinking je nach Bedarf zum Einsatz kommen.

Begonnen wurde mit den Planungen zum Aufbau des KI-Lab im dritten Quartal 2020 mit Expertenkonsultationen, Anforderungserhebung und Konzeptionierung. Maßgeblich verantwortlich hierfür ist das fachbereichsübergreifende KI-Kernteam des UBA sowie das UBA Referat Z 2.3 Digitalisierung und Umweltschutz, E-Government. Zur Unterstützung wird in ausgewählten Planungsphasen die Expertise externer Beratungsunternehmen hinzugezogen. Wichtig ist jedoch, dass die Federführung beim UBA selbst liegt. Finanziert wird das KI-Lab über das Corona-Konjunkturpaket, zunächst befristet bis Ende 2025. Eine Verstetigung wird seitens des UBA angestrebt. Seit dem Planungsstart 2020 ist die Konzeptionierung des KI-Labs ein fortlaufender, iterativer Prozess, der von einem Grobkonzept hin zu einem feingliederigeren Konzept führt. Derzeit erfolgen als Teil dieses Feinkonzepts unter anderem die Planung und Vorbereitung der räumlichen und technischen Infrastruktur des KI-Labs. Seit Q3 2021 wird zudem ein Konzept für die Use Case Discovery entworfen und erprobt. Hierzu später mehr. Gleichzeitig rückt die Besetzung von Leitung und Schlüsselfunktionen des KI-Lab näher.

Das Team des KI-Lab wird in seiner vollen Ausbaustufe rund 30 Mitarbeitende beschäftigen. Neben der Leitung des KI-Labs und einem Chief Data Scientist werden zum Entwicklungsteam weitere Data Scientists, Data Engineers, Software Engineers, ein High Performance Computing (HPC) Architect sowie ein Project Management Office (PMO) gehören. In unterstützender Funktion werden darüber hinaus unter anderem Mitarbeitende im Bereich Verwaltungsmangement und Ethik/Recht/Kooperationen sowie ein\*e HPC-/KI-Administrator\*in und ein\*e Open Source- und Lizenz-Manager\*in für das KI-Lab tätig sein. Kürzlich endete die Ausschreibungsphase der ersten drei Stellen inkl. der Leitung des KI-Lab. Weitere Stellen sollen im dritten Quartal 2022 ausgeschrieben werden. Die Besetzung der ersten Stellen wird für das vierte Quartal erwartet. Informationen zu den Ausschreibungen werden unter anderem über den LinkedIn-Account des Umweltbundesamtes kommuniziert werden.

Wesentlich für den Erfolg des KI-Lab wird neben der erfolgreichen Besetzung der Stellen im KI-Lab die Kollaboration mit anderen Akteur\*innen sein. Hierzu zählen insbesondere die Fachgebiete des Umweltbundesamtes, aus denen heraus die wissenschaftlichen Bedarfe für KI-Anwendungen gemeldet und der Entwicklungs- und Umsetzungsprozess fachseitig begleitet

wird. Ebenso werden Querverbindungen zu anderen Einrichtungen und Projekten des Umweltbundesamtes wie die Kompetenzstelle Satellitenfernerkundung und das Portal umwelt.info hergestellt werden. Da das KI-Lab nicht nur für das UBA, sondern auch die Schwesterbehörden im Geschäftsbereich des BMUV tätig werden soll, wird es auch hier eine enge Abstimmung und Zusammenarbeit geben. Ein wichtiges Format hierfür soll die KI-Taskforce sein, in der bereits heute eine ressortweite Abstimmung von Vertreter\*innen des BMUV und der nachgeordneten oberen Bundesbehörden zu KI-relevanten Themen erfolgt. Ebenfalls ist eine enge Zusammenarbeit mit externen Forschungspartnern im Bereich nachhaltigkeitsbezogener KI-Anwendungen und Green AI geplant. Erste Schritte werden hier bereits getan. Der Einbezug von Akteur\*innen aus Wirtschaft und Öffentlichkeit in die Aktivitäten des KI-Labs soll folgen.

Die Zusammenarbeit des KI-Lab mit den UBA-Fachgebieten und den Schwesterbehörden wird unter anderem im Rahmen der KI Use Case Discovery erfolgen. Ziel ist die Entwicklung von bedarfsgerechten KI-Anwendungen von der Ideengenerierung bis hin zur Umsetzung. Im aktuellen Entwurfsstand beginnt die Use Case Discovery optional mit der Idea Creation Phase. In Workshops werden Ideen und Bedarfe für KI-Anwendungen von Mitarbeitenden des UBA (oder seiner Schwesterbehörden) generiert bzw. identifiziert. Anschließend gilt es diese Ideen als konkrete KI Use Cases mit Hilfe eines standardisierten Steckbriefs zu beschreiben und im Use Case Backlog des KI-Labs zu erfassen. Ausgewählte Use Cases mit besonders großem Realisierungspotential werden in Gruppen zusammengefasst und anschließend mit Hilfe des Design-Thinking-Ansatzes weiter spezifiziert. So werden beispielsweise mit Hilfe von Personas als idealtypische Vertreter der Zielgruppen einer KI-Anwendungen User Stories erstellt, die als Grundlage der Definition von Anforderungen an die KI-Anwendung dient. Eine Datenflussanalyse ist ebenfalls Teil der Use Case Spezifikation. Anschließend wird das Kosten-Nutzenverhältnis der einzelnen Use Cases mit Hilfe eines umfangreichen Bewertungstools anhand standardisierter Kriterien bewertet. Für Use Cases, die als besonders lohnenswert bewertet werden, soll anschließend ein Proof of Concept, eine Prototypisierung und ggf. die anschließende Umsetzung erfolgen. Stattfinden soll der Use Case Discovery Prozess im Rahmen des Forum Digitalisierung, einem Kollaborations- und Koordinationsformat am Umweltbundesamt. Hierzu später mehr.

Parallel zur Konzeptionierung der Use Case Discovery werden die ersten Phasen dieses Prozesses derzeit bereits im UBA erprobt. In diesem Zuge liegen aktuell rund 15 Steckbriefe von UBA-Mitarbeitenden mit KI Use Case Ideen in unterschiedlichem „Reifegrad“ vor. Wichtig ist es an dieser Stelle zu betonen, dass die Entwicklung von KI-Anwendungen im KI-Lab bedarfsbezogen sein soll. In diesem Sinne können grundsätzlich alle Use Case Ideen durch die Mitarbeitenden eingereicht werden, es ist keine vorgeschaltete thematische Eingrenzung des „Ideenraums“ durch das KI-Lab geplant. Die bereits eingereichten Use Case Steckbriefe sind dementsprechend sehr vielfältig. Während einige als primäre Zielgruppe bspw. Bürger\*innen ansprechen und ihnen ein „besseres Leben“ ermöglichen wollen (bspw. im Bereich Gesundheit und Klimawandel), zielen andere auf eine Stärkung der UBA-internen Verwaltung oder Vollzugsaufgaben des UBA ab (bspw. automatisierte Bearbeitung von Bürgeranfragen) oder wollen die Umweltforschung oder Bekämpfung der Klimakrise unterstützen (bspw. durch das satellitengestützte Erkennen von Windkraft- oder Photovoltaikanalagen).

Einen möglichen Ort bzw. Rahmen für die Durchführung dieser Use Case Discovery bietet am UBA das Forum Digitalisierung. In diesem Format kommen in regelmäßigen Werkstatttreffen die sogenannten „Mitarchitekt\*innen“, Abgesandte aus allen Abteilungen des UBA, zusammen. Das Forum soll eine koordinierende Funktion für Aktivitäten des UBA mit Bezug zur Digitalisierung erfüllen sowie einen Anlaufpunkt bieten. Haben Mitarbeitende des UBA einen konkreten Bedarf zur interdisziplinären, fachgebietsübergreifenden Zusammenarbeit mit Bezug zur Digitalisierung können über das Forum entsprechende Mitarbeitende aus dem gesamten UBA angesprochen und zusammengebracht werden. Für das KI-Lab und die Durchführung der KI Use Case Discovery kann das Forum Digitalisierung eine geeignete (Prozess-) Unterstützung sein.

### 3.3 Vorstellung der BMUV-Aktivitäten im Bereich KI und Daten für den Naturschutz

Annika Kettenburg und Antonia Ortmann, BMUV

Im Folgenden stellen wir insbesondere die Aktivitäten des BMUV im Bereich KI und im Biodiversitätsmonitoring vor. Es existieren viele weitere Projekte an der Schnittstelle von Digitalisierung und Naturschutz, die vom BMUV initiiert und begleitet werden, an dieser Stelle jedoch zu weit führen (z.B. [umwelt.info](https://www.umwelt.info)).

#### **Fünf-Punkte-Programm "Künstliche Intelligenz für Umwelt- und Klimaschutz"**

Das Fünf-Punkte-Programm „KI für Umwelt- und Klimaschutz“ bündelt die BMUV-Initiativen für eine umweltgerechte und gemeinwohlorientierte Entwicklung und Anwendung von Künstlicher Intelligenz (KI). In den Jahren bis 2025 fließen im Rahmen der KI-Strategie der Bundesregierung insgesamt rund 150 Millionen Euro in die Maßnahmen des BMUV. Das Programm bildet das Dach über die Einzelmaßnahmen im Bereich KI und bündelt auch die Kommunikation zu diesen Projekten ([bmu.de/kuenstliche-intelligenz](https://bmu.de/kuenstliche-intelligenz)).

Im Folgenden stellen wir zwei der KI-Maßnahmen näher vor, die sich insbesondere an die Angewandte Forschung und die Zivilgesellschaft im Feld des Umwelt- und Naturschutzes richten. Das Anwendungslabor KI und Big Data am Umweltbundesamt, das sich an die Umweltverwaltung richtet, ist ebenso Teil des Fünf-Punkte-Programms und wurde bereits in dem Beitrag von Simon Becker vorgestellt.

#### **Förderinitiative „KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen“**

Das BMUV hat die Förderinitiative „KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen“ 2019 erstmalig aufgelegt. Als Beitrag zur Umsetzung der KI-Strategie der Bundesregierung sollen Projekte gefördert werden, die mittels KI einen Beitrag zur Lösung ökologischer Herausforderungen leisten und damit beispielgebend für eine umwelt-, klima-, gesundheits- und naturgerechte Digitalisierung sind.

Bis Juli 2022 wurden 36 Projekte, bspw. aus den Bereichen Biodiversität, Wasserwirtschaft, Klimawandelanpassung, Meeresschutz, nachhaltiger Konsum, nachhaltiger Tourismus und Kreislaufwirtschaft bewilligt. Steckbriefe dieser Projekte finden sich hier: <https://www.zug.org/foerderung/ki-leuchttuerme-fuer-umwelt-klima-natur-und-ressourcen/> (Letzter Zugriff: 01.02.2023).

Auf Basis der neuen Förderrichtlinie 2021 mit den zwei neuen Schwerpunkten wurden weitere Projekte ausgewählt, die sich aktuell im Verfahren der Antragstellung befinden. Der Förderschwerpunkt 1 „KI-Innovationen für den Klimaschutz“ hat zum Ziel, die Entwicklung, den Einsatz und die Skalierung KI-basierter Technologien zu fördern, die in Anwendungssektoren des Umweltschutzes zu einer Vermeidung oder Verminderung von Treibhausgasemissionen beitragen. Ergänzt wird dieser durch den Förderschwerpunkt 2 „Ressourceneffiziente KI“, der darauf abzielt, den ökologischen Fußabdruck von KI-Anwendungen und ihrer Hardware zu verringern, bspw. durch die Entwicklung ressourcenschonender KI-Modelle oder spezialisierter Hardware.

Bei der Bewertung und Auswahl von Projekten kommen eine Reihe von Querschnittskriterien zum Tragen: Die Leuchtturmprojekte sollen nicht nur sektoral für den Umweltschutz wirksam werden (und dabei generell eine positive Umweltbilanz aufweisen), sondern hinsichtlich ihrer

Systemgestaltung Signalwirkung für eine vertrauenswürdige und nachhaltige KI entfalten. Daher wird unter anderem gewünscht, die Ergebnisse unter offenen Lizenzen (Open Source) zu veröffentlichen und erhobene Daten als Open Data bereitzustellen. Auch von Relevanz sind die Begründungen zur Erklärbarkeit des KI-Systems und der Nichtdiskriminierung, insbesondere mit Blick auf die Genderbalance.

### **Civic Coding – Innovationsnetz KI für das Gemeinwohl und KI-Ideenwerkstätten für Umweltschutz**

Auf Grundlage der Fortschreibung der nationalen KI-Strategie im Dezember 2020 hat BMUV gemeinsam mit BMAS und BMFSFJ das gemeinsame Netzwerk „Civic Coding – Innovationsnetz KI für das Gemeinwohl“ ins Leben gerufen.

Ziele des Vorhabens sind es, die gesellschaftliche Nutzung von Künstlicher Intelligenz (KI) im Dienste des Gemeinwohls zu erweitern, KI-Kompetenzen in der Breite zu fördern und gesellschaftliche Impulse für die soziale und nachhaltige Technikgestaltung von KI aufzunehmen. Denn aktuell werden KI-Technologien primär in Wissenschaft und Wirtschaft gestaltet und eingesetzt – die Zivilgesellschaft hingegen hat kaum Mittel und Zugang zu den großen Chancen, die diese Technologie bietet.

Daher haben sich BMAS, BMFSFJ und BMUV zusammengefunden, um ihre Einzelmaßnahmen in einem Innovationsnetz für gemeinwohlorientierte KI zu bündeln und gemeinsame Aktivitäten voranzutreiben. Ergänzt wird die Umsetzung des Innovationsnetzes durch ressortspezifische Infrastrukturprojekte: die Civic Innovation Platform des BMAS, das Civic Data Lab des BMFSFJ und die KI-Ideenwerkstätten für Umweltschutz des BMUV (ehemals Civic Tech Labs for Green).

Mit den „KI-Ideenwerkstätten für Umweltschutz“ soll Interessierten, die Daten und KI im Sinne des Umweltschutzes einsetzen wollen, eine Anlaufstelle geboten werden. Als Ort der Begegnung kann dort gemeinsam programmiert, mit Sensoren und Prozessoren experimentiert, und mehr über die Funktionsweise von KI gelernt werden. Auch sollen sie als Showroom für Best Practices von KI-Anwendungen für den Umweltschutz dienen und KI damit konkret und greifbar machen.

Mit der Durchführung wurde die ZUG gGmbH beauftragt. Die erste, zentrale KI-Ideenwerkstatt hat im Juni einen 140qm großen Makerspace im neuen Standort des Impact Hub Berlin in Neukölln bezogen. Das Gebäude befindet sich aktuell noch im Ausbau und wird mit über 100 Co-Working Desks, 6 Makerspaces, Café und Gewächshaus auf dem Dach der bisher größte Impact Hub in Europa. Die offizielle Eröffnung der Ideenwerkstatt ist im Herbst geplant.

### **Nationales Monitoringzentrum zur Biodiversität (NMZB)**

Das Biodiversitätsmonitoring ist ein naheliegender Einsatzbereich von Künstlicher Intelligenz im Naturschutz. Das Anfang 2021 gegründete Nationale Monitoringzentrum zur Biodiversität (NMZB) beschäftigt sich deshalb auch mit neuen Technologien im Biodiversitätsmonitoring.

Das NMZB am BfN in Leipzig hat zum Ziel, das bundesweite Biodiversitätsmonitoring auszubauen und langfristig zu sichern. Dazu bindet es die verschiedenen Monitoringakteure ein und fördert sie. Es berät zur Anwendung neuer Technologien und unterstützt deren Erprobung und Integration in das Biodiversitätsmonitoring des Bundes. Zudem wird das nächste Forum „Forschung und Anwendung im Dialog“ zu dem Thema „Neue Technologien im Biodiversitätsmonitoring“ stattfinden.

Darüber hinaus gibt es auch auf europäischer Ebene zahlreiche Aktivitäten zum Ausbau des Biodiversitätsmonitorings, die vielfach auch neue Technologien explizit betrachten – z.B. Biodiversa+ mit der nächsten Bekanntmachung zum Biodiversitätsmonitoring, EuropaBON, oder Copernicus-Projekte wie Copernicus for Natura 2000 zum fernerkundungsbasierten Monitoring von Grünlandflächen.

### 3.4 Digitalisierung und KI im BfUL Sachsen

Detlef Tolke, Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Sachsen

Das naturschutzfachliche Monitoring der Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL)/Messnetz Naturschutz<sup>7</sup> entwickelt sich zunehmend zu einem Anwendungsbereich für digitales Arbeiten bis hin zur Nutzung künstlicher Intelligenz (KI). Insbesondere bei automatisierten Erfassungsmethoden (Bioakustische Messnetze, Bilderkennungsverfahren in der Fernerkundung aber auch in der Arterfassung, Sequenz-Daten-Analyse aus molekularbiologischen Verfahren u. Ä.) sind erste Anwendungen in Entwicklung und Erprobung.

#### Monitoringmodule (BfUL)

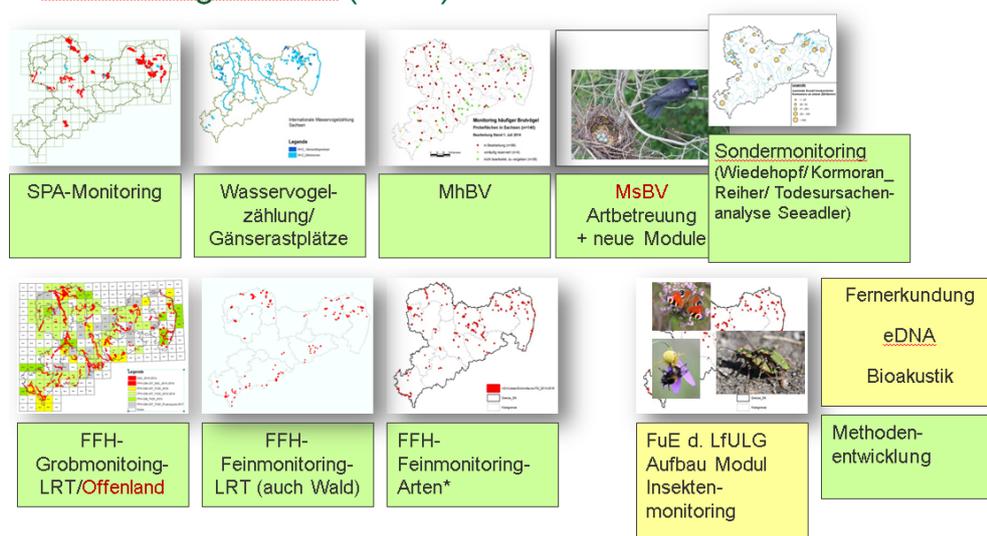


Abb. 19: Aufgabengebiete der BfUL/Fachbereich „Messnetz Naturschutz“ (Fotos: Fotoarchiv BfUL)

#### Rolle der Naturschutzverwaltung am Beispiel Sachsen

Die BfUL ist ein Staatsbetrieb und Dienstleister zur Datenerfassung und -bewertung im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie. Die Ressourcen richten sich im überwiegenden Maße nach gesetzlich notwendigen Aufgaben der Naturschutzverwaltung. Die BfUL ist also keine Forschungseinrichtung, die Grundlagenforschung betreibt, sondern sie ist eher Anwender. Eigene Methodenentwicklungen setzen vorzugsweise bei der Implementierung bereits erprobter Verfahren an, mit dem Ziel, neue Methoden in die behördliche Praxis einzuführen.

