



Schutzkonzept Sandregenpfeifer in Schleswig-Holstein

Untersuchungen 2018

Endbericht November 2018

Bericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft,
Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein

Dominic V. Cimiotti
Martin Altemüller
Brigitte Klinner-Hötter

Michael-Otto-Institut im NABU
Goosstroot 1
24861 Bergenhusen

Dominic.Cimiotti@NABU.de

Schutzkonzept Sandregenpfeifer in Schleswig-Holstein – Untersuchungen 2018

Endbericht November 2018

Bericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes
Schleswig-Holstein

Dominic V. Cimiotti
Martin Altemüller
Brigitte Klinner-Hötker

Michael-Otto-Institut im NABU, Goosstroot 1, 24861 Bergenhusen
Dominic.Cimiotti@NABU.de

Titelfoto (Suchbild brütender Sandregenpfeifer): Martin Altemüller



Zusammenfassung

In den letzten Jahrzehnten sind die Brutbestände des Sandregenpfeifers *Charadrius hiaticula* in Schleswig-Holstein deutlich gesunken. Der vorliegende Bericht beschreibt die im Jahr 2018 erzielten Ergebnisse einer Populationsstudie an Sandregenpfeifern im Beltringharder Koog, dem derzeit wichtigsten Brutgebiet der Art in Deutschland, sowie im Untersuchungsgebiet Fehmarn-Wagrien. Aus der Studie sollen Vorschläge für ein langfristiges Schutzkonzept entwickelt werden.

Im Jahr 2018 wurden insgesamt 140 weitere Sandregenpfeifer (48 Adulte und 92 Küken) mit individuellen Farbringkombinationen versehen. Erstmals für Schleswig-Holstein konnten im Berichtsjahr lokale Überlebensraten von Sandregenpfeifern für die seit 2015 untersuchte Population im Beltringharder Koog ermittelt werden. Demnach liegt der bestandserhaltende Bruterfolg in einer Größenordnung von 0,7 bis 0,9 flüggen Jungvögeln pro Brutpaar und Jahr. Diese erste vorläufige Schätzung muss durch weitere Untersuchungen in den Folgejahren (auch auf Fehmarn) dringend präzisiert und abgesichert werden. Die Ermittlung eines Mindestbruterfolges für eine stabile Population ist essentiell, um den Zustand von Brutgebieten der Art in Schleswig-Holstein bewerten und Schutzmaßnahmen evaluieren zu können.

Die Schlupferfolge des Sandregenpfeifers nach Mayfield betragen im Berichtsjahr 29% im nördlichen Arlau-Speicherbecken des Beltringharder Kooges (46 Nester), 7% in den Untersuchungsgebieten auf Fehmarn (114 Nester) und 29% am nahegelegenen Festland (Gremersdorf Strand, 19 Nester). Nesträuber waren im Beltringharder Koog 2018 überwiegend Säuger (Dachs, Iltis) und auf Fehmarn vor allem Krähen. Auf Fehmarn und am Strand Gremersdorf wurden mindestens elf beziehungsweise sechs Nester durch Personen zertreten, wohl eine Folge der günstigen Witterung im Frühjahr/Sommer 2018 für Strandbesucher.

Der Bruterfolg pro Paar betrug im nördlichen Arlau-Speicherbecken erstmals 1,0 flügge Küken, was oberhalb des bestandserhaltenden Niveaus liegen dürfte. Dies deutet in Verbindung mit den Ergebnissen der Vorjahre darauf hin, dass es sich im Beltringharder Koog um eine prosperierende Population des Sandregenpfeifers handelt. Die dortigen Schutzmaßnahmen durch das LLUR und das Projekt LIFE Limosa sollten unbedingt fortgesetzt werden, insbesondere auch im Bereich des Prädationsmanagements. Die Aufnahme brutbiologischer Daten sollte fortgesetzt werden, auch um die durchgeführten Schutzmaßnahmen (z. B. Elektrozaun im Arlau-Speicherbecken) evaluieren und bei Bedarf kurzfristig anpassen/optimieren zu können.

In den Untersuchungsgebieten auf Fehmarn lag der Gesamtbruterfolg 2018 bei 0,6 flüggen Jungen pro Brutpaar. Er war damit höher als im Vorjahr, aber vermutlich noch nicht bestandserhaltend. Zusammen mit dem angrenzenden Festland (Gremersdorf Strand) betrug der Bruterfolg im Untersuchungsgebiet Fehmarn-Wagrien insgesamt jedoch 0,7 flügge Jungvögel pro Paar und lag damit zumindest an der unteren Grenze des errechneten bestandserhaltenden Bruterfolgs. Hier sollten die Untersuchungen zum Schlupf- und Bruterfolg sowie den Ursachen von Gelegeverlusten weitergeführt werden, um effektive Schutzmaßnahmen auch an touristisch genutzten Strandabschnitten entwickeln zu können. Die kleinräumige Absperrung von Nestbereichen (ca. 3x4m) im Berichtsjahr erwies sich als nicht zielführend, weil diese nicht den Bruterfolg steigern konnte. Im Jahr 2019 sollten daher größere Schutzzonen erprobt werden, die auch Rückzugsräume für die Küken einschließen.

Im Berichtsjahr wurde außerdem die im Vorjahr begonnene Untersuchung zur Habitatnutzung der Küken im Beltringharder Koog fortgesetzt.

Einleitung

Noch gehören Sandregenpfeifer *Charadrius hiaticula* zu den verbreiteten Brutvögeln der Wattenmeerküste. Wegen ihres lang anhaltenden negativen Bestandstrends gilt die Art als Brutvogel in Deutschland als „vom Aussterben bedroht“ (Südbeck et al. 2007). Der jährliche Rückgang betrug in den Jahren 1991 bis 2009 etwa 7% (Joint Monitoring Breeding Bird Group 2013). Er ist damit einer der stärksten unter den Brutvögeln des internationalen Wattenmeeres (Koffijberg et al. 2015). Schleswig-Holstein beherbergte laut der letzten publizierten Synchronerfassung 2006 mit fast 300 Paaren den größten Anteil am Bestand des Wattenmeeres (knapp 700 Paare). In Schleswig-Holstein wird die Art auf der Roten Liste (Knief et al. 2010) als „stark gefährdet“ geführt. Die Gründe für den raschen Rückgang des Brutbestandes sind unklar.

In Schleswig-Holstein war in den vergangenen Jahren in einem der sogenannten „Naturschutzküge“ der Westküste, dem Beltringharder Koog, ein steigender Bestand und auch ein offenkundig guter Bruterfolg zu verzeichnen. Im Jahr 2018 beherbergte er mit 194 Paaren (Klinner-Hötker & Petersen-Andresen 2018) rund 20% des deutschen Brutbestandes der Art (950 – 1100 Paare, Sudfeldt et al. 2013).

Mit dem hier vorgestellten Projekt soll ermittelt werden, welche Faktoren Sandregenpfeifer im Beltringharder Koog im Vergleich zu anderen Gebieten begünstigen und wie daraus Naturschutzmaßnahmen für diese Art abgeleitet werden können. Dabei soll ähnlich vorgegangen werden wie beim nahe verwandten Seeregenpfeifer *Charadrius alexandrinus*: Die durch gezielte Forschungen gewonnenen Ergebnisse und deren Umsetzung führten zu einer Verbesserung der Schutzmaßnahmen und somit letztendlich zu einem Anstieg der Bestände (Hötker et al. 2009, Cimiotti et al. 2015a).

