



Schutzkonzept Sandregenpfeifer in Schleswig-Holstein

Untersuchungen 2020

Endbericht März 2021

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

Dominic V. Cimiotti
Martin Altemüller

Michael-Otto-Institut im NABU
Goosstroot 1
24861 Bergenhusen

Dominic.Cimiotti@NABU.de

Schutzkonzept Sandregenpfeifer in Schleswig-Holstein – Untersuchungen 2020

Endbericht März 2021

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

Dominic V. Cimiotti
Martin Altemüller

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

Titelfoto: Dominic Cimiotti

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
Einleitung	6
Material und Methoden	7
Untersuchungsgebiete	7
Schutzzonen für Sandregenpfeiferfamilien auf Fehmarn und am Gremersdorfer Strand ...	8
Brutbiologische Untersuchungen	9
Fang und Beringung	11
Ablesungen beringter Individuen aus den Vorjahren	12
Berechnungen von Überlebensraten	12
Ergebnisse	14
Schlupf- und Bruterfolge, Ursachen von Gelegeverlusten	14
Berechnung von lokalen Überlebensraten	21
Diskussion und Schlussfolgerungen	22
Öffentlichkeitsarbeit	24
Danksagung	24
Literatur	25

Zusammenfassung

In den letzten Jahrzehnten sind die Brutbestände des Sandregenpfeifers *Charadrius hiaticula* in Schleswig-Holstein deutlich gesunken. Der vorliegende Bericht beschreibt die im Jahr 2020 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 nördlichen Arlau-Speicherbecken des Beltringharder Kooges, einem für die Art besonders wichtigen Teilgebiet dieses Schutzgebietes, wurde nach fünf aufeinanderfolgenden guten Brutjahren (2015 bis 2019) erstmals in diesem Projekt ein sehr niedriger Bruterfolg von nur 0,07 flüggen Jungvögeln pro Brutpaar und Jahr ermittelt. Ursache für den geringen Bruterfolg war vor allem eine sehr hohe Prädationsrate der Gelege. Von 57 untersuchten Gelegen wurden 56 prädiert oder nach Teilprädation aufgegeben. Die Schlupfwahrscheinlichkeit nach Mayfield lag bei 0,2%. Von 19 mit Wildkameras überwachten Gelegen wurden 15 durch Möwen und vier durch Rotfüchse prädiert. In einem Fall erfolgte zuvor eine Teilprädation des Geleges erstmals durch ein Paar Lachseeschwalben, das zuvor in den Niederlanden versucht hatte zu brüten.

Auch wenn Prädation durch Vögel überwiegt, sollte versucht werden, zumindest die Prädation durch Bodenprädatoren wie den Marderhund oder den Fuchs zu minimieren. In diesem Zusammenhang ist der Bau eines festen Kombinationszauns am östlichen Ende des Arlau-Speicherbeckens durch die Integrierte Station Westküste vor der Brutsaison 2021 zu begrüßen. Diese Maßnahme war im Rahmen eines Artenschutzprojektes des Michael-Otto-Instituts im NABU zum Austernfischer vorgeschlagen worden (Cimiotti & Klinner-Hötker 2019) und wurde anschließend durch die Integrierte Station Westküste weiter ausgearbeitet und umgesetzt. Durch weitere Beobachtungen von Watvogelgelegen im nördlichen Arlau-Speicherbecken sollte geklärt werden, ob die neue Lösung ausreicht, um das Gebiete nun weitgehend vor Bodenprädatoren zu schützen, oder ob weitere Optimierungen nötig sind.

Im Gebiet Fehmarn-Wagrien wurden die im Vorjahr begonnen Untersuchungen zur Wirksamkeit von größeren Schutzzonen für Sandregenpfeifer-Familien an touristisch genutzten Stränden fortgesetzt. Wie Ergebnisse aus mehreren Untersuchungsjahren zeigen, schließt ein gewisser Grad an touristischer Nutzung gute Bruterfolge von Sandregenpfeifern nicht aus, während in nicht öffentlich zugänglichen Schutzgebieten aufgrund sehr hoher Prädationsraten oftmals niedrige Bruterfolge beobachtet wurden. Dies unterstreicht das grundsätzliche Potenzial der für den Tourismus offenen Strände für den Sandregenpfeifer.

Im Rahmen einer Masterarbeit wurden daher systematische Erhebungen zur Art und genauen Verteilung der touristischen Nutzung der Strände während und vor allem nach der Corona-bedingten Sperrung der Insel Fehmarn durchgeführt. Diese Daten werden aktuell mit den brutbiologischen Daten der Sandregenpfeifer aus dem Jahr 2020 und aus den Vorjahren verschnitten, um abzuleiten, wie Sandregenpfeifer an Stränden besser geschützt werden können.

Einleitung

Noch gehören Sandregenpfeifer *Charadrius hiaticula* zu den verbreiteten Brutvögeln der Meeresküste. Wegen ihres lang anhaltenden negativen Bestandstrends gilt die Art als Brutvogel in Deutschland als „vom Aussterben bedroht“ (Südbeck et al. 2007). Auch in der Publikation zum Bestandstrend der Vögel in Deutschland von Gerlach et al. (2019) wird der Sandregenpfeifer als über alle Trendzeiträume abnehmend aufgeführt. Der jährliche Rückgang im Wattenmeer betrug in den Jahren 1991 bis 2017 etwa 5% (Koffijberg et al. 2020). Er ist damit einer der stärksten unter den Brutvögeln des internationalen Wattenmeeres (Koffijberg et al. 2020). Der Sandregenpfeifer hat sich dort in den letzten Jahrzehnten von einer häufigen zu einer seltenen Brutvogelart entwickelt. Schleswig-Holstein beherbergte laut der letzten publizierten Synchronerfassung aus dem Jahr 2012 mit fast 300 Paaren an der Westküste fast die Hälfte des Bestandes im internationalen Wattenmeer (Koffijberg et al. 2020). 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.

An der schleswig-holsteinischen Ostseeküste ist die Datenlage deutlich schlechter, da eine systematische Erfassung des gesamten Küstenbereichs von vielen verstreut brütenden Sandregenpfeifern sehr aufwändig ist und nicht regelmäßig durchgeführt wird. Lediglich in den Naturschutzgebieten erfolgt eine landesweit nicht standardisierte Erfassung, so dass der große Teil der nicht in Schutzgebieten brütenden Paare in der Regel gar nicht erfasst wird. Im Bereich Fehmarn-Wagrien scheinen die Brutbestände bisher weitgehend stabil zu sein, obwohl der Bestand im gesamten Ostseebereich auch als rückläufig eingeschätzt wird (HELCOM 2013).

Der Beltringharder Koog, einer der sogenannten „Naturschutzköge“ der Westküste, hat in den vergangenen Jahren immer mehr an Bedeutung als Brutgebiet für den Sandregenpfeifer gewonnen. Hier brüteten in den Jahren 2017 bis 2020 nach Daten von B. Kliner-Hötker und D.S. Cimiotti jeweils mehr als 150 Brutpaare (Cimiotti 2020), was einem Anteil von mehr als 50% am Wattenmeerbestand von Schleswig-Holstein entspricht (vgl. Koffijberg et al. 2020). Im Jahr 2020 betrug der Bestand im Beltringharder Koog sogar 190 Paare (Cimiotti 2020).