#### Motivation

Wesentliche Motivationen für die Anwendung neuer Methoden sind zum einen die Steigerung der Effektivität von Verfahren, zum anderen aber auch eine weitere Standardisierung, verbunden mit der Minimierung oftmals subjektiver Faktoren bei naturschutzfachlichen Erfassungen. Insbesondere beim Einsatz bioakustischer, biometrischer und genetischer Verfahren scheint die KI die einzige Chance zu sein, die dabei entstehenden sehr hohen Datenmengen in den erforderlichlich kurzen Zeiträumen (ggf. Handlungserfordernis) zu bearbeiten.

<sup>7</sup> <https://www.bful.sachsen.de/naturschutzmonitoring-5102.html> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)

### Bisherige und avisierte Einsatzgebiete:

Die BfUL ist seit einigen Jahren aktiv bei der Entwicklung und Implementierung **fernerkundlicher Verfahren** in das naturschutzfachliche Monitoring, u.a. im Projekt FELM (BUCK et al. 2018) und aktuell im Projekt „Copernicus leuchtet grün“<sup>8</sup>. Die Auswertung von Luft- und Satellitenbildern über entsprechende Mustererkennungen/Klassifikationen wird u.a. für Mahddetektion im Grünland, Rückverfolgung von Wasserständen in Standgewässern, Bemessung des Verbuschungs- oder Verschilfungsgrades sowie bei der Suchraumanalyse und Änderungsdetektion bestimmter ausgewählter Lebensraumtypen/Biotope in Testverfahren und in wenigen Fällen auch schon im Routineeinsatz genutzt. Viele weitere Anwendungen sind denkbar (u.a. auch in der Verbreitungsprognose von Arten auf Grund der bekannten Habitatmuster und fernerkundlichen Identifizierung ähnlicher Habitatstrukturen außerhalb bekannter Vorkommen).

Sachsen betreibt ein vor 10 Jahren gestartetes **Bioakustisches Messnetz** zur dauerhaften Erfassung von Fledermäusen mittels Horchboxen. Die enormen Datenmengen lassen sich in der Gesamtheit nur automatisiert auswerten. Die im System integrierte Arterkennung ist jedoch noch fehlerbehaftet und bedarf manueller Korrekturen. Daher sind die automatisierten Auswertungen nur auf der Ebene von Artgruppen weiter verwendbar. Für bestimmte Zeitfenster wurden die manuellen Korrekturen durchgeführt, so dass auch auf Art-Ebene Aussagen möglich sind. Diese Datensätze eignen sich nach unserer Einschätzung hervorragend für die Weiterentwicklung in einer KI, mit der künftig eine vollumfängliche Datenanalyse erfolgen kann. Auch im vogelkundlichen Monitoring sind erste Versuche mit bioakustischen Verfahren in der Staatlichen Vogelschutzwarte Neschwitz durchgeführt worden.

Für die Arterfassung und Artidentifikation stehen erste **Bilderkennungsverfahren** zur Verfügung, die die Kartierarbeiten unterstützen (z.B. die App Flora Incognita). Besonders interessant sind solche Verfahren im Zusammenhang mit automatisierten Beobachtungseinrichtungen. In der BfUL werden seit über 10 Jahren Ein- und Ausflüge von Fledermäusen aus bestimmten Winterquartieren mittels Lichtschranken gezählt (Abb. 20). Die Artzuordnung erfolgt über Fotos aus Fotofallen. Diese werden jedoch aktuell nur händisch ausgewertet. Sofern die Ausflugszählungen als Verfahren für das FFH-Fledermausmonitoring in Winterquartieren als geeignete Messgröße für Populationen gelten könnte, wäre hier auch eine Entwicklung von Bilderkennungsverfahren ggf. im Rahmen einer KI lohnend.

Aktuell sind andere Messmethoden im Fledermausmonitoring (noch) bundesweiter Standard. Neben der Bilderkennung spielt künftig auch Arterkennung auf der Grundlage **genetischer/molekularbiologischer Methoden** eine Rolle. Die dabei entstehenden Daten sind ebenso wie bioakustische Daten sehr umfangreich und bedürfen digitaler Auswertungsverfahren. Das Insektenmonitoring mit landes- oder bundesweit repräsentativem Ansatz ist ohne molekularbiologische Methoden nicht leistbar. Parallelverfahren mit Bodenfallen (klassische Bestimmung, molekularbiologische Bestimmung) in Sachsen (LfULG und BfUL) sind vielversprechend. Aktuell werden auch umfangreiche Datensätze aus den Malaisefallen ausgewertet (FuE- Projekt des LfULG unter Beteiligung BfUL).

---

<sup>8</sup><https://www.d-copernicus.de/daten/beispiele-und-anwendungen/umwelt-und-naturschutz/copernicus-leuchtet-gruen/> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)

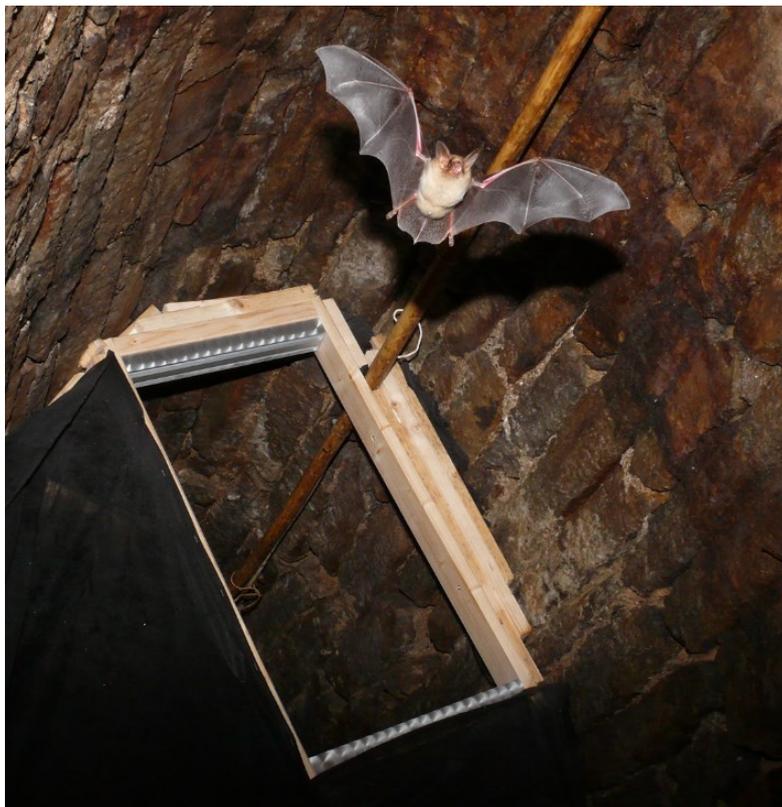


Abb. 20: Fledermauszählung in Winterquartieren – Ausflugszählung mit Lichtschrankensystemen (Aufzeichnung der Bewegungen per Tricorder und zur Arterkennung parallel geschaltete Einzelaufnahmen) als Alternative zur Sichtzählung im Winterquartier (Fotos: Fotoarchiv BfUL)

### Was brauchen wir zur erfolgreichen Einführung von KI in unsere Arbeit

Für eine Landesbehörde bzw. einen Staatsbetrieb ist es aufwändig, neue Methoden in laufende Monitoringverfahren zu integrieren. Dies kann nur gelingen, sofern die anderen Beteiligten (insbesondere auf Bundes- und Länderebene) von den Vorteilen überzeugt werden können, so dass die innovativen Techniken Teil des offiziellen Methodenspektrums werden (z.B. Bestandserfassung im Fledermaus-Winterquartier auch Lichtschranken-Erfassung statt Sichtzählung im Quartier (siehe oben)).

Des Weiteren sollten die Akteure stark vernetzt arbeiten, um Doppelentwicklungen zu vermeiden. Die Tagung leistet dazu sicher einen sehr guten Beitrag. Fortführend sollte eine Plattform für optimalen Informationsaustausch geschaffen werden (ggf. am NMZB Leipzig).

Die IT-technischen Voraussetzungen in den Behörden (Technik und personelle Ausstattung) sind schon jetzt ein Nadelöhr in den vielen Arbeitsabläufen. Die Risiken weiterer Abhängigkeit von IT-gestützten Verfahren müssen mitgedacht werden, insbesondere wenn es um die Absicherung von Langzeitmonitoring und verbundene Stichproben geht (möglichst kein Datenausfall).

### Literatur

Buck, O., Rühl, J., Schroiff, A., Münch, D., Wiede, S., Bicsan, A., Müller, S., Klink, A., Hinterlang, D., Mütterthies, A. (2018): Remote sensing for habitat mapping-The example of the FELM application. *Natur und Landschaft* 93 (5): 215-223. DOI:10.17433/5.2018.50153577.215-223.

## 4 Leitplanken und Bewertung von maschinellem Lernen

### 4.1 Künstliche Intelligenz zum Schutz der natürlichen Welt? Einführung in ethische und gesellschaftsfreundliche Künstliche Intelligenz (KI) mit Blick auf den Naturschutz

Rainer Rehak, Weizenbaum-Institut für die vernetzte Gesellschaft – das Deutsche Internet-Institut

#### Einleitung

Die Diskussion um die disruptiven technischen und gesellschaftlichen Möglichkeiten einer Technologie namens Künstliche Intelligenz (KI) sind in aller Munde und Staaten legen milliardenschwere Forschungs- und Wirtschaftsprogramme auf, um global den Anschluss bei dieser technischen Neuerung nicht zu verpassen. Neben vielen anderen Einsatzzwecken soll die KI auch bei der sozial-ökologischen Transformation der Gesellschaft hin zu einer ethischeren und nachhaltigen Welt beitragen bis hin zu relevanten Beiträgen im Umwelt- und Naturschutz.

Um die Möglichkeiten und Grenzen von KI besser einschätzen zu können sowie sinnvolle Einsatzszenarien zu erdenken, will dieser Beitrag eine kurze, aber grundsätzliche Einordnung der Technologie KI angehen.

Dies ist allein schon deswegen vonnöten, weil die KI so wie nur wenige andere Technologien von einem fast mystisch-magischen Schleier der unbegrenzten Möglichkeiten umgeben ist (Weizenbaum 1993), während die in der Digitalisierung typische Erzählung der akuten oder kurz bevorstehenden technisch-gesellschaftlichen Weltrevolution auch hier Anwendung findet und den kritischen Blick trübt. Beispielhaft sei hier ein Zitat von Hubert L. Dreyfus angeführt: „Jeden Tag lesen wir, dass digitale Computer Schach spielen, Sprachen übersetzen, Muster erkennen und bald in der Lage sein werden, unsere Arbeit zu übernehmen. In der Tat scheint dies heute ein Kinderspiel zu sein.“ Ein scheinbar aktuelles Zitat, das die Dringlichkeit der digitalen Erzählung zusammenfasst. Dass das Zitat von 1972 stammt, zeigt, wie nötig eine Klärung des Bereichs „KI“ ist (Dreyfus 1972:xxvii).

#### Was ist KI – eine Begriffsklärung

Der Begriff KI bezeichnete zunächst nur fachlich ein Arbeitsgebiet der Informatik, das ursprünglich etwas spröde „Automatentheorie“ hieß. Die beiden Computerwissenschaftler John McCarthy und Marvin Minsky befanden jedoch, dass die Bezeichnung „künstliche Intelligenz“ viel besser passen würde, insbesondere hinsichtlich der Popularität und Förderfähigkeit des Gebietes, sodass sie es für einen Workshop im Jahre 1955 umtaufelten.

Heutzutage wird KI oft in zweierlei Hinsicht definiert. Erstens ausgehend von der Art der mit ihr gelösten Aufgaben und zweitens ausgehend von den konkret genutzten Technologien. Im ersten Falle gelten Systeme dann als KI, wenn sie Aufgaben erledigen, für deren Erledigung wir Intelligenz annehmen, wenn ein Mensch sie tun würde (Gevarter 1985). Wenn ein Computer also gut Schach spielen kann, so ist dieser Schachcomputer demnach eine KI. Dies war lange die vorherrschende Sichtweise. Im zweiten Falle aber wird KI von der konkreten Technologie her gedacht. Bei dieser zweiten Sichtweise wird klar, dass KI keine einheitliche Technologie an sich ist, sondern ein sehr diverser Strauß von IT-Methoden. Dabei gibt es die sogenannten symbolischen Ansätze, also wissensrepräsentierende Systeme, mit denen logisches Schließen oder Entscheidungs- und Suchbäume möglich sind (Bonsiepen 1994). Diese Ansätze

heißen symbolisch, weil Wissen dort explizit repräsentiert, also symbolisiert ist. Aus den Tatsachen, dass Süßes klebrig ist und Marmelade süß ist, kann also beispielsweise formal geschlossen werden, dass Marmelade klebrig ist.

Jünger sind hingegen die sogenannten subsymbolischen Ansätze wie etwa künstliche neuronale Netze (KNN), genetische Algorithmen oder andere statistische und heuristische Approximationen, die mit vielen Daten in vielen Durchläufen vorkonfiguriert werden müssen, oftmals „Training“ genannt, und in denen das Wissen dann nur noch implizit und schwer zu überprüfen vorliegt (siehe Mitchell 1997, Rehak 2021:4 oder auch den EU AI Act – Annex I). Aktuelle Bilderkennungs- und Übersetzungssysteme funktionieren auf diese Weise.

### **Drei Arten von KI**

Üblicherweise werden im akademischen KI-Diskurs zwei Arten von KI unterschieden. Einerseits die starke KI und andererseits die schwache KI. Ich möchte allerdings noch eine dritte Art hinzu definieren, die ich Zeitgeist-KI nenne.

Als starke KI (engl. Artificial General Intelligence, AGI) wird ein System bezeichnet, wenn es allgemeine und flexible Intelligenz aufweist, selbst Fragen stellen kann und genuin Kreativität aufweist, ja vielleicht sogar ein Bewusstsein hat. Ein solches System könnte selbst agieren, hätte möglicherweise eigene Ziele und müsste demnach auch Verantwortung für sein Handeln übernehmen. Diese Art von KI gibt es nur im Science-Fiction-Genre, und in der technischen KI-Forschung gibt es auch keine Anzeichen dafür, dass sich das in absehbarer Zukunft ändern wird (vgl. dazu Kurzweil 2005 und Rehak 2021).

Als schwache KI (engl. Artificial Narrow Intelligence, ANI) wird ein System bezeichnet, wenn es nur eng definierte, stark spezialisierte und domänenspezifische Aufgaben erledigen kann. Weder kann es die Domäne wechseln noch sich selbst Ziele setzen, es ist ein Werkzeug – wenn auch ein komplexes. Darunter fallen Systeme, die Muster erkennen (visuelle und akustische Objekterkennung), Ressourcennutzung optimieren (etwa Strom und Wasser) oder andere domänenspezifische Aufgaben mit klaren Zielen ausführen (z. B. Go spielen). Alle aktuellen und aktuell denkbaren KI-Systeme fallen in diese Kategorie.

Als Zeitgeist-KI möchte ich das Phänomen bezeichnen, dass aktuell in politischen, gesellschaftlichen und teilweise auch akademischen Debatten vielmals von KI gesprochen wird, wenn eigentlich alles Komplex-Digitale gemeint ist. Darunter fallen dann Algorithmen, Big Data, Software, Programme, Systeme, Automatisierung, IT, echte KI, Statistik und sogar Digitalisierung ganz allgemein (siehe etwa Council for Social Principles of Human-centric AI 2019). Mit einem solch unscharfen KI-Begriff sind ernsthafte und fruchtbare KI-Debatten nur schwer möglich, weswegen sie regelmäßig eingefangen werden müssen (Butollo 2018).

### **Präzises Sprechen**

Darüber hinaus ist beim KI-Diskurs auch sehr viel Vorsicht bei der Sprachwahl geboten, denn viele der dort vorherrschenden Fachbegriffe sind historisch bedingt an Beschreibungen menschlicher Aktivitäten und Fähigkeiten angelehnt, dürfen aber nicht als Analogien verstanden werden. Beispielsweise sind die Begriffe „Handeln“, „Entscheiden“, „Erkennen“, „Verstehen“, „(Selbst-)Lernen“, „Wissen“, „Trainieren“, „Autonomie“, „Vorhersage“ und selbst „Intelligenz“ hochgradig irreführend. Falsche Begriffe wecken falsche Assoziationen, erzeugen unhaltbare Erwartungen, nähren unrealistische Technikfiktionen und implizieren unsinnige oder gar (gesellschafts-)schädliche Einsatzfelder (Weizenbaum, Joseph 1978). Besser wäre es,

von „Bewegen“, „Ausführen“, „Detektieren“, „Erwartungskonformität“, „dynamische Konfiguration“, „Daten/Information“, „Vorkonfiguration“, „Automatisierung“, „Projektion“ und „komplexe Daten-/Informationsverarbeitung“ zu sprechen – insbesondere im interdisziplinären Bereich oder in der Wissenschaftskommunikation (Rehak 2021:99).

### Fähigkeiten und Grenzen von KI

KI-Systeme können all die konkreten Aufgaben gut lösen, die klare Regeln haben, adäquat in Zahlen modelliert werden können, ein konkretes Ziel und eine passende Datengrundlage haben. Dazu zählen diverse Spiele (Schach, Go, Strategiespiele, 3D-Videospiele etc.), aber auch die Früherkennung von technischen Ausfällen (Vibrationen in rotierenden Teilen in Autos und anderen Maschinen, Anomalieerkennung etc.). Ressourcenverbräuche können optimiert werden (Kühlzyklen in Kältekammern, Wassernutzung in der Landwirtschaft, Energieverbrauch in Rechenzentren), aber auch Sprach-/Bilderkennung (Speech-To-Text, Wald-, Feld-, Flusserkennung auf Satellitenbildern, Bienen zählen, Insekten klassifizieren, Vögel detektieren, Tiererkennung etc.) bzw. Sprach-/Bildsynthese (Text-To-Speech etc.) können bewerkstelligt werden. Nicht zuletzt können beliebige Daten auf Muster hin durchsucht werden (Kompartimentierung, Clustering etc.). Es gibt auch KI-Nutzungen im Bereich der (künstlerischen) Bild- und Musikerzeugung, doch die lösen keine konkrete Aufgabe und werden hier aus Platzgründen ausgespart.

### Was kann KI nicht?

Viele der Eigenschaften, die in öffentlichen Diskussionen einer KI zugeschrieben werden, sind tatsächlich oft ganz klassische Informatik (Narayanan 2019) oder aber menschliche Arbeit im globalen Süden (siehe Solon 2018). So ist etwa der Kern des automatisierten Fahrens keine KI, denn die KI macht nur die Bilderkennung (z. B. die Verkehrsschilderkennung). Die Errechnung der Rückfallwahrscheinlichkeit von Straftäter:innen in den USA hat nicht nur nicht funktioniert, sondern war auch zutiefst rassistisch, und der Versuch, mit KI die Hochschulevaluation in Großbritannien zu vereinfachen, ist ebenfalls verheerend gescheitert (Griffiths 2019). Das liegt in vielen Fällen daran, dass der gesellschaftliche Kontext der Aufgaben so komplex und situationsabhängig ist, dass praktikable Modelle nicht adäquat, also zu einfach sind.

Hinzu kommt, dass bei genauerem Hinsehen auch von der „selbstlernenden KI“ wenig übrig bleibt. Das informatische Fachgebiet des Feature Engineering etwa beschäftigt sich ausgiebig damit, welche Daten und Datenkategorien überhaupt sinnvoll für eine bestimmte KI-Analyse verwendet werden können. Dabei braucht diese Arbeit sehr viel menschliche Kreativität, Trial and Error und Kontextwissen.

