

# Zehn Jahre digitale Flugerfassung von Seevögeln und Meeressäugern

## Die HiDef-Methode

Monika Dorsch, Tim Schmoll, Georg Nehls  
BioConsult SH GmbH & Co. KG

— Ein Trupp Schiffsfolger aus Eissturmvögeln, Silber-, Herings- und Mantelmöwen. Einzelbild der HiDef-Videoaufzeichnung bei ca. 2 cm Bodenauflösung. Foto: BioConsult SH.

### Hintergrund

Lange Zeit blieben küstenferne Meeresgebiete aus ornithologischer Sicht weitgehend unerfasst und die Kenntnisse über Rastvogelverteilungen jenseits der Küstengewässer waren weltweit lückenhaft. Mit der Entwicklung der Offshore-Windkraft-Industrie seit der Jahrtausendwende und der Ausweisung von marinen Natura 2000 Schutzgebieten rückten auch die küstenfernen Meeresgebiete mehr und mehr in den Fokus. Die standardisierte Erfassung von Vögeln und Meeressäugern bekam damit naturschutz- und planungsrechtlich hohe Relevanz.

Flugzeugzählungen eignen sich hervorragend für die Kartierung von Seevögeln und Meeressäugern in großräumigen Meeresgebieten und werden daher für Monitoring-, Forschungs- und Planungsprojekte häufig eingesetzt. Flugzeugzählungen haben gegenüber den zuvor genutzten Schiffszählungen erhebliche Vorteile, da sie kostengünstiger sind und in kürzerer Zeit große Meeresgebiete abdecken können. Sie lassen den Beobachterinnen und Beobachtern an Bord jedoch nur wenig Zeit für die Artbestimmung und die Abschätzung der Größe von Trupps. Durch die Einführung digitaler Flugerfassungen, insbesondere mit Hilfe digitaler Videos, konnte die Erfassung und Artbestimmung von Seevögeln und Meeressäugern daher wesentlich verbessert werden. Darüber hinaus bieten die digitalen Daten die Möglichkeit weiterer Auswertungen, z. B. die Erfassung von Meeresmüll.

### Zehn Jahre digitale Flugerfassung mit der HiDef-Methode in Deutschland

BioConsult SH führt seit über 20 Jahren Flugzeugzählungen für die Erfassung von Seevögeln und Meeressäugern durch. Bis 2013 waren Transekterfassungen mit Beobachterinnen und Beobachtern im Zählflugzeug in Deutschland die Standardmethode, insbesondere auch im Zusammenhang mit Offshore-Windkraft-Planungsvorhaben (Diederichs et al. 2002). Mit Bau und Inbetriebnahme der ersten Offshore-Windparks konnten die Windparkbereiche jedoch aufgrund der Kollisionsgefahr mit Rotorblättern nicht mehr aus niedrig-fliegenden Zählflugzeugen erfasst werden. Zu diesem Zeitpunkt waren bereits digitale Erfassungsmethoden auf dem internationalen Markt etabliert, die aufgrund einer größeren Erfassungshöhe einen sicheren Überflug der Windparks ermöglichten. Mit der dritten Aktualisierung des Erfassungsstandards für Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK 4, BSH 2013) wurde daher ab Anfang 2014 in Deutschland ein radikaler Wechsel von Beobachter-Flügen zu digitalen Flugerfassungen vollzogen. BioConsult SH hat Ende 2013 die Methode der digitalen Flugerfassung mittels ultra-hochauflösender Videokameras der Firma HiDef Aerial Surveying Ltd. (Workington, Großbritannien) in Deutschland eingeführt und wendet diese Methode seit zehn Jahren erfolgreich im In- und Ausland an (Weiß et al. 2016, Żydelis et al. 2019). Die höhere Datenqualität von digitalen Erfassungsflügen hat mittlerweile in fast allen europäischen Ländern zu einer Umstellung hin zu digitalen Zählflügen geführt.

## Die HiDef-Methode und ihre Vorteile

Digitale Erfassungsflüge nach der HiDef-Methode filmen die Wasseroberfläche und den Luftraum darüber mit mehreren parallel ausgerichteten Kameras, so dass bei einer Konfiguration mit vier Kameras bei ca. 2 cm Bodenauflösung ein Streifen von insgesamt 544 m Breite videografisch erfasst wird. Die Ausrichtung der Einzelkameras lässt Lücken von jeweils mehreren Metern zwischen den Nachbarkameras unerfasst, um Doppelzählungen zu vermeiden (Abbildung 1A). Das HiDef-Kamerasystem ist schwenkbar und filmt gewinkelt je nach Sonnenstand und Kurs entweder in oder gegen die Flugrichtung, um starke Sonnenreflexionen und damit nicht optimal auswertbare Abschnitte zu minimieren (Abbildung 1B, für eine detaillierte Methodenbeschreibung siehe auch Weiß et al. 2016).