Die Habitatansprüche des Sandregenpfeifers im Wattenmeerraum hatten im Mittelpunkt der Untersuchungen im Jahr 2015 gestanden. Die Daten zeigten, dass Sandregenpfeifer Bereiche mit sehr kurzer, teils auch lückiger Vegetation bevorzugten, die von kahlen Stellen unterbrochen und von Pfützen durchsetzt waren und die in der Nähe flacher Gewässer lagen (Hötker et al. 2015).

Im Jahr 2016 wurde damit begonnen, in größerem Umfang populationsbiologische Daten zu erheben. Das Ziel besteht darin, mittelfristig Antworten auf folgende Fragen zu erhalten: Sind mangelnde Überlebensraten der adulten Vögel oder mangelnde Bruterfolge für die Bestandsrückgänge ursächlich? Wie hoch muss der Bruterfolg mindestens sein, um die Population zu erhalten? Aus den Ergebnissen wären gezielte Schutzmaßnahmen abzuleiten, die in ein Schutzkonzept münden sollten, das mit dem MELUND, dem LKN (Nationalparkamt und Deichbaubehörde), dem LLUR sowie mit regionalen Naturschutzstellen abzustimmen wäre.

Im Jahr 2017 wurde das Untersuchungsgebiet erweitert: Strandabschnitte der Insel Fehmarn sowie an der Festlandsküste der Halbinsel Wagrien (Ostholstein) kamen hinzu, da hier offensichtlich ganz andere Lebensbedingungen herrschten als an der Westküste von Schleswig-Holstein. Auch im Gebiet Fehmarn-Wagrien wurde mit Untersuchungen zum Schlupf- und Bruterfolg sowie mit der individuellen Farbringmarkierung von Sandregenpfeifern begonnen.

Im Berichtsjahr 2018 wurden die brutbiologischen Untersuchungen, die Beringungen sowie die Suche nach in den Vorjahren beringten Individuen sowohl im Beltringharder Koog als auch im Gebiet Fehmarn-Wagrien fortgesetzt beziehungsweise aufgenommen. Im Beltringharder Koog wurde unter anderem die Wirksamkeit eines durch die Integrierte Station Westküste installierten Elektrozauns untersucht. Außerdem wurden hier die im Vorjahr begonnen Untersuchungen zur Habitatnutzung der Küken fortgesetzt. Auf Fehmarn wurden kleinflächige Schutzzonen um Gelege der Sandregenpfeifer an touristisch genutzten Stränden erprobt.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiete

An der Westküste Schleswig-Holsteins fanden die Untersuchungen zur Brutbiologie überwiegend in dem 1987 eingedeichten Beltringharder Koog (Hötker & Kölsch 1993) statt, einem der wichtigsten Brutgebiete des Sandregenpfeifers in Schleswig-Holstein (Knief et al. 2010, Klinner-Hötker & Petersen-Andresen 2018). Für die Studien wurde dort das Nordufer des Arlau-Speicherbeckens gewählt. In diesem Teilgebiet ist es möglich, eine erhöhte Verwallung zu befahren und somit – ohne größere Störungen zu verursachen – aus dem Auto heraus die Farbringkontrollen, die Suche nach Nestern sowie die Zählungen der Jungvögel durchzuführen. Das Gebiet wird als extensiver Rinderweide mit einer sehr spät im Jahr liegenden Auftriebszeit genutzt. Es weist großflächig sehr kurzrasige, teils kahle Bereiche sowie Flachwasserzonen auf.

Darüber hinaus wurde in den übrigen Teilbereichen des Beltringharder Kooges, einschließlich des Südufers des Arlau-Speicherbeckens innerhalb der Sukzessionszone des Gebietes, nach farbberingten Sandregenpfeifern gesucht. Weitere Brutgebiete der Art an der Westküste von Schleswig-Holstein wurden (meist einmalig während der Kernbrutzeit) ebenfalls auf Farbringträger hin kontrolliert. Dabei handelte es sich um das Vorland von St. Peter-Ording, das Katinger Watt mit dem Eiderdamm sowie den Ellenbogen auf Sylt. Auf der Hallig Nordstrandischmoor fanden regelmäßige Begehungen mit dem Ziel statt, den Bruterfolg von Küstenvogelarten (Austernfischer, Sandregenpfeifer) zu ermitteln (Voß 2018). Dabei wurde auch auf Farbringe geachtet.

Die unterschiedlichen Strandabschnitte im Untersuchungsgebiet Fehmarn-Wagrien waren im letzten Bericht (Hötker et al. 2017) ausführlich vorgestellt worden, siehe auch Übersichtskarte (Abbildung 1). Im Gegensatz zum Beltringharder Koog wurden einige der Brutgebiete auf Fehmarn sehr stark von Touristen frequentiert. Damit mögliche Zusammenhänge zum Bruterfolg aufgezeigt werden können, wurde eine grobe Kategorisierung der touristischen Aktivitäten in den einzelnen Gebieten vorgenommen. Hier gab es Veränderungen gegenüber dem Vorjahr (siehe Tabelle 2): Aufgrund des warmen Sommers war die touristische Nutzung in einigen Gebieten deutlich stärker als im Vorjahr. Zudem wurde der Strand vor Wallnau aufgrund von Deichbauarbeiten ab Mitte Juni für den Besucherverkehr gesperrt.

- 0 keine touristischen Aktivitäten: Gebiet für Besucher vollkommen gesperrt
- 1 niedrige touristische Aktivitäten: Gebiet öffentlich zugänglich, aber nur schwach frequentiert (jeden Tag überwiegend ohne Menschen)
- 2 mittlere touristische Aktivitäten: Gebiet öffentlich zugänglich mit regelmäßiger touristischer Nutzung (tägliche Nutzung durch Menschen, aber auch viele Zeiten ohne Störungen)
- 3 hohe touristische Aktivitäten: Gebiet öffentlich zugänglich mit sehr starker touristischer Nutzung (Strand praktisch täglich dauerhaft und intensiv touristisch genutzt, nur wenige Zeiten ohne Störung)

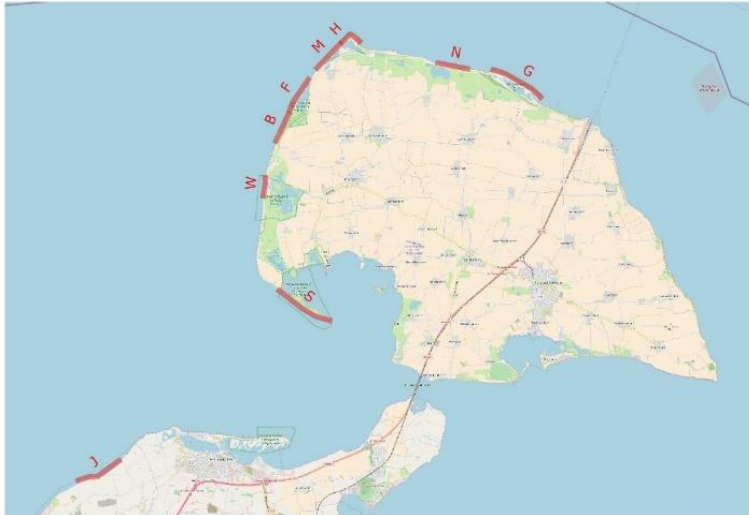


Abbildung 1 Übersichtskarte mit Lage der Gebiete auf Fehmarn. S: Krummsteert, W: Wallnau Strand, B: Bojendorf Strand, F: Fastensee, M: Westermarkelsdorf Strand, H: Markelsdorfer Huk, N: Gammendorf Strand, G: Grüner Brink, J: Gremersdorf Strand © Kartengrundlage OpenStreetMap.