Nicht zuletzt kann eine KI auch nicht ohne weiteres einfache Vorhersagen erzeugen. Was eine KI kann, ist statistisch-mathematisch die Daten der Vergangenheit analysieren und daraus eine statistisch-mathematische Projektion errechnen. Aber ob das berechnete Ergebnis dann überhaupt eine sinnvolle Vorhersage ist, kommt sehr auf den Sachbereich an (Dreyfus 1972:204). So sind „Vorhersagen“ im gesellschaftlichen Bereich nur dann möglich, wenn sich die betrachteten sozialen Systeme auch wirklich mathematisch-physikalisch verhalten, und ob das so ist – Stichwort Theorie der Sozialphysik – ist theoretisch und praktisch hoch umstritten. Nicht nur im Kriminalitätsbereich (Predictive Policing) sind derartige Vorhersageversuche deswegen gescheitert.

Und selbst wenn der Bereich gut mathematisch fassbar ist, wollen wir als Gesellschaft in vielen Bereichen gar keine korrekten Vorhersagen auf Basis der Vergangenheit zur Grundlage unseres Handelns machen. Eine rein mathematisch begründete Kreditvergabe auf Basis des Einkommens etwa würde, korrekt berechnet, einfach den Gender-Pay-Gap reproduzieren und systematisch geringere Kredite an Frauen vergeben (Eyert und Lopez 2021). In diesem Falle wären mathematisch korrekte Ergebnisse unfair, und faire Ergebnisse wären mathematisch inkorrekt.

Um es sehr bildlich zu beschreiben: Vorhersagen mit Künstlicher Intelligenz zu machen, ist wie Auto zu fahren mit alleinigem Blick in den Rückspiegel.

### **Optimierungskriterien und Zielfunktionen**

Der sinnvolle Einsatz von KI wird auch dort verkompliziert bis verunmöglicht, wo gar kein klares Optimierungsziel auszumachen ist oder wo es mit den durch KI steuerbaren Mitteln gar nicht erreicht werden kann.

Wenn etwa Energieverbräuche und Verkehrsströme optimiert werden, greift oft der sogenannte Rebound-Effekt, der beschreibt, dass eine erreichte Einsparung per Effizienzsteigerung durch die dadurch verursachte Mehrnutzung sogar ins Gegenteil umgekehrt wird. Smarte Parkplätze etwa sorgen nicht für mehr Platz auf der Straße, sondern für insgesamt mehr Autoverkehr. Energiesparsame Serverfarmen verhindern nicht den Bau neuer Rechenzentren, wodurch der Nettoenergieverbrauch steigt. Es gibt insgesamt keine Green IT oder Green AI, von der dann einfach ganz viel verwendet werden kann.

Probleme dieser Art müssen politisch angegangen werden, denn KI kann maximal bei der Umsetzung von politischen Vorgaben helfen, im Umwelt- und Klimaschutzbereich oft nicht einmal das. Die Zielsetzung hin zur Fahrradstadt etwa hat nichts mit KI zu tun, sondern mit politischen bzw. sozialen Innovationen.

Und auch wenn die Zielfunktion des KI-Einsatzes das genaue Monitoring bestimmter Umweltdaten vereinfacht oder erst ermöglicht, muss immer die vorgelagerte Frage gestellt werden, ob es tatsächlich gerade ein Informationsproblem gibt. Besteht das Problem wirklich und es gibt weiße Flecken bezüglich des Sachbereichs oder sind die Problemursachen eigentlich bekannt und KI hilft allein bei der Verfeinerung um Nachkommastellen?

### **KI und Digitalisierung als Organisationswerkzeuge**

Vor dem Hintergrund der oben genannten Reflexionen zu den Möglichkeiten und Zielfunktionen bzw. Optimierungskriterien von KI wird klar, dass das üblicherweise im KI-Kontext irgendwann aufgeworfene Thema „Mensch versus Maschine“ ein Scheinproblem aus dem Reich der Science-Fiction ist. Aktuell existierende und denkbare KI hat keine eigenen Ziele und keine Motivation – selbst wenn sie in Roboterform auftritt, was praktisch so gut wie nie der Fall ist – und muss daher als Werkzeug verstanden werden.

Eine Betrachtung als Werkzeug jedoch erzwingt eine Ausweitung der Betrachtung von der alleinigen Analyse konkreter KI-Techniken, so interessant und besonders sie auch sind, hin zu den Organisationen, die sie entwickeln, einsetzen und verbreiten. Es gilt natürlich auch im KI-Diskurs, dass Organisationen (Regierungen, Firmen, NGOs) Werkzeuge im Sinne ihrer Interessen und zur Verfolgung ihrer Zwecke einsetzen, im Zweifel gegen andere Organisationen oder Individuen.

KI, diesmal in ihrer dritten Bedeutung als Zeitgeist-KI, ist immer eine Extension einer Organisation und somit gewissermaßen Bürokratie mit anderen Mitteln. Wenn überhaupt, dann ergeben sich also KI-Konflikte entlang der Linie „Organisation versus Organisation“, weshalb die Interessen der beteiligten und betroffenen Organisationen immer im Zentrum von KI-Analysen stehen sollten.

Dies ist insbesondere insofern wichtig und spezifisch für KI, weil KI in der Regel sehr datenintensive Technologien umfasst und somit – der Vergleich mit Kernkraft drängt sich auf – eine machtzentralisierende Wirkung hat. Dass große Firmen ihre KI-Frameworks als freie Software zur Verfügung stellen, ändert nichts daran, dass die KI-Software ohne die richtigen und immensen Datengrundlagen wenig Nutzen entfalten kann.

### Vertrauenswürdige, ethische und gesellschaftsfreundliche KI?

Trotz des Fokus auf die KI-nutzenden Organisationen ist die konkrete Materialität der KI-Techniken nicht irrelevant, da die Sicherstellung bestimmter gewünschter Eigenschaften – etwa die Nachvollziehbarkeit – direkte Anforderungen an die KI-Techniken bzw. an deren Ausgestaltung und Nutzung stellt. Im wissenschaftlichen und politischen Diskurs wird das Ziel häufig als „vertrauenswürdige, ethische und gesellschaftsfreundliche KI“ bezeichnet. In den „Ethik-Leitlinien für vertrauenswürdige KI“ vom Juni 2018 von der Europäischen Kommission, genau genommen von der sogenannten „High-level expert group on artificial intelligence“ (HLEG-AI), findet sich dazu folgendes:

*„Die Entwicklung, Einführung und Nutzung von KI-Systemen muss so erfolgen, dass die folgenden ethischen Grundsätze eingehalten werden: Achtung der menschlichen Autonomie, Schadensverhütung, Fairness und Erklärbarkeit. Die möglichen Spannungen zwischen diesen Grundsätzen müssen zur Kenntnis genommen und gelöst werden. [...] Besondere Berücksichtigung von Situationen, in denen besonders schutzbedürftige Gruppen wie Kinder, Menschen mit Behinderungen und andere betroffen sind, die schon in der Vergangenheit Benachteiligung erfahren haben oder die einem besonders hohen Exklusionsrisiko ausgesetzt sind. Gleiches gilt für Situationen, die sich durch ungleiche Macht- oder Informationsverteilung auszeichnen, etwa zwischen Arbeitgebern und Arbeitnehmern oder Unternehmen und Verbrauchern. [...] Es muss gewährleistet sein, dass die Entwicklung, Einführung und Nutzung von KI-Systemen die Anforderungen an vertrauenswürdige KI erfüllen: 1) Vorrang menschlichen Handelns und menschliche Aufsicht, 2) technische Robustheit und Sicherheit, 3) Schutz der Privatsphäre und Datenqualitätsmanagement, 4) Transparenz, 5) Vielfalt, Nichtdiskriminierung und Fairness, 6) gesellschaftliches und ökologisches Wohlergehen sowie 7) Rechenschaftspflicht.“*

### Gibt es existierende Regelungen?

Entsprechend eingedampft lassen sich daraus auch konkrete Anforderungen an die Datenverarbeitung durch KI-Systeme, an die Datenhandhabung an sich sowie an die verarbeitende Organisation ableiten. Die Datenverarbeitung soll also rechtmäßig/legal, fair, nachvollziehbar und transparent sein, sowie nur für legitime Zwecke verwendet werden. Die Daten an sich sollen auf das für die Zwecke notwendige Maß und Dauer beschränkt und sachlich richtig sowie angemessen geschützt sein. Zuletzt soll die verantwortliche Stelle, also die KI-einsetzende Stelle, die obigen Anforderungen einhalten und die Einhaltung nachweisen können.

Interessanterweise ist bereits in Artikel 1 der EU-Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO), die seit 2016 gültig ist, folgendes zu lesen: „Gegenstand und Ziele – (1) Diese Verordnung enthält Vorschriften zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten

*und zum freien Verkehr solcher Daten. (2) Diese Verordnung schützt die Grundrechte und Grundfreiheiten natürlicher Personen [...]“* Die DSGVO schützt also bereits seit Jahren alle Grundrechte und Grundfreiheiten natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und die DSGVO ist natürlich auch bei KI-Systemen anwendbar, insofern Individuen davon betroffen sind (Rost 2018). Wenn aber alle Grundrechte und Grundfreiheiten geschützt sind, sollte bereits eine Vielzahl der ethischen Leitlinien der HLEG-AI rechtlich abgedeckt sein. Und in der Tat, Artikel 5 der DSGVO wird explizit. In den Grundsätzen für die Verarbeitung personenbezogener Daten werden folgende Anforderungen rechtlich verbindlich zugesichert: Legalität, Verarbeitung nach Treu und Glauben/Fairness, Transparenz, Zweckbindung, Datenminimierung, Richtigkeit der Daten, Speicherbegrenzung, Integrität und Vertraulichkeit sowie Rechenschaftspflicht der verantwortlichen Stelle. Sogar das Konzept einer Datenschutz-Folgenabschätzung ist in Artikel 35 vorgesehen, die zwingend vor Inbetriebnahme jeglicher Systeme vorgelegt werden muss, wenn die „Verwendung neuer Technologien, aufgrund der Art, des Umfangs, der Umstände und der Zwecke der Verarbeitung voraussichtlich ein hohes Risiko für die Rechte und Freiheiten natürlicher Personen“ darstellt (vgl. Bock et al. 2020). Auch diese Vorgabe gilt gleichermaßen für KI-Systeme, insofern Individuen davon betroffen sind (Rost 2018).

In der Konsequenz gibt es in der EU also bezüglich vertrauenswürdiger, ethischer und gesellschaftsfreundlicher KI kein Ethik-, Rechts- oder Vertrauensdefizit, sondern ein Rechtsdurchsetzungs- und Diskursdefizit.

### **KI im Naturschutz**

Wenn nun KI für Naturschutz und Biodiversität angewendet werden soll, ist das natürlich wünschenswert und auch im Sinne der HLEG-AI, die KI für „gesellschaftliches und ökologisches Wohlergehen“ verwendet sehen möchte. Der Datenschutz selbst gibt keine konkreten Zwecke vor, solange sie legitim sind. Naturschutz ist selbstredend legitim und hat in Deutschland sogar Verfassungsrang (Art. 20a GG). Schlussendlich muss bei jedem reflektierten Technikeinsatz eine ganzheitliche Betrachtung erfolgen, gerade bei so ressourcenintensiven Techniken, wie der Sammelbegriff KI sie umfasst. Der Einsatz von KI hierzulande darf keinen großen ökologischen Fußabdruck anderswo auf dem Planeten oder auch im nächsten Rechenzentrum erzeugen. Denn dann würden die KI-Verfahren in guter Absicht selbst auch wieder dazu beitragen, unsere Lebensgrundlagen zu zerstören. Es muss folglich immer ein Netto-Positiv-Nutzen angestrebt werden, auch wenn das nur selten abschließend evaluiert werden kann.

Viele Beispiele – auch in diesem Band – zeigen, wie KI konkret für den Schutz von Ressourcen, Biodiversität und Natur verwendet werden kann, und mit einem breiten Nachhaltigkeitsverständnis kommen weitere Anwendungsmöglichkeiten hinzu (Rehak 2021b), doch am Ende bleibt die ernst gemeinte KI-Sinnfrage, die oben schon einmal anklang:

Wissen wir tatsächlich aktuell zu wenig über die genaue Anzahl bestimmter Insekten, über die Nutzungsweise von Landwirtschaftsflächen, über die Verkleinerung von Seen, die Reduktion der Wälder oder die Flugrouten wilder Bienen, um als Gesellschaft sinnvoll Naturschutz betreiben und handeln zu können? Wird der KI-Einsatz im konkreten Fall einen wesentlichen Beitrag leisten können? In bestimmten Fällen mag das sicherlich zutreffen und dann muss der Fokus auch im Wissenserwerb und in der KI-Anwendung liegen.

Sollte die Antwort jedoch sein, dass die Menschheit eigentlich schon genug weiß und durch den KI-Einsatz nur noch Details dazulernen oder dass der Einsatz keine nennenswerte Auswirkung haben würde, so bedeutet das nicht, die Forschung abzubrechen, aber als Ausrede, mit wirklich sinnvollem Naturschutz noch zu warten, darf KI dann nicht erhalten.

## Abschluss

Dieser Artikel schließt mit einer Analogie aus dem Bereich der sozialen Nachhaltigkeit, in der die Entwicklungszusammenarbeits-NGO Brot für die Welt beim Thema Verantwortung in Lieferketten eine anonyme Person zitiert: „*Viele der Risiken sind bekannt. Es braucht keine KI, um festzustellen, dass erzwungene Überstunden endemisch sind. Es reicht, wenn ein Unternehmen ehrlich über die unrealistisch kurzen Fristen spricht, die es bei seinen Einkaufspraktiken zugrunde legt. Fristen, die ohne Überstunden einfach nicht eingehalten werden können... Eine einfache Tabellenkalkulation könnte das zeigen, wenn man das wirklich herausfinden wollte.*“

Beim Einsatz von KI für den Naturschutz gilt das Gleiche: Wir müssen wirklich wissen wollen und dann konsequent danach handeln, denn ohne intakte Natur werden uns auch keine milliardenschweren Forschungs- und Wirtschaftsprogramme, geschweige denn eine mystifizierte KI, mehr helfen können.

## Literatur

- Bock, K., Kühne, C., Mühlhoff, R., Ost, M.R., Pohle, J., Rehak, R. (2020): Datenschutz-Folgenabschätzung für die Corona-App. [https://www.researchgate.net/publication/341041683\\_Datenschutz-Folgenabschätzung\\_für\\_die\\_Corona-App\\_Version\\_16](https://www.researchgate.net/publication/341041683_Datenschutz-Folgenabschätzung_für_die_Corona-App_Version_16) (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
- Bonsiepen, L. (1994): Folgen des Marginalen - Zur Technikfolgenabschätzung der Künstlichen Intelligenz. In: Cyranek, G., Coy, W. (Hrsg.): Die maschinelle Kunst des Denkens – Perspektiven und Grenzen der KI. Vieweg. Braunschweig/Wiesbaden: 133-140.
- Butollo, F. (2018): Automatisierungsdividende und gesellschaftliche Teilhabe. Essay. Erschienen auf: <https://regierungsforschung.de>, NRW School of Governance.
- Council for Social Principles of Human-centric AI (2019): Social Principles of Human-Centric AI. Japan.
- Dreyfus, H.L. (1972): What Computers Can't Do, Harper & Row. New York: 313 S.
- Eyert, F., Lopez, P. (2021): KI demokratisieren. Fairness und Transparenz lassen sich nicht durch Technik allein herstellen. WZB-Mitteilungen 171: 29-31.
- Gevarter, W.B. (1985): Intelligent Machines: Introductory Perspective on Artificial Intelligence and Robotics. Prentice Hall. New Jersey: 240 S.
- Griffiths, A. (2019): The Practical Challenges of Implementing Algorithmic Regulation for Public Services. In: Algorithmic Regulation. Yeung & Lodge (Eds.), Oxford University Press. Oxford: 294 S.
- Kurzweil, R. (2005): The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology. Penguin. New York: 672 S.
- Mitchell, T. (1997): Machine Learning. McGraw Hill. Maidenhead, UK: 414 S.
- Narayanan, A. (2019): How to recognize AI snake oil, presentation at MIT.
- Rispens, S.I. (2005): Machine Reason: A History of Clocks, Computers and Consciousness. Ph.D. Thesis, fully internal University of Groningen: 353 S.
- Rehak, R. (2021): The Language Labyrinth: Constructive Critique on the Terminology Used in the AI Discourse. In: Verdegem, P (ed.): AI for Everyone? University of Westminster Press. London: 310 S. <https://doi.org/10.16997/book55.f>.

- Rehak, R. (2021b): Wie Bits zu Bäumen kommen (Interview). <https://www.plattform-lernende-systeme.de/interview-rainer-rehak.html>. (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
- Rost, M. (2018): Künstliche Intelligenz. DuD - Datenschutz und Datensicherheit 42 (9): 558-565.
- Solon, O. (2018): The rise of 'pseudo-AI': how tech firms quietly use humans to do bots' work. <https://www.theguardian.com/technology/2018/jul/06/artificial-intelligence-ai-humans-bots-tech-companies>. (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
- Weizenbaum, J. (1978): Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft, Suhrkamp Verlag. Frankfurt: 369 S.
- Weizenbaum, J. (1993): Wer erfindet die Computermymthen? Herder. Freiburg: 153 S.

## 4.2 Erklärbares Maschinelles Lernen zur Detektion von Wildnismerkmalen in Satellitenbildern

Timo Tjaden Stomberg, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Wir verwenden erklärbares Maschinelles Lernen, um Wildnismerkmale in Satellitenbildern zu entdecken.

Die ausgeprägte menschliche Landnutzung hat starke ökologische Auswirkungen. Dabei hängen zahllose Arten - uns eingeschlossen - von natürlichen Ökosystemfunktionen ab. Es gibt also dringende Gründe zu beobachten, wo die positiven Eigenschaften von Wildnis präsent sind.

Satelliten erlauben ein kontinuierliches Monitoring weitläufiger Regionen, ohne dass man diese Regionen besuchen muss – sie sind also perfekt für unberührte Gebiete, in denen es z.B. keine Straßen gibt. Die Sentinel-2 Satelliten eignen sich besonders um Vegetation zu beobachten. Daher verwenden wir diese Satelliten, um uns auf die Suche nach Wildnismerkmalen zu machen.

Wir verwenden erklärbares Maschinelles Lernen, um Sensitivitätskarten zu erstellen, die wilde und anthropogene Charakteristika hervorheben. Unserem Modell müssen wir dazu viele Daten zeigen. Doch wo finden wir Wildnisgebiete, die wir unserem Modell zeigen können?

Dazu müssen wir Wildnis zunächst konzeptualisieren und arbeiten daher mit Philosophen zusammen. In dem Vortrag gehe ich lediglich auf einen Punkt ein, nämlich: Welche Rolle darf der Mensch in Wildnisgebieten einnehmen? Wir argumentieren, dass der Mensch Wildnisgebiete beeinflussen darf; d.h. Wildnis ist nicht gleichzusetzen mit der Abwesenheit des Menschen. Wildnis ist vielmehr über die Art des menschlichen Einflusses zu definieren. Und dieser Einfluss kann destruktiv gegenüber der Natur sein; er kann aber auch synergetisch mit der Natur sein.

