

Der Falke Journal für Vogelbeobachter

Seawatching mal anders:
KI lernt Bestimmen

Rackenvögel:
**Bunte Farben und
Brut im Boden**

Vogelschutz:
**Rohre
als Fallen**



Beobachtungstipp:
**Der Hervester Bruch
in Nordrhein-Westfalen**

Tausende Jahre alte Bruthöhlen:
Prähistorische Vogelbrutstätten



12 Seawatching

I
N
H
A
L
T

Ornithologie aktuell

Neue Forschungsergebnisse

4

Biologie

Hans-Heiner Bergmann:

Wie Vögel mit dem Salz leben: Salzdrüsen

7

Praxis

Tim Schmoll, Guruprasad Hegde, Hanna Kreutzfeldt, Anna Kersten,
Monika Dorsch, Georg Nehls:

**Wie künstliche Intelligenz Seevögel auf See entdecken und
bestimmen lernt: Seawatching mal anders**

12

Beobachtungstipp

Im Gespräch mit Thomas Brandt:

**Von der Küste bis zu den Alpen:
Ein Rückblick auf die FALKE-Beobachtungstipps**

18

Christopher König, Till Jonas Linke:

**Wiedervernässung durch Bergsenkung:
Der Hervester Bruch in Nordrhein-Westfalen**

22



7 Salzdrüsen



22 Hervester Bruch



Veröffentlichungen

Neue Titel **27**

Biologie

Hans-Valentin Bastian, Anita Bastian:

**Schmuckfedern, bunte Farben und Brut im Boden:
Rackenvögel** **28**

Beobachtung

Hans-Joachim Fünfstück:

Steinadler: Brutverlust durch einen Knochen? **34**

Heide Jahn:

Rohre als Vogelfallen – Tödlicher Nachlass **36**

Biologie

Jens Hering, Heidi Hering, Martin Winter, Peter H. Barthel, Stefan Kröpelin,
Christian Neumann:

**Tausende Jahre alte Bruthöhlen im Tibesti-Gebirge/Tschad:
Prähistorische Vogelbrutstätten** **38**

Leute & Ereignisse

Termine, Kleinanzeigen **45**

Bild des Monats

Rätselvogel und Auflösung **46**

Vorschau, Impressum **48**

Titelbild

Eiderente (Foto: Mathias Schäf)

Besuchen Sie uns auch auf Facebook:



Auge in Auge: Aus dieser Perspektive sind die schwarzen Flügelspitzen von Basstölpeln gut erkennbar.

Foto: C. Burger, Helgoland, Juni 2020.



WIE KÜNSTLICHE INTELLIGENZ SEEVÖGEL AUF SEE ENTDECKEN UND BESTIMMEN LERNT:

Seawatching mal anders

Spätestens seit der Einführung von Chatbots wie ChatGPT ist künstliche Intelligenz (KI) in aller Munde. Auch in der Ökologie sind KI-Modelle längst nicht mehr wegzudenken. Ihr Einsatz ist besonders Erfolg versprechend, wenn es darum geht, Muster in großen, häufig automatisch erhobenen Datensätzen zu erkennen. Ein junges Anwendungsgebiet für KI-Modelle sind digitale Flugerfassungen von Seevögeln auf See. Hier macht das Zusammenspiel von biologischer Variation und Variation in den Erfassungsbedingungen die automatisierte Entdeckung und Bestimmung von Seevögeln zu einer Herausforderung. Leistungstests sind allerdings vielversprechend und zeigen, dass es KI-Modelle bei beiden Aufgaben mit dem Menschen aufnehmen können.