Gelegeschutz durch kleinräumige Absperrungen der Nestbereiche

Nachdem am Bojendorfer Strand zu Beginn der Brutsaison einige Nester dem Vertritt durch Strandbesucher zum Opfer gefallen waren, wurde versucht, ein Teil der Nester durch kleinräumige Absperrungen aus Metall- oder Fiberglaspfosten und Sisalseil (Größe ca. 3x4 m) vor versehentlichem Vertritt zu schützen. Auf eine Beschilderung direkt an der Absperrung wurde dabei verzichtet, um keine zusätzliche Aufmerksamkeit auf die Nester zu lenken. Neben dem Bojendorfer Strand wurde diese Methode auch am Gammendorfer und am Westermarkelsdorfer Strand erprobt. Im Bereich des Gremersdorfer Strandes wird im Bereich Dazendorf zur Brutzeit schon seit vielen Jahren eine etwas größere Absperrung (ca. 15x40m) errichtet.

Die Akzeptanz für die Maßnahmen war bei den meisten Strandbesuchern recht hoch. Jedoch wurde eine Absperrung komplett entwendet, in zwei Fällen wurde die Schnur aufgeschnitten und in einem Falle wies die Spurenlage auf eine beabsichtigte Nestzerstörung hin.



Abbildung 2: Kleinräumige Schutzzone am Bojendorfer Strand und die Reaktion darauf. Foto: M. Altemüller

Brutbiologische Untersuchungen

Während die Suche nach brutverdächtigen oder farbberingten Individuen im Beltringharder Koog weitgehend vom PKW aus erfolgte, fanden im Gebiet Fehmarn-Wagrien komplette Begehungen der untersuchten Strandabschnitte statt, da brütende Altvögel oft erst aufgrund des Warnverhaltens zu entdecken waren.

Wurde ein Altvogel gesehen, der längere Zeit an einem potentiellen Neststandort am Boden saß, wurde dieser Ort aufgesucht und in den meisten Fällen ein Nest (Abbildung 3) gefunden. Die Nester wurden in einem Abstand von etwa zwei bis drei Metern mit kleinen Plastikschildern markiert, die mit aus der Entfernung ablesbaren Nestnummern versehen waren. In Fehmarn-Wagrien dienten unauffällige Steintürmchen zur Markierung. Es folgten das Einmessen des Nestes mit einem GPS-Gerät (Garmin GPS 60, GPSmap 62s oder 78) sowie das Notieren des Nestinhalts. Mindestens zwei Eier des Geleges wurden kurzfristig in ein Wasserbad gelegt, um ihren Bebrütungsstatus zu bestimmen (Liebezeit et al. 2007). Danach erfolgten Nest-Kontrollen im Abstand von jeweils einigen Tagen. Brütete ein Altvogel, wurde das Nest nicht aufgesucht. War das Nest unbesetzt, wurde zunächst aus der Entfernung mit Fernglas und Spektiv nach Küken beziehungsweise nach hundernden Altvögeln in der Nestnähe gesucht und danach eine Kontrolle des Nestes durchgeführt. Der Nestinhalt wurde erneut notiert. Leere Nester wurden hinsichtlich kleiner Eischalen-Splitter, die auf den Schlupf der Jungvögel hindeuten (Mabee 1997), untersucht.

Die Gelege galten als erfolgreich, wenn sich mindestens ein schlüpfendes oder ein frisch geschlüpftes Küken in der Nestmulde befanden oder wenn kleine Eischalen-Splitter in der Nestmulde auf den Schlupf hindeuteten. Gelege galten als nicht erfolgreich, wenn Hinweise auf die Zerstörung des Nestes oder auf den Raub der Eier vorlagen oder wenn das Nest verlassen worden war. Nester wurden als ausgeraubt betrachtet, wenn die Zerstörung der Nestmulde, Spuren von Prädatoren, zerstörte Eier, große Eischalen oder Dotterreste im Nest auf den Raub der Eier hindeuteten oder wenn die Eier ohne Hinweise auf den erfolgreichen Schlupf der Jungen (Eischalen-Splitter) verschwunden waren. Im Untersuchungsgebiet Fehmarn-Wagrien konnte Vertritt durch Strandbesucher durch regelmäßiges Fotografieren der Nester bestimmt werden (z. B. stark veränderte Anordnung der Kieselsteine im Nestbereich).

Der Schlupferfolg wurde mit der Methode von Mayfield berechnet (Mayfield 1961, 1975):

$$\text{Schlupferfolg} = (1 - T_V / T_E)^{30}$$

T_V : Anzahl der Tage mit Verlusten; T_E : Nesttage (Summe der Tage, an denen alle Nester unter Kontrolle standen). Der Exponent 30 wurde gewählt, weil davon ausgegangen werden kann, dass zwischen der Eiablage und dem Schlupf eines Sandregenpfeifer-Geleges durchschnittlich 30 Tage vergehen (Laven 1940, Wallander & Andersson 2003).

Zur Identifikation potentieller Nestprädatoren wurden an einigen der Nester automatisch auslösende Wildkameras aufgestellt (Typ Moultrie Modell M-990i).

Der Bruterfolg wurde aus regelmäßigen Kartierungen der Familien in etwa wöchentlichem Abstand ermittelt. Im Beltringharder Koog erfolgten diese vom PKW aus (Fernglas, Spektiv mit Fensterstativ), sodass die Familien möglichst nicht gestört wurden. Ein völlig störungsfreies Beobachten war im Bereich Fehmarn-Wagrien nicht möglich. Allerdings waren die Sandregenpfeifer an den öffentlich zugänglichen Stränden gut an den Menschen adaptiert und wiesen zum Teil sehr geringe Fluchtdistanzen auf. Gewertet wurden Küken, die gerade flügge waren, aber noch von ihren Eltern geführt wurden, und Küken, die unmittelbar vor dem Flüggewerden standen. Die Zuordnung von Familienbeobachtungen zu einer individuellen Familie erfolgte über den Standort, die Kombination aus Kükenalter und Datum, sowie farbberingte Alt- und/oder Jungvögel.

Wir modellierten den Schlupf- und Bruterfolg (vorhanden/nicht vorhanden) in Abhängigkeit der Schutzmaßnahme (kleinräumige Gelegeabspernung oder ohne Schutz) mit i) einem Generalisierten Linearen Modell (GLM) sowie ii) einem Generalisierten Linearen Gemischten Modell (GLMM) jeweils mit dem Paket lme4 (Bates et al. 2015) in der Open Source Software R (R Core Team 2019) und einer binomialen Fehlerverteilung. Im GLMM

wurde zusätzlich der Strandabschnitt als Zufallsvariable dazu genommen. Schlupf- und Bruterfolg galten als vorhanden, wenn mindestens ein Küken pro Gelege geschlüpft bzw. flügge geworden ist.



Abbildung 3 Sandregenpfeifer-Gelege im Beltringharder Koog 2018.
Foto: D. Cimiotti

Untersuchungen zur Habitatnutzung der Küken

Im Jahr 2018 wurden weitere Daten zur Habitatnutzung der Küken aufgenommen, indem die genauen Aufenthaltsorte von Familien ($n = 207$ Einzelbeobachtungen) auf Karten analog oder digital eingetragen wurden. Bei der Verortung halfen rund 130 nummerierte Pfosten im Gelände. Die 2018 gesammelten Daten sollen zusammen mit den Daten des Folgejahres 2019 im Hinblick auf die Habitatpräferenzen der Küken analysiert werden. Dafür sollen die Küken-Punkte zusammen mit Zufallspunkten im Gelände auf Luftbilder dargestellt und im Hinblick auf die Bevorzugung oder Meidung von Strukturen (Verwallung, Lagunen, Arlau-Ufer, Bereiche mit höherer Vegetation, usw.) ausgewertet werden. Auch die Entfernung der Aufenthaltsorte der Familien vom Neststandort soll (soweit möglich) quantifiziert werden.