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. Im ersten Projektjahr (2015) hatten zunächst die Habitatansprüche des Sandregenpfeifers im Wattenmeerraum im Mittelpunkt der Untersuchungen 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 brut- und populationsbiologische Daten zu erheben (Hötker et al. 2016), um damit langfristig die Ursachen der Bestandsrückgänge zu analysieren, den für den Bestandserhalt nötigen Bruterfolg zu ermitteln und Schutzmaßnahmen ableiten zu können.

Im Jahr 2017 (Hötker et al. 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.

In den Jahren 2018 bis 2020 (Cimiotti et al. 2018, 2019; dieser Bericht) 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. Im Beltringharder Koog wurde zudem die Wirksamkeit eines durch die Integrierte Station Westküste installierten Elektrozauns untersucht. Außerdem wurden hier Untersuchungen zur Habitatnutzung der Küken durchgeführt (Cimiotti et al. 2019).

Auf Fehmarn wurden – nach der Erprobung kleinflächiger Schutzzonen um Gelege der Sandregenpfeifer im Jahr 2018 (M. Altemüller in Cimiotti et al. 2018) – in den Jahren 2019 und 2020 größere Schutzzonen an touristisch genutzten Stränden erprobt (Cimiotti et al. 2019, dieser Bericht). Im Berichtsjahr wurden zudem im Rahmen einer

Masterarbeit an der Universität Greifswald (Melanie Theel) systematische Erfassungen der touristischen Nutzung der Strände während und vor allem nach der Corona-bedingten Sperrung der Insel Fehmarn durchgeführt. Diese Daten werden aktuell mit den brutbiologischen Daten der Sandregenpfeifer aus dem Jahr 2020 und aus den Vorjahren verschnitten, um abzuleiten, wie Sandregenpfeifer an Stränden besser geschützt werden können.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiete

Die Untersuchungen im Beltringharder Koog wurden, wie bereits in den Jahren 2018 und 2019, überwiegend am Nordufer des Arlau-Speicherbeckens durchgeführt (Abbildung 1). 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 (Juli) 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. Auch auf den Wattflächen in der Nordstrander Bucht westlich des Seedeichs wurden zu Beginn der Brutsaison Ablesungen durchgeführt.

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, den Meldorfer Speicherkoog und den Ellenbogen auf Sylt.

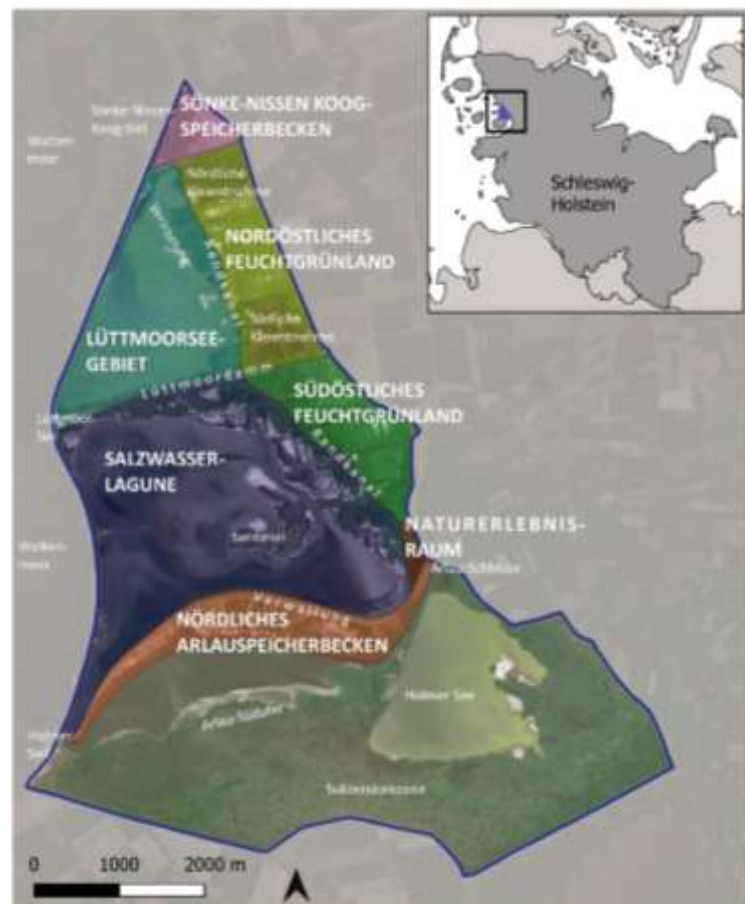


Abbildung 1 Übersicht zum Beltringharder Koog (aus: Gutachten D.S. Cimiotti 2020). Die Sandregenpfeifer-Untersuchungen waren auf das nördliche Arlau-Speicherbecken konzentriert. In den übrigen Teilgebieten (einschließlich des Arlau-Südufers) wurde auf farbberingte Individuen kontrolliert.

Die unterschiedlichen Strandabschnitte im Untersuchungsgebiet Fehmarn-Wagrien waren im Bericht des Jahres 2017 (Hötker et al. 2017) ausführlich vorgestellt worden, siehe auch Übersichtskarte (Abbildung 2). 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:

- 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)

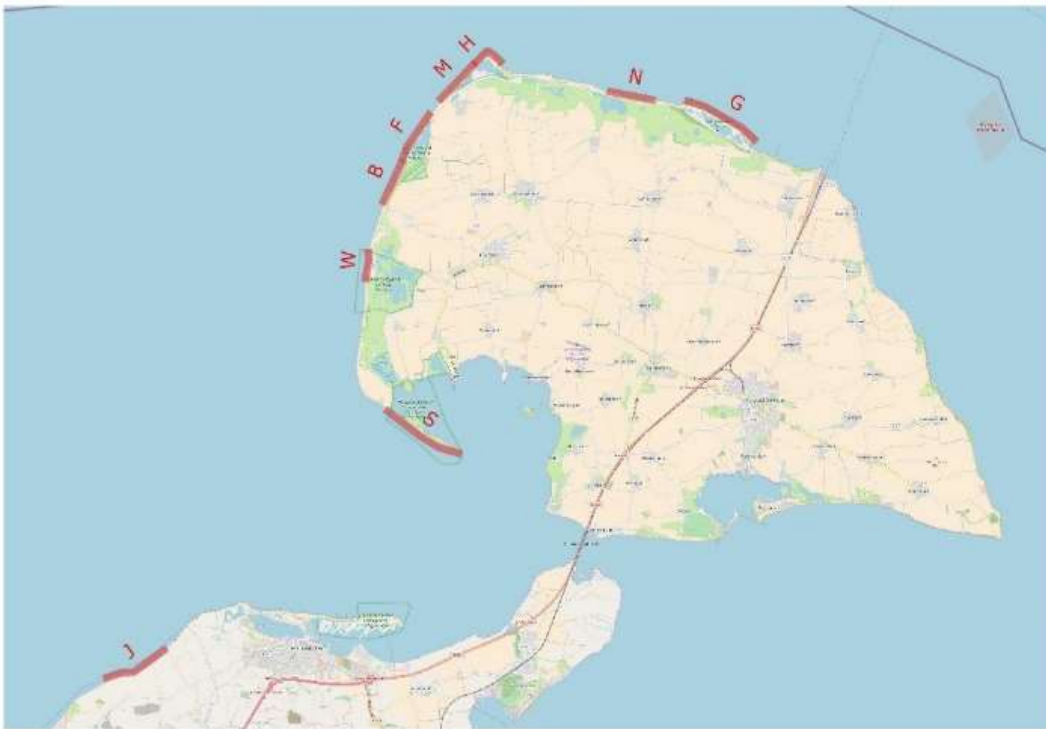


Abbildung 2 Übersichtskarte mit Lage der Gebiete auf Fehmarn. S: Krummsteert, W: Wallnau Strand, B: Bojendorf Strand, F: Fastensee, M: Westermarkelsdorf Strand, H: Markelsdorfer Huk, N: Gammendorf Strand, G: Grüner Brink, J: Gremersdorf Strand © Kartengrundlage OpenStreetMap.