Digitale Video-Erfassungsflüge haben im Vergleich zu Beobachter gestützten Flugzeugzählungen einen großen Fortschritt bezüglich Flugsicherheit und Datenqualität gebracht:

- **Erhöhte Sicherheit** für das Flugpersonal durch Flughöhe von ca. 500 m.
- **Keine wahrnehmbare Störung der Tiere** durch große Überflughöhe: Selbst sensible Arten wie die Trauerente (*Melanitta nigra*) fliegen in der Regel nicht auf.
- **Speicherung und Überprüfbarkeit der Rohdaten:** Aufnahmen können jederzeit auch von Dritten überprüft und verifiziert werden.
- **Qualitätssicherung:** Standardmäßig werden 20% des Videomaterials von zwei Personen unabhängig analysiert und die Übereinstimmung überprüft (sowohl bezüglich Objektdetektion als auch Artbestimmung).
- **Jedes Objekt wird einzeln erfasst und bestimmt:** Höchstmögliche Genauigkeit der Bestandsschätzungen, seltene/unscheinbare Arten in gemischten Trupps werden seltener übersehen.
- **Hohe Bestimmungsrate auf Artniveau** von über 90% (Wasservogel 94%): Selbst bei schwierig zu unterscheidenden Arten wie Trottellumme (*Uria aalge*) und Tordalk (*Alca torda*) ist eine Artbestimmung oft möglich.
- **Erfassung von Zusatzinformationen** wie Geschlecht, Altersklasse, Größe, Gruppenzugehörigkeit und Verhalten möglich (Abbildung 2).
- **Höhere geografische Genauigkeit** durch Georeferenzierung jeder Sichtung: Genauere Auswertungen bezüglich Verteilung im Raum und z. B. Meideabständen zu Bauobjekten möglich.
- **Bessere Gebietsabdeckung** durch breiteren Erfassungstreifen.
- **Entwicklung neuer Auswertemethoden** basierend auf künstlicher Intelligenz (KI) auf Basis aufgezeichneter Rohdaten möglich (s. unten).

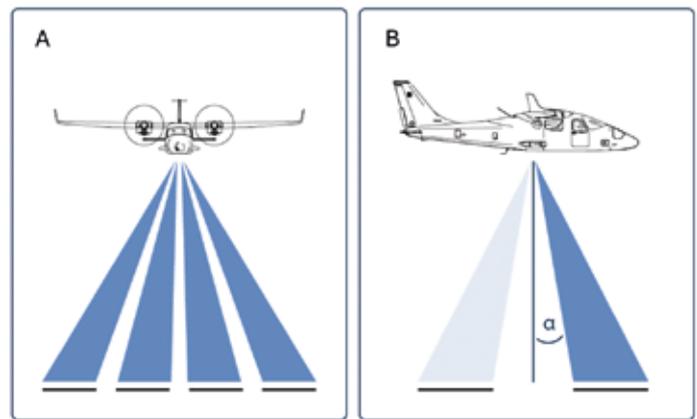


Abb. 1: A) Anordnung des HiDef-Video-Systems mit vier Einzelkameras bei der Standard-Transekterfassung. B) Ausrichtung des HiDef-Video-Systems um den Winkel  $\alpha$  geneigt nach vorne bzw. hinten, um Sonnenreflexion auf der Aufnahme zu vermeiden. Copyright: BioConsult SH

In den zehn Jahren seit Einführung digitaler Erfassungsflüge wurde deutlich, dass sich die Datenqualität gegenüber den Beobachterflügen deutlich erhöht hat. Beobachterflüge erfordern eine statistische Korrektur für die abnehmende Detektionswahrscheinlichkeit mit Abstand zum Beobachter (Distanz-Korrektur nach Buckland et al. 2001). Dies ist bei digitalen Erfassungsflügen nicht erforderlich, da der Transekt-Streifen mit gleich hoher Präzision erfasst wird. Bestandsschätzungen auf Basis digitaler Flugerfassungen sind daher mit weniger Unsicherheit behaftet.

Die Gesamtzahlen erfasster Individuen bei digitalen Erfassungsflügen sind in der Regel höher als bei Beobachter-Flügen vor Distanzkorrektur. Dies ist vor allem auf die konstant hohe Präzision über den gesamten erfassten Streifen der digitalen Erfassungsflüge zurückzuführen und geht nicht zwangsläufig mit höheren Bestandsdichten einher. In Gebieten mit hoher Wasservogeldichte kann allerdings die Aufmerksamkeit der Beobachterinnen und Beobachter stark beansprucht werden, so dass kleinere oder seltener Arten Distanz unabhängig übersehen werden können. So zeigte sich bei großen Winter-Ansammlungen von Meeresenten im Fehmarnbelt (Ostsee), dass Beobachter-Flüge die Bestände von unauffälligeren Arten wie Eisente (*Clangula hyemalis*) und Lappentauchern deutlich unterschätzt hatten (Žydelis et al. 2019). Digitale Erfassungsflüge führen unter diesen Bedingungen somit zu einer höheren Genauigkeit und besseren Datengrundlage für diese Arten.