Fang und Beringung

Mit dem Ziel der Ermittlung von Überlebens- und Dispersionsraten für Sandregenpfeifer in Schleswig-Holstein wurden auch weiterhin adulte und junge Sandregenpfeifer gefangen und mit individuellen Farbringkombinationen versehen. Im Beltringharder Koog wurden im Berichtsjahr 55 (19 adulte, 36 junge) Sandregenpfeifer neu farbberingt. Von den 36 farbberingten Jungvögeln wurden 27 später im Brutgebiet als flügge bestätigt, ein weiterer wurde im Herbst 2018 in den Niederlanden abgelesen und fotografiert. Im Gebiet Fehmarn-Wagrien wurden im Berichtsjahr 85 (29 adulte, 56 junge) Sandregenpfeifer neu farbberingt. Von den 56 farbberingten Jungvögeln wurden 41 später im Brutgebiet als flügge bestätigt; ein weiterer wurde im Herbst 2018 in Frankreich beobachtet. Die übrigen Jungvögel gingen zunächst als nicht oder nicht sicher flügge geworden in die Datenbank ein.

Der Fang der Altvögel erfolgte durch Kastenfallen mit einer durch den Vogel am Gelege ausgelösten Klappe im Eingangsbereich. Die Fallen kamen auf Nestern zum Einsatz, die bereits mindestens circa zehn Tage lang bebrütet worden waren. Die Fallen standen während der Fangversuche unter ständiger Beobachtung. Falls kein Fang erfolgte, wurden die Versuche in der Regel nach spätestens 60 Minuten abgebrochen. Im Bereich Fehmarn-Wagrien wurden Gipseier eingesetzt und die Originaleier warm verwahrt. Die Fangdauer betrug hier zwischen 20 und 120 Minuten.

Küken wurden zunächst beobachtet und dann (teilweise durch eine zweite Person) mit der Hand gefangen, im Bereich Fehmarn-Wagrien häufig nachts bei der Futtersuche. Die Farbmarkierung der Küken erfolgte frühestens im Alter von 1,5 Wochen beziehungsweise ab einem Mindestgewicht von circa 20 Gramm.

Alle gefangenen Sandregenpfeifer erhielten unmittelbar nach dem Fang individuelle Markierungen mittels farbiger Ringe (Materialien Darvic und Sablex). Die Farbkombinationen waren auf internationaler Ebene mit der International Wader Study Group abgesprochen worden.

Von den gefangenen Vögeln wurden folgende Maße genommen: Flügelänge, Fußlänge (jeweils mit einem Flügelmesslineal), Schnabellänge, Kopflänge (jeweils mit einer Schieblehre) und Körpermasse (mit einer elektronischen Waage). Bei Altvögeln wurde, soweit möglich, das Geschlecht anhand von Gefiedermerkmalen bestimmt. Bei Jungvögeln wurde das Alter aufgrund des gesamten Entwicklungszustandes auf etwa eine halbe Woche genau abgeschätzt. Für spätere Untersuchungen wurden von einigen Küken zudem Kotproben gesammelt, in Eppendorfröhrchen aufbewahrt und am selben Tag noch eingefroren.

Ablesungen beringter Individuen aus den Vorjahren

In beiden Untersuchungsgebieten (Beltringharder Koog und Fehmarn-Wagrien) erfolgten regelmäßige Kontrollen der anwesenden, farbberingten Individuen über die gesamte Brutsaison hinweg. Das Ablesen der Farbringkombinationen erfolgte mit Fernglas, Spektiv oder Kamera. Damit sollten neben denjenigen Individuen, die in den Untersuchungsgebieten selbst Brutvögel waren, auch solche Tiere erfasst werden, die die Untersuchungsgebiete nur kurzzeitig aufsuchten (zum Beispiel zu Beginn und Ende der Saison). Die betreffenden Individuen hatten sich zum Brüten mutmaßlich in anderen Gebieten angesiedelt beziehungsweise waren dorthin umgesiedelt oder hatten nicht gebrütet. Darüber hinaus wurden andere potenzielle Brutgebiete in der Umgebung zumindest einmalig aufgesucht, um diese auf die Anwesenheit von beringten Individuen zu kontrollieren (siehe Abschnitt „Untersuchungsgebiete“).

Berechnungen von Überlebensraten und des Mindestreproduktionserfolges

In diesem Bericht werden erstmals Berechnungen von lokalen Überlebensraten von Sandregenpfeifern aus dem Projekt dargestellt. Hierfür wurden zunächst nur Daten der im Beltringharder Koog beringten Individuen verwendet, da mindestens drei Untersuchungsjahre für die Berechnung von Überlebensraten notwendig sind. Für das Untersuchungsgebiet Fehmarn-Wagrien lagen hingegen erst Daten aus zwei Jahren (2017 und 2018) vor.

Die Berechnung der Überlebensraten beringter Sandregenpfeifer erfolgte mit dem Programmpaket MARK (CJS-Modelle). Damit kann die lokale Überlebensrate (Φ) unter Berücksichtigung einer Wiedersichtungswahrscheinlichkeit (p) modelliert werden (Schaub & Amann 2001). Diese bedeutet, dass nicht jeder beringte Sandregenpfeifer in jedem Jahr registriert wird, sondern mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit übersehen werden kann. Nicht berücksichtigt werden kann die dauerhafte Abwanderung von Individuen aus dem Untersuchungsraum, was zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Überlebensrate führen kann. Deshalb ist hier von einer „lokalen Überlebensrate“ die Rede. Diese ist auf Schleswig-Holstein bezogen.

Es wurden verschiedene Modelle entwickelt, in denen beide Parameter (Φ und p) entweder konstant oder abhängig vom Jahr, Alter des Vogels oder Beringungsalter des Vogels modelliert wurden. Bei den jahresspezifischen Modellen wurden drei Jahre (2016, 2017, 2018) unterschieden, wobei jeweils das Überleben vom Vorjahr bis zum betreffenden Jahr gemeint war. Hinsichtlich des Alters erfolgte eine Einteilung in zwei Klassen (adult und 1. Lebensjahr), wobei nur sicher flügge gewordene Jungvögel in die Auswertung einbezogen wurden. Für das Beringungsalter wurden ebenfalls zwei Klassen verwendet: Küken oder adult (mindestens vorjährig), das entspricht den EURING-Altersklassen 1 beziehungsweise 4. Es wurden 12 verschiedene Modelle gebildet, die biologisch sinnvoll erschienen. Die Modellauswahl erfolgte über den AICc (Akaike's Information Criterion für geringe Stichproben, Burnham et al. 2011).

Für die Ermittlung des Mindestreproduktionserfolges kam eine Formel aus Robinson et al. (2004) mit dem Faktor 2 zum Einsatz, da sich die Bruterfolgsberechnungen in diesem Bericht auf Paare und nicht auf Individuen bezogen.