Schutzzonen für Sandregenpfeiferfamilien auf Fehmarn und am Gremersdorfer Strand

Wie im Vorjahr wurden auch 2020 wieder größere Schutzzonen erprobt. Diese wurden mit Laterneneisen und Sisalkordel eingezäunt. Die Einzäunung erfolgte an Strandabschnitten, in denen bereits im Vorjahr Sandregenpfeiferreviere festgestellt worden waren. Die Einzäunungen waren je nach örtlicher Situation etwa zwischen 5 und 15 m breit und zwischen 15 und 65 m lang und umfassten nach Möglichkeit sowohl unbewachsenen Strand als auch Strandwall oder Düne mit Vegetation. Wurden bei den regelmäßigen Erfassungen Nester knapp außerhalb der Einzäunung gefunden, wurde der Zaunverlauf entsprechend angepasst.



Abbildung 3 und 4 Schutzzonen am Gremersdorfer Strand. Durch den Einsatz von Laterneneisen und 4mm Sisalkordel sind die Zäune recht unauffällig, aber dennoch wirksam. © M. Altemüller 24.3.2020

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 zu entdecken waren, wenn sie das Nest verließen.

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 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 (bzw. Smartphone) 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). Im Bereich Fehmarn-Wagrien wurden alle Nester nach Möglichkeit bei jeder Begehung fotografiert. Danach erfolgten Nestkontrollen im Abstand von jeweils einigen Tagen. Brütete ein Altvogel, wurde das Nest in der Regel nicht aufgesucht. War das Nest unbesetzt, wurde zunächst aus der Entfernung mit Fernglas und Spektiv nach Küken beziehungsweise nach hudernden 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 wurde Schlupferfolg auch anhand des Warnverhaltens der Eltern festgestellt. Zudem konnte Vertritt durch Strandbesucher durch regelmäßiges Fotografieren der Nester bestimmt werden (z. B. stark veränderte Anordnung der Kieselsteine im Nestbereich). Leere, nicht geschlüpfte Nester ohne solche Spuren wurden als prädiert eingestuft. Prädierte Nester mit Dotterresten wurden als von Möwen prädiert eingestuft. Füchse und Krähen hinterlassen keine derartigen Spuren im Nest, da die Eier von diesen Prädatoren entweder komplett verschluckt oder weggetragen werden. Bei frisch prädierten Nestern in sandigen Bereichen konnten von diesen Prädatoren jedoch Pfoten- bzw. Zehenabdrücke gefunden werden.



Abbildung 5 und 6 Gelege M15 am 7.6.2020 und 9.6.2020. An den veränderten Steinpositionen ist der Vertritt des Geleges gut zu erkennen. © M. Theel

Einige unvollständige Gelege (n=9) wurden mit in Gipseiern eingegossenen Thermologgern ausgestattet. Zum Einsatz kamen Tinytag Talk2 von Gemini DataLoggers mit externem Temperaturfühler. Das Messintervall betrug hierbei 10 Minuten. So konnten sowohl die Bebrütungstemperaturen als auch der Zeitpunkt des Gelegverlust bzw. des Schlupfes bestimmt werden. Zum Vergleich zu den Bebrütungstemperaturen wurden zwei Datenlogger vom 15.4. bis 25.8.2020 an typischen Neststandorten im Strandwallbereich ohne Nest ausgebracht. Das Messintervall betrug hier 30 Minuten.



Abbildung 7, 8 und 9 Das Gelege A35 mit 3 Eiern wurde am 7.7.2020 mit einem Logger-Ei ergänzt. Links vor der Ergänzung, in der Mitte mit noch offenem Kabel und rechts mit vergrabenen Kabel. Das Nest wurde anschließend sofort wieder bebrütet und schlüpfte erfolgreich. © M. Altemüller

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-999i).

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), um die Familien möglichst nicht zu stören. 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 (< 5m) 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. Im Bereich Fehmarn-Wagrien wurden viele Jungvögel tagsüber gar nicht beobachtet und konnten daher teilweise erst nachträglich anhand der Auslandsfunde oder der Beobachtung im nächsten Jahr als flügge gewertet werden. Anhand der Farbbringsfunde wurden in diesem Bericht auch die Zahlen aus 2018 und 2019 korrigiert.

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 Farbbringskombinationen versehen (Abbildung 10). Im Beltringharder Koog wurden im Berichtsjahr 23 (15 adulte, 6 junge) Sandregenpfeifer neu farbberingt. Von den sechs farbberingten Jungvögeln wurden jedoch nur zwei später im Brutgebiet als flügge bestätigt. Die übrigen Jungvögel gingen zunächst als nicht oder nicht sicher flügge geworden in die Datenbank ein.

Im Bereich Fehmarn-Wagrien wurden im Berichtsjahr 48 Sandregenpfeifer neu farbberingt. Dabei wurden die Altersklassen feiner unterschieden: Von den 26 adulten waren 5 vorjährig, 9 älter als diesjährig und 12 älter als vorjährig. Hinzu kamen 22 junge mit Farbringen sowie weitere Jungvögel ohne Farbringe, die jedoch überwiegend nicht die ersten Lebenstage überlebten.

Der Fang der Altvögel erfolgte durch Kastenfallen mit einer durch den Vogel am Gelege ausgelösten Klappe im Eingangsbereich oder durch Prielfallen. Die verschiedenen 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 90 Minuten.

Küken wurden zunächst beobachtet und dann (teilweise durch eine zweite Person) mit der Hand gefangen.

Im Bereich Fehmarn-Wagrien erfolgte der Fang ausschließlich nachts, da die Jungen vor dem Flüggewerden am Tag in der Regel nicht zu sehen waren.

Die Farbmarkierung der Küken erfolgte frühestens im Alter von 10 Tagen beziehungsweise ab einem Mindestgewicht von circa 20 Gramm. Alle gefangenen Sandregenpfeifer erhielten unmittelbar nach dem Fang individuelle Markierungen mittels farbiger Ringe. Die Farbkombinationen waren auf internationaler Ebene mit der International Wader Study Group abgesprochen worden.