Auf der Suche nach Gebieten in Europa, die mit unserer Konzeptualisierung der Wildnis übereinstimmen, finden wir Fennoskandien – also die Länder Norwegen, Schweden und Finnland. Hier existieren weitläufige Gebiete mit relativ minimalem anthropogenem Einfluss. Wir verwenden den Datensatz "World Database on Protected Areas" um geschützte Gebiete bestimmter Kategorien ausfindig zu machen. Und wir verwenden den CORINE Land Cover Datensatz, um anthropogene Gebiete zu finden.

Nun können wir Satellitenbilder in genau diesen Gebieten exportieren. Die Bilder sind multispektral, haben eine Größe von 256 Pixeln und eine Auflösung von 10 Metern. Unser Datensatz enthält insgesamt rund 24.000 solcher Bilder.

Mit diesen Daten können wir nun unser neuronales Netzwerk trainieren. Es besteht aus einem U-Net, kombiniert mit einem Classifier. Als Input nimmt das Netzwerk ein multispektrales Bild; und nach dem U-Net erhält man eine Aktivierungskarte mit den gleichen Abmessungen. Dann folgt ein Classifier der eine einfache Zahl zwischen 0 und 1 ausgibt.

Wir verwenden 19.000 Trainingsbeispiele, um das Netzwerk dahingehend zu trainieren, wilde von anthropogenen Regionen zu unterscheiden. Dabei erhalten wir eine Genauigkeit von mehr als 99 %. Der Grund für diese hohe Genauigkeit ist unser Datensatz. Denn wir verwenden sehr klare Beispiele, welche die Extreme auf der Skala zwischen wild und anthropogen darstellen. Letztlich ist es nicht unser Ziel, eine schwierige Aufgabe für ein Modell zu stellen; sondern eine möglichst eindeutige Aufgabe und dann die Prädiktionen des Modells zu erklären.

Dafür verwenden wir die Schnittstelle zwischen U-Net und Classifier, welche wir „Aktivierungskarte“ nennen. Wir entfernen etwas aus dieser Aktivierungskarte und schauen uns an, wie sich das Klassifizierungsergebnis dadurch verändert. Technischer formuliert: Wir setzen bestimmte Aktivierungen gleich Null und bestimmen dann die Veränderung im Klassifizierungs-Score.

Die Aktivierungen, die wir verdecken, bestimmen wir aus einem sog. Aktivierungsraum. Dieser Aktivierungsraum ist die Darstellung aller Pixel aller Aktivierungskarten des Trainingsdatensatzes in einem Koordinatensystem, dessen Achsen den Werten der Kanäle der Aktivierungskarten entsprechen.

Die Sensitivitätsanalyse erlaubt es uns, eine Verbindung zwischen Aktivierungen und Sensitivität bzgl. wilden und anthropogenen Charakteristika herzustellen. Das erlaubt es wiederum Sensitivitätskarten beliebiger Gebiete zu präzisieren. Durch den Aktivierungsraum ist unser Modell transparent und interpretierbar.

Ein praktisches und relevantes Beispiel unserer Methode ist Alvdal – ein Tal in Norwegen. Zwischen 2017 und 2020 hat hier Entwaldung stattgefunden. Dieser destruktive menschliche Eingriff kann mit unserem Modell detektiert werden.

Der Vortrag basiert grundlegend auf dem folgenden Preprint: <https://arxiv.org/abs/2203.00379>. In diesem werden die Konzeptualisierung der Wildnis, der Datensatz und die Methode detailliert und in technischer Sprache beschrieben.

## 5 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse

Im Folgenden werden die zentralen Ergebnisse der NaturschutzDigital Dialogveranstaltung 2022 in Form von Kernaussagen zusammengefasst und diskutiert.

### 5.1 Interdisziplinäre Vernetzung

**Kernaussage: KI-Expert\*innen und Naturschutzexpert\*innen brauchen mehr Austauschformate zur Vernetzung.**

Die NaturschutzDigital Dialogveranstaltung „Künstliche Intelligenz im Naturschutz – Forschung, Praxis, Leitplanken“ im Juni 2022 war das erste Forum, das gezielt Entwickler\*innen und Anwender\*innen aus Forschung und Entwicklung im Bereich KI, sowie Naturschutzverbände und Behörden zusammenbrachte.

Angesichts der Fortschritte in diesem Feld und der großen Dringlichkeit des Kampfes gegen den Verlust der Artenvielfalt ist dies verwunderlich. Es zeigt, dass es einen verstärkten Austausch zwischen den Akteur\*innen braucht, die im Schnittfeld von Naturschutz und Künstlicher Intelligenz arbeiten oder daran interessiert sind. Der Bedarf nach mehr interdisziplinären Austauschformaten und Netzwerken wurde von den Tagungsteilnehmenden mehrfach betont.

Auf der einen Seite müssen Naturschutzakteur\*innen befähigt werden, die Potentiale und Grenzen von KI kennenzulernen, um die Anwendbarkeit von KI in Behörden, Fachgesellschaften, Verbänden oder Stiftungen einzuschätzen und um ggf. neue KI-Anwendungsideen formulieren zu können. Auf der anderen Seite sind KI-Forscher\*innen auf naturschutzfachliche Expertise angewiesen, damit praxisrelevante KI-Entwicklungen möglich sind sowie um ein Bewusstsein zu schaffen, wie vielseitig KI-Anwendungsfelder im Umwelt-, Klima- und Naturschutzbereich sind. Nicht zuletzt benötigen auch die Fördermittelgeber der öffentlichen Hand einen engen Austausch, um KI-Entwicklungen und Bedarfe im Naturschutzbereich zu überblicken und zunehmend strategisch fördern zu können.

Es ist daher das Ziel des BfN, die Communities aus Wissenschaft und Praxis zukünftig stärker zum Thema KI und Naturschutz zu vernetzen. Ein erster Beitrag dazu wurde durch die diesjährige BfN Dialogveranstaltung zum Thema KI im Naturschutz geleistet, die auf Interdisziplinarität und eine offene Frage- und Diskussionskultur besonderen Wert legte. Weitere BfN-interne wie auch externe Veranstaltungen sind geplant. Für Folgeveranstaltungen ist dabei angestrebt, mehr Ehrenamtliche aus Fachgesellschaften sowie Unternehmen/Start-Ups gezielter einzuladen. Zudem wurde von den Tagungsteilnehmenden angeregt, zukünftig auch die Perspektiven und Erfahrungen von Kolleg\*innen aus dem Ausland stärker einzubringen.

## 5.2 Beispielhafte Anwendungsfälle

**Kernaussage: KI-, bzw. ML-Methoden werden als Lösungsbeitrag für vielfältige Herausforderungen im Naturschutz erprobt. Die hier aufgeführten Projekte verdeutlichen das Potential von KI zum Schutz unserer natürlichen Lebensgrundlagen.**

Die auf der Tagung vorgestellten KI-Anwendungen und -ideen adressieren eine breite Palette an naturschutzfachlichen Fragestellungen. Im Folgenden sind sie kurz zusammengefasst:

- **Projekt BeesUp:** Städte in Deutschland bieten Wildbienen oftmals keine hinreichend geeigneten Lebensräume. In der Stadt- und Landschaftsplanung fehlt es häufig an Expertise, um effektive Maßnahmen zum Wildbienenschutz umzusetzen. Das Projekt entwickelt daher ein Planungswerkzeug zur wildbienenfreundlichen Flächengestaltung in Städten sowie eine App zur automatischen Wildbienenbestimmung anhand von KI-gestützter Bildanalyse. (Siehe Kapitel 2.4)
- **Projekt FutureForest:** Große Waldflächen in Deutschland sind aufgrund von Trockenheit, Hitze, Schädlingsbefall, Luft- und Bodenschadstoffen, Starkregen und Sturm geschädigt. Es besteht der Bedarf, derartige Stressoren und deren standortspezifische Auswirkungen auf den Zustand von Wäldern besser zu verstehen. Das Projekt nutzt daher KI-Methoden zur Baumartenerkennung, Baumzustandserkennung und Baumeignung, um Entscheidungsgrundlagen für einen möglichst klimawandelangepassten Waldumbau unter Berücksichtigung von Klimaprognosen zu liefern. (Siehe Kapitel 2.1)
- **Projekt KI-Wood ID:** Der Bedarf nach dem Rohstoff Holz ist immens, z.B. für Papier, Baumaterial, Musikinstrumente oder Grillkohle. Durch illegalen Holzeinschlag werden Wälder und Biodiversität weltweit, insb. in tropischen Regionen, geschädigt. Obwohl das Washingtoner Artenschutzübereinkommen CITES und die Europäische Holzhandelsverordnung EUTR den Handel mit geschützten Hölzern und ihren Produkten verbieten, ist die Kontrolle schwierig. Das Projekt entwickelt daher ein neuronales Netz zur Klassifizierung von Holzarten anhand der Detektion und Zuordnung von in lichtmikroskopischen Aufnahmen sichtbaren Faserstoffen, um den Vollzug der bestehenden Rechtsvorschriften insbesondere bei Papier und Papierprodukten zu erleichtern. (Siehe Kapitel 2.6)
- **Projekt AMMOD:** Der Verlust der Biodiversität schreitet voran. Für viele Artgruppen existieren nur unzureichende Beobachtungsdaten, da viele Aufnahmen auf zeitlich und räumlich begrenzte Einzeluntersuchungen begrenzt sind. Folglich sind Analysen über Biodiversitätsveränderungen und deren Treiber nur eingeschränkt möglich. Im Projekt AMMOD (Automated Multisensor Stations for Monitoring of BioDiversity) werden daher komplexe Sensorstationen entwickelt, die an einem Standort automatisiert und dauerhaft die umgebenden Arten, ihre Abundanzen und Artgemeinschaften erkennen sollen. Die Datenbasis über ökologische Veränderungen wird dadurch verbessert. Neben der KI-gestützten Artfassung aus optischen und akustischen Signalen kommen auch ML-Ansätze aus dem Bereich Datenanalyse zum Einsatz, wie z.B. die Verschneidung von pflanzlichen Metabarcodingidentifikationen mit weiteren Informationsquellen, um die Präzision der Artidentifikation zu erhöhen. (Siehe Kapitel 2.2)
- **Projekt Natur 4.0:** Das Projekt adressiert, ähnlich wie das o.g. AMMOD Projekt, die Herausforderung lückenhafter Datengrundlagen über biologische Prozesse und Veränderungen. Daher wird im Projekt Natur 4.0 ein möglichst hochauflösendes, flächendeckendes

Monitoringnetzwerk entwickelt, das die Daten von Expertenerhebungen mit Daten mobiler Fernerkundungs- und Umweltsensoren (an Drohnen, fahrenden Robotern, Tieren) miteinander vernetzt. KI kommt dabei u.a. bei der optischen und akustischen Arterkennung sowie der Datenanalyse zum Einsatz. (Siehe Kapitel 2.8.3)

- **Projekt Flora Incognita**: Die Artenkenntnis nimmt in Deutschland deutlich ab. Das Wissen über Tiere, Pflanzen und ökologische Zusammenhänge ist jedoch eine wichtige Grundlage für die Bereitschaft, sich für Natur- und Umweltschutzbelange einzusetzen. Hier setzt das Projekt an, mit dem Ziel das Wissen über die heimische Flora zu verbessern. Flora Incognita ist eine App zur automatischen Bestimmung von Wildpflanzenarten anhand von Fotoaufnahmen. Ein tieflernendes künstliches neuronales Netz identifiziert dabei die wesentlichen Merkmale der abgebildeten Pflanze und kann mittlerweile ca. 5000 verschiedene Arten unterscheiden.
- **Projekt Birdrecorder**: Im Zuge der Energiewende findet in Deutschland ein Ausbau von Windenergieanlagen (WEA) statt. WEA stellen jedoch für windkraftsensible Vögel und Fledermäuse eine Gefahrenquelle dar. Nach einer automatischen, visuellen Erkennung von potentiell bedrohten Zielarten auf Artebene durch den sogenannten BirdRecorder kann als Reaktion auf den Anflug z.B. eines Rotmilans die Drehgeschwindigkeiten einer WEA gedrosselt und Kollisionen mit dem geschützten Vogel verhindert werden. (Siehe Kapitel 2.5)
- **Projekt KInsecta**: Um das Insektensterben besser zu verstehen, braucht es ein zeitlich und räumlich hochaufgelöstes Monitoring, für das jedoch Personalkapazitäten fehlen. Bislang wird das Insektenvorkommen durch aufwendige und teure Methoden sowie an zu wenigen Standorten untersucht. Im Projekt wird deshalb eine Insektenfalle entwickelt, die auch von interessierten Bürgerwissenschaftler\*innen nachgebaut werden kann. Das Gerät fängt die Insekten lebend und führt sie durch einen Fotokanal, in dem mehrere Bildaufnahmen eine automatische Bestimmung des Insekts mittels eines vortrainierten künstlichen neuronalen Netzes ermöglichen. Die Genauigkeit der Bestimmung wird im zweiten Schritt durch die Ergänzung von opto-akustische Signalen (Flügelschläge) optimiert. Im Anschluss können die Insekten lebend entlassen werden. (Siehe Kapitel 2.7)
- **Projektidee DIY-Kamerafalle zum Insektenmonitoring**: Ähnlich zum Problemkontext des Projekts KInsecta, wurde auf der Tagung vorgestellt, wie das Insektenmonitoring durch eine niedrigschwellig nachzubauende 'do-it-yourself' (DIY) Kamerafalle mit automatischer Arterkennung unterstützt werden kann. Die Besonderheit der hier verwendeten KI-Methode liegt in der Echtzeitauswertung der aufgenommen Bilder direkt vor Ort. (Siehe Kapitel 2.8.4)
- **Projekt KI:STE**: KI:STE beschäftigt sich mit der Entwicklung von KI-Methoden zur räumlich und zeitlich präziseren Vorhersage verschiedener Umweltparameter, wie beispielsweise Vegetation. In einem Teil des Projektes wird an der KI-basierten Erkennung von Wildnismerkmalen auf Basis von Satellitenbildern gearbeitet, was z.B. bei der Auswahl von Naturschutzgebieten oder dem Monitoring von Maßnahmeneffekten helfen kann. Ein Fokus des Projekts liegt auf der Nachvollziehbarkeit der eingesetzten KI-Methode. Hierfür wird eine sogenannte Aktivierungskarte ausgegeben, auf der farblich codiert deutlich wird, welche Bereiche der Algorithmus für die Klassifizierung von Wildnisgebieten priorisiert hat. (Siehe Kapitel 4.2)

- **Projekt mAlnZaun:** Die Rückkehr des Wolfes in Deutschland wird von einer intensiven Debatte über die Koexistenz zwischen großen Beutegreifern sowie Menschen und Weidetieren in der dicht besiedelten Kulturlandschaft begleitet. Ein zentraler Konflikt ist der Schutz von Weidetieren vor Wolfsangriffen, der auch durch angepasste Einzäunung, z.B. hohe Elektrozäune, nicht vollumfänglich garantiert werden kann. Auch Herdenschutzhunde bieten je nach Situation keinen vollständigen Schutz. Zudem sind die Hunde teuer in Beschaffung und Unterhalt, nur begrenzt verfügbar und nicht auf allen Flächen einsetzbar. Das Projekt entwickelt daher ein KI-gestütztes Kamerasystem, welches Wölfe am Weidezaun unmittelbar anhand der Bildaufnahmen automatisch erkennt, Vergrämungsmaßnahmen einleitet und Tierhalter über die Präsenz des Wolfs benachrichtigt. (Siehe Kapitel 2.8.2)
- **Projekt ChESS:** Umweltsensoren messen fortlaufend verschiedenste Parameter, wie z.B. Wasserstand, Windrichtung, Luftfeuchtigkeit, um Ökosysteme und deren Veränderungen zu überwachen. Bei kritischen Veränderungen, wie z.B. Algenblüten oder Sturmfluten, können frühzeitige Gegenmaßnahmen oder Warnungen die Schäden solcher Ereignisse abmildern. Im Projekt werden Sensordaten in Echtzeit mit Methoden des maschinellen Lernens ausgewertet, um frühzeitige Anzeichen von Anomalien in intertidalen Meeresökosystemen zu erkennen. Das System löst dann eine automatische Probenahme aus, die potenziell vor, während und nach einer Anomalie erfolgen kann. (Siehe Kapitel 2.8.5)
- **Projekt natur.digital:** Bei vielen Menschen ist die Kenntnis von Tier- und Pflanzenarten gering und nimmt weiter ab. Gleichzeitig halten sich zwar viele Menschen gern in der Natur auf, bekommen aber keine unmittelbaren Informationen zu ihren Naturentdeckungen. Im Projekt natur.digital wird daher ein digitaler Naturführer als App und Website für Bayern entwickelt, der perspektivisch u.a. mit Hilfe von ML-Verfahren zur Bildanalyse Arten, Lebensräume und Tierspuren erkennen soll und mit Storytelling und Gamification-Elementen die Umweltbildung fördert. (Siehe Kapitel 3.1)
- **Projekt zur Holztransporterkennung:** Der illegale Holzeinschlag ist insbesondere im globalen Süden ein Haupttreiber für den Biodiversitätsverlust. Jedoch ist die frühzeitige Erkennung illegaler Holzentnahmen aufgrund der weitläufigen Regionen und der mitunter schwachen Governance lokaler Behörden nur schwer möglich. Der WWF entwickelt daher ein Kamerasystem, das auf Basis von ML-Verfahren LKWs mit Holzladungen auf Bildern erkennt und lokalen Behörden darüber informiert.
- **Projekt Forest Foresight:** Im WWF Forest Foresight Programm werden KI-Methoden entwickelt, um den illegalen Holzeinschlag in tropischen Wäldern vorherzusagen. Ziel ist es, rechtzeitig vorbeugende Maßnahmen zu treffen und mit den entsprechenden Stakeholdern vor Ort zusammenzuarbeiten. Ein ML-Algorithmus analysiert und kombiniert dafür topologische, sozioökonomische, Satelliten- und Landbedeckungsdaten und gibt die Wahrscheinlichkeit für einen illegalen Holzeinschlag an einem festlegbaren Untersuchungsort an.
- **Projekt PAWS:** Einige Wildtierbestände, wie z.B. Löwen, Elefanten und Nashörner, sind durch Wilderei stark bedroht. Um Anti-Wilderei-Einheiten besser bei ihrer Arbeit zu unterstützen, wurde eine KI entwickelt, welche die Wahrscheinlichkeiten potenzieller Wildereiaktivitäten berechnet, so dass die Ranger ihre Patrouillen daran anpassen können. Hierfür kombiniert der Algorithmus verschiedene Informationsquellen wie Patrouillienrouten und Wildereiaktivitäten sowie grundlegende geographische Informationen des Einsatzgebiets.

Durch die stetige Erweiterung um neue Datenpunkte kann das KI-System seine Empfehlungen laufend anpassen und optimieren. Das Tool kann auch gegen die illegale Fischerei sowie den illegalen Holzeinschlag genutzt werden.

- **Projektidee zur automatischen Erkennung von Meeresverschmutzung:** Jedes Jahr landen tonnenweise Plastikmüll in den Weltmeeren, wo sie von Tieren verschluckt werden oder sie sich darin verfangen. Zersetzt als Mikroplastik bedroht Plastikmüll durch die Nahrungskette u.a. auch die menschliche Gesundheit. Eine globale, KI-basierte Plattform zur bildgestützten Erkennung, zum Nachverfolgen und zur Vorhersage von Plastikmüleintrag könnte die Entfernung von Plastikmüll aus Meeren unterstützen. (Siehe Kapitel 2.8.1)
- **Project NaTec- KRH:** Die Heinz Sielmann Stiftung erforscht auf einem ehemaligen Truppenübungsplatz wie Naturschutz, Landschaftspflege und Biodiversitätsforschung zu einer positiven Entwicklung ehemaliger Militärfächen beitragen können. Hierfür wird eine regelmäßige Kartierung von Arten und Lebensräumen im Feld vorgenommen, ergänzt durch KI-gestützter Fernerkundung. Ein Fokus liegt hierbei auf der Oberflächenklassifizierung von Lebensraumdynamiken in naturnahen Ökosysteme anhand von Satellitendaten. Hierzu wird unüberwachtes ML eingesetzt um eine automatische Erstellung von Trainingsdaten zu ermöglichen. Die Auswertung der trainierten Modelle erfolgt anschließend u.a mit Random Forest und Support Vector Maschine Ansätzen aus dem Bereich des ML-Verfahren.