Text von
**Tim Schmoll, Guruprasad Hegde,
Hanna Kreuzfeldt, Anna Kersten,
Monika Dorsch, Georg Nehls**

Künstliche Intelligenz (KI) hat in den letzten Jahren Einzug in unterschiedlichste Lebensbereiche erhalten. Auch viele Vogelbegeisterte greifen bereits wie selbstverständlich auf KI-Unterstützung zurück, etwa wenn sie Anwendungen wie *Merlin Bird ID* als Bestimmungshilfe oder *BirdNET* zur Analyse von automatisch aufgezeichneten nächtlichen Zugrufen nutzen. Im Februar 2024 hat die Firma Swarovski Optik gar das weltweit erste KI-unterstützte Fernglas auf den Markt gebracht (dessen Intelligenz speist sich ebenfalls aus der *Merlin Bird ID*-Anwendung). Intensiv erprobt werden überdies KI-Systeme zur automatisierten Erkennung windkraftsensibler Arten in Windparks oder zur Abschätzung des Vogelkollisionsrisikos auf Flughäfen. Die dank KI automatisierten und in Echtzeit gewonnenen Erkenntnisse sollen dann eine passgenaue Turbinenabschaltung oder gezielte Vergrämungsmaßnahmen zur Vermeidung von Vogelschlag ermöglichen.

Dream-Team KI und Fernerkundung

In der Ökologie wird KI besonders erfolgreich in Kombination mit Methoden der Fernerkundung genutzt. Ein hohes Innovationstempo bei Trägerplattformen und Sensoren erlaubt eine immer engmaschigere, höher aufgelöste und weitgehend automatisierte Erfassung natürlicher Systeme. Damit einher geht die Erhebung enormer Mengen von Rohdaten. KI hilft hier, den Datenschatz im Datensatz zu erkennen und zu heben. KI-Modelle werden zum Beispiel erfolgreich eingesetzt, um Bestände von Koloniebrütern oder die Ausdehnung von Algenblüten, Muschel-



Perspektivwechsel: Aus der Vogelperspektive verschmelzen die schwarzen Flügelspitzen von Basstölpeln mit der dunklen See.

Foto: BioConsult SH, Ärmelkanal, Mai 2022.

bänken oder Seegrasswiesen auf Drohnen-aufnahmen zu ermitteln, um Großsäuger auf dem Fotomaterial flugzeuggestützter Erfassungen zu zählen oder um Wale auf Satellitenbildern unzugänglicher Meeresgebiete aufzuspüren. Ein noch junges Anwendungsgebiet für den Einsatz von KI sind digitale Flugerfassungen von Seevögeln auf See.

Erfassung von Seevögeln auf See

Die verlässliche Erfassung von Seevögeln ist von größter Bedeutung für die maritime Raum- und Umweltplanung, für die Überwachung der Meeresumwelt in Monitoringprogrammen und für viele Forschungsprojekte. Nur auf Grundlage robuster Daten können zum Beispiel aussagekräftige Verbreitungs-, Dichte- und Sensitivitätskarten erstellt werden, die die Empfindlichkeit von Seevögeln bezüglich Offshore-Windparks

im Raum abbilden. Solche Ansätze helfen, den Ausbau der Offshore-Windenergie möglichst naturverträglich zu gestalten. Flugerfassungen mit Beobachtenden an Bord wurden im Laufe des letzten Jahrzehnts zunehmend von digitalen Methoden abgelöst, bei denen die Meeresoberfläche und der Luftraum darüber mit digitalen Hochleistungskameras aufgezeichnet werden. Anschließend wird das Bildmaterial, oft in der Größenordnung mehrerer Terabytes pro Erfassungsflug, an Bildschirmarbeitsplätzen ausgewertet. Dabei werden in einem ersten Schritt biologische Objekte von geschulten Beobachtenden gesucht und digital markiert (Objektdetektion). In einem zweiten Schritt werden die Objekte von erfahrenen Ornithologinnen und Ornithologen bestimmt, idealerweise auf Artniveau (Objektklassifikation). Für beide Teilschritte gilt: Kern der Aufgaben sind die Detektion und der Abgleich kom-

Ein Trupp überwinternder Sterntaucher aus der Perspektive des HiDef-Kamerasystems aus 500 m Höhe.

Foto: BioConsult SH, Ostsee bei Fehmarn, Januar 2022.





Fünf Männchen (im Schlichtkleid) sowie ein weibchenfarbiger Vogel der Eiderente. Rechtecke repräsentieren beispielhaft Bounding Boxes, die manuell generiert werden müssen, um die Lernobjekte im Foto für den Trainingsprozess zu verorten.