Seit der Einführung der HiDef-Methode in Deutschland hat sich das Grundkonzept nicht verändert, jedoch wurden im Detail kontinuierlich technische Verbesserungen vorgenommen. So werden HiDef-Flüge mittlerweile innerhalb einer eigens programmierten Datenbank verarbeitet und ausgewertet. Waren bis vor kurzem die erhobenen Daten zu umfangreich und zu komplex, um eine automatisierte Auswertung der Videos



Abb. 2: Beispielbildern der HiDef-Videoaufzeichnungen bei ca. 2 cm Bodenauflösung. Größenmessungen erleichtern die Artbestimmung und liefern wertvolle Zusatzinformationen z. B. zur Altersbestimmung von Meeressäugern. A) Sterntaucher (*Gavia stellata*), B) Dreizehenmöwe (*Rissa tridactyla*) gefolgt von Zwergmöwe (*Larus minutus*), C) Seehund (*Phoca vitulina*) und D) Schweinswal (*Phocoena phocoena*). Copyright: BioConsult SH.

durchzuführen, erlauben Fortschritte in der Rechenleistung, rasche Entwicklungen auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz sowie die Verfügbarkeit von geeigneten Trainingsdaten (annotierten HiDef-Bilddateien) jetzt neue Schritte in Richtung automatisierter Auswertung digitaler Erfassungsflüge.

## Automatisierung der Video-Auswertung mittels künstlicher Intelligenz

In jüngster Zeit hat der Einsatz künstlicher Intelligenz in den meisten Bereichen der Biologie (Übersicht bei Greener et al. 2021), einschließlich der Ökologie (Übersicht bei Borowiec et al. 2022), stark an Bedeutung gewonnen. Angesichts der Erfolgsbilanz bei der Anwendung von künstlicher Intelligenz zur Schätzung der Häufigkeit wildlebender Tiere ist eine Anwendung auf Seevögel und Meeressäuger auf HiDef-Luftbildaufnahmen sehr vielversprechend. Dabei sind zwei Schritte der automatisierten Bearbeitung zu unterscheiden: Objekterkennung (Detektion und Markierung von Objekten auf den Videosequenzen vor heterogener Umweltkulisse) sowie Objektklassifizierung (Bestimmung detektierter Objekte möglichst auf Artniveau).

Die Anwendung von künstlicher Intelligenz für die automatisierte Objekterkennung verspricht genauere und besser reproduzierbare Ergebnisse, und dies möglicherweise schneller und kostengünstiger als bei manueller Bearbeitung. Das Zusammenspiel von biologischer Variation (z. B. Art, Geschlecht, Altersklasse) und Variation der marinen Umweltbedingungen (Sonnenreflektion, Seegang, Luft- und Wassertrübung) macht die zuverlässige automatisierte Objekterkennung in digitalen Luftaufnahmen jedoch zu einer außerordentlichen Herausforderung. Eine verlässliche automatische Objekterkennung erfordert zum Beispiel einen umfangreichen Trainingsdatensatz, welcher die zu erwartende Variation im Erscheinungsbild der Objekte in ganzer Breite repräsentiert. Ob ein KI-gestützter Ansatz die Ergebnisqualität von geschulten menschlichen Beobachtern erreichen kann oder diese womöglich sogar übertrifft, erfordert in jedem Fall eine gründliche Prüfung. Jedes KI-Modell sollte daher wissenschaftlich fundiert bewertet werden, bevor es für die Auswertung von planungsrelevanten Daten in Betracht gezogen werden kann. BioConsult SH hat für den ersten Schritt der Objekterkennung auf HiDef-Videomaterial bereits einen Meilenstein erreicht und unterzieht ihr neuronales Netzwerk HiDeFIND derzeit umfangreichen Tests, die als Qualitätsnachweis für einen KI-unterstützten Prozess veröffentlicht werden. Erste Ergebnisse deuten an, dass die Automatisierung der Objekterkennung den Qualitätsanforderungen der bisherigen manuellen Auswertung entspricht und alle planungsrelevanten Arten zuverlässig detektiert werden.