Wie die aufgeführten Projekte verdeutlichen, wird im Naturschutzkontext Maschinelles Lernen und KI vorwiegend zur Erhebung, Erkennung und Klassifikation von Daten über die Natur eingesetzt. In vielen Projekten (z.B. natur.digital, mAlnZaun, KInsecta, KI:STE, AMMOD) wird die KI zur Erkennung von Arten, Strukturen und Strukturereignissen (z.B. Mahderkennung) eingesetzt – häufig in Form von ML-Verfahren zur automatischen Bildanalyse. Weitere Anwendungsfelder von KI umfassen die Bereiche Sensordatenfusion (z.B. AMMOD), Modellierung (z.B. Forest Foresight, ChESS) und Entscheidungshilfen (z.B. Future Forst, PAWS).

Neben den konkreten naturschutzfachlichen Anwendungen wurde auf der Tagung deutlich, welche wichtige Rolle KI bei der täglichen Arbeit, insbesondere innerhalb der Behörden, einnehmen kann. Bedarfe wurden im Bereich der Hebung analoger Datenbestände innerhalb der Länderbehörden geäußert, die ohne automatische Verfahren aufwandsbedingt nicht digitalisiert werden können. Dies können Herbarien, alte Kartenbestände oder handschriftliche Berichte sein. Darüber hinaus wünscht sich die Mehrzahl der Teilnehmer\*innen eine Unterstützung durch KI-Technologien beim Wissensmanagement in ihren jeweiligen Organisationen, z.B. durch automatische Verschlagwortung von wissenschaftlichen Texten oder der intelligenten Texterfassung.

### 5.3 Gezielte KI-Entwicklung für Naturschutzbedarfe

**Kernaussage: Entwicklungen von KI-Systemen müssen bedarfsorientiert entwickelt werden. Angesichts des gegenwärtigen Hypes ist darüber hinaus stets kritisch zu prüfen, ob Maschinelles Lernen zur Beantwortung des Bedarfs oder der Fragestellung die zweckdienlichste Lösung bereithält.**

Auf der Tagung wurde ein **Workshop zum Thema „Ideation zu KI-Anwendungen im Naturschutz“** durchgeführt. In einer durch Leitfragen gestützten Diskussion wurden zunächst dringende, naturschutzfachlichen Herausforderungen reflektiert – unabhängig davon, ob und wie sie durch KI adressiert werden könnten. Die Abb. 21 zeigt ausgewählte Schlaglichter auf die von den Teilnehmenden genannten Herausforderungen des Naturschutzes. Es zeigte sich, dass sich viele der genannten Probleme dem Schlagwort ‚Daten‘ zuordnen lassen, wie z.B. eine unzureichende Datenvernetzung zwischen Bundesländern oder die fehlende Standardisierung ökologischer Daten aufgrund uneinheitlicher Skalen, Taxonomien und Monitoringmethoden. (Weitere Nennungen der Teilnehmenden lassen sich grob unter dem Schlagwort ‚Monitoring‘ zusammenfassen. Mehrfach wurden auch Herausforderungen durch den Verlust von Expertenwissen genannt sowie die klimawandelbedingte Wasserknappheit. Zudem wurden gesellschaftsbedingte Herausforderungen gesehen sowie Aspekte, die die Landnutzung betreffen. Der Workshop verdeutlichte die grundsätzliche Breite der naturschutzfachlichen Bedarfe und auch die potentiellen vielseitigen Anknüpfungspunkte für ML-Algorithmen. Die erwähnte Zweckdienlichkeit sollte jedoch bei jedem KI-Projekt eingehend analysiert werden. Alle potentiell möglichen Auswirkungen auf sozialer, ökonomischer und ökologischer Ebene sind zu prüfen um die angestrebte KI-Anwendung holistisch zu bewerten.



Abb. 21: Zusammenfassung wichtiger naturschutzfachlicher Herausforderungen aus Sicht der Tagungsteilnehmenden. Teilergebnis des Workshops zum Thema „Ideation zu KI-Anwendungen im Naturschutz“. Nennungen wurden gruppiert und geben nicht alle Aussagen vollständig wider.

**Kernaussage: Maschinelles Lernen, wie alle technologischen Ansätze, kann stets nur ein Teil der Lösung für naturschutzfachliche Probleme sein. Auch ohne KI-Anwendungen wissen wir bereits genug, um im Sinne des Naturschutzes zu handeln.**

Im weiteren Verlauf des **Workshops „Ideation zu KI-Anwendungen im Naturschutz“** wurde diskutiert, ob und inwiefern KI-basierte Lösungsansätze existieren oder denkbar wären, um die o.g. naturschutzfachlichen Herausforderungen zu adressieren. Trotz der hohen Digitalaffinität unter den Tagungsteilnehmenden wurde zunächst betont, dass Technologien und digitale Methoden grundsätzlich keine alleinige Lösung für komplexe Naturschutzanliegen sind, sondern stets – wenn überhaupt – nur ein Teil der Lösung sein können. Zudem waren sich die Expert\*innen einig, dass insbesondere der Bedarf nach einem „Mehr“ an Informationen, der durch die Digitalisierung im Allgemeinen und der KI im Speziellen befriedigt werden kann, kein aktuelles Handeln verzögern darf. Grundsätzlich wissen wir bereits genug, um im Sinne des Naturschutzes agieren zu können. Entwicklungs- und Erprobungszeiten für KI-Anwendungen und Methoden dürfen keinesfalls ein Grund für hinauszögerndes Handeln sein. Darüber hinaus verdeutlichte die Diskussion, dass sich die Teilnehmenden einen Fokus auf die (Weiter-)Entwicklungen bestehender KI-Projekte wünschen und deren möglichst erfolgreichen Transfer in die Praxis. Anstatt einen förderpolitischen Fokus auf das Anschieben zahlreicher weiterer Neuentwicklungen zu legen, sollte zuerst sichergestellt werden, dass bestehende Fördervorhaben, wie z.B. die vom BMUV geförderten KI-Leuchttürme, erfolgreich umgesetzt werden und im Anschluss an den Förderzeitraum ihren Weg in die breite Anwendung finden. Das Thema der Verstetigung von KI-Anwendungen, bzw. der Transfer in die Praxis von Forschungsprojekten wird auch in Kapitel 5.5 und 5.6 erneut aufgegriffen.



Abb. 22: Zusammenfassung zentraler KI- sowie nicht KI-basierter Lösungsansätze und -methoden als Antwort auf wichtige naturschutzfachliche Herausforderungen aus Sicht der Tagungsteilnehmenden. Teilergebnis des Workshops zum Thema „Ideation zu KI-Anwendungen im Naturschutz“. Nennungen wurden gruppiert und geben nicht alle Aussagen vollständig wieder.

Neben diesen grundlegenden Anmerkungen diskutierten die Teilnehmenden eine Vielzahl von Hinweisen und Ideen, wie die naturschutzfachlichen Herausforderungen (vgl. Abb. 21) mit ML-Methoden adressiert werden könnten. Eine Zusammenfassung der genannten Aspekte findet sich in Abb. 22.



Abb. 23: Workshop zum Thema „Ideation zu KI-Anwendungen im Naturschutz“ (©Klemens Mro-genda)

#### 5.4 Perspektiven von Akteur\*innen der Naturschutzpraxis

**Kernaussage: Akteur\*innen der Naturschutzpraxis (insb. Naturschutzverwaltungen) nutzen KI-Ansätze bisher kaum im Rahmen ihrer alltäglichen Arbeit. Um KI-Methoden (verstärkt) zu nutzen, benötigen die Akteur\*innen insb.:**

- 1) **mehr grundlegende KI-Kenntnisse, um die Potentiale für ihre konkreten Bedarfe einschätzen zu können;**
- 2) **mehr personelle Kapazitäten, um in Zusammenarbeit mit KI-Expert\*innen bedarfsorientierte Lösungen zu entwickeln und zu erproben; sowie**
- 3) **im Falle von Naturschutzverwaltungen – ausgereifte, fachlich geeignete und allgemein akzeptierte KI-Methoden zur Erfüllung ihrer gesetzlichen Kernaufgaben.**

Grundsätzlich bestand bei den teilnehmenden Akteur\*innen aus der Naturschutzpraxis (Behörden, NGOs, Stiftungen) eine große **Offenheit für den Einsatz von KI**. Während der Workshops, Vorträge und Gespräche zeigte sich jedoch, dass einige Hürden adressiert werden müssen, damit Praxisakteur\*innen KI-Anwendungen in ihrem Arbeitsalltag einsetzen können. Es wurden Wünsche geäußert, wie diese Herausforderungen angegangen werden können:

Um zunächst einmal den Nutzen von KI-Anwendungen für die eigene Arbeit besser einschätzen zu können, möchten Akteur\*innen der Naturschutzpraxis einen **Überblick und Informationen über bereits existierende oder geplante KI-Anwendungen im Naturschutzbereich** abrufen können. Besonders von Bedeutung wären in diesem Zusammenhang Bewertungen dar-

über, für welche Anwendungsbereiche die jeweilige Anwendung geeignet ist, bzw. welche Beschränkungen sich aus den zugrundeliegenden Methoden oder Trainingsdaten ergeben. Ein Beispiel für eine solche Übersicht aus dem Bereich (Digital-)Technologie und Nachhaltigkeit bietet der GIZ-Tech Detector<sup>9</sup> oder die KI-Landkarte der Plattform Lernende Systeme<sup>10</sup>. Es ist daher zu empfehlen, dass Entwickler\*innen von KI-Anwendungen mit Naturschutzbezug die Plattform Lernende Systeme nutzen, um über ihre Aktivitäten zu informieren.

Um den Ressourcenaufwand gering zu halten, wünschen sich Akteur\*innen der Naturschutzpraxis **einfach zu nutzende KI-Tools**, die sie idealerweise nicht selbst entwickeln müssen, sondern die extern entwickelt, betrieben und ihnen letztlich über Programmierschnittstellen (API) verfügbar gemacht werden können („**KI-as-a-service**“).

Exemplarisch sei an dieser Stelle skizziert, wie ein solcher Service gewinnbringend eingesetzt werden könnte:

Eine große Zahl der Nutzer\*innen von Naturbeobachtungsportalen lädt Fotos auf Webseiten wie naturgucker.de hoch, um entweder Arten bestimmen zu lassen, oder um ehrenamtlich an Datenerhebungen teilzunehmen. Eine per Schnittstelle eingebundene, automatische Bilderkennung klassifiziert die Arten auf den eingereichten Fotos. Neben der zeitnahen Rückmeldung an die Personen, welche Fotos hochladen, könnten bspw. Beobachtungen von invasiven Arten automatisch an die entsprechenden behördlichen Meldeportale weitergegeben werden. Systeme wie Flora Incognita bieten bereits heute solche Schnittstellen und werden bereits in ersten Fällen in die Anwendungen Dritter eingebunden.

Grundsätzlich sollten KI-Anwendungen möglichst **schnell einen Nutzen** entwickeln. Langwierige Entwicklungszyklen bei unklarem Endergebnis und fachlichem Mehrwert können sich praxisorientierte Einrichtungen aus genannten Kapazitätsgründen nicht erlauben. Jedoch ist den Tagungsteilnehmer\*innen aus der Praxis bewusst, dass komplett fertige KI-Lösungen nicht existieren und ein gewisser Aufwand für die Co-Entwicklung praxisorientierter Anwendungen, bzw. deren Adaption auf den eigenen Aufgabenkontext stets gegeben ist und grundlegende Expertise voraussetzt.

Ein häufig geäußertes Hemmnis für den Einsatz von KI in Naturschutzbehörden ergibt sich daraus, dass die bislang entwickelten Systeme nicht im ausreichenden Maße auf deren gesetzlich verankerte Aufgaben zugeschnitten sind. So ist Bilderkennung sicher gut geeignet, um nach dem Crowd Sourcing Prinzip unstrukturiert Beobachtungsdaten von Pflanzen und Tieren zu erheben. In ein strukturiertes Biodiversitätsmonitoring finden solche Ansätze jedoch noch keinen Eingang. Für solche strukturierten Erhebungen werden strenge Aufnahmeprotokolle angewendet und neben dem Vorkommen (presence) von Arten beispielsweise auch die Einschätzung von professionellen Kartierenden zum „Nicht-Vorkommen“ (absence), oder zur Abundanz von Arten erfasst. Bisherige KI-Systeme sind noch nicht auf die Erfassung solcher Kenngrößen ausgerichtet. Dafür wären Anpassungen und Weiterentwicklungen, sowie die Vereinbarung von allgemeinen Qualitätskriterien notwendig.

---

<sup>9</sup> <https://techdetector.de/radar?> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)

<sup>10</sup> <https://www.plattform-lernende-systeme.de/ki-landkarte.html> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)

## 5.5 Perspektiven von Akteur\*innen der Naturschutzforschung

**Kernaussage: Damit Forschende erfolgreiche KI-Anwendungen für den Naturschutz entwickeln können, müssen**

- 1) die Vergabe von und die Zusammenarbeit zwischen Fördervorhaben strategisch gut koordiniert werden;
- 2) sich Projekte stärker auf „Praxisrelevanz“ als auf „Innovation“ fokussieren;
- 3) Fördermöglichkeiten zur Anschlussfinanzierung bestehen; und
- 4) frühzeitig Perspektiven für eine langfristige Verstetigung von KI-Anwendungen erarbeitet werden.

**Zudem benötigen Forschende:**

- 5) geeignete IT-Infrastrukturen und
- 6) einen engeren Austausch mit Praxisakteur\*innen.

Neben den zuvor beschriebenen Perspektiven der teilnehmenden Praxisakteur\*innen (Behörden, NGOs, Stiftungen) wurden auf der Tagung auch Bedarfe von Forschungsakteur\*innen diskutiert.

Die Forschung ist im besonderen Maße auf die Verfügbarkeit von Fördermitteln angewiesen. In diesem Zusammenhang bedarf es einer **guten, strategischen Koordinierung von Fördervorhaben und Aktivitäten** auf politischer bzw. Projektträgerenebene, um inhaltsgleiche KI-Projekte zu vermeiden und um die Zusammenarbeit zwischen themen- oder methodenverwandten Projekten zu koordinieren. Dies ist insbesondere wichtig, weil das Thema KI in Deutschland sowie international derzeit eine große politische Aufmerksamkeit genießt und somit hohe Summen für die KI-Forschung zur Verfügung stehen. Allein dem Umweltressort der Bundesregierung stehen in den nächsten Jahren 150 Millionen Euro für KI-Projekte im Umwelt-, Klima- und Naturschutzbereich zur Verfügung (vgl. BMUV Fünf-Punkte-Programm). Insbesondere zwischen Förderprojekten, die ähnliche Anwendungsfälle bearbeiten, wie z.B. die visuelle oder akustische Artbestimmung, ist eine engere Zusammenarbeit sinnvoll, um Synergieeffekte bzgl. der eingesetzten KI-Methoden mit Bezug auf Trainingsdaten, Infrastrukturen oder eingesetzten ML-Verfahren zu erzielen. Beispielsweise arbeiten derzeit mehrere Projekte bzw. Projektideen an einer akustischen Vogelstimmenerkennung (z.B. AMMOD, BirdNet, NABU Vogelwelt, Natur 4.0) und an einer bildbasierten Insektenerkennung (z.B. KInsecta, BeesUp, Entwicklung einer DIY-Kamerafalle im JKI).

Folglich wird bei der Beurteilung von Förderanträgen auf den Innovationscharakter von Projektideen großen Wert gelegt. Allerdings empfinden manche Antragstellende den steten „**Innovationsdruck**“ als hinderlich. Praxisakteur\*innen, wie z.B. Behörden oder Verbände, seien in erster Linie auf Methoden und Tools angewiesen, die möglichst anwendungsfreundlich und nachvollziehbar, anstatt zwangsläufig „neu und innovativ“ sind.

Zudem wurde angemerkt, dass die Laufzeiten bewilligter Förderprojekte oft zu kurz seien (meist nur 3 Jahre), um Methoden und digitale Anwendungen hinreichend weit zu entwickeln. Unter den Teilnehmenden wurde daher der Wunsch **nach unkomplizierten Anschlussfördermöglichkeiten** geäußert, um erste Ansätze/ Prototypen aus Vorgängerprojekten zur Markt-, bzw. Praxisreife bringen zu können.

Außerdem erscheint es ratsam, die **langfristige Perspektive von Digitalprojekten** bereits stärker bei der Beurteilung von Förderanträgen zu thematisieren. Zudem sollten frühzeitig innerhalb der Projektlaufzeit Kapazitäten eingeplant werden, um die Möglichkeiten zur späteren Verstetigung von (KI-basierten) Digitalanwendungen (z.B. Smartphone-Apps, Fachanwendungen, Web-Services) zu erarbeiten. Auch eine Kooperation mit Unternehmen oder NGOs ist denkbar, um zukunftsfähige Entwicklungsmodelle für digitale Anwendungen aus Sicht des Naturschutzes und der Gesellschaft zu entwickeln.

Erschwerend kommt hinzu, dass sich Leistungskriterien in Wissenschaft und Forschung hauptsächlich an Publikationserfolgen orientieren und weniger an der praktischen Einsetzbarkeit, Verstetigung oder gar am naturschutzfachlichen Nutzen der entwickelten Konzepte, Methoden und Tools. Unter den Teilnehmenden der Tagung wurde daher der Bedarf nach einem „**Kulturwandel**“ in Forschungseinrichtungen gesehen. Dieser sollte nicht nur einen stärkeren Fokus auf den Transfererfolg und die Praxisrelevanz, z.B. von KI-Anwendungen legen, sondern darüber hinaus eine Kultur des Ausprobierens und Adaptierens innerhalb von Förderprojekten erlauben.

Zudem wurde auf der Tagung u.a. von den Forschungsakteur\*innen der Bedarf nach unterstützenden **IT-Infrastrukturen** genannt, die die Forschenden z.B. beim Datenmanagement und bei der Datenhaltung unterstützen können. Dies ist insbesondere mit Hinblick auf die umfangreichen benötigten Trainingsdatensätze für KI-Anwendungen relevant. Initiativen, wie beispielsweise die im Aufbau befindliche Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI), bzw. NFDI4Bio, können wichtige Dienstleistungen für die Wissenschaftscommunity im Bereich Datenmanagement anbieten.

Viele Forschungsakteur\*innen haben den Anspruch, praxisrelevante Entwicklungen zu erarbeiten. Um dies tun zu können, wurde der Bedarf nach einer **stärkeren Praxisnähe** deutlich. Wissenschaftler\*innen aus Forschungseinrichtungen sind auf eine enge Zusammenarbeit mit den Zielgruppen aus der naturschutzfachlichen Praxis angewiesen, für deren Nutzung KI-Methoden und -Tools entwickelt werden. Allerdings haben Praxisakteur\*innen oftmals keine Kapazitäten, um eng in der Entwicklung von KI-Anwendungen eingebunden zu werden.