Foto: BioConsult SH, Ostsee bei Fehmarn, Juli 2024.

Blick in den Maschinenraum

Die von BioConsult SH entwickelten KI-Modelle HiDeFIND und Kiek Ma stellen auf Deep Learning basierende künstliche neuronale Netzwerke dar. Deep Learning ist eine Teildisziplin des maschinellen Lernens und maschinelles Lernen ist eine Teildisziplin der künstlichen Intelligenz. Deep Learning setzt künstliche neuronale Netzwerke mit zahlreichen tief gestaffelten Netzwerkschichten zwischen der Eingabeschicht und der Ausgabeschicht ein. Diese Schichten sind analog natürlicher neuronaler Netze verknüpft und erlauben Computern hocheffizientes autonomes Lernen aus Beispielen.

Das Objekterkennungsmodell HiDeFIND ist ein künstliches neuronales Netzwerk, das auf der Architektur des Deep Learning-Modells YOLO (You Only Look Once) basiert. Unser Modell wurde speziell für die Anwendung der Detektion von Seevögeln auf See auf Videomaterial von Flugerfassungen optimiert: Durch Trainieren mit annotierten Bildern, auf denen die bekannten Positionen der biologischen Objekte durch sogenannte Bounding Boxes verortet waren, wurden die Netzwerkschichten des Modells angepasst, um spezifisch die visuellen Muster der gesuchten Zielobjekte zu erlernen und

zu erkennen. Dem austrainierten Modell HiDeFIND wird als Eingabe ein Digitalfoto als Vektor der RGB-Werte aller Pixel übergeben. In komplexen Rechenoperationen wird die interne Gewichtung der Zwischenschichten angepasst und erlernte Muster in den Pixel-Daten wiedererkannt. Die Ausgabe liefert dann vom Modell generierte Bounding Boxes auf dem Standbild, die mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit Zielobjekte beinhalten.

Das Objektklassifikationsmodell Kiek Ma basiert auf einem vortrainierten künstlichen neuronalen Netzwerk vom Typ EfficientNetV2, welches wiederum mit Bildausschnitten der jeweiligen Klassen, das heißt der verschiedenen Seevogel- bzw. Meeressäugerarten, trainiert wurde. Eingabe ist der RGB-Vektor des Bildausschnittes eines zu klassifizierenden Objektes. Iterative Anpassungen der Gewichte der Zwischenschichten des neuronalen Netzwerkes ermöglichen es dem Modell, Merkmale der im Training vorhandenen Klassen wiederzuerkennen. Die Ausgabe ist dann ein Vektor, der all diesen Klassen eine Wahrscheinlichkeit zuordnet. Die Klasse mit der höchsten Wahrscheinlichkeit wird als Zielklasse gewertet.

plexer visueller Muster in einem – bildlich wie wörtlich – Ozean von Bildpunkten. Genau das sind aber Kernkompetenzen künstlicher Intelligenz. In Forschungs- und Entwicklungsprojekten arbeitet BioConsult SH daher an KI-Modellen für eine weitgehende Automatisierung beider Arbeitsschritte.

Was verspricht KI?

Im Vergleich zum manuellen Arbeitsprozess lässt eine automatisierte Objektdetektion mehrere Vorteile erwarten: 1. Sie verspricht schneller zu sein, sodass Erfassungsergebnisse in Zukunft zeitnäher für Planungsentscheidungen oder Berichtspflichten zur Verfügung stehen. 2. Sie verspricht kosteneffektiver zu sein, sodass bei gegebenem Budget Seevogelbestände zeitlich und räumlich engmaschiger erfasst werden können. 3. Sie verspricht eine höhere Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, was die Transparenz von Planungsentscheidungen und Forschungsergebnissen erhöht. Selbstverständlich dürfen diese Vorteile nicht mit einer niedrigeren Ergebnisqualität erkaufte werden. Nur wenn die Maschine dem Menschen nachweisbar mindestens ebenbürtig ist, kommt ein routinemäßiger Einsatz automatisierter Objektdetektion in Umweltplanung, Umweltmonitoring und Forschung infrage. Eine Art Qualitäts-TÜV für KI-Modelle gibt es in diesem Feld übrigens noch nicht. Zur Gewährleistung der Ergebnisqualität ist daher die Veröffentlichung aussagekräftiger Leistungstests von großer Bedeutung.