Von den gefangenen Vögeln wurden folgende Maße genommen: Flügel­länge, 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. Im Bereich Fehmarn-Wagrien erfolgte zudem eine feinere Altersbestimmung; bis Anfang Juli können Einjährige an den hellen Endsäumen der kleinen und mittleren Oberflügeldecken sowie Schulterfedern sicher angespro­chen werden (Holz 1987). Bei Jungvögeln wurde das Alter anhand des Schlupfdatums bestimmt, in Fällen, in denen dies nicht möglich war, mindestens aufgrund des gesamten Entwicklungszustandes auf etwa eine halbe Woche genau abgeschätzt.



Abbildung 10 Flügler, junger Sandregenpfeifer mit individueller Farbringkombination (links rot unter schwarz unter schwarz, rechts schwarz unter rot unter dem Metallring, interner Code RNN-NRM mit N wie niger/schwarz) im Beltringharder Koog. Foto: D. Cimiotti

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

In diesem Bericht werden die Berechnungen lokaler Überlebensraten von Sandregenpfeifern aus dem Beltringharder Koog ($n = 89$ adult beringte Individuen, $n = 78$ als Küken beringte Individuen, die sicher flügge wurden) und für das Gebiet Fehmarn-Wagrien ($n = 101$ adult beringte Individuen, $n = 100$ als Küken beringte Individuen, die sicher flügge wurden) mit Daten bis zum Februar 2021 vorgenommen. Die Daten aus dem Beltringharder Koog stammten aus den Jahren 2015 bis 2019 (Beringungen) bzw. 2016 bis Februar 2021 (Wiedersichtungen). Die Daten für das Gebiet Fehmarn-Wagrien stammten aus den Jahren 2017 bis 2019 (Beringungen) bzw. 2018 bis Februar 2021 (Wiedersichtungen).

Die Berechnung der lokalen Überlebensraten 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. Um das Problem der dauerhaften Abwanderung möglichst gering zu halten, wurden hier alle Beobachtungen der farbberingten Sandregenpfeifer einbezogen, d. h. auch die Sichtungen im Winter außerhalb von Deutschland. Etliche als Küken beringte Individuen wurden nach ihrem Beringungsjahr nicht mehr in den Brutgebieten aber außerhalb der Brutzeit im Ausland gesehen. Durch die Einbeziehung der Nachweise außerhalb der Brutzeit in dieses Populationsmodell nähern sich die ermittelten Überlebensraten den echten Überlebensraten an.

Das „Sandregenpfeifer-Jahr“ wurde vom 1. März bis 28. (29.) Februar des Folgejahres definiert. Das bedeutet, ein Vogel wurde als überlebend gewertet, wenn er ab dem 1. März des nächsten Jahres wiedergesichtet wurde. Für Jungvögel bedeutet dies, dass sie das „1. Lebensjahr“ sicher überlebt haben, wenn sie den Zeitraum zwischen dem Flüggewerden (von Mai bis im Extremfall Anfang September des Schlupfjahres) bis zum 1.3. des Folgejahres überlebt haben, auch wenn die Zeitspanne im Extremfall nur sechs Monate (Anfang September bis Anfang März) betrug.

Es wurden vier verschiedene Modelle entwickelt, in denen beide Parameter (Φ und p) entweder konstant oder abhängig vom Alter des Vogels (adult und 1. Lebensjahr), dem Beringungsalter des Vogels (als Alt- oder Jungvogel beringt) und dem Beringungsort (Beltringharder Koog vs. Fehmarn-Wagrien) modelliert wurden. Es wurden nur sicher flügge gewordene Jungvögel in die Auswertung einbezogen, damit die Überlebensrate im 1. Lebensjahr nur die Mortalität nach dem Flüggewerden beinhaltete. Es wurden verschiedene Modelle gebildet, die biologisch sinnvoll erschienen. Die Modellauswahl erfolgte über den AICc (Akaike's Information Criterion für geringe Stichproben, Burnham et al. 2011). Es wurde mit einem GOF-Test (*goodness of fit* – Test) überprüft, ob die Modellannahmen erfüllt waren.

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 erstmals seit dem Beginn der Untersuchungen im Jahr 2015 ein sehr geringer Bruterfolg von nur 0,07 flüggen Jungvögeln pro Brutpaar (4 flügge Jungvögel von 57 Brutpaaren) festgestellt. Der Schlupfwahrscheinlichkeit eines Geleges lag nach Mayfield bei 0,2% (n = 57). Von den 57 untersuchten Gelegen im nördlichen Arlau-Speicherbecken schlüpfte nur eines, 52 wurden prädiert und vier (nach Teilpräädation) aufgegeben. Ein weiteres Gelege wurde auf einem Lagerplatz des LKN am Holmer Siel an einem Kieshaufen entdeckt und in Absprache mit dem LKN vor den Arbeiten auf dem Platz geschützt. Allerdings wurde auch dieses Gelege nach wenigen Tagen prädiert. Alle 19 mit einer Nestkamera überwachten Gelege wurden prädiert, davon vier durch Rotfuchse und 15 durch Vögel (Lach-, Sturm-, Silbermöwe). Aus einem der durch einen Fuchs prädierten Gelege war zuvor ein Teil der Eier durch eine Lachmöwe geraubt worden.

An einem anderen Gelege mit zwei Eiern traten nacheinander drei verschiedene Arten von Prädatoren auf: Zunächst erschien ein Paar Lachseeschwalben, raubte eines der Eier (Abbildung 11) und ließ das zweite Ei außerhalb der Nestmulde zurück (Abbildung 12). Die Sandregenpfeifer versuchten vergeblich dieses letzte Ei in die Mulde zurückzurollen (Abbildung 13). Schließlich wurde es an einer neuen Stelle weiterbebrütet (Abbildung 14), später am selben Tag jedoch von einer Lachmöwe erbeutet (Abbildung 15). In der darauffolgenden Nacht erschien ein Fuchs und inspizierte sowohl die erste als auch die zweite „Nestmulde“ (Abbildung 16), vermutlich durch den Geruch von Eidotterresten angelockt. Es handelte sich um den ersten Fall, bei dem Lachseeschwalben im Beltringharder Koog als Nesträuber nachgewiesen wurden. Aufgrund der Farbberingung einer der beiden Lachseeschwalben konnte sogar die Herkunft des Paares aufgeklärt werden: Es handelte sich um das erste niederländische Paar der in Mitteleuropa sehr seltenen Art seit 2005 und das erste Paar mit Schlupferfolg seit 1958 (van der Winden et al. 2021). Brutplatz des Paares war die als Vogellebensraum künstlich geschaffene Inselgruppe „Marker Wadden“ im Markermeer (van der Winden et al. 2021). Wenige Tage nach dem Verlust der Küken erschien das Paar im Beltringharder Koog, einem ehemaligen Brutplatz der Seeschwalbenart.