## 5.6 Verstetigung von KI-Anwendungen

**Kernaussage: Ein großer Teil der KI-Anwendungen im Naturschutz ist gegenwärtig projektfinanziert und auf dem Reifegrad von Prototypen. Aber auch Anwendungen mit einem hohen Reifegrad sind mitunter nicht langfristig gesichert. Damit der Naturschutz nachhaltig von KI-Entwicklungen profitieren kann, müssen Konzepte und Strukturen zur Verstetigung geschaffen werden.**

In der Digitalwirtschaft wird oft vom „MVP (Minimum Viable Product) Friedhof“ gesprochen. Dies bezieht sich auf die hohe Anzahl von Prototypen, bzw. MVPs aus sogenannten Innovationslaboren oder Forschungsvorhaben, die zwar einen gewissen Reifegrad erreichen, aber nicht langfristig weiterentwickelt werden und somit den Sprung in eine verstetigte, breitenwirksame Praxisanwendung verpassen. Neben der aktuell vorhandenen Finanzierung und Förderung von KI-Projekten (vgl. Kapitel 5.5) gilt es deshalb auch Ressourcen für den langfristigen Betrieb von KI-Anwendungen bereit zu stellen. Dies betrifft auch die Organisationentwicklung, z.B. in Naturschutzbehörden, die, wie in Kapitel 5.4 skizziert, über zu wenig personelle Kapazitäten verfügen, um KI-Anwendungen in ihren Organisationen einzuführen und kontinuierlich

weiterzuentwickeln. In diesem Zusammenhang wurde auch das Problem befristeter Projektstellen angemerkt: Mit dem Ende von Projektlaufzeiten entfällt häufig das Fachwissen digital-kundiger Projektmitarbeitender, so dass die entwickelten Ansätze nicht weiterverfolgt werden können.

Forschungsnehmer\*innen im Bereich KI und Naturschutz auf der anderen Seite stehen vor der Herausforderung frühzeitig zu klären wie eine mögliche Verstetigung ihres entwickelten und erprobten Prototyps die weiteren Entwicklungsschritte hin zur Praxisanwendung nehmen kann. Die frühzeitige Einbindung von Expert\*innen aus Verbänden und Behörden kann dabei helfen, die Ausrichtung für das finale Produkt zu schärfen und mögliche naturschutzfachliche Einsatzmöglichkeiten und damit verbundene Aufwände abzuschätzen. Neben dem Aufbau von Strukturen zum langfristigen Betrieb und Weiterentwicklung von KI-Anwendungen im behördlichen und NGO-Umfeld wurde auch die Kommerzialisierung als Verstetigungsoption diskutiert, mit den bekannten Chancen und Risiken einer solchen Option. Dem gegenüber hat das BMUV mehrere Initiativen gestartet, um KI-Systeme im Naturschutz gemeinwohlorientiert entwickeln und betreiben zu können. Ein Beispiel hierfür ist die Eröffnung der gemeinwohlorientierten KI-Ideenwerkstatt für Umweltschutz des BMUV in Berlin.

### 5.7 Stimmungsbild zur weiteren Entwicklung

**Kernaussage: Trotz der identifizierten Herausforderungen für den Transfer von KI-Anwendungen in die Praxis sind die Tagungsteilnehmenden optimistisch, dass Lösungen gefunden werden und der Weg in die Praxis in den nächsten Jahren zunehmend gelingt.**

Die Tagungsteilnehmenden wurden eingeladen an einem Stimmungsbarometer teilzunehmen. Dabei wurde **um Einschätzung gebeten, wie wahrscheinlich oder unwahrscheinlich es sei, dass KI-Anwendungen innerhalb der nächsten 5 Jahre wirksam in der praktischen Naturschutzarbeit eingesetzt werden**. Pro Person konnte ein Punkt zur Beantwortung geklebt werden. Um zu prüfen, ob unterschiedliche Akteursgruppen abweichende Einschätzungen geben, wurden die Teilnehmenden gebeten, ihren Punkt in jeweils der Zeile zu kleben, je nachdem welcher Akteursgruppe sie sich am ehesten zugehörig fühlten (entweder Person aus Naturschutzverbänden, -praxis, -verwaltung; oder Person aus Forschung und unmittelbar an KI-Entwicklung Beteiligte).

Abb. 24 und Abb. 25 zeigen das Ergebnis des Stimmungsbilds: Insgesamt denkt die große Mehrheit (25 von 30 abgegebenen Stimmen), dass KI-Anwendungen „eher wahrscheinlich“ oder „sehr wahrscheinlich“ innerhalb der nächsten 5 Jahre in der Naturschutzpraxis eingesetzt werden. Trotz der zahlreichen, zuvor beschriebenen Herausforderungen für den Forschungs-Praxis-Transfer schätzte niemand der Teilnehmenden dies als „sehr unwahrscheinlich“ ein. Zudem kann festgestellt werden, dass die Teilnehmenden sich optimistisch äußerten, unabhängig davon, welcher Akteursgruppe sie sich zuordneten.

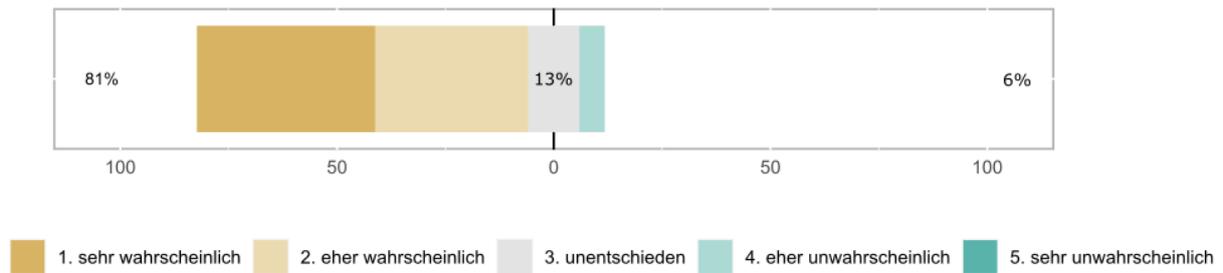


Abb. 24: Stimmungsbild der Tagungsteilnehmenden aus der Akteursgruppe „Naturschutzverbände, -praxis und -verwaltung“ über die Wahrscheinlichkeit, dass KI-Anwendungen innerhalb der nächsten fünf Jahre wirksam in der Naturschutzpraxis eingesetzt werden.

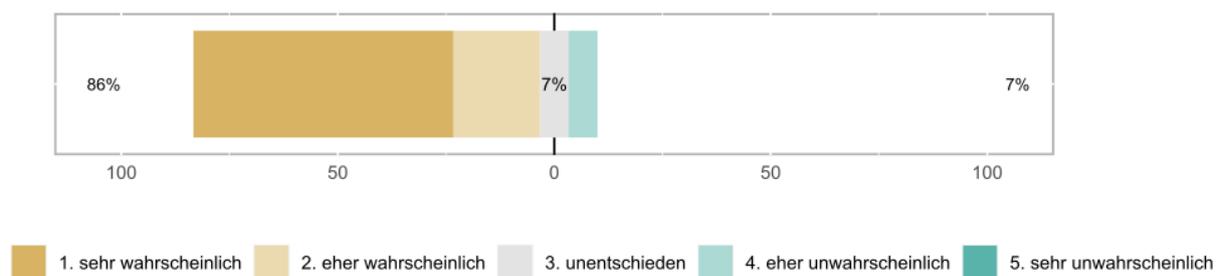


Abb. 25: Stimmungsbild der Tagungsteilnehmenden aus der Akteursgruppe „Forschung, unmittelbar an konkreter KI-Entwicklung Beteiligte) über die Wahrscheinlichkeit, dass KI-Anwendungen innerhalb der nächsten fünf Jahre wirksam in der Naturschutzpraxis eingesetzt werden.

## 5.8 Ganzheitliche Anforderungen an KI-Anwendungen

**Kernaussage: KI-Anwendungen können unerwünschte soziale und ökologische Auswirkungen haben. Detaillierte Empfehlungen sowie neue rechtliche Grundlagen definieren die Leitplanken für sozialverträgliche, ethische, nachvollziehbare und „grüne“ KI-Systeme.**

In der jüngeren Vergangenheit wurden verstärkt Diskussionen über die Sozialverträglichkeit und Nachhaltigkeit der Digitalisierung im Allgemeinen sowie über die Entwicklung und den Einsatz von KI im Speziellen geführt.

Im KI-Leuchtturmprojekt SustAIn wurde ein umfassender Kriterienkatalog erarbeitet, um die soziale, ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit von KI-Anwendungen bewerten zu können.

In Deutschland und auf EU-Ebene liegen darüber hinaus verschiedene Gutachten und Empfehlungen vor wie z.B. die „EU Ethik-Leitlinien für eine vertrauenswürdige KI“ (2019), das Gutachten der „Datenethikkommission“ der Bundesregierung (2019), das „EU Weißbuch zur Künstlichen Intelligenz“ (2020), der Bericht der „Enquete-Kommission KI“ an den deutschen Bundestag (2020). Als gesetzliche Grundlagen spielen die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) und zukünftig die Umsetzung der EU KI-Verordnung eine wichtige Rolle. Daneben existieren zahlreiche Selbstverpflichtungen und Empfehlungskataloge von Unternehmen, Forschungsverbänden und digitalpolitischen Initiativen wie z.B. die Algo.Rules, die Bitkom-Leitlinien oder die Ethischen Leitlinien der Gesellschaft für Informatik. Die konzeptionellen und zunehmend auch die rechtlichen Grundlagen für eine sozial verträgliche, vertrauenswürdige, ethische und „grüne“ KI liegen also vor.

Das Risiko für unerwünschte soziale Auswirkungen von KI-Anwendungen im Naturschutzbereich wird, im Gegensatz zum medizinischen Bereich, bei der polizeilichen Arbeit, oder bei der Beurteilung von Bewerber\*innen, bislang als relativ gering eingeschätzt. Im Naturschutz werden die meisten KI-Anwendungen zur Erhebung, Erkennung und Klassifikation von Daten über Biodiversität, Naturzustände und -veränderungen eingesetzt. Bei den zugrundeliegenden Daten handelt es sich in den meisten Fällen um ökologisch-physikalische Daten unterschiedlicher Sensoren. Soziodemographische Daten werden bislang nur selten für KI-Anwendungen im Naturschutz verarbeitet.

Trotz des Fokus auf ökologische Daten müssen KI-Anwendungen im Naturschutz stets auf mögliche sozial-ethische Implikationen und datenschutzrechtliche Aspekte hin geprüft werden. Abwägung über den Einsatz, bzw. die Ausgestaltung werden zunehmend relevant, wenn KI-Anwendungen z.B. naturschutzkonformes Verhalten überwachen. So werden durchaus auch naturschutzfachlichen Bedarfe nach der automatischen Erfassung und Bewertung von menschlichem Handeln in Schutzgebieten geäußert, um beispielsweise die Besucherlenkung zu verbessern oder Betretungsverbote und Nutzungseinschränkungen zu kontrollieren. In der Landwirtschaft werden bereits heute großflächige Kontrollen durch Satelliten unterstützt, um die Einhaltung ökologischer Auflagen und damit verbundener Subventionsansprüche zu prüfen. Ein weiterer sozial-sensibler Bereich von KI im Naturschutz ist die Vorhersage von Umweltkriminalität (z.B. illegale Abholzung, Wilderei, Handel mit geschützten Arten), sofern hierfür soziodemographische Faktoren herangezogen werden, was zu Stigmatisierung betroffener Personengruppen führen kann. Auch kann das Recht auf Privatheit betroffen sein, je mehr Sensoren und Kamerasysteme als Grundlage von KI-Anwendungen zur Überwachung der Natur installiert und eingesetzt werden. Dies betrifft z.B. den Einsatz von Drohnen, Kamerafallen

oder Akustik-Logger, die neben den naturschutzfachlichen Inhalten auch menschliches Verhalten aufzeichnen könnten.

**Kernaussage: Zur Sicherstellung der Nachvollziehbarkeit selbstlernender ML-Systeme arbeitet die Forschung zunehmend an Methoden für erklärbare KI (explainable AI – XAI). Diese Methoden sind eine wichtige Grundlage für die Einsetzbarkeit, Akzeptanz und ggf. Rechtssicherheit von ML.**

Eine weitverbreitete Anforderung an eine vertrauenswürdige KI wird unter dem Schlagwort „Transparenz“ verhandelt. Damit sind meist Nachvollziehbarkeit, Verständlichkeit und Interpretierbarkeit von KI-Ergebnissen gemeint. Dies ist sowohl für KI-Entwickler\*innen, als auch Fachanwender\*innen relevant, um die technische und fachliche Korrektheit der Ergebnisse von KI-Systemen einschätzen zu können. Insbesondere für die Arbeit von Naturschutzbehörden, Fachgesellschaften und Planungsbüros sind qualitätsgeprüfte Methoden unabdingbar, um die Akzeptanz für neue Standardmethoden zu ermöglichen und um fachlich richtige Naturschutzmaßnahmen sowie Politikempfehlungen durchführen, bzw. aussprechen zu können. Auch für allgemeine Endnutzer\*innen (z.B. die Nutzenden einer KI-basierten Artbestimmungs-App) sind leicht verständliche Informationen über die Transparenz von KI-Ergebnissen wichtig, z.B. um Interesse und Akzeptanz für KI-Anwendungen zu steigern. Die Forschung arbeitet daher zunehmend an Methoden der erklärbaren KI (explainable AI - XAI), um Licht ins Dunkel der komplexen, algorithmischen Ergebnisfindung zu bringen. [Kapitel 4.2.](#) gibt einen Einblick in die Arbeit zur Visualisierung der Entscheidungsfindung eines KI-Modells am Beispiel der Wildnisflächenklassifizierung mittels Fernerkundungsdaten.

## Literatur

Schneider, C., Mrogenda, K., Davis, M. (2023): Digitalisierung im Naturschutz: Potenziale, Risiken und Lösungsansätze. Hg. v. Bundesamt für Naturschutz (BfN), BfN-Schriften. In Vorbereitung

## 6 Fazit

Die großen Fortschritte im Bereich der KI und insbesondere des Maschinellen Lernens eröffnen vielfältige Potenziale. Es ist bereits abzusehen, dass Maschinelles Lernen den Naturschutz zukünftig so selbstverständlich unterstützen wird wie es heute bereits Statistik und Modellierung tun. Dennoch ist zu beobachten, dass sich die Komplexität bei Methoden- und Anwendungsentwicklung durch die aufkommenden KI-Systeme erhöht. Eine erfolgreiche Entwicklung von KI-Systemen benötigt deshalb eine intensive, inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit, inklusive eines Kompetenzaufbaus im Naturschutz.

Die BfN Dialogveranstaltung zu KI im Naturschutz trägt hierzu ihren Teil bei, indem nicht nur die fachliche mit der technischen Perspektive vernetzt wird, sondern auch unterschiedliche Akteur\*innen aus Forschung, Politik, NGOs und Wirtschaft zu dem Thema ins Gespräch kommen und voneinander lernen. Grundsätzlich ist unter allen Teilnehmer\*innen der Tagung eine Technologieoffenheit gegenüber KI festzustellen. Unter den richtigen Rahmenbedingungen werden große Potentiale für den KI-Einsatz im Naturschutz gesehen. Entscheidend für die Realisierung der Potentiale sind jedoch die angesprochenen Grundsätze, die abseits des Technik-Hypes dafür sorgen, dass KI-Anwendungen ihren Weg in die Praxis finden:

- KI-Ansätze sind als **ein** möglicher, **potentieller** Lösungsansatz zu verstehen
- Jede KI-Anwendung muss einen klaren naturschutzfachlichen Mehrwert aufweisen
- Dieser Mehrwert muss ins Verhältnis zu den entstehenden Kosten und Aufwendungen für Entwicklung und Betrieb gesetzt werden
- KI-Anwendungen sind holistisch unter gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten zu bewerten. Ein „Nein“ zu KI-Anwendungen aus vertretbaren Gründen muss Bestandteil des Lösungsfindungsprozesses bleiben.
- Eine Verbesserung der Datengrundlage im Naturschutz durch KI-gestützte Erhebungsmethoden darf keine aufschiebende Wirkung auf aktuelle, dringende naturschutzfachliche Problemstellungen entfalten. Wir wissen in vielen Fällen bereits heute genug, um effektiv zu handeln.
- Um KI-Anwendungen für den Naturschutz effektiv einzusetzen, bedarf es einer deutlichen Steigerung der dafür vorgesehenen IT-Kapazitäten in NGOs und Behörden.
- Ein enger Austausch zwischen Forschung und Anwendung ist die Grundlage für die Schaffung eines dringend notwendigen interdisziplinären Mindsets im Bereich der Entwicklung von KI-Projekten.
- Die Verstetigungsoptionen für den langfristigen Betrieb von erfolgreichen KI-Anwendungen müssen signifikant erhöht werden, um den Aufbau von Parallelstrukturen und hohe Kosten durch Mehrfachentwicklungen zu vermeiden



Abb. 26: Blick von der Naturschutzinsel Vilm (© Jens Dede)



Abb. 27: Abendstimmung auf der Naturschutzinsel Vilm (© Klemens Mrogenda)

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Teilnehmende der Tagung „Künstliche Intelligenz im Naturschutz“ auf der Insel Vilm .....	10
Abb. 2:	Participants of the conference „Artificial intelligence in nature conservation“ on the island of Vilm .....	12
Abb. 3:	Übersicht über KI-Anwendungen im Naturschutz .....	13
Abb. 4:	Anwendungsfelder für KI im Naturschutz .....	16
Abb. 5:	Vereinfachtes Beispiel eines Dynamik-Modells, das den Verlauf einer Verteilungsfunktion um den Sensorstandort $s_0$ (links) über die Zeit (Mitte und Rechts) zeigt. Sie kann gemäß einer gleichmäßigen Diffusion verlaufen (Mitte) oder auf der Basis von „Hot-Spots“ multimodal sein (Rechts).....	26
Abb. 6:	Testinstallation des BirdRecorders auf dem WINSENT Windenergiefeld in Stötten bei Geislingen auf der Schwäbischen Alb.....	32
Abb. 7:	Mikroskopische Aufnahmen eines Gefäßelementes der Gattung Eucalyptus mit charakteristischer Tüpfelung der Gefäßwände (links) und von Tracheiden der Gattung Pinus (rechts) .....	34
Abb. 8:	Eine typische Ergebnisansicht zeigt alle gefundenen Gefäße (rote Rahmen) und jeweils die Erkennungssicherheit als Zahl zwischen 0 und 1 wobei die 1 für 100% steht .....	35
Abb. 9:	Beispiel eines Kamerabilds eines krabbelnden Insekts in der Arena. Auch die Beinglieder und die Flügeladern sind gut aufgelöst.....	37
Abb. 10:	Beispiel eines aufgenommenen Flügelschlagsignals und daraus berechnetes Frequenzmuster. Die Grundfrequenz bei ca. 200 Hz und Oberschwingungen sind klar zu erkennen .....	37
Abb. 11:	Multisensordaten werden in einem neuronalen Netz (NN) zusammengeführt .....	38
Abb. 12:	Poster „A global AI Platform for live Detection of Marine Debris“ .....	41
Abb. 13:	Poster „mAIInZaun - Modularer, autonomer und intelligenter Weide(schutz)zaun mit Erkennung und Vergrämung von Prädatoren“ .....	43
Abb. 14:	Ergebnis der Arten-Akkumulierungskurven für die klassische und die automatisierte Vogelkartierung für die Jahre 2020 und 2021.....	45
Abb. 15:	Jahresperiodik des Waldlaubsängers ( <i>Phylloscopus sibilatrix</i> ) basierend auf der automatisierten Kartierung. ....	45
Abb. 16:	Poster „DIY-Kamerafalle mit automatisierter Insekten-Erkennung für Monitoring und Citizen Science“ .....	47
Abb. 17:	Poster „ChESS: Change Event based Sensor Sampling“ .....	49
Abb. 18:	Gemeine Feuerwanze ( <i>Pyrrhocoris apterus</i> ).....	51
Abb. 19:	Aufgabengebiete der BfUL/Fachbereich „Messnetz Naturschutz“ .....	58