KI-unterstützte Objektdetektion

Die Entwicklung einer KI für die automatisierte Detektion von Seevögeln auf See beginnt mit der Auswahl eines geeigneten künstlichen neuronalen Netzwerkes für Computersehen. In der Trainingsphase wird das Modell mit einem annotierten Trainingsbildsatz gefüttert. Neben den Rot-, Grün- und Blauwerten (RGB) aller Pixel, also den eigentlichen Bilddaten, werden dem Modell dabei auch die Bild-Koordinaten der abgebildeten Objekte in Form manuell erstellter Bounding Boxes übergeben. Die entscheidenden Berechnungen geschehen in zahlreichen verborgenen Zwischenschichten des Netzwerkes: Weitgehend autonom erlernt das Modell aus Beispielen, welche visuellen Muster den angebotenen Zielobjekten wie Seevögeln oder Meeressäugern entsprechen. Für die Leistungsfähigkeit



Eiderenten schlagen Wellen.
Foto: N. Petersen, Amrum, 9.4.2024.

eines Modells sind Art und Umfang des Trainingsmaterials das entscheidende Nadelöhr und es gilt: Je mannigfaltiger und je umfangreicher der Trainingsbildsatz, desto besser. Dies gilt ganz besonders für anspruchsvolle Aufgaben wie die Detektion von Seevögeln auf See. Denn Seevögel auf Luftbildaufnahmen aus 500 m Höhe zu entdecken ist nicht nur für menschliche, sondern auch für künstliche Intelligenz oft eine echte Herausforderung. Die Zielobjekte selbst zeichnen sich durch große biologische Variation in Abhängigkeit von Art, Geschlecht, Alter und Kleid aus. Dazu kommen Körper- oder Flügelhaltungen in allen erdenklichen Winkeln und Perspektiven. Und natürlich finden Erfassungsflüge nicht immer bei spiegelglatter See und unter optimalen Lichtbedingungen statt. Erhebliche Variation in detektionsrelevanten Umweltbedingungen wie Seegang, Sonnenreflexion oder Lufttrübung interagiert dann mit biologischer Variation und erschwert die Detektion: Eiderente oder Schaumkrone, das ist hier oft die Frage. Das Training wird regelmäßig von sogenannten Validierungsprüfungen unterbrochen, auf deren Basis die Parameter des Modells mit dem Ziel einer Feinabstimmung iterativ angepasst werden. Vor einem möglichen Einsatz eines KI-Modells stehen schließlich umfangreiche Tests, in denen das austrainierte Modell seine Leistung unter Beweis stellen muss. Für eine ehrliche Leistungsbewertung ist es dabei unerlässlich, dass es keinerlei Überlappung von Trainings- und Testbildsätzen gibt.

Leistungstests überzeugend

Leistungstests des von BioConsult SH entwickelten Objekterkennungsmodells HiDeFIND waren überzeugend. In einem ersten Test war die Aufgabe des Modells, mehr als 111 000 Seevögel und Meeressäuger (wieder) zu finden, die bereits zuvor vom Menschen entdeckt worden waren. Mit einer mittleren gewichteten Sensitivität, oder Trefferquote, von über 99% demonstrierte HiDeFIND, dass es Seevögel praktisch genauso gut detektieren kann, wie speziell geschulte menschliche Beobachter. Dies schloss Schlüsselarten der maritimen Raum- und Umweltplanung wie Trottellumme oder Sterntaucher ein und auch Meeressäuger wie den Schweinswal. Es gelang zudem weitgehend unabhängig