Ergebnisse

Schlupf- und Bruterfolge, Ursachen von Gelegeverlusten

Die Ergebnisse der brutbiologischen Untersuchungen sind in **Tabelle 1** zusammengefasst. Im Beltringharder Koog wurde auf der Untersuchungsfläche im nördlichen Arlau-Speicherbecken wie in den Vorjahren ein recht hoher Bruterfolg ermittelt. Der Schlupferfolg lag mit 29% höher als im Vorjahr. Nestverluste gingen 2018 vor allem auf Säuger (Dachs, Iltis) zurück. Es kam jedoch auch mehrfach zu vollständiger und partieller Prädation von Gelegen durch Möwen.

Im Untersuchungsgebiet Fehmarn-Wagrien war der Bruterfolg höher als im Vorjahr (Tabelle 1, Tabelle 2). Er lag in den untersuchten Teilgebieten auf der Insel Fehmarn jedoch offenbar wie im Vorjahr unterhalb eines bestanderhaltenden Niveaus (vgl. nächstes Kapitel). Der Schlupferfolg war ähnlich niedrig wie im Vorjahr. Viele Gelege gingen dort durch Prädation (vor allem durch Krähen) verloren. Fast 10% der Gelege wurden im Berichtsjahr durch Strandbesucher zertreten. Am Gremersdorfer Strand wurde mit 1,4 flüggen Jungen pro Paar hingegen ein sehr hoher Bruterfolg erreicht; hier hatten 11 von 19 Gelegen Schlupferfolg (Tabelle 2).

Die Bruterfolge der einzelnen untersuchten Strandabschnitte auf Fehmarn unterschieden sich stark voneinander mit einer Spanne von 0,0 bis 1,5 flüggen Jungen pro Paar (Tabelle 2). Auffällig ist das vollständige Ausbleiben eines Bruterfolges am Krummsteert in den Jahren 2017 und 2018 aufgrund sehr hoher Prädationsraten (Tabelle 2). Die höchsten Bruterfolge wurden 2018 am Bojendorfer Strand sowie am Strand vor dem Fastensee ermittelt (Tabelle 2). Diese Gebiete weisen eine niedrige bis mittlere touristische Nutzungsintensität auf. Um den Zusammenhang zwischen touristischer Nutzung, Prädationsrisiko und Bruterfolg der Sandregenpfeifer aussagekräftig beurteilen zu können, sind weitere Untersuchungen in den nächsten Jahren erforderlich.

Tabelle 1 Schlupf- und Bruterfolge sowie Ursachen von Gelegeverlusten von Sandregenpfeifern in den Untersuchungsgebieten des Projektes in den Jahren 2017 und 2018. na = keine Daten erhoben. Krähe = Rabenkrähe Corvus corone bzw. Hybriden zwischen Raben- und Nebelkrähen Corvus corone x C. cornix.

Gebiet	Jahr	Anzahl Paare	Anzahl flügger Jungvögel	Bruterfolg (flügge Junge pro Paar)	Schlupferfolg (Mayfield)	Anzahl gefundener Nester	Anzahl geschlüpft	Anzahl prädiert	Anzahl überflutet	Anzahl zertreten	Anzahl aufgegeben	Anzahl sonstiger / unbekannter Verlustursachen	Anzahl mit Kamera	Nesträuber
Beltringharder Koog, nördliches Arlau-Speicherbecken	2017	61	55	0,9	18%	71	25	34	3	0	8	1	34	Fuchs (1), Dachs (3), Marderhund (3), Sturmmöwe (6), Silbermöwe (2), alle nach Kamerabildern
Beltringharder Koog, nördliches Arlau-Speicherbecken	2018	53	51	1,0	29%	46	22	21	1	0	2	0	39	Iltis (4), Dachs (5-6), Silbermöwe (2); Teilprädation von Eiern: Sturmmöwe (2), Lachmöwe (1), alle nach Kamerabildern
Fehmarn-Wagrien, Untersuchungsgebiete auf Fehmarn	2017	56	17	0,3	8%	67	16	25	2	4	6	14	10	Fuchs 4 (1x Kamera, 3x nach Spuren), Krähe 6 (5x Kamera, 1x Spuren)
Fehmarn-Wagrien, Untersuchungsgebiete auf Fehmarn	2018	62	36	0,6	7%	115	23	74	2	11	0	5	11	Fuchs 2 (Spuren), Marder 1 (Spuren), Krähe 8 (2x live, 3x Kamera, 3x Spuren), Sturmmöwe 1 (Kamera)
Fehmarn-Wagrien, Gremersdorf Strand	2017	11	na	na	na	10	5	0	1	0	0	4	0	keine Daten vorhanden
Fehmarn-Wagrien, Gremersdorf Strand	2018	9	13	1,4	29%	19	10	1	0	6	0	2	0	keine Daten vorhanden

Tabelle 2 Bruterfolge von Sandregenpfeifern in ausgewählten Küstenabschnitten des Gebietes Fehmarn-Wagrien 2017 und 2018, siehe Kürzel in Karte Abb. 1. na = keine Daten erhoben. Intensität Tourismus: 0 = keine Menschen außer Kartierer bis 3 = sehr starke Frequentierung (siehe Abschnitt zu Untersuchungsgebieten im Methodenteil).

Teilgebiet	Kürzel	Status	Intensität Tourismus	Jahr	Anzahl Paare	Anzahl flügger Jungvögel	flügge Junge pro Paar	Anzahl Nester	Bemerkungen Nestschicksale
Krummsteert	S	NSG, Betretungs- verbot	0	2017	24	0	0,0	21	14 prädiert, 2 überflutet
				2018	14	0	0,0	23	alle prädiert
Wallnauer Strand	W	NSG, öffentlich zugänglich mit Sperrung von Teilflächen	1 1/0	2017	2	0	0,0	3	alle prädiert
				2018	4	2	0,5	6	5 prädiert, 2 zusätzliche Gelege außerhalb des UG / nicht am Strand
Bojendorfer Strand	B	Hundestrand	2	2017	5	7	1,4	16	2 prädiert, 3 zertreten
				2018	11	14	1,3	28	8 prädiert, 7 zertreten, 2 überflutet
Fastensee Strand	F	NSG, öffentlich zugänglich mit Sperrung von Teilflächen	1	2017	5	3	0,6	11	4 prädiert
				2018	13	20	1,5	25	14 prädiert, 1 zertreten
Westermarkelsdorfer Strand	M	öffentlicher Strand	3	2017	8	0	0,0	8	2 prädiert, 1 zertreten
				2018	7	0	0,0	10	8 prädiert, 2 zertreten
Markelsdorfer Huk	H	NSG - teils öffent- lich zugänglich, teils Betretungs- verbot	1	2017	2	0	0,0	2	
				2018	3	0	0,0	5	alle prädiert
Gammendorfer Strand	N	öffentlicher Strand	2 3	2017	3	7	2,3	2	
				2018	6	0	0,0	13	7 prädiert, 1 mutwillig zerstört
Grüner Brink	G	NSG - teils öffent- lich zugänglich, teils Betretungs- verbot	1	2017	7	0	0,0	4	
				2018	4	0	0,0	5	4 prädiert
Gremersdorfer Strand	J	öffentlicher Strand	1 2	2017	11	na	na	10	1 überflutet, Bruterfolg nicht voll- ständig erfasst
				2018	9	13	1,4	19	1 prädiert, 6 zertreten

Wirksamkeit der kleinräumigen Gelegeabsperungen auf Fehmarn

Um den tatsächlichen Erfolg der kleinräumigen Gelegeabsperungen abschätzen zu können, wurden nur Nester an öffentlich zugänglichen Stränden ausgewertet. Betrachtet wurden 51 Nester von 26 Paaren mit insgesamt 171 Eiern, wovon 19 Nester von 10 Paaren mit insgesamt 68 Eiern eingezäunt waren.