Tabelle 1 Schlupf- und Bruterfolge sowie Ursachen von Gelegeverlusten von Sandregenpfeifern in den Untersuchungsgebieten des Projektes in den Jahren 2017 bis 2020. 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)	Schlupf-erfolg (Mayfield)	Anzahl gefundene Nester	Anzahl geschlüpft	Anzahl prädiert	Anzahl überflutet	Anzahl zertreten	Anzahl aufgegeben	Anzahl sonstige / unbekannte Verlustursache	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
	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
	2019	46	40	0,9	11%	49	12	35	0	0	1	1	42	Fuchs (2), Marderhund (2), Iltis (3), Lachmöwe (9), Sturmmöwe (6), Silbermöwe (2) sowie Teilverluste durch Fuchs (2-3), Lachmöwe (4-6), Silbermöwe (1) sowie Vertritt von Teilgelegen durch Graugans und Feldhase (je 1 Fall); alle Daten nach Kameras.
	2020	57	4	0,07	0,2%	57	1	52	0	0	4	0	19	Silbermöwe (1), Lachmöwe (8), Sturmmöwe (6), Fuchs (4); außerdem Teilprädation durch Lachmöwe (1) und Lachseeschwalbe (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 (1 Kamera, 3 nach Spuren), Krähe 6 (5 Kamera, 1 Spuren)
	2018	62	33	0,5	7%	117	23	76	2	11	0	5	11	Fuchs 2 (Spuren), Marder 1 (Spuren), Krähe 8 (2 live, 3 Kamera, 3 Spuren), Sturmmöwe 1 (Kamera)
	2019	56	51	0,9	13%	63	16	34	2	5	2	4	2	Fuchs 3 (Temperaturlogger, Spuren), Vogel 4 (Spuren), Nebelkrähe 2 (Kamera)
	2020	54	5	0,1	1%	109	8	75	0	15	2	9	2	Fuchs 3 (Temperaturlogger, Spuren), Vogel 9 (Spuren), Rabenkrähe 3 (1 Kamera, 2 Spuren), Möwe 12 (Spuren)
Fehmarn-Wagrien, Gremersdorf Strand	2017	11	na	na	na	10	5	0	1	0	0	4	0	keine Daten vorhanden
	2018	9	12	1,3	29%	19	11	1	0	6	0	2	0	keine Daten vorhanden
	2019	12	15	1,3	48%	16	9	0	1	1	3	2	0	keine Prädation festgestellt
	2020	11	6	0,5	30%	17	8	3	1	5	3	0	0	Regelmäßige Anwesenheit von Kolkraben, Rabenkrähen, Silber- und Sturmmöwen, aber keine Zuordnung bei den prädierten Nestern möglich. Turmfalke vermutlich haupts. Kükenprädator.

Tabelle 2 Bruterfolge von Sandregenpfeifern in ausgewählten Küstenabschnitten des Gebietes Fehmarn-Wagrien 2017 bis 2020, 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	Flüge Junge pro Paar	Anzahl Nester	Bemerkungen Nestschicksale
Krummsteert	S	NSG, Betretungsverbot	0	2017	24	0	0,0	21	14 prädiert, 2 überflutet
			0	2018	14	0	0,0	23	alle prädiert
			0	2019	10	0	0,0	2	peide prädiert
			0	2020	9	0	0,0	8	alle prädiert
Wallnauer Strand	W	NSG, öffentlich zugänglich mit Sperrung von Teilflächen	1	2017	2	0	0,0	3	alle prädiert
			1	2018	4	2	0,5	8	7 prädiert
			0	2019	2	3	1,5	4	2 prädiert, 1 überflutet
			1	2020	3	2	0,7	7	6 prädiert, 1 aufgegeben
Bojendorfer Strand	B	Hundestrand	2	2017	5	7	1,4	16	2 prädiert, 3 zertreten
			2	2018	11	14	1,3	28	8 prädiert, 7 zertreten, 2 überflutet
			2	2019	9	15	1,7	11	5 prädiert, 1 zertreten,
			1	2020	13	0	0,0	29	18 prädiert, 9 zertreten, 1 unbekannt
Fastensee Strand	F	NSG, öffentlich zugänglich mit Sperrung von Teilflächen	1	2017	5	3	0,6	11	4 prädiert
			1	2018	13	17	1,3	25	14 prädiert, 1 zertreten
			1	2019	21	32	1,5	28	16 prädiert, 2 zertreten, 1 überflutet, 1 aufgegeben
			1	2020	16	3	0,2	37	26 prädiert, 1 aufgegeben, 1 zertreten, 4 unbekannt
Westermarkelsdorfer Strand	M	öffentlicher Strand	3	2017	8	0	0,0	8	2 prädiert, 1 zertreten
			3	2018	7	0	0,0	10	8 prädiert, 2 zertreten
			3	2019	5	0	0,0	9	4 prädiert, 1 aufgegeben, 4 unbekannt
			2	2020	4	0	0,0	9	5 prädiert, 2 zertreten, 2 unbekannt
Markelsdorfer Huk	H	NSG - teils öffentlich zugänglich, teils Betretungsverbot	1	2017	2	0	0,0	2	
			1	2018	3	0	0,0	5	alle prädiert
			1	2019	3	0	0,0	0	
			1	2020	3	0	0,0	1	prädiert
Gammendorfer Strand	N	öffentlicher Strand	2	2017	3	7	2,3	2	
			2	2018	6	0	0,0	13	7 prädiert, 1 mutwillig zerstört
			3	2019	3	1	0,3	6	2 prädiert, 2 zertreten
			1	2020	4	0	0,0	6	2 prädiert, 2 zertreten, 2 unbekannt
Grüner Brink	G	NSG - teils öffentlich zugänglich, teils Betretungsverbot	1	2017	7	0	0,0	4	
			1	2018	4	0	0,0	5	4 prädiert
			1	2019	3	0	0,0	3	alle prädiert
			1	2020	2	0	0,0	10	9 prädiert, 1 zertreten (Rind)
Gremersdorfer Strand	J	öffentlicher Strand	1	2017	11	na	na	10	1 überflutet, Bruterfolg nicht vollständig erfasst
			1	2018	9	12	1,3	19	1 prädiert, 6 zertreten
			2	2019	12	15	1,3	16	1 zertreten, 1 überflutet, 3 aufgegeben, 2 unbekannt
			2	2020	11	6	0,5	20	3 prädiert, 1 überflutet, 3 aufgegeben, 5 zertreten



Abbildung 11 Lachseeschwalbe mit geraubtem Sandregenpfeifer-Ei.



Abbildung 12 Adulter Sandregenpfeifer versucht die Lachseeschwalbe zu vertreiben. Ein Ei (Pfeil) bleibt außerhalb der Nestmulde (oranger Kreis) zurück.



Abbildung 13 Die Sandregenpfeifer versuchen vergeblich, das Ei (Pfeil) wieder in die alte Mulde (gelber Kreis) zurückzurollen.



Abbildung 14 Das verbliebene Ei wird an einer neuen Stelle (rechter Vogel) weiterbebrütet.



Abbildung 15 Eine adulte Lachmöwe hat das letzte Ei neben der neuen Stelle (blauer Kreis) gefressen.



Abbildung 16 Ein Fuchs inspiziert sowohl die neue Mulde (blauer Kreis) als auch später die eigentliche Nestmulde (gelber Kreis).

An der Ostseeküste fiel 2020 vor allem die Sturmmöwe als Nestprädator auf. Bei den Sturmmöwen gab es bis in die Kükenaufzuchtphase einen großen Nahrungsengpass, da Regenwürmer im Grünland aufgrund des trockenen Frühjahrs nicht erreichbar waren. So traten insgesamt mehr Sturmmöwen nahrungssuchend am Strand auf; die meisten Vögel suchten dabei vor allem den Spülsaum auf der Suche nach Krabben und Muscheln auf. Einzelne Vögel durchkämmten auf Fehmarn systematisch den ganzen Strand und Strandwall und prädierten dabei auch Sandregenpfeifernester.