von der Jahreszeit und detektionsrelevanten Umweltbedingungen wie Seegang oder Lufttrübung. Einzig stärkere Sonnenreflexion auf der Meeresoberfläche minderte die Leistung etwas. Dabei zeigte HiDeFIND die für KI-Modelle sehr erwünschte Eigenschaft der Generalisierung. Obwohl das Modell mit nur gut 60 verschiedenen Arten/Artengruppen trainiert worden war, erzielte es seine Leistung auf einem Testbildsatz, der nahezu doppelt so viele Arten/Artengruppen umfasste. Dies kann sich als sehr vorteilhaft erweisen, wenn neue Meeresgebiete mit anderer Artenzusammensetzung untersucht werden sollen oder wenn sich Vorkommen von Arten zum Beispiel unter Klimawandel verschieben. In einem unabhängigen zweiten Test wird aktuell die Leistung des Modells auf einen weiteren Aspekt hin untersucht: Kann HiDeFIND auch solche Objekte aufspüren, die dem menschlichen Auge zunächst entgangen waren? Für eine Reihe von Arten gelangen der Maschine in einem zweiten Testbildsatz mehr Detektionen als dem Menschen. Es gibt also Hinweise, dass HiDeFIND dem menschlichen Beobachter hier nicht nur ebenbürtig, sondern sogar überlegen sein könnte. Dies nährt die Hoffnung, dass der Einsatz von KI in der Objekterkennung die Bestandserfassung von Seevögeln auf See nicht nur schneller, kosteneffektiver und besser reproduzierbar machen, sondern sogar zu einer höheren Ergebnisqualität beitragen könnte.

Nobody is perfect

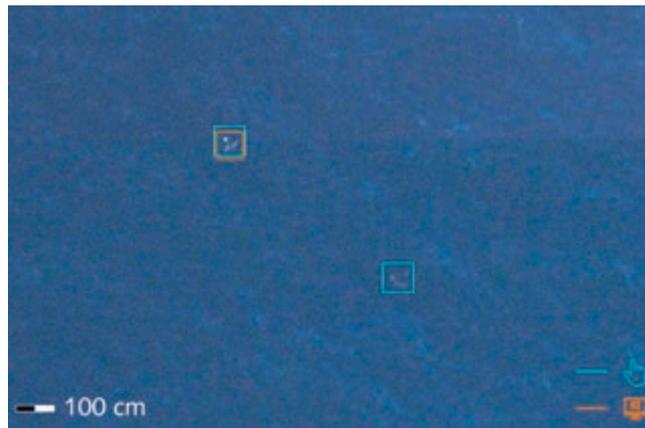
Kein Objekterkennungsmodell ist perfekt und es lohnt sich, auch einen Blick auf die relativ wenigen Objekte zu werfen, die HiDeFIND *nicht* gefunden hat (falsche negative Detektionen). Die Abbildung



Sieben Männchen und fünf Weibchen der Eiderente, die das KI-Modell HiDeFIND detektiert hatte. HiDeFIND entdeckte im Testbildsatz Eiderenten beiderlei Geschlechts mit ähnlich hoher Wahrscheinlichkeit.

Foto: BioConsult SH, Ostsee bei Fehmarn, Januar 2022.

rechts zeigt ein Beispiel, in dem HiDeFIND auf demselben Standbild eine von zwei fliegenden Trauerenten übersehen hatte. Warum genau, bleibt hier wie bei vielen falsch negativen Detektionen im Dunklen. Dies ist nicht ungewöhnlich für KI-Modelle, die auf Deep Learning basieren und für die nach dem Prinzip einer Blackbox die Entscheidungsprozesse des Modells im Einzelnen in der Regel nicht nachvollzogen werden können. Analyse und Evaluation solcher Modelle sind daher oft stark ergebnis- und weniger prozessorientiert: Entscheidend ist, dass HiDeFIND gelernt hat, weniger *was* und *wie*.



Zwei nach oben links fliegende Trauerenten (beachte hell reflektierende Oberflügel), bei denen das vorausfliegende Tier (Weibchen mit hellen Kopfseiten) vom KI-Modell HiDeFIND detektiert wurde (richtig positive Detektion), das folgende Tier (ein Männchen) jedoch nicht (falsch negative Detektion).