Acht von 32 Gelegen ohne Schutz sowie 7 von 19 Gelegen mit Absperrung hatten Schlupferfolg; 4 von 32 Gelegen ohne Schutz sowie 2 von 19 Gelegen mit Absperrung hatten Bruterfolg. Weder Schlupf- noch Bruterfolg unterschieden sich signifikant zwischen den Gelegen mit und ohne Absperrung (GLM: P-Wert 0,37 bzw. 0,83; GLMM: P-Wert 0,15 bzw. 0,97). Pro Paar wurden 0,5 Jungvögel (mit Absperrung) beziehungsweise 0,6 Jungvögel (ohne Absperrung) flügge.

Bezogen auf die Anzahl der untersuchten Eier kamen in den abgesperrten Bereichen zwar prozentual mehr Eier zum Schlupf, es wurden jedoch aus diesen Gelegen nicht mehr Küken als ohne Absperrung flügge (Abbildung 4).

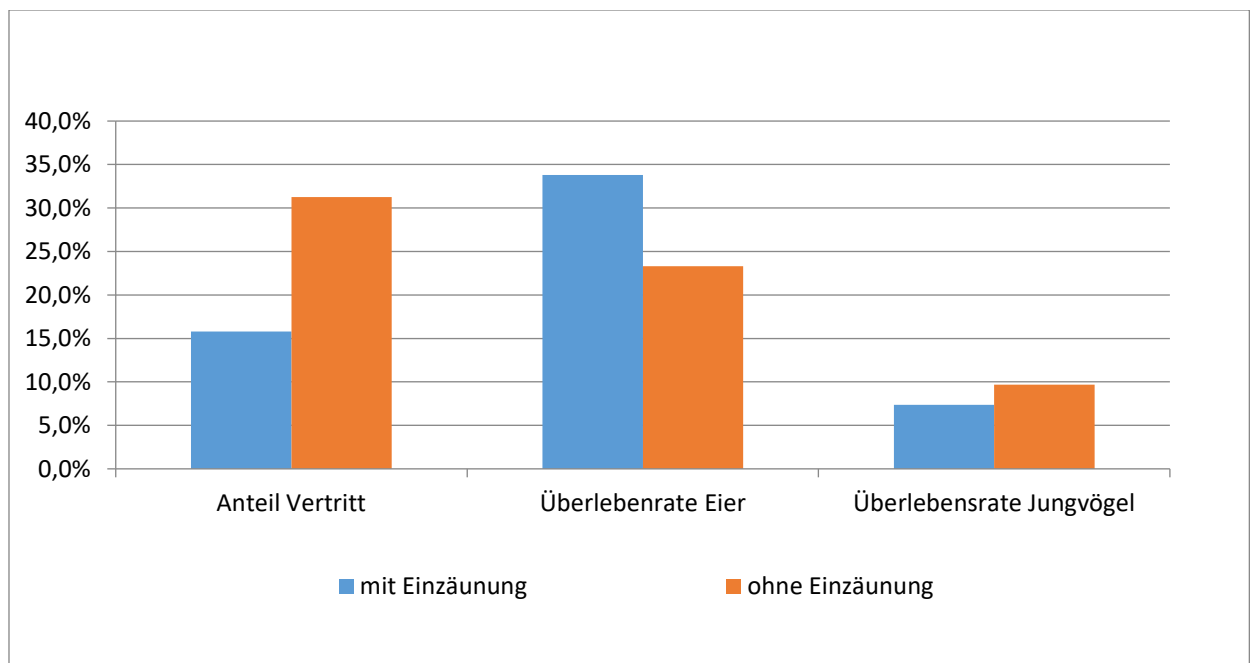


Abbildung 4 Anteil von Eiern mit Vertritt durch Strandbesucher, Schlupferfolg und Bruterfolg (vom Ei zum flüggen Küken) in Abhängigkeit der Maßnahme „kleinräumige Gelegeabspernung“. Stichprobengrößen siehe Text.

Habitatnutzung der Küken im Beltringharder Koog

Im Berichtsjahr konnten 207 Aufenthaltsorte von Sandregenpfeifer-Familien im Gelände erfasst und in einem Geografischen Informations-System (QGIS, Version 3.4.11-Madeira) dargestellt werden (Abbildung 5).

Viele Aufenthaltsorte liegen entlang der Speicherbeckenverwaltung im nördlichen Bereich des Nordufers des Arlau-Speicherbeckens, wo aus der Salzwasserlagune stammendes Qualmwasser austritt und zum Teil hypersaline Salzgehalte gemessen wurden. Dieser Streifen ist offenbar besonders nahrungsreich und wird von vielen Watvogelfamilien genutzt (eig. Beob.). Weitere genutzte Bereiche waren die Wattflächen in der Südost-Ecke der Salzwasserlagune (auf der Karte rechts), die Lagune Ost sowie der sehr offene, schmale Bereich im Westen des Arlau-Speicherbeckens (in der Karte links) einschließlich des Arlau-Ufers (siehe Abbildung 5).

Insgesamt zeigt sich eine starke Bindung an die marin geprägten Bereiche, die Wasser- und Nässestellen beinhalten (von Pfützen bis zu den Ufern der großen Wasserkörper Arlau und Salzwasserlagune). Die Familien hielten sich oft an sehr offenen Stellen auf. Bei Gefahr wurden jedoch im östlichen und zentralen Bereich des Gebietes „blitzschnell“ die angrenzenden höher bewachsenen Bereiche sowie im Westen des Gebietes häufig das Arlau-Ufer aufgesucht. Ähnlich wie beim Seeregenpfeifer (Cimioti et al. 2015b, Bericht für das MELUND) spielen demnach anscheinend die Nähe zu Nässestellen sowie „Habitatvielfalt“ auch beim Sandregenpfeifer eine wichtige Rolle für die Aufzucht der Küken. Vorgehene weitergehende Auswertungen zusammen mit den Daten des Jahres 2019 werden diese Zusammenhänge näher beleuchten können.



Abbildung 5 Aufenthaltsorte von Sandregenpfeifer-Küken im nördlichen Arlau-Speicherbecken 2018 (rote Punkte).

Berechnung von lokalen Überlebensraten und des Mindestbruterfolgs

Für die Analyse standen Daten von 97 Sandregenpfeifern zur Verfügung, die ab dem Jahr 2015 im Beltringharder Koog farbberingt worden waren (53 als Altvögel und 44 als später sicher flügge gewordene Jungvögel).

Unter den zwölf Modellen (Tabelle 3) war dasjenige das beste (Modell Nr. 1), welches für die lokale Überlebensrate drei verschiedene Möglichkeiten des Vogelalters (1. Lebensjahr, adult/als Küken beringt, adult/als Altvogel beringt) sowie eine konstante Sichtungswahrscheinlichkeit zu Grunde legte.

Auf Grundlage dieses Modells ergibt sich eine jährliche lokale Überlebensrate der Altvögel (adult beringt) von 83% (Tabelle 4). Als Küken beringte Individuen besaßen ab dem 2. Lebensjahr eine jährliche lokale Überlebensrate von lediglich 53% (vermutlich bedingt durch teilweise Abwanderung, s.u.). Die lokale Überlebensrate im 1. Lebensjahr lag bei 42% (Tabelle 4). Die Sichtungswahrscheinlichkeit war mit 91% hoch. Die Konfidenzintervalle aller Schätzwerte sind jedoch noch sehr groß.