Im Projekt Kiek Ma (gefördert durch die Wirtschaftsförderung und Technologietransfer Schleswig-Holstein WTSH) verfolgen

wir darüber hinaus das Ziel, Vögel und Meeressäuger in digitalen HiDef-Luftbildaufnahmen automatisiert auf Artebene zu bestimmen. Kiek Ma stellt damit das nachgelagerte Schwesterprojekt der HiDeFIND-Objekterkennung dar und entwickelt und erprobt die automatisierte Objektklassifikation. Derzeit wird die Artbestimmung von erfahrenen Ornithologinnen und Ornithologen und Meeressäuger-Expertinnen und Experten durchgeführt, deren jahrelange Erfahrung auch in der Zukunft für anspruchsvolle Bestimmungsaufgaben unverzichtbar sein wird. Es wird jedoch, auch geplant, diesen Prozess mit Hilfe KI-unterstützter Artidentifikation zu (teil-) automatisieren.

Die Automatisierungsstrategie verspricht eine substanzielle Beschleunigung der Video-Auswertung, und kann so dazu beitragen, die Dynamik der Veränderungen in der Meeresumwelt zuverlässig und in kürzerer Bearbeitungszeit zu verfolgen und zu dokumentieren.

### Widmung

Wir widmen unsere Rückschau auf zehn Jahre HiDef-Erfassungen in Deutschland unserem Kollegen Felix Weiß, der durch seine hohe Fachkompetenz, seine Leidenschaft und sein Engagement einen wesentlichen Beitrag zu Erfolg und Weiterentwicklung der HiDef-Methode bei BioConsult SH geleistet hat. Leider ist Felix Weiß im Juli 2023 nach kurzer schwerer Krankheit verstorben. Wir trauern um unseren lieben Freund und sehr geschätzten Kollegen. Unser tiefes Mitgefühl ist mit seiner Familie.

### Literatur

\_\_\_\_ Borowiec M L, Dikow R B, Frandsen P B et al. (2022): **Deep learning as a tool for ecology and evolution**. *Methods Ecol Evol.*, 13: 1640 – 1660.  
 BSH Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (2013): Standard – Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK4), BSH-Nr. 7003

\_\_\_\_ Buckland S T, Anderson D R, Burnham K P et al. (2001): **Introduction to Distance Sampling: Estimating abundance of biological populations**. Oxford University Press Inc., New York  
 Greener J G, Kandathil S M, Moffat L et al. (2021): A guide to machine learning for biologists, *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 23: 40 – 55

\_\_\_\_ Diederichs A, Nehls G, Petersen I K (2002): **Flugzeugzählungen zur großflächigen Erfassung von Seevögeln und marinen Säugern als Grundlage für Umweltverträglichkeitsstudien im Offshorebereich**, *Seevögel*, 23: 38 – 46

\_\_\_\_ Weiß F, Büttger H, Baer J et al. (2016): **Erfassung von Seevögeln und Meeressäugetieren mit dem HiDef Kamerasystem aus der Luft**, *Seevögel*, 37, 2: 14 – 21

\_\_\_\_ Żydelis R, Dorsch M, Heinänen S et al. (2019): **Comparison of digital video surveys with visual aerial surveys for bird monitoring at sea**, *Journal of Ornithology*, 160: 567–580  
 Kontakt: BioConsult SH GmbH & Co. KG, Schobüller Str. 36, 25813 Husum

## Die Natur braucht unseren Schutz



Der Verein Jordsand kümmert sich nun schon seit deutlich mehr als 100 Jahren um Schutz und Pflege unserer Seevögel an Nord- und Ostsee und möchte das auch weiterhin tun.

Das ist leider nicht umsonst zu haben, trotz vielfältigen ehrenamtlichen Engagements. Und deshalb gibt es auch uns, die

### Naturschutzstiftung Jordsand

Wir sind dazu da, einen *nachhaltigen* Seevogelschutz durch eine *nachhaltige* Finanzierung zu unterstützen.  
 Dies können wir nur durch Stärkung unseres Stiftungskapitals erreichen.

Dazu erbitten wir Ihre Hilfe. Durch Zustiftung in unser Stiftungskapital (z.B. Nachlässe, Schenkungen) bleibt Ihr Unterstützungsbeitrag dauerhaft erhalten, während die Erlöse daraus vollständig dem **Verein Jordsand** zur Verfügung gestellt werden.

Wir denken und handeln langfristig, ehrenamtlich und ohne Verwaltungskosten.

Sind Sie dabei? Wir würden uns sehr freuen. Natürlich stellen wir für jede Zuwendung eine Spendenquittung aus.

Weitere Informationen bzw. Kontakt für ein persönliches Gespräch über [info@naturschutzstiftung-jordsand.de](mailto:info@naturschutzstiftung-jordsand.de)

Konto für Zustiftungen bei der Sparkasse Holstein: IBAN DE30 2135 2240 0135 8527 70