Foto: BioConsult SH, Ostsee bei Fehmarn, Januar 2022.

KI-unterstützte Artbestimmung

Mit der bloßen Entdeckung der Vögel auf oder über der Meeresoberfläche ist es aber noch nicht getan. Auch die Bestimmung – idealerweise auf Artniveau – ist für jedes Seevogel-Monitoring unerlässlich. Für diesen Arbeitsschritt wird ebenfalls an einer KI-Lösung gearbeitet. Das von BioConsult SH entwickelte Klassifikationsmodell hört auf den Namen Kiek Ma (Künstliche Intelligenz zur Klassifizierung mariner Arten). Wie bei der Objektdetektion wird für die Objektklassifikation ein modernes künstliches neuronales Netzwerk verwendet, welches zunächst spezifisch für die Anwendung auf digitale Luftbildaufnahmen angepasst werden muss. Nun ist die Frage allerdings nicht mehr: Vogelobjekt – ja /nein? Jetzt geht es darum, um welche Vogelart es sich handelt oder im KI-Jargon, um welche Klasse von Objekt. Bei einer Objektgröße von oft nur einem Dutzend Pixeln und weit über hundert infrage kommenden Arten keine leichte Aufgabe. Auch für die Klassifikation gilt: Je mehr Trainingsbilder pro Klasse, die eine Art in möglichst all ihren Facetten (z. B. Kleider, Flug- und Sitzhaltun-

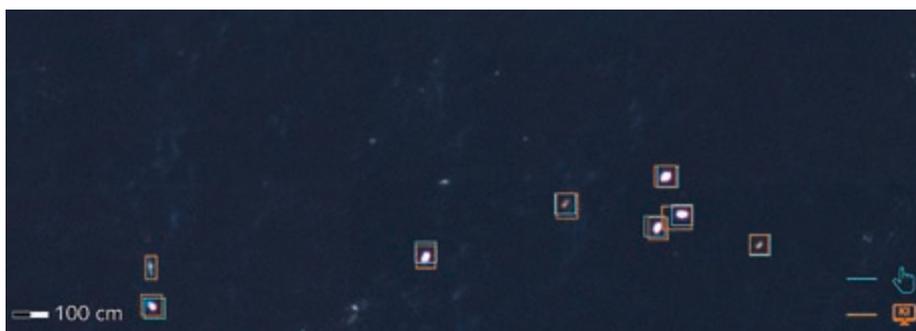
gen) und unter möglichst variablen Hintergrundbedingungen (wie Seegang und Lichtverhältnisse) abbilden, desto besser. Nach dem Trainieren des Modells ist der Arbeitsablauf wie folgt: Ein Bildausschnitt mit einem zuvor von HiDeFIND detektierten Objekt wird Kiek Ma übergeben, welches jeder der erlernten Klassen eine Wahrscheinlichkeit für dieses Objekt zuweist. Die Klasse (Art oder Artengruppe) mit der höchsten Wahrscheinlichkeit gewinnt das Rennen und wird dem Objekt zugeordnet.

Erste Versuche mit Testbildsätzen verliefen vielversprechend. Eine Kiek Ma-Version, die mit den fünfzig häufigsten Klassen eines umfangreichen Trainingsbildsatzes trainiert worden war, erreichte für einige bedeutsame Zielarten wie Eiderente oder Trauerente sowie für den Schweinswal Trefferquoten von über 95% (das heißt, für 95% der Objekte wurde die jeweilige Art/Klasse korrekt vorhergesagt). Es zeigten sich allerdings Schwierigkeiten bei der Unterscheidung sehr ähnlicher Arten wie Trottellumme und Tordalk, deren Unterscheidung anhand von Luftbildern auch für erfahrene Ornithologinnen und Ornithologen anspruchsvoll ist. Hier werden auch

mit KI-Unterstützung viele Objekte nur der Artengruppe Trottellumme/Tordalk zugeordnet werden können, insbesondere unter herausfordernden Umweltbedingungen. Auch für seltene Arten mit nur wenigen verfügbaren Trainingsbildern bleibt die Artidentifikation eine Herausforderung.