Auf Fehmarn lag der Bruterfolg bei 0,1 flüggen Jungvögeln pro Brutpaar (5 flügge Jungvögel von 54 Brutpaaren).

Der Schlupfwahrscheinlichkeit eines Geleges lag nach Mayfield bei 1 % (n = 109). Von 109 gefundenen Gelegen in den Untersuchungsgebieten auf Fehmarn schlüpften 8, 75 wurden prädiert, 15 zertreten und zwei aufgegeben; in 9 Fällen konnte die Verlustursache nicht bestimmt werden.

Aufgrund der Corona-Pandemie war die Insel Fehmarn von Mitte März bis Mitte Mai nur für Einwohner mit Erstwohnsitz zugänglich. Entgegen der Erwartung wirkte sich die daraus resultierende geringe Strandnutzung nicht positiv auf den Bruterfolg aus. Lediglich einzelne Paare starteten Brutversuche an ansonsten aufgrund Tourismus nicht nutzbaren Strandabschnitten, die Prädationsraten waren insgesamt höher als in den Vorjahren (s.o.). Nach dem Öffnen der Insel ab Mitte Mai war der touristische Nutzungsdruck an den Stränden noch stärker als in den Vorjahren, was dann bei den vielen Ersatzbruten zu einer erhöhten Vertrittate führte.

An dem untersuchten Strandabschnitt in der Gemeinde Gremersdorf lag der Bruterfolg bei 0,5 flüggen Jungvögeln pro Brutpaar (6 flügge Jungvögel von 11 Brutpaaren).

Der Schlupfwahrscheinlichkeit eines Geleges lag dort nach Mayfield bei 30% (n = 20). Von 20 gefundenen Gelegen in den Untersuchungsgebieten in Gremersdorf schlüpften sechs, drei wurden prädiert, fünf zertreten und drei aufgegeben; in einem Fall kam es zu einem Verlust durch einen hohen Wasserstand der Ostsee mit hohen Wellen bei Nordwind. In den parkplatznahen Strandbereichen wurden alle Nester außerhalb der eingerichteten Schutzzonen zertreten und auch in den parkplatzfernen Bereichen kam es zu Teilvertritt. Ein Gelege wurde in einem abgesperrten Bereich zertreten.

Trotz zahlreicher Anwesenheit von Prädatoren kam es hier nur zu einer sehr geringen Prädation von nur drei Nestern.

Die Beloggerung der Nester ergab Temperaturen im Ei während der Bebrütungsphase zwischen 12,6°C und 42,5°C bei erfolgreich geschlüpften Gelegen. Zum Vergleich wurden bei den Logger-Eiern außerhalb der Nester im gleichen Zeitraum zwischen 3,5°C und 44,7°C gemessen. Die hohen Werte (über 40°C) betrafen nur wenige Tage Ende Juni.



Abbildung 17 und 18 Strandnutzung am Dazendorfer Strand in der Gemeinde Gremersdorf am 2.5. u. 27.6.2020.

Die Strandnutzung konzentriert sich vor allem im Bereich des Parkplatzes Dazendorfer Strand. Die Zufahrt zum Parkplatz Kembs wurde Ende Mai gesperrt, so dass dieser zweite Parkplatz die gesamte Sommersaison nicht genutzt werden konnte.

© M. Altemüller



Abbildung 19 und 20 Strand im NSG Wallnau am 11. bzw. 16.8.2020 © M. Altemüller und M. Theel

Berechnung von lokalen Überlebensraten

Unter den vier Modellen (Tabelle 3) war dasjenige das beste (Modell Nr. 1), bei dem die lokale Überlebensrate abhängig vom Alter des Vogels (1. Lebensjahr oder adult) und im Falle des 1. Lebensjahrs vom Beringungsort (Beltringharder Koog oder Fehmarn-Wagrien) war. Die Entdeckungswahrscheinlichkeit war darin abhängig vom Beringungsalter (als Küken oder Altvogel beringt).

Auf Grundlage von Modell Nr. 1 ergibt sich eine jährliche lokale Überlebensrate der Altvögel von 84,0% (Tabelle 4). Dieser Wert schließt sowohl die Vögel aus dem Beltringharder Koog als auch von Fehmarn-Wagrien ein und beinhaltet als Altvogel beringte Individuen wie auch als Jungvogel beringte Individuen nach dem 1. Lebensjahr.

Für das 1. Lebensjahr lagen die lokalen Überlebensraten in Modell Nr. 1 bei 58,7% (Beringungsort Beltringharder Koog) bzw. 79,1% (Beringungsort Fehmarn-Wagrien).

Die Entdeckungswahrscheinlichkeit unterschied sich deutlich in Abhängigkeit des Beringungsalters (93,6% bei Beringung als Altvogel, 76,2% bei Beringung als Jungvogel) vermutlich aufgrund unterschiedlicher Ortstreuung.

*Tabelle 5 Vergleich der Modelle zur Abschätzung der Überlebensraten beringter Sandregenpfeifer anhand der Ablesungen der Jahre 2016 bis Februar 2022. * = Differenz vom AICc zum niedrigsten AICc-Wert im Modellsatz*

Nr.	Modell	AICc	Delta AICc*	AICc-Gewicht	Modellwahrscheinlichkeit	Anzahl Parameter	Devianz
1	Phi(JuvSite*Age) p(BerAge)	595,4	0	0,63	1,00	5	87
2	Phi(Site*Age) p(BerAge)	597,2	1,85	0,25	0,40	6	86
3	Phi(Site*Age) p(Site*BerAge)	599,1	3,70	0,10	0,16	8	84
4	Phi(Site*Age*BerAge) p(Site*BerAge)	601,6	6,21	0,03	0,04	10	82

Die Bezeichnungen der Modelle in den Modellsätzen enthalten folgende Kürzel:

- (.) Modell mit konstanter Wahrscheinlichkeit
- (Age) Modell mit altersabhängiger Wahrscheinlichkeit (1. Lebensjahr, adult)
- (RingAge) Modell berücksichtigt Beringungsalter (als Küken oder als Altvogel beringt)
- (Site) Modell mit gebietsabhängiger Wahrscheinlichkeit (Beringungsort Beltringharder Koog vs. Fehmarn-Wagrien)
- (JuvSite) Modell mit gebietsabhängiger Wahrscheinlichkeit (s. o.) nur für das 1. Lebensjahr

Tabelle 6 Schätzungen der Überlebenswahrscheinlichkeit Φ und der Sichtungswahrscheinlichkeit p von Sandregenpfeifern auf Basis des besten Modells (Nr. 1)

Parameter	Schätzwert	Standardfehler (SE)	95%-Konfidenzintervall	
			Untere Grenze	Obere Grenze
Phi (adult)	0,840	0,023	0,788	0,881
Phi (1. Lebensjahr, im Beltringharder Koog beringt)	0,587	0,070	0,447	0,715
Phi (1. Lebensjahr, im Gebiet Fehmarn-Wagrien beringt)	0,792	0,078	0,600	0,906
p (als Altvogel beringt)	0,936	0,022	0,878	0,968
p (als Küken beringt, sicher flügge)	0,762	0,057	0,634	0,856

Diskussion und Schlussfolgerungen

Nachdem die Sandregenpfeifer im nördlichen Arlau-Speicherbecken des Beltringharder Kooges in den Jahren 2015 bis 2019 stets einen recht hohen Bruterfolg erreicht hatten, erfolgte 2020 ein fast vollständiger Brutausschlag. Dieser sehr niedrige Bruterfolg ist auf eine extrem hohe Prädationsrate im Berichtsjahr zurückzuführen, die im gesamten Beltringharder Koog zu beobachten war (Cimiotti 2020). Auch bei Seereggenpfeifer und Austernfischer blieben Bruterfolge im Jahr 2020 weitgehend aus (eig. Daten; Cimiotti 2020).