Die Rückkehrrate der als Küken im Beltringharder Koog beringten Sandregenpfeifer nach Schleswig-Holstein lag (ohne Berücksichtigung der Sichtungswahrscheinlichkeit) bei 39% (17 von 44). Von den 17 zurückgekehrten Individuen siedelte sich eines im Folgejahr (2018) auf der Hallig Hooge als Reviervogel an (*natal dispersal*). Ein Küken aus dem Jahr 2016 wurde zudem im Mai 2017 tot auf der Hallig Nordstrandischmoor gefunden.

Neben den 17 sicher nach Schleswig-Holstein zurückgekehrten Küken wurden drei weitere in den Jahren nach ihrem Schlupf im Herbst oder Winter aus den Niederlanden oder Großbritannien gemeldet. Entweder wurden diese Individuen zur Brutzeit in Schleswig-Holstein übersehen oder sie haben sich weiter von ihrem Geburtsort entfernt angesiedelt (dauerhafte Abwanderung). Rechnet man diese drei Individuen zu den 17 dazu, ergibt sich eine Überlebensrate im 1. Lebensjahr von mindestens 46% (20 von 44).

Auf Grundlage der jährlichen lokalen Überlebensrate der adult beringten Altvögel von 83% sowie der Mindest-Überlebensrate im 1. Jahr von 46% ergibt sich ein Mindestbruterfolg von 0,7 bis 0,9 flüggen Jungvögeln pro Brutpaar und Brutsaison für einen stabilen Bestand. Die Spanne ergibt sich aus der Tatsache, dass bisher nicht hinreichend geklärt werden konnte, welcher Anteil der Sandregenpfeifer im 2. beziehungsweise 3. Kalenderjahr in das Brutgeschehen eintritt. Die Schätzung des Mindestbruterfolgs ist vor allem aufgrund der großen Unsicherheit der bisher ermittelten Überlebensraten noch als sehr unsicher und vorläufig anzusehen. Der Mindestbruterfolg wird möglicherweise überschätzt, da vermutlich ein Teil der Individuen dauerhaft abwandert.

Tabelle 3 Vergleich der Modelle zur Abschätzung der Überlebensraten beringter Sandregenpfeifer anhand der Ablesungen der Jahre 2016 bis 2018. * = Differenz von AICc zum niedrigsten AICc-Wert im Modellsatz

Nr.	Model	AICc	Delta AICc*	AICc-Gewicht	Modellwahrscheinlichkeit	Anzahl Parameter	Devianz
1	Phi(Age*RingAge)p(.)	190,0	0	0,30	1,00	4	34
2	Phi(Age*RingAge)p(RingAge)	190,6	0,7	0,22	0,72	5	33
3	Phi(Age)p(.)	190,8	0,9	0,20	0,65	3	37
4	Phi(Age*RingAge)p(Age)	191,6	1,6	0,13	0,44	5	34
5	Phi(t*Age)p(RingAge)	192,7	2,7	0,08	0,25	8	28
6	Phi(t*Age)p(.)	193,5	3,5	0,05	0,17	7	31
7	Phi(t*Age)p(t*RingAge)	197,2	7,2	0,01	0,03	11	26
8	Phi(t*Age)p(t)	198,0	8,0	0,01	0,02	9	31
9	Phi(t*RingAge)p(t*RingAge)	199,8	9,8	0,00	0,01	12	26
10	Phi(t*Age)p(t*Age)	203,7	13,7	0,00	0,00	12	30
11	Phi(.)p(.)	205,9	15,9	0,00	0,00	2	54
12	Phi(t)p(.)	208,4	18,4	0,00	0,00	4	53

Die Bezeichnungen der Modelle in den Modellsätzen enthalten folgende Kürzel:

- (.) Modell mit konstanter Wahrscheinlichkeit
- (t) Modell mit zeitabhängiger Wahrscheinlichkeit (1 Parameter je Jahr: 2016, 2017, 2018)
- (Age) Modell mit altersabhängiger Wahrscheinlichkeit (1. Lebensjahr, adult)
- (RingAge) Modell berücksichtigt Beringungsalter (als Küken oder als Altvogel beringt)
- (Age*RingAge) Modell mit drei Altersstufen (1. Lebensjahr, adult/als Küken beringt, adult/als Altvogel beringt)

Tabelle 4 Schätzungen der Überlebenswahrscheinlichkeit Φ und der Sichtungswahrscheinlichkeit p von Sandregenpfeifern aus dem Beltringharder Koog.

Parameter	Schätzwert	Standardfehler (SE)	95%-Konfidenzintervall	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Phi (adult/als Altvogel beringt)	0,83	0,05	0,72	0,91
Phi (1. Lebensjahr)	0,42	0,08	0,27	0,58
Phi (adult/als Küken beringt)	0,53	0,17	0,23	0,82
p	0,91	0,05	0,77	0,97

Diskussion

Die ermittelten Bruterfolge waren in den Untersuchungsgebieten des Jahres 2018 wieder sehr unterschiedlich. Im nördlichen Arlau-Speicherbecken im Beltringharder Koog wurde seit dem Beginn des Projektes 2015 jedes Jahr ein Bruterfolg im Bereich von 0,8 bis 1,0 flüggen Jungvögeln pro Brutpaar ermittelt. Im Jahr 2018 war der Wert hier mit 1,0 am höchsten. Verglichen mit dem vorläufigen Wert des Mindestbruterfolges von 0,7 bis 0,9 flüggen Jungen pro Paar und Brutsaison kann angenommen werden, dass in diesem Gebiet ein bestandserhaltender Bruterfolg erreicht oder Jahrweise überschritten wird. Dies stützt die Vermutung, dass es sich im Beltringharder Koog um eine prosperierende Sandregenpfeifer-Population handelt. Um diese zu erhalten, kommt unter anderem dem Prädationsmanagement (z. B. Elektrozaun im Arlau-Speicherbecken) eine wichtige Rolle zu, da die Untersuchungen zumindest eine Beteiligung von Bodenprädatoren (in diesem Jahr Dachs und Iltis) belegen.

In den Untersuchungsflächen des Gebietes Fehmarn-Wagrien auf Fehmarn lag der Bruterfolg mit 0,6 flüggen Jungen pro Paar zwar deutlich höher als im Vorjahr, aber vermutlich trotzdem noch unterhalb des bestandserhaltenden Niveaus. Der Zusammenhang zwischen touristischer Nutzung, Prädationsrisiko und Bruterfolg auf Fehmarn muss in den folgenden Jahren dringend weiter untersucht werden, um daraus Managementempfehlungen ableiten zu können. Im Gegensatz zu Fehmarn wurde an dem untersuchten Festlandsstandort, dem Gremersdorfer Strand, ein sehr hoher Bruterfolg ermittelt. Auffällig war an diesem Strand eine sehr geringe Prädationsrate.

