



Schutzkonzept Sandregenpfeifer in Schleswig-Holstein

Untersuchungen 2021

Endbericht Mai 2022

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 2021

Endbericht Mai 2022

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	8
Untersuchungsgebiete	8
Brutbiologische Untersuchungen	9
Ablesungen beringter Individuen aus den Vorjahren	10
Aufbau einer neuen Datenbank	10
Berechnungen von Überlebensraten und des Mindestreproduktionserfolges	10
Ergebnisse	12
Schlupferfolge und Nestschicksale	12
Berechnung von lokalen Überlebensraten und des Mindestbruterfolgs	15
Fernansiedlungen und Umsiedlungen	17
Diskussion und Schlussfolgerungen	19
Danksagung	22
Literatur	23

Zusammenfassung

In den letzten Jahrzehnten sind die Brutbestände des Sandregenpfeifers *Charadrius hiaticula* in Schleswig-Holstein deutlich gesunken. Die Analyse der Rückgangsursachen und die Entwicklung von Schutzansätzen standen im Mittelpunkt eines Artenschutzprojektes in den Jahren 2015 bis 2021. Im letzten Projektjahr wurden weitere Ablesungen farbberingter Sandregenpfeifer aufgenommen, um die Berechnungen der lokalen Überlebensraten in Schleswig-Holstein brütender Sandregenpfeifer präzisieren zu können. In diesem letzten Jahresbericht wird auf Grundlage der Daten aus dem siebenjährigen Projektzeitraum ein finales Populationsmodell vorgestellt. Hierbei wurden erstmals auch die Wiederfunde außerhalb der Brutzeit, zum Beispiel aus den Winterquartieren an europäischen Küsten, formal mit einbezogen, um eine Annäherung an die tatsächlichen Überlebensraten zu erreichen.

Die Überlebensrate adulter Sandregenpfeifer unterschied sich nicht deutlich zwischen den Untersuchungsgebieten, Beltringharder Koog und Fehmarn-Wagrien, und lag bei 84,7% pro Jahr. Die Überlebensrate im 1. Lebensjahr betrug 76,7% für Fehmarn-Wagrien und 58,4% für die im Beltringharder Koog beringten Küken. Mit diesen Daten konnte erstmals für Schleswig-Holstein als naturschutzfachlich wichtige Größe der für den Bestandserhalt der Sandregenpfeifer nötige Bruterfolg als Mindest-Zielwert für das Gebietsmanagement berechnet werden. Dieser liegt bei etwa 0,4 flüggen Jungen pro Paar und Jahr in den Gebieten an der Ostsee und bei 0,5 – 0,6 flüggen Jungen pro Paar und Jahr im