Da kaum Küken schlüpften, bleibt wegen der geringen Stichprobe offen, ob beim Sandregenpfeifer auch Küken stark von Prädation betroffen waren, oder ob diese von der Prädation, z.B. aufgrund von Tarnung oder Fluchtverhalten, weniger stark betroffen waren als die Gelege. In den vorausgegangenen Jahren ermöglichte ein Schlupferfolg von 11% bis 50% einen Bruterfolg von 0,8 bis 1,0 flüggen Jungvögeln pro Brutpaar und Jahr. Da Sandregenpfeifer nach Gelegeverlusten bis zu vier Nachgelege (Laven 1940) anlegen können, sind sie bei ansonsten günstigen Bedingungen für das Aufwachsen der Jungvögel in der Lage, diese Verluste bis zu einem gewissen Grad zu kompensieren. Bei einem Schlupferfolg von nur 0,2% wie im Berichtsjahr war jedoch nur ein sehr geringer Bruterfolg möglich.

Die Ursachen für die hohe Prädationsrate im Beltringharder Koog lag zum einen in einem, wie erwartet, großen Fuchsbestand nach dem „Mäusejahr“ 2019. Zum anderen suchten 2020 auffallend viele Kleinmöwen nach Gelegen von Bodenbrütern. Vermutlich führte Nahrungsmangel bei den Möwen zu diesem Verhalten. So berichteten Möwenkenner davon, dass insbesondere Sturmmöwen selbst ein schlechtes Brutjahr hatten (M. Haupt, pers. Mitt.) und in Speiballen in den Kolonien 2020 ein hoher Anteil von Vogelbeute enthalten war (P. Schwemmer, pers. Mitt.).

Auch wenn im Beltringharder Koog Säuger weniger häufig als Möwen als Nesträuber beim Sandregenpfeifer auftreten, spielen sie dennoch eine gewisse Rolle. In den seit 2015 durchgeführten Untersuchungen mit Nestkameras wurden bisher vier Säugerarten als Nesträuber nachgewiesen (Fuchs, Dachs, Marderhund, Iltis). Zumindest die drei erstgenannten, größeren Arten können und sollten grundsätzlich durch Anti-Prädatoren-Zäune aus wichtigen Brutgebieten ferngehalten werden (z.B. White & Hirons 2019). Seit 2016 war daher durch die Integrierte Station Westküste im LLUR versucht worden, den Zugang zum halbinselartigen Nordufer des Arlau-Speicherbeckens für Bodenprädatoren von Osten her durch einen überwiegend mobilen Elektrozaun zu erschweren (Abbildung 21). Im Jahr 2020 konnte wegen der Corona-Beschränkungen jedoch kein Zaun aufgebaut werden. Dies führte auch dazu, dass viele Besucher des Naturschutzgebietes (z.T. mit Fahrrad und/oder Hund) in das eigentlich nicht öffentlich zugängliche Arlau-Speicherbecken eindrangen und dort Störungen der Brutvögel verursachten (s. auch Cimiotti 2020).



Abbildung 21 Lage des Anti-Prädatoren-Zauns am östlichen Zugang zum Nordufer des Arlau-Speicherbeckens in den vergangenen Jahren (Abbildung aus Gutachten D.S. Cimiotti 2020).

In den letzten Jahren gab es trotz des Elektrozauns immer wieder Nachweise von Füchsen, Dachsen und Marderhunden im nördlichen Arlau-Speicherbecken (z.B. Hötker et al. 2015, 2017; Cimiotti et al. 2018, 2019; Klinner-Hötker & Petersen-Andresen 2019). Das Einwandern des Fuchses wurde somit durch den Fuchszaun möglicherweise erschwert aber nicht verhindert. Denkbar wäre, dass der Zaun übersprungen, umgangen oder umschwommen wurde.

Die Integrierte Station Westküste hat daher im Berichtsjahr beschlossen, den mobilen Zaun der Vorjahre durch einen festen Kombinationszaun (s. White & Hirons 2019) zu ersetzen und an seinem westlichen Ende etwas weiter in die Salzwasserlagune hineinzubauen (Abbildung 22). Damit sollte ein dauerhafter Schutzzaun geschaffen werden, der während der Brutsaison einen geringeren Betreuungsaufwand gegenüber der mobilen Variante (hier Auf- und Abbau, Freischneiden, Wiederaufbau nach starkem Wind, etc.) erfordert und durch die geringere Anfälligkeit gegenüber den äußeren Bedingungen im Koog (aufwachsende Vegetation, Stürme, etc.) auch mehr Schutz vor den Bodenprädatoren bieten soll. Der Zaunbau wurde vor der Brutsaison 2021 abgeschlossen (Abbildung 22).

Durch weitere Beobachtungen von Watvogelgelegen im nördlichen Arlau-Speicherbecken sollte geklärt werden, ob die neue Lösung ausreicht, um das Gebiete weitgehend vor Bodenprädatoren zu schützen, oder ob weitere Optimierungen (vgl. Gutachten von D.S. Cimiotti 2020) nötig sind.



Abbildung 22 Neuer Anti-Prädatoren-Zaun im Osten des nördlichen Arlau-Speicherbeckens mit Blick nach Nordosten auf die Salzwasserlagune. Das Ende des Zauns entspricht der Position in Abbildung 21 („Ende mobiler Fuchszaun der letzten Jahre“).

Im Bereich Fehmarn war das Jahr 2020 zunächst von der ungewöhnlich starken Prädation durch Sturmmöwen geprägt (s.o.). Nach Öffnung der Insel und dem Wegfall des zeitweiligen Corona-Pandemie-bedingten Tourismusverbotes in Schleswig-Holstein ab Mitte Mai 2020 erfolgte dann aufgrund der eingeschränkten Reisemöglichkeiten ins Ausland ein regelrechter Ansturm auf alle Küstenbereiche. Selbst ansonsten eher ruhige, parkplatzferne Strandabschnitte wurden stark frequentiert. Dies hängt auch mit einer starken Zunahme von E-Bikes und Pedelecs und einem Ausbau der Radwege auf den Deichkronen auf Fehmarn zusammen.

In der Folge war das Vertrittisiko für Nester und kleine Jungvögel des Sandregenpfeifers stark erhöht. Ohne die Absperrungen wäre der Bruterfolg am Gremersdorfer Strand noch deutlich geringer gewesen. Der im Vergleich zu den Vorjahren stark eingebrochene Bruterfolg ist möglicherweise auch auf den Vertritt von kleinen Jungvögeln zurückzuführen. Dieser lässt sich jedoch durch Absperrungen nicht verhindern, da die Familien nicht immer innerhalb der Absperrungen bleiben.