Kontrolle unverzichtbar

Die KI-Anwendungen HiDeFIND und Kiek Ma zeigten sowohl für die automatisierte Detektion als auch die automatisierte Artidentifikation vielversprechende Ergebnisse. Deutlich wurde aber auch: KI kann den Menschen in beiden Arbeitsschritten derzeit noch nicht ersetzen. Bei der Detektion war im Sinne einer bestmöglichen Ergebnisqualität eine möglichst hohe Sensitivität ein erklärtes Entwicklungsziel für das HiDeFIND-Design. Im unausweichlichen Zielkonflikt mit der Spezifität des Modells führte dies im Leistungstest zu einer hohen Rate falsch positiver Detektionen. Etwas zugespitzt: Um auf der sicheren Seite zu sein und nur ja keinen Eidererpel zu übersehen, hat HiDeFIND großzügig auch manche verdächtige Schaumkrone miterfasst. Das ist gut für die Ergebnisqualität im Sinne einer möglichst vollständigen Erfassung, mindert aber die Effizienz automatisierter Objektdetektion, da falsch positive Detektionen vor der sich anschließenden Artbestimmung manuell aus dem Arbeitsprozess herausgefiltert werden müssen. Weitere Entwicklungsarbeit zielt daher darauf ab, die Rate falsch positiver Detektionen abzusenken und einen geeigneten Kompromiss zwischen Sensitivität und Spezifität zu finden. Bei der Artidentifikation zeigen die hohen Genauigkeiten des Klassifikationsmodells für bestimmte Arten großes Potenzial für eine Anwendung der automatischen Artbestimmung.



Fünf Männchen und zwei Weibchen der Eiderente, die das KI-Modell HiDeFIND detektiert hatte. Das Bild zeigt außerdem eine falsch positive Detektion (oberes Kästchen ganz links), bei der HiDeFIND fälschlicherweise eine Schaumkrone markiert hatte.

Foto: BioConsult SH, Ostsee bei Fehmarn, August 2022.



Zunächst muss Kiek Ma jedoch noch einmal ins Trainingslager: Bereits durch den Einsatz von zusätzlichem Trainingsmaterial, auch für die selteneren Arten, ist eine weitere Verbesserung der Modellleistung zu erwarten. Außerdem kann eine bessere Leistung durch den Einsatz von neuen Kamerasystemen mit besserer Bildqualität – also mehr Bildinformation pro Objekt – unterstützt werden.

Fazit

Der Einsatz von KI bei der Erfassung von Vögeln birgt großes Potenzial, Bestandserhebungen für unterschiedlichste Zwecke schneller, kosteneffektiver, besser reproduzierbar und womöglich mit besserer Ergeb-

nisqualität durchzuführen. Gerade die Kombination von KI mit Erfassungsmethoden der Fernerkundung mit Drohnen, Flugzeugen und Satelliten als Plattformen lässt in naher Zukunft große Fortschritte erwarten. Dies gilt insbesondere auch für die hier beschriebene Erfassung von Seevögeln mit digitalen Erfassungsflügen. Trotz intensiver Forschungsanstrengungen dürfte allerdings bis auf Weiteres eine Kontrollinstanz menschlicher Intelligenz unentbehrlich sein. In integrierten Human-in-the-loop-Arbeitsprozessen werden dann repetitive Routineoperationen weitgehend von einer KI übernommen, während Spezialfälle und Qualitätskontrolle nach wie vor menschlicher Beurteilung unterliegen werden. ❖