---

Abb. 20:	Fledermauszählung in Winterquartieren – Ausflugszählung mit Lichtschrankensystemen (Aufzeichnung der Bewegungen per Tricorder und zur Arterkennung parallel geschaltete Einzelaufnahmen) als Alternative zur Sichtzählung im Winterquartier .....	60
Abb. 21:	Zusammenfassung wichtiger naturschutzfachlicher Herausforderungen aus Sicht der Tagungsteilnehmenden.....	76
Abb. 22:	Zusammenfassung zentraler KI- sowie nicht KI-basierter Lösungsansätze und -methoden als Antwort auf wichtige naturschutzfachliche Herausforderungen aus Sicht der Tagungsteilnehmenden .....	77
Abb. 23:	Workshop zum Thema „Ideation zu KI-Anwendungen im Naturschutz“ .....	78
Abb. 24:	Stimmungsbild der Tagungsteilnehmenden aus der Akteursgruppe „Naturschutzverbände, -praxis und -verwaltung“ über die Wahrscheinlichkeit, dass KI-Anwendungen innerhalb der nächsten fünf Jahre wirksam in der Naturschutzpraxis eingesetzt werden. ....	83
Abb. 25:	Stimmungsbild der Tagungsteilnehmenden aus der Akteursgruppe „Forschung, unmittelbar an konkreter KI-Entwicklung Beteiligte) über die Wahrscheinlichkeit, dass KI-Anwendungen innerhalb der nächsten fünf Jahre wirksam in der Naturschutzpraxis eingesetzt werden. ....	83
Abb. 26:	Blick von der Naturschutzinsel Vilm .....	87
Abb. 27:	Abendstimmung auf der Naturschutzinsel Vilm .....	87

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Hypothesen des Vorhabens .....	20
---------	--------------------------------	----

## Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
AGI	Artificial General Intelligence
ANI	Artificial Narrow Intelligence
API	Application Programming Interface
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BfUL	Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft Sachsen
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
DA	Data-Analytics
DFKI	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz
DIY	„do-it-yourself“
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
EUTR	Europäische Holzhandelsverordnung
F&E	Forschung- und Entwicklungsvorhaben
FFH	Fauna-Flora-Habitatrichtlinie
FKIE	Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie
FoV	Field of View
GAN	Generative Adversarial Network
GIS	Geoinformationssysteme
HEG KI	Hochrangige Expertengruppe für Künstliche Intelligenz
HPC	High Performance Computing
INA	Internationale Naturschutzakademie
ITWM	Fraunhofer Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik
JKI	Julius Kühn-Institut
KI	Künstliche Intelligenz
KNN	Künstliche neuronale Netze
LfULG	Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen

ML	Maschinelles Lernen
MVP	Minimum Viable Product
NMZB	Nationales Monitoringzentrum zur Biodiversität
PMO	Projekt Management Office
SCO	Spiekeroog Coastal Observatory
UBA	Umweltbundesamt
WEA	Windenergieanlagen
ZSW	Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg
ZUG	Zukunft, Umwelt, Gesellschaft
ZVKI	Zentrum für vertrauenswürdige Künstliche Intelligenz

---

## A Anhang

### A.1 KI-Projekte im Naturschutz

Projektname	Kurzbeschreibung	Link
agentmorris.github.io	Umfangreiche Zusammenstellung von Informationen zum Thema Kamerafallen und Künstliche Intelligenz. Neben einer Auflistung von Projekten werden verschiedene Ansätze und zugehörige wissenschaftliche Literatur erläutert.	<a href="https://github.com/agentmorris/camera-trap-ml-survey">https://github.com/agentmorris/camera-trap-ml-survey</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Bio.AI	Ziel ist die Entwicklung von Methoden und Technologien, die eine effiziente, schnelle und automatisierte Überwachung von Biodiversität in verschiedenen Lebensräumen und Landschaften ermöglichen, um die Entwicklung von Ökosystemen, Artengemeinschaften und Populationen zu verfolgen und Ursachen von Veränderungen zu analysieren.	<a href="https://www.bgc-jena.mpg.de/de/bgi/floraincognita">https://www.bgc-jena.mpg.de/de/bgi/floraincognita</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
AMMOD	Automatisiertes Biodiversitätsmonitoring durch "Wetterstationen der Artenvielfalt", inkl. Beprobung von Fluginsekten, Pollen und Sporen durch DNA Barcoding, sowie visuelle, akustische und olfaktorische Arterkennungen. Zudem wird eine Dateninfrastruktur für automatisiertes Reporting aufgebaut (Interoperabilität mit NFDI4Bio). Die Umsetzung ist überregional geplant und taxonomisch breit angelegt.	<a href="https://ammod.de/">https://ammod.de/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Animal Detection Network	Das Ziel des Projekts des amerikanischen Museums für Naturgeschichte ist der Einsatz von Deep Machine Learning zur automatisierten Identifizierung und Zählung von Tierarten in Bildern, Videos und Audio.	<a href="https://biodiversityinformatics.amnh.org/ml4conservation/animal-detection-network/">https://biodiversityinformatics.amnh.org/ml4conservation/animal-detection-network/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
animalvoice.io	Das Ziel von Animal Voice ist die Bereitstellung von Lerninhalten zu Naturschutzthemen für sogenannte Smart Speaker.	<a href="https://www.animalvoice.io/wwf">https://www.animalvoice.io/wwf</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
apic.ai	Apic.ai fokussiert sich auf das automatisierte Monitoring von Bestäuberinsekten. Der Einsatz computergestützter Bildverarbeitung soll es ermöglichen, selbst geringe Effekte von Substanzen, landwirtschaftlichen Praktiken und Umweltfaktoren auf Bestäuber sichtbar zu machen.	<a href="https://apic.ai/">https://apic.ai/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
AQUA-KI	Unterwassermikroskopie, Videotechnik und KI-Bildauswertung sollen Mikroorganismen in Gewässern sichtbar machen. So soll ein Frühwarnsystem für schädliche Arten oder Verunreinigungen entstehen.	<a href="https://www.igb-berlin.de/projekt/aqua-ki">https://www.igb-berlin.de/projekt/aqua-ki</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)

BearID	Automatische Gesichtserkennungssoftware für Braunbären auf Individuenebene.	<a href="http://bearresearch.org/">http://bearresearch.org/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
BeesUp	Ein digitales sowie analoges Planungswerkzeug soll dabei unterstützen, städtische Flächen Wildbienen-gerechter zu entwickeln. Zudem wird eine Wildbienenbestimmungs-App entwickelt, die unabhängig vom Planungstool genutzt werden kann.	<a href="https://biologischevielfalt.bfn.de/bundesprogramm/projekte/projektbeschreibungen/beesup.html">https://biologischevielfalt.bfn.de/bundesprogramm/projekte/projektbeschreibungen/beesup.html</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Better Weeds	Ziel ist die Entwicklung autonomer Unkrauterken- nung, KI-basierter Identifizierung von Unkrautarten und georeferenzierten Unkrautverteilungskarten unter Berücksichtigung standortspezifischer Besonderheiten des Einzelschlages.	<a href="https://www0.tu-ilmeneau.de/better-weeds/">https://www0.tu-ilmeneau.de/better-weeds/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
BILBI	BILBI verwendet verfügbare biotische und abiotische Datensätze um mittels Modellierung die Veränderung der biologischen Vielfalt mit feiner räumlicher Auflösung über die globale Landoberfläche zu bewerten.	<a href="https://research.csiro.au/macroecologicalmodelling/bilbi/">https://research.csiro.au/macroecologicalmodelling/bilbi/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
BIOfid	Der Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung (BIOfid) stellt aktuelle und historische Literatur zur Biodiversität überregional zur Verfügung und setzt dabei unter anderem auf Text Mining.	<a href="https://www.biofid.de/de/#text-mining">https://www.biofid.de/de/#text-mining</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
BirdBuddy	Ein Vogelfutterspender mit eingebauter Kamera. Nutzer erhalten Echtzeit-Benachrichtigungen per App. Die Vogelart wird durch KI erkannt und Fotos können über Soziale Medien geteilt werden.	<a href="https://mybirdbuddy.com/">https://mybirdbuddy.com/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
BirdNet	BirdNET ist eine App, mit der Vögel durch Maschinelles Lernen akustisch bestimmt werden können.	<a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=de.tu_chemnitz.mi.kahst.birdnet&amp;hl=de&amp;gl=US">https://play.google.com/store/apps/details?id=de.tu_chemnitz.mi.kahst.birdnet&amp;hl=de&amp;gl=US</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
BirdRecorder	System zur Vermeidung von Kollisionen geschützter Vögel mit Windenergieanlagen auf Basis von KI-gestützter Bilderkennung	<a href="https://www.zsw-bw.de/projekt/windenergie/birdrecorder-vermeidung-von-kollisionen-geschuetzter-voegel-mit-windenergieanlagen.html">https://www.zsw-bw.de/projekt/windenergie/birdrecorder-vermeidung-von-kollisionen-geschuetzter-voegel-mit-windenergieanlagen.html</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
BirdVision	Kamerasystem zur Erfassung und zum Schutz windkraftempfindlicher Vogelarten an Windenergieanlagen. KI-basierte Erkennung von Vögeln rund 500 Meter Luftraum um die Rotoren, die ggf. ein Abschaltsignal senden. Über einen Server im Windradturm werden die Bilder verarbeitet.	<a href="https://birdvision.org/">https://birdvision.org/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)

CACTUS	Das Projekt CACTUS erarbeitet Methoden, um das Aussterberisiko von Arten automatisiert vorherzusagen zu können.	<a href="https://www.inria.fr/en/cactus">https://www.inria.fr/en/cactus</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023))
CAPTAIN	KI-gestütztes Verfahren (Reinforcement Learning) um Biodiversitätsentwicklungen nach Zielkriterien zu optimieren. Z.B. Anteil geschützter Fläche, Erhalt von Arten, ökonomischer Wert.	<a href="https://www.captain-project.net/">https://www.captain-project.net/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
ChESS	Change Event Based Sensor Sampling (ChESS) entwickelt eine KI-basierte Teilautomatisierung naturwissenschaftlicher Versuchsdurchführungen in marinen Lebensräumen, z.B. für die Überwachung von Systemen und die Untersuchung von Biodiversität und Ökosystemfunktionen. Es dient der Früherkennung von Problemen, z.B. von giftigen Algenblüten.	<a href="https://www-live.dfki.de/web/forschung/projekte-publikationen/projekte-uebersicht/projekt/chess">https://www-live.dfki.de/web/forschung/projekte-publikationen/projekte-uebersicht/projekt/chess</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Chimpface	Automatische Gesichtserkennung wird zur Analyse von sozialen Medien und e-Commerce-Websites angewendet, um illegalen Online-Handel von Menschenaffen aufzudecken. Die KI wird mit verfügbaren Bildern von bereits gehandelten Affen trainiert.	<a href="https://conservationx.com/project/id/8">https://conservationx.com/project/id/8</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Cognitive Weeding	KI-basierte Unterscheidung zwischen unerwünschten und harmlosen Ackerkräutern. Ziel ist es, den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu senken oder gänzlich zu vermeiden bzw. die mechanische Unkrautregulierung zu erleichtern.	<a href="https://www.z-u-g.org/foerderung/ki-leuchttuerme-fuer-umwelt-klima-natur-und-ressourcen/projekt/cognitive-weeding/">https://www.z-u-g.org/foerderung/ki-leuchttuerme-fuer-umwelt-klima-natur-und-ressourcen/projekt/cognitive-weeding/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
COMECO	Entwicklung eines Tools zur maschinellen Identifikation von schweizer Pflanzenarten basierend auf Fotos und Standorteigenschaften	<a href="https://www.wsl.ch/de/projekte/comeco.html">https://www.wsl.ch/de/projekte/comeco.html</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
eBird App	Globales Netzwerk von Vogelbeobachtern, die ihre Beobachtungen teilen. eBird bietet zudem Visualisierungen und Datenerzeugnisse aus den Beobachtungsdaten, wie z.B. zu Migration und Häufigkeitsmuster, berechnet auf Basis von Modellen und maschinellem Lernen.	<a href="https://ebird.org/home">https://ebird.org/home</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
FishFace	FishFace ist ein Tool zur automatischen Erkennung von Fischen, um auf einem Fischerboot vor Ort auf See Informationen über Menge und Art des Fischfangs zu erhalten. Ziel ist die Förderung des nachhaltigen Fischfangs.	<a href="https://www.natureaustralia.org.au/what-we-do/our-priorities/oceans/ocean-stories/fishface/">https://www.natureaustralia.org.au/what-we-do/our-priorities/oceans/ocean-stories/fishface/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Flora Capture	Ziel ist das Sammeln von Pflanzenbildern aus vorgegebenen Perspektiven. Diese bilden u.a. die Datengrundlage für die Bestimmungsfunktion der Flora Incognita App. Flora Capture Beobachtungen werden von Experten begutachtet und bestimmt.	<a href="https://floraincognita.de/flora-capture-app/">https://floraincognita.de/flora-capture-app/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)

Flora Helvetica	App zur Bestimmung von mehr als 3.000 in der Schweiz wachsenden Pflanzen, basierend auf Bestimmungsschlüsseln sowie einer automatischen Bilderkennung, die in Zusammenarbeit mit Flora Incognita erarbeitet wurde. Georeferenzierte Beobachtungslisten können erstellt werden und dem nationalen Daten- und Informationszentrum Info Flora gemeldet werden.	<a href="https://www.flora-helvetica.ch/app">https://www.flora-helvetica.ch/app</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Flora Incognita	Automatische Pflanzenbestimmung für mehr als 4.800 Pflanzenarten der mitteleuropäischen, wildwachsenden Flora. Neben der automatischen Bestimmung gibt die App auch Informationen zu Merkmalen, Bestäuber, Schutzstatus, Verwechslungsarten. Aktuell wird an der Erarbeitung kindergerechter Pflanzensteckbriefe gearbeitet.	<a href="https://floraincognita.com/de/apps/flora-incognita/">https://floraincognita.com/de/apps/flora-incognita/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
FutureForest	Das Projekt erprobt KI-Verfahren zur Waldzustandsanalyse und zur Entscheidungsvorbereitung zum klimaangepassten Waldumbau. Ziel sind KI-gestützte Handlungsempfehlungen, an welchen Standorten welche Baumarten oder Waldtypen angelegt werden können.	<a href="https://www.z-u-g.org/foerderung/ki-leuchttuerme-fuer-umwelt-klima-natur-und-ressourcen/projekt/futureforest/">https://www.z-u-g.org/foerderung/ki-leuchttuerme-fuer-umwelt-klima-natur-und-ressourcen/projekt/futureforest/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
iBatsID	Online Tool zur automatischen Bestimmung von akustischen Fledermausaufnahmen. Die Anwendung kann zwischen 34 europäischen Fledermausarten unterscheiden.	<a href="http://ibatsid.eu-west-1.elasticbeanstalk.com/">http://ibatsid.eu-west-1.elasticbeanstalk.com/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Identiflight	Optisches System zur automatischen Vogelerkennung zur Vermeidung von Vogelschlägen an Windkraftanlagen. Kommerzieller Anbieter aus den USA, steht kurz vor Markteinführung in DE. "Identiflight kostet laut Auskunft der Firma knapp eine halbe Million Euro. Es kann rund vier bis fünf Windkraftanlagen abdecken." (Spiegel 2022, "In der Risikozone")	<a href="https://www.identiflight.com/">https://www.identiflight.com/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
iNaturalist	Weltweites Netzwerk und Plattform, über die Wissenschaftler*innen und Citizen Scientists Naturbeobachtungen online stellen. Artbestimmung durch KI sowie durch Input aus der Community. Leitet Daten an GBIF weiter.	<a href="https://www.inaturalist.org/">https://www.inaturalist.org/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Kinsecta	Ziel ist die digitales Echtzeit-Monitoring von Insekten durch die Entwicklung nicht-tödlicher, multisensorischer Insektenfallen, in denen Tiere durch KI-Verfahren bestimmt werden. Daten soll auf einer Plattform hochgeladen werden können, um sie zu diskutieren, zu visualisieren und der Forschung zur Verfügung zu stellen.	<a href="https://kinsecta.org/">https://kinsecta.org/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)

KI-WOOD	Ein vom BMEL gefördertes Projekt zur Entwicklung von automatisierten (digitalen) Bildererkennungssystemen zur Holzartenbestimmung mittels künstlicher Intelligenz. Umsetzungspartner ist die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) in Kooperation mit dem Fraunhofer Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM)	<a href="https://www.kiwuh.de/index.php?id=13475&amp;fkz=2220HV063B">https://www.kiwuh.de/index.php?id=13475&amp;fkz=2220HV063B</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
mAlnZaun	Forschungsprojekt der Uni Bremen und der Uni Gießen zur KI gestützten Wolfsabwehr an Zäunen. Wölfe sollen bis auf Individuenebene identifiziert und mit Vergrämungsmethoden automatisch vertrieben werden.	<a href="https://www.intelligenter-herdenschutz.de/">https://www.intelligenter-herdenschutz.de/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Map of Biodiversity Importance	Das Konsortium bietet ein Portfolio von Karten, die Bereiche identifizieren, die für die Erhaltung der Biodiversität bestimmter Regionen von entscheidender Bedeutung sind.	<a href="https://www.natureserve.org/map-biodiversity-importance">https://www.natureserve.org/map-biodiversity-importance</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Merlin BirdID	Die App listet 2.000 Vogelarten, die in Amerika, Kanada, Mexiko, Zentralamerika und Europa vorkommen und mit Bild- und Audioerkennungsverfahren identifiziert werden können. Entwickelt wird die Anwendung vom Cornell Lab.	<a href="https://merlin.allaboutbirds.org/">https://merlin.allaboutbirds.org/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Microsoft Premonition	Ziel von Premonition ist das Monitoring von Insekten, v.a. Mücken, um die Ausbreitung von Krankheitserregern zu überwachen. Zum Einsatz kommen smarte Insektenfallen, in denen Mücken KI-basiert bestimmt und selektiv gefangen werden.	<a href="https://www.microsoft.com/en-us/research/project/project-premonition/">https://www.microsoft.com/en-us/research/project/project-premonition/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
NABU Insektensommer	KI-basierte Bestimmung von in Deutschland heimischen Insekten durch Foto-Uploads in die WebApp. Enthält zudem 457 "Insektenporträts". Beobachtungen können über die Plattform naturgucker.de der NABU-Mitmachaktion Insektensommer übermittelt werden. Nachfolger der NABU-App „Insektenwelt“.	<a href="https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/insektensommer/mitmachen/30048.html">https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/insektensommer/mitmachen/30048.html</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Natur 4.0	Ziel von Natur 4.0 ist die Entwicklung eines Prototyps zum flächendeckenden Monitoring von Arten, Lebensräumen und Prozessen. Hierfür werden Module entwickelt: Ein Netzwerk von Umweltsensoren, das statische und mobile Plattformen zur Datenaufnahme nutzt, ein Datenbankmodul und ein Analysemodul zur Auswertung und Visualisierung.	<a href="https://www.uni-marburg.de/de/fb19/natur40">https://www.uni-marburg.de/de/fb19/natur40</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)