Die Temperaturdaten der Ei-Logger zeigten eine hohe Temperaturtoleranz der Eier. Aufgrund der wenigen Daten war eine statistisch gesicherte Auswertung nicht möglich. Gleichwohl weisen die Ergebnisse darauf hin, dass der Bruterfolg während eines störungsbedingten kurzzeitigen Verlassens des Nestes weder durch Auskühlen noch durch Überhitzen der Eier gefährdet wird. Längerfristige Störungen direkt am Nest könnten aber vor allem im April und Mai zu einer zu starken Abkühlung führen.

Öffentlichkeitsarbeit

Aufgrund der Corona-Pandemie waren keine Veranstaltungen möglich. Im Berichtsjahr wurde jedoch ein Artikel über den Sandregenpfeifer (mit Verweis auf das Projekt in einer Box) in der Zeitschrift „Der Falke“ (Heft Mai 2020) veröffentlicht:

Cimiotti, D. (2020): Genau hingeschaut: Unterarten des Sandregenpfeifers. Der Falke 67:18–21

Ein Sandregenpfeifer-Foto wurde zudem Titelbild dieser Aufgabe der Zeitschrift.



Danksagung

Wir danken dem MELUND wir für die Finanzierung des Projekts und folgenden Helfer/innen im Feld: Melanie Theel, Julia Altemüller und Norbert Schmell (Fehmarn) sowie Dagmar und Niklas Cimiotti sowie Brigitte Kliner-Hötter (Beltringharder Koog). Dagmar S. Cimiotti stellte zudem die Daten zum Brutbestand der Sandregenpfeifer im Beltringharder Koog zur Verfügung, die im Rahmen ihrer Kartierungen der Brutvögel des Gebietes erhoben worden waren. Wir danken Klaus Günther für die Überlassung von Farbringkombinationen sowie allen Melderinnen und Meldern von Farbringablesungen für ihre Daten.

Literatur

- Cimiotti, D.V., Altemüller, M. & Klinner-Hötker, B. (2018): Schutzkonzept Sandregenpfeifer in Schleswig-Holstein - Untersuchungen 2018. Michael-Otto-Institut im NABU, Endbericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Bergenhusen.
- Cimiotti, D.V., Altemüller, M. & Klinner-Hötker, B. (2019): Schutzkonzept Sandregenpfeifer in Schleswig-Holstein - Untersuchungen 2019. Michael-Otto-Institut im NABU, Endbericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Bergenhusen.
- Cimiotti, D.V. & B. Klinner-Hötker, B. (2019): Schutzkonzept Austernfischer in Schleswig-Holstein - Untersuchungen 2019. Michael-Otto-Institut im NABU, Endbericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Bergenhusen.
- Cimiotti, D.S. (2020): Ornithologisches Gutachten Nordstrander Bucht / Beltringharder Koog. Ergebnisse aus den Zählgebieten nördlich der Arlau, Jahresbericht 2020. Integrierte Station Westküste, Schlüttsiel.
- Gerlach, B., R. Dröschmeister, T. Langgemach, K. Borkenhagen, M. Busch, M. Hauswirth, T. Heinicke, J. Kamp, J. Karthäuser, C. König, N. Markones, N. Prior, S. Trautmann, J. Wahl & C. Sudfeldt (2019): Vögel in Deutschland – Übersichten zur Bestandssituation. DDA, BfN, LAG VSW, Münster.
- HELCOM (2013): Species Information Sheet – *Charadrius hiaticula hiaticula*. HELCOM Red List Bird Expert Group, Helsinki.
- Holz, R. (1987): Altersmerkmale von Sandregenpfeifern (*Charadrius hiaticula*) der südwestlichen Ostseeküste. Beitr. Vogelkd. 33 5/6, 233-243.
- Hötker, H. & Kölsch, G. (1993): Die Vogelwelt des Beltringharder Kooges. Ökologische Veränderungen in der eingedeichten Nordstrander Bucht. Corax 15, Sonderheft: 1-145.
- Hötker, H., Cimiotti, D., Klinner-Hötker, B. & Schulz, R. (2015): Schutzkonzept Sandregenpfeifer in Schleswig-Holstein - Untersuchungen 2015. Michael-Otto-Institut im NABU, Endbericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Bergenhusen.
- Hötker, H., Cimiotti, D.V., Leyrer, J., Klinner-Hötker, B., Avé, M. & Hoffmann, H. (2016): Schutzkonzept Sandregenpfeifer in Schleswig-Holstein - Untersuchungen 2016. Michael-Otto-Institut im NABU, Endbericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Bergenhusen.
- Hötker, H., Altemüller, M., Cimiotti, D.V., Leyrer, J., Klinner-Hötker, B. & Remmers, T. (2017): Schutzkonzept Sandregenpfeifer in Schleswig-Holstein - Untersuchungen 2017. Michael-Otto-Institut im NABU, Endbericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein, Bergenhusen.
- Klinner-Hötker, B. & W. Petersen-Andresen (2019): Ornithologisches Gutachten Nordstrander Bucht / Beltringharder Koog - Ergebnisse aus den Zählgebieten nördlich der Arlau, Jahresbericht 2019. Integrierte Station Westküste.
- Koffijberg, K., Bregnballe, T., Frikke, J., Gnep, B., Hälterlein, B., Hansen, M.B., Körber, P., Reichert, G. Umland, J. & T. van der Meij (2020): Trends of Breeding Birds in the Wadden Sea 1991 - 2017 and results of the total counts in 2006 and 2021. Wadden Sea Ecosystem No. 40. Wilhelmshaven, Germany: Common Wadden Sea Secretariat, Joint Monitoring Group of Breeding Birds in the Wadden Sea.
- 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,
- 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.

- MELUND (2015): Strategie für das Wattenmeer 2100. Kiel. http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/N/nationalpark_wattenmeer/bericht_strategie_wattenmeer2100.pdf?__blob=publicationFile&v=4
- van de Pol, M., Ens, B.J., Heg, D., Brouwer, L., Krol, J., Maier, M., ... & K. Koffijberg (2010a): Do changes in the frequency, magnitude and timing of extreme climatic events threaten the population viability of coastal birds? *Journal of Applied Ecology* 47: 720–730
- 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)
- Schaub, M. & F. Amann (2001): Saisonale Überlebensraten von Sumpfmäusen *Parus palustris*. *Ornithol. Beobachter* 98: 223-235.
- 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.
- van der Winden, J., Hotting, M., Weeda, S., Vos, R., Bom, R., Kreetz, T., Cimiotti, D.V. & C. Dreef (2021): Lachstern broedt in het pionierlandschap van Marker Wadden. *Limosa* 94:124-127.
- Wallander, J. & Andersson, M. (2003): Reproductive tactics of the ringed plover *Charadrius hiaticula*. *Journal of Avian Biology* 34: 259-266.
- White, G. & G. Hirons (2019): The predator exclusion fence manual. Guidance on the use of predator exclusion fences to reduce mammalian predation on ground-nesting birds on RSPB reserves. RPSB Ecology. Online verfügbar unter <https://www.rspb.org.uk/globalassets/downloads/science-publications/predator-exclusion-fencing-manual-v3-2019.pdf>.