Literatur zum Thema

- Borkenhagen K, Kotzerka J, Enners L, Lerma M, Schwemmer H, Dierschke V, Markones N 2023: Erfassungen von Seevögeln auf See: Das deutsche Seabirds-at-Sea-Programm. *Falke* 70: 22–29.
- Borowiec ML, Dikow RB, Frandsen P B, McKeeken A, Valentini G, White AE 2022: Deep learning as a tool for ecology and evolution. *Methods in Ecology and Evolution* 13: 1640–1660.
- Converse RL, Lippitt CD, Koneff MD, White TP, Weinstein BG, Gibbons R, Stewart DR, Fleishman AB, Butler MJ, Sesnie SE, Harris GM 2024: Remote sensing and machine learning to improve aerial wildlife population surveys. *Frontiers in Conservation Science* 5: 1416706.
- Dierschke V, Borkenhagen K, Enners L, Garthe S, Mercker M, Peschko V, Schwemmer H, Markones N 2024: Sensitivität von Seevögeln gegenüber Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee im Hinblick auf Lebensraumverluste durch Meidung. *Vogelwelt* 142: 59–74.
- Dorsch M, Schmoll T, Nehls G 2024: Zehn Jahre digitale Flugerfassung von Seevögeln und Meeressäugern. *Die HiDef-Methode*. *Seevogel* 45: 14–17.
- Schmoll T, Hegde G, Dorsch M, Nehls G 2025: Hohe Sensitivität automatisierter Detektion von Seevögeln auf See auf digitalen Luftbildaufnahmen. *Vogelwarte: In Begutachtung*.
- Żydelis R, Dorsch M, Heinänen S, Nehls G, Weiss F 2019: Comparison of digital video surveys with visual aerial surveys for bird monitoring at sea. *Journal of Ornithology* 160: 567–580.
- BirdNET: <https://birdnet.cornell.edu>
- Merlin Bird ID: <https://merlin.allaboutbirds.org>

Wir danken Balduin Fischer und Venela Matz für Unterstützung bei der Auswahl und Annotation von HiDef-Bildmaterial und Claudia Burger für die Durchsicht des Manuskripts. Die Entwicklung von Kiek Ma wurde durch das Projekt Künstliche Intelligenz zur Klassifizierung mariner Arten (Kiek Ma) ermöglicht, das von der Wirtschaftsförderung und Technologietransfer Schleswig-Holstein GmbH (WTSH) gefördert wurde.



Dr. Tim Schmoll ist Biologe und arbeitet als Datenanalyst bei BioConsult SH in Husum. Sein Hauptinteresse gilt der Evaluation und Entwicklung von Methoden im Kontext KI-unterstützter Arbeitsprozesse.



Guruprasad Hegde ist Informatiker und Programmierer. Er verantwortet bei BioConsult SH die Forschung und Entwicklung im Bereich Maschinenlernen und künstliche Intelligenz.



Dr. Hanna Kreutzfeldt hat ihren Hintergrund in der Ozean- und Klimamodellierung. Der Schwerpunkt ihrer Arbeit bei BioConsult SH liegt auf der Entwicklung von KI-Anwendungen im Bereich Vogel-detektion und -identifikation auf digitalen Luftbildaufnahmen.



Anna Kersten ist Biologin und arbeitet in der Abteilung Fernerkundung von BioConsult SH. Sie beschäftigt sich insbesondere mit der luftbildgestützten Erfassung von Arten und Lebensräumen im Wattenmeer.



Monika Dorsch ist Biologin und leitet bei BioConsult SH die Abteilung Fernerkundung. Sie verfügt über langjährige Erfahrung in der Erfassung von Seevögeln und hat die Weiterentwicklung der Flugerfassungsmethode von beobachter-basierten Flügen zur digitalen Videoerfassung und KI-gestützten Auswertung der Videos begleitet.



Dr. Georg Nehls ist Biologe, Gründer, Teilhaber und Geschäftsführer von BioConsult SH. Als erfahrener Ornithologe und Ökologe bringt er seit über 25 Jahren seine Expertise in nationale und internationale Naturschutz-, Planungs- und Forschungsprojekte ein und hat in dieser Zeit Erfassungsmethoden und -standards mit erarbeitet.

ZEISS®
DTI 3/35



LEICA®
Calonox 2



PULSAR®
Merger LRF XL50



MACHT
VERBORGENES
SICHTBAR!

Die
Wärmebildkameras
im Sortiment von
ORNIWELT.

Mehr auf www.orniwelt.de