Natura Incognita	Die geschaffenen Strukturen zur automatischen Pflanzenbestimmung im Rahmen des Flora Incognita Projekts sollen so ausgebaut werden, dass es in Zukunft einfacher ist, eine automatische Erkennung auch für andere Artengruppen zu realisieren. Ist eine flächendeckende Infrastruktur aufgebaut, sollen auch kleinere Projekte mit speziellen Fragestellungen diese Infrastruktur nutzen können.	<a href="https://www.z-u-g.org/foerderung/ki-leuchttuerme-fuer-umwelt-klima-natur-und-ressourcen/projekt/natura-incognita/">https://www.z-u-g.org/foerderung/ki-leuchttuerme-fuer-umwelt-klima-natur-und-ressourcen/projekt/natura-incognita/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Naturblick App	App zur Bestimmung von Pflanzen und Tieren im Stadtkontext (Berlin) basierend auf Bestimmungshilfen sowie automatischer Bild- und Lauterkennung.	<a href="https://naturblick.museumfuernaturkunde.berlin/mobileapp">https://naturblick.museumfuernaturkunde.berlin/mobileapp</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Naturgucker Faltererkennung	naturgucker.de und die internationale Version enjoynature.net sind Plattformen zum Verwalten und Teilen von Naturbeobachtungen. Zusätzlich bieten sie Artinformationen, Fund- und Verbreitungskarten. Seit 2018 stellt naturgucker.de über die Webseite eine KI-basierte Erkennungshilfe für die 100 in Deutschland häufigsten Schmetterlingsarten zur Verfügung. Naturbeobachtungen können u.a. über die naturgucker.de-Meldeapp erfolgen (nicht KI-basiert).	<a href="https://www.naturgucker.info/start/herzlich-willkommen">https://www.naturgucker.info/start/herzlich-willkommen</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Nenetic	Der "Neural Network Image Classifier" (Nenetic) ist ein Open-Source-Tool, das in Python geschrieben wurde, um Bildpixel mit diskreten Klassen zu kennzeichnen, um Produkte wie Landbedeckungskarten zu erstellen.	<a href="https://github.com/persts/Nenetic">https://github.com/persts/Nenetic</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
NetiNeti	NetiNeti ist ein Tool zur Suche nach Informationen zu einer Art auf Basis des wissenschaftlichen Namens innerhalb strukturierter und unstrukturierter Texte auf Basis von Machine Learning Ansätzen.	<a href="https://github.com/dshorthouse/Neti-Neti">https://github.com/dshorthouse/Neti-Neti</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
ObsIdentify	Erfassung von wildwachsenden Pflanzen und Tieren mit Androidsystemen (ObsMapp) oder iPhone (iObs). Die App legt automatisch Datum und Fundort fest, Artnamen und ggf. weitere Informationen werden eingegeben. iObs bietet KI-basierte Arterkennung. Zählungen entlang von Transekten oder an Punkten können durchgeführt werden. Eingegebene Beobachtungen können an observation.org übermittelt werden.	<a href="https://observation.org/apps/obsidentify/">https://observation.org/apps/obsidentify/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Penguin Watch	Citizen Science-Projekt auf der Zooniverse-Plattform zur KI-unterstützten Überwachung von Penguin Populationen. Mittels Crowdsourcing werden Zeitrafferkamerabilder von Pinguinbrutstätten klassifiziert, um die KI zu trainieren.	<a href="https://www.zooniverse.org/projects/penguintom79/penguin-watch/about/research">https://www.zooniverse.org/projects/penguintom79/penguin-watch/about/research</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)

Pilzator	App zur automatischen Bestimmung von Pilzen anhand von Bildaufnahmen.	<a href="https://whatmushrom.com/">https://whatmushrom.com/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Pl@ntNet	App und Webseite zur KI-basierten Bestimmung einer großen Auswahl internationaler Pflanzenarten.	<a href="https://identify.plantnet.org/">https://identify.plantnet.org/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
PlantSnap	App zur KI-gestützten Bestimmung von Pflanzen.	<a href="https://www.plantsnap.com/">https://www.plantsnap.com/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
PlasticObs	Mit einem KI-System wird auf Multisensordaten der flugzeuggestützten Fernerkundung Plastikmüll in Meeren und Flüssen detektiert, um die wesentlichen Quellen und Verbreitungswege des Mülls zu identifizieren. Ziel ist die Verringerung der Plastikeinträge in Flüsse und Meere.	<a href="https://www.dfki.de/web/forschung/projekte-publikationen/projekte-uebersicht/projekt/plasticobs/">https://www.dfki.de/web/forschung/projekte-publikationen/projekte-uebersicht/projekt/plasticobs/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
PRIA-WIND	Bislang existiert keine geeignete Sensortechnologie für eine adaptive Steuerung der Windenergieanlage (WEA) auf der Basis von Beobachtungsdaten. Das Vorhaben PRIA-WIND soll ein Verfahren konzipieren, mit dem die Abschaltalgorithmen, die für viele WEA gesetzlich vorgeschrieben sind, unabhängig nachgeprüft werden können, um fehlerhafte Einstellungen, technische Störungen oder Verstöße gegen das Bundesnaturschutzgesetz erkennen zu können.	<a href="https://www.z-u-g.org/foerderung/ki-leuchttuerme-fuer-umwelt-klima-natur-und-ressourcen/projekt/pria-wind/">https://www.z-u-g.org/foerderung/ki-leuchttuerme-fuer-umwelt-klima-natur-und-ressourcen/projekt/pria-wind/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
SAISBECO	Im Projekt wurde eine neue Identifizierungssoftware entwickelt, die automatisiert Video- und Audio-Aufnahmen nach Sequenzen mit Affen durchsucht und einzelnen Individuen zuordnet. Die Softwarelösung detektiert auf Einzelbildern oder in Videos die Gesichter von Menschenaffen.	<a href="https://www.idmt.fraunhofer.de/de/institute/projects-products/projects/saisbeco.html">https://www.idmt.fraunhofer.de/de/institute/projects-products/projects/saisbeco.html</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Seek	Seek wurde von iNaturalist entwickelt und verknüpft die ML-Algorithmen zur automatischen Detektion von Pflanzen und Tieren mit darauf zugeschnittenen Lerninhalten.	<a href="https://www.inaturalist.org/pages/seek_app">https://www.inaturalist.org/pages/seek_app</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
SpaceWhale	Spacewhale verfolgt einen neuen Monitoringansatz zur semi-automatischen Erkennung von großen Walen mit Hilfe von Satellitenbildern. Wale werden durch einen KI-Algorithmus erkannt, die Ergebnisse im nächsten Schritt aber auch durch ein Experten Review Team qualitätsgesichert.	<a href="https://www.spacewhales.de/">https://www.spacewhales.de/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Terra-i	Terra-i erkennt Veränderungen der Landbedeckung durch menschliche Aktivitäten nahezu in Echtzeit und erstellt alle 16 Tage Updates. Eine KI analysiert, welche Vegetationsveränderungen über die normalen Grenzen hinaus auftreten. Funktioniert derzeit für Lateinamerika und die Tropen.	<a href="http://www.terra-i.org/terra-i.html">http://www.terra-i.org/terra-i.html</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)

Trailguard AI	KI gestütztes System, um Wildtiere vor Wilderern zu schützen.	<a href="https://www.resolve.ngo/trailguard.htm">https://www.resolve.ngo/trailguard.htm</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
WildBook	Verschiedene Wildbooks sind für Tierarten mit auffälligen/ individuellen Zeichnungen verfügbar. Wissenschaftler*innen oder Freiwillige laden Bilder hoch und eine KI identifiziert die Art und das einzelne Tier. Die Plattform stellt all Ihren Code als Open Source zur Verfügung. Microsoft fördert das Projekt.	<a href="https://wildme.org/#/platforms">https://wildme.org/#/platforms</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
wildlabs.net	Eine Vernetzungsplattform zum Austausch zu Technologiethematen im Naturschutz. Neben der Vernetzung wird auch eigene Forschung betrieben.	<a href="https://wildlabs.net/">https://wildlabs.net/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
Wildlife Insights	Google Cloud basierte Plattform vom WWF, die KI anwendet, um Tiere in Bildern aus Kamerafallen zu identifizieren. Viele verschiedene Organisationen können ihre Kamerafallenbilder hochladen, speichern, freigeben und verwalten.	<a href="https://www.wildlifeinsights.org/">https://www.wildlifeinsights.org/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)
WindGISKI	Gemeinschaftsprojekt zur Entwicklung eines KI-basierten Geoinformationssystems zur Auswahl von Windenergiepotenzialflächen im Spannungsfeld von Arten-, Umwelt- und Klimaschutz.	<a href="https://www.lee-nds-hb.de/windgiski/">https://www.lee-nds-hb.de/windgiski/</a> (Letzter Zugriff: 01.02.2023)

## A.2 Liste der Autor\*innen

Name	Institution
Arabshahi, Maryam	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz Kaiserslautern
Dr. Aurbach, Annika	Regierung von Oberbayern
Becker, Simon	Umweltbundesamt
Dr. Bilo, Michael	Bundesamt für Naturschutz
Dr. Catalli, Flaminia	Wetransform
Davis, Marlen	Bundesamt für Naturschutz
Dede, Jens	Universität Bremen
Prof. Dr. Gemeinholzer, Birgit	Universität Kassel
Dr. Govaers, Felix	Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie
Greil, Henri	Institut für Bienenschutz, Julius Kühn- Institut
Prof. Dr. Haußer, Frank	Berliner Hochschule für Technik
Kaifel, Anton	Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)
Kettenburg, Annika	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
Lindner, Kim	Philipps-Universität Marburg
Mrogenda, Klemens	Bundesamt für Naturschutz
Ortmann, Antonia	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
Rauhut, Markus	Fraunhofer Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik
Rehak, Rainer	Weizenbaum-Institut für die vernetzte Gesellschaft
Dr. Schneider, Christian	Bundesamt für Naturschutz
Sittinger, Maximilian	Julius Kühn-Institut
Dr. Stahl, Frederic	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz
Stomberg, Timo Tjaden	Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Dr. Tolke, Detlef	Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft

A.3 Tagungsprogramm



Bundesamt für  
Naturschutz

**NaturschutzDigital - Digitale  
Transformation auf dem Prüfstand  
Künstliche Intelligenz im  
Naturschutz – Forschung,  
Praxis & Leitplanken**

20. bis 23. Juni 2022

am  
Bundesamt für Naturschutz  
Internationale Naturschutzakademie  
Insel Vilm

## Hintergrund und Ziele der Veranstaltung

Künstliche Intelligenz (KI) ist ein zentrales Element der Digitalisierung im Naturschutz. Mit KI-Anwendungen verbinden sich große Versprechen, aber auch Risiken. Die Tagung bringt Entwickler\*innen und Anwender\*innen aus Forschung und Entwicklung, Naturschutzverbänden, Unternehmen und Behörden zusammen.

Das Tagungsprogramm gliedert sich in 3 Themenblöcke:

### **Themenblock I: „Schöne neue Welt“ – KI-Anwendungen im Naturschutz**

In der Vortragsession können bestehende und geplante Anwendungen, Erfolgsgeschichten und „lessons learned“ aus der Forschung mit den Teilnehmenden geteilt werden. Ausdrücklich sind auch Projektideen und Kooperationsaufrufe erwünscht.

### **Themenblock II: Einstellungen zur KI und Erfahrungen aus der Naturschutzpraxis**

Damit KI-Anwendungen einen positiven Naturschutznutzen entfalten können, braucht es den Transfer in die Naturschutzpraxis. Der Themenblock versammelt Beiträge zur Frage welche fachlichen, organisatorischen und kulturellen Voraussetzungen gegeben sein müssen, um KI zielführend einzusetzen und welche Erfahrungen damit in der Praxis bereits gemacht wurden.

### **Themenblock III: Nachhaltige, nachvollziehbare und vertrauenswürdige KI im Naturschutz**

Der Nutzen von Künstlicher Intelligenz im Naturschutz muss sowohl vor dem Hintergrund seiner Natur- und Umweltwirkungen als auch vor dem Hintergrund seiner potenziellen, sozialen, ethischen und politische Auswirkungen bewertet werden. Der Themenblock versammelt Beiträge zur Bewertung von KI-Anwendungen im Naturschutz aus einer möglichst holistischen Perspektive

Das Ziel der Fachveranstaltung ist es, den Austausch der Akteur\*innen auf dem neuen Forschungs- und Anwendungsgebiet zu unterstützen um gemeinsame Narrative zu entwickeln, wie mit den Chancen und Risiken von KI-Anwendungen für den Naturschutz umgegangen werden kann. Hieraus lassen sich weitere Handlungsansätze und Forschungsbedarfe für das BfN im Sinne einer vorausschauenden Politikberatung ableiten. Die Ergebnisse der Tagung werden dokumentiert und online gestellt.

## Montag, 20.06.2022

- 18.30 Abendessen
- 19.45 Begrüßung  
Ute Feit, BfN Internationale Naturschutzakademie  
Michael Bilo, Bundesamt für Naturschutz
- 20.00 Impulsvortrag – KI im Naturschutz  
Christian Schneider und Klemens Mrogenda, Bundesamt für Naturschutz

## Dienstag, 21.06.2022

ab 07.30 Frühstück

### I Themenblock I: „Schöne neue Welt“

- 08.30 Ethische und gesellschaftsfreundliche KI  
Rainer Rehak, Weizenbaum Institut
- 09.00 Projektvorstellung BeesUP  
Henri Greil, Julius-Kühn Institut
- 09.25 Projektvorstellung Future Forst  
Flaminia Catalli, WeTransform
- 09.50 Projektvorstellung KI-WOOD  
Dipl.-Inf. Markus Rauhut, Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM
- 10.15 Kaffee/Tee
- 11.00 Projektvorstellung AMMOD: Interaktions- und Vegetationsanalyse mittels KI & Metabarcoding  
Prof. Dr. Birgit Gemeinholzer, Universität Kassel
- Projektvorstellung AMMOD: Sensordatenfusion zur Schätzung von Biodiversität  
Dr. Felix Govaers, Fraunhofer Institut FKIE
- 11.50 Projektvorstellung BirdRecorder

---

Anton Kaifel, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung Baden-Württemberg

12.30 Mittagessen

13.30 Führung über die Insel Vilm  
(Treffpunkt: Eingang Tagungshaus)

15.00 Kaffee & KI: Postervorstellungen

Maximilian Sittinger, Julius-Kühn Institut

- DIY-Kamerafalle mit automatisierter Insekten-Erkennung für Monitoring und Citizen Science

Kim Lindner, Philipps-Universität Marburg

- Automatisierte Vogelstimmenerkennung durch Nutzung von Audiodaten und neuronalen Netzen

Maryam Arabshahi, DFKI

- Live Detection of Marine Debris

Jens Dede, Universität Bremen – mAIn Zaun

Dr. Frederic Theodor Stahl, DFKI - ChESS

## **II Workshop zu Themenblock I: Ideation zu KI-Anwendungen im Naturschutz**

16.00 Einführung in den Workshop, Aufteilung in Arbeitsgruppen

18.00 Abendessen

20.00 Informelles Get-together (Tagungshaus)

## **Mittwoch, 22.06.2022**

ab 07.30 Frühstück

### **III Themenblock II: Erfahrungen aus der Naturschutzpraxis**

- 09.00 Michael Beier, Heinz-Sielmann-Stiftung
- 09.10 Dr. Philip Hunke, Michael-Otto-Institut (NABU)
- 09.20 Helga Kuechly & Felipe Costa, WWF
- 09.40 Annika Aurbach, Regierung von Oberbayern
- 09.50 Kathleen Langner, Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein
- 10.00 Frank Franken, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
- 10.10 Dr. Detlef Tolke, Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft
- 10.20 Simon Becker, UBA  
Vorstellung UBA KI LAB und Use Case Discovery Process
- 10.30 Kaffee/Tee
- 10.55 Gruppenfoto

### **IV Interaktiver Austausch zu Themenblock II**

- 11.00 Moderierte Diskussionsrunde
- 12.30 Mittagessen

### **V Themenblock III: Nachhaltige, nachvollziehbare und vertrauenswürdige KI**

- 14.00 Vorstellung der BMUV Aktivitäten: KI-Leuchttürme, Task-Force & Gemeinwohlorientierte KI  
Annika Kettenburg & Antonia Ortmann, BMUV
- 14.25 Projektvorstellung SustAIIn  
Andreas Meyer, DAI-Labor Berlin

- 
- 14.50 XAI am Projektbeispiel der Wildnisflächenklassifizierung über KI,  
Timo Stomberg, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität  
Bonn
- 15.15 Projektvorstellung KInsecta  
Prof. Dr. Frank Haußer, Berliner Hochschule für Technik (BHT)
- 15.40 Kaffee/Tee

## **VI Workshop zu Themenblock III: KI, Quo Vadis? Wie wird die zukünftige Entwicklung von KI im Naturschutz wahrgenommen?**

- 16.00 Einführung in den Workshop, Aufteilung in Arbeitsgruppen
- 17.30 Fazit-Runde zur Veranstaltung
- 18.00 Abendessen
- 19.00 Dr. habil. Reinhard Piechocki (Ehemaliger Vilmer BfN-Kollege)  
Die Entdeckung der Landschaft in Deutschland sowie auf Vilm  
und Rügen
- 20.30 Zum Ausklang der Tagung: Geselliges Beisammensein

## **Donnerstag, 23.06.2022**

ab 07.30 Frühstück

Optional: Rügen- Exkursion andernfalls Abreise (Bootszeiten s. u.)

### **Halbtägige Rügen-Exkursion: Der Nationalpark Jasmund**

08.25 Abfahrt mit der Fähre von der Insel Vilm

08.45 Busfahrt zum Nationalpark Jasmund

09.30 Geführte Tour zu Fuß "Waldwandel(n) im Nationalpark  
(Nationalpark-Ranger Nationalpark Jasmund)

11.30 Besichtigung des Nationalpark-Zentrums (Audio-Guide)

12.30 Mittagessen im Nationalparkzentrum

13.45 Abfahrt zum HBF Stralsund (ca. 14:45 Uhr) über HBF Bergen,  
wenn erforderlich (ca. 14:15 Uhr)

-----  
07.25 Abreise 1. Boot (ab Vim)

Frühstückspakete werden gestellt

08.25 Abreise 2. Boot

Abfahrt 09.00 Uhr von Lauterbach Mole nach Bergen. Von dort verschiedene Anschlussmöglichkeiten nach Berlin und Hamburg

09.20 Abreise 3. Boot

Abfahrt 11.00 Uhr von Lauterbach Mole nach Bergen. Von dort verschiedene Anschlussmöglichkeiten nach Berlin und Hamburg. Oder Taxi von Lauterbach nach Bergen für frühere Anschlusszüge (ab ca. 10.15 Uhr von Bergen).

Die „BfN-Schriften“ sind eine seit 1998 unperiodisch erscheinende Schriftenreihe in der institutionellen Herausgeberschaft des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) in Bonn. Sie sind kurzfristig erstellbar und enthalten u.a. Abschlussberichte von Forschungsvorhaben, Workshop- und Tagungsberichte, Arbeitspapiere oder Bibliographien. Viele der BfN-Schriften sind digital verfügbar. Printausgaben sind auch in kleiner Auflage möglich.

**DOI 10.19217/skr650**