Die erprobten kleinen Nestschutzzonen (ca. 3x4 m) auf Fehmarn erwiesen sich als nicht zielführend. Zum einen ist diese Methode sehr aufwändig, da der Schutzzaun erst nach dem Finden eines Nestes errichtet werden kann. Zum anderen war – und das ist entscheidend – der Bruterfolg der so geschützten Nester nicht höher als ohne Schutz. Vermutlich ermöglicht das Einzäunen von Gelegen den Schlupf an Strandabschnitten, die für eine erfolgreiche Jungenaufzucht nicht geeignet sind. Dies könnte zum einen damit zusammenhängen, dass die Jungvögel den kleinen eingezäunten Bereich bald nach dem Schlupf verlassen. Da sich die jungen Sandregenpfeifer bis zu einem Alter von circa 14 Tagen bei Gefahr ducken (vgl. Laven 1940), sind sie an belebten Stränden einem hohen Vertrittisiko ausgesetzt. Zum anderen könnte an stark belebten Stränden die für die Jungvögel zur Verfügung stehende Zeit für die Nahrungssuche aufgrund der Störungen zu knapp bemessen sein. Als Alternative zu den kleinräumigen Absperrungen soll im Jahr 2019 die Errichtung größerer Nestschutzzonen (ca. 10x40 m) nach dem Beispiel am Gremersdorfer Strand getestet werden.

Erstmals für Schleswig-Holstein konnten hier lokale Überlebensraten von Sandregenpfeifern berechnet werden. Diese weisen auf einen bestandserhaltenden Bruterfolg in der Größenordnung von 0,7 bis 0,9 flüggen Jungvögeln pro Brutpaar und Jahr hin. Die Berechnung eines solchen Mindestbruterfolgs ist essentiell, um zukünftig die Situation der Art auch in anderen Gebieten bewerten zu können sowie die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen evaluieren zu können. Der ermittelte Wert ist jedoch noch sehr unsicher und bedarf dringend einer weiteren Untersuchung. Dafür müssen die Beringungsaktivitäten in den Untersuchungsgebieten noch mindestens mehrere Jahre lang fortgeführt werden. Auch dem kontinuierlichen Ablesen der beringten Individuen in den Untersuchungsgebieten, aber auch außerhalb (z. B. weitere Gebiete in Schleswig-Holstein, Niedersachsen, Dänemark), kommt eine hohe Bedeutung zu, um die Lebensgeschichten der Individuen verfolgen und mögliche Fernansiedlungen und Abwanderungen feststellen zu können.

Öffentlichkeitsarbeit

Das Sandregenpfeifer-Projekt wurde am 10.11.2018 mit folgendem Vortrag im Themenblock „Populationsbökologische Forschung“ auf dem 12. Deutschen See- und Küstenvogelkolloquium in Greifswald vorgestellt:

Cimiotti, D., B. Klinner-Hötker, T. Remmers, R. Schulz & H. Hötker: Populationsbiologie von Sandregenpfeifern an der Westküste Schleswig-Holsteins.

Darüber hinaus wurde das Projekt beim „Tag der offenen Tür“ des NABU-Wasservogelreservats Wallnau am 26. Juli 2018 in Form eines Standes mit Informationen für Erwachsene und Kinder vorgestellt.



Abbildung 6 Stand beim „Tag der offenen Tür“ 2018 in Wallnau.

Danksagung

Wir danken dem MELUND für die Finanzierung des Projekts und folgenden Helfer/innen im Feld: Dagmar und Niklas Cimiotti, Norbert Schmell, Finn Brunßen, Annika Laser, Julia Altemüller, Marlene Hardt, Maria Vetter und Wiltrud Koppensteiner. Wir danken Klaus Günther für die Überlassung von Farbringkombinationen sowie allen Melderinnen und Meldern von Farbringablesungen für ihre Daten.

Literatur

- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B. & S. Walker (2015): Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* 67: 1-48.
- Cimiotti, D. V., Schulz, R., Klinner-Hötter, B. & Hötter, H. (2015a): Seltene Vogelarten in Deutschland: Seeregenpfeifer. *Der Falke* 62: 24-29.
- Cimiotti, D.V., Schulz, R., Klinner-Hötter, B. & H. Hötter (2015b): Möglichkeiten zum Erhalt der Brutpopulationen des Seeregenpfeifers in Schleswig-Holstein - Untersuchungen 2015. Michael-Otto-Institut im NABU, Abschlussbericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Bergenhusen.
- Hötter, H., Schulz, R., Cimiotti, D., Günther, K., Klinner-Hötter, B., Rasran, L., Schrader, S. & Vogt, N. (2009): Möglichkeiten zum Erhalt der Brutpopulationen des Seeregenpfeifers in Schleswig-Holstein - Untersuchungen 2009. Michael-Otto-Institut im NABU, Abschlussbericht für das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Bergenhusen.
- Joint Monitoring Breeding Bird Group (2013): Breeding Birds in Trouble. Preparation of an action plan for proper management of threatened breeding birds in the Wadden Sea. Joint Monitoring Breeding Bird Group, Wilhelmshaven.
- Klinner-Hötter, B. & Petersen-Andresen, W. (2018): Ornithologisches Gutachten Nordstrander Bucht/Beltringharder Koog. Ergebnisse aus den Zählgebieten nördlich der Arlau, Jahresbericht 2018. Unveröffentlichtes Gutachten Naturschutzstation Westküste, Schlüttsiel.
- Knief, W., Berndt, R. K., Hälterlein, B., Jeromin, K., Kiekbusch, J. J. & Koop, B. (2010): Die Brutvögel Schleswig-Holsteins, Rote Liste. 5: 7-102. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein,
- Koffijberg, K., Laursen, K., Hälterlein, B., Reichert, G., Frikke, J. & Soldaat, L. (2015): Trends of Breeding Birds in the Wadden Sea 1991 - 2013. Wadden Sea Ecosystem No. 35. Common Wadden Sea Secretariat, Joint Monitoring Group of Breeding Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven, Germany. Wadden Sea Ecosystem No. 35. Common Wadden Sea Secretariat, Joint Monitoring Group of Breeding Birds in the Wadden Sea, Wilhelmshaven.
- Laven, H. (1940) Beiträge zur Biologie des Sandregenpfeifers (*Charadrius hiaticula* L.). *Journal Für Ornithologie* 88: 183-287.
- Liebezeit, J. R., Smith, P. A., Lanctot, R. B., Schekkerman, H., Tulp, I., Kendall, S. J., Tracy, D. M., Rodriguez, R. J., Meltofte, H., Robinson, J. A., Gratto-Trevor, C., Maccafferty, B. J., Morse, J. & Zack, S. W. (2007): Assessing the development of shorebird eggs using the floating method: species-specific and generalized regression models. *Condor* 109: 32-47.
- Mabee, T. J. (1997): Using eggshell evidence to determine nest fate of shorebirds. *Wilson Bulletin* 109: 307-313.
- Mayfield, H. (1961): Nesting success calculated from exposure. *Wilson Bulletin* 73: 255-261.
- Mayfield, H. (1975): Suggestions for calculating nesting success. *Wilson Bulletin* 87: 456-466.
- R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. Version 3.6.1 (5.7.2019)
- Südbeck, P., Bauer, H.-G., Boschert, M., Boye, P. & Knief, W. (2007): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands, 4. Fassung, 30. November 2007. *Berichte zum Vogelschutz* 44: 23-81.
- Sudfeldt, C., Dröschmeister, R., Frederking, W., Gedeon, K., Gerlach, B., Grüneberg, C., Karthäuser, J., T. Langgemach, Schuster, B., Trautmann, S. & Wahl, J. (2013): Vögel in Deutschland – 2013. DDA, BfN, LAG VSW, Münster.
- Voß, J. (2018): Bedrohte Brutvogelarten im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer: Untersuchungen zu Bruterfolg, beeinflussenden Faktoren und Vorschläge für Schutzmaßnahmen am Beispiel von Austernfischer (*Haematopus ostralegus*) und Sandregenpfeifer (*Charadrius hiaticula*) auf der Hallig Nordstrandischmoor. Bachelorarbeit, Universität Oldenburg. 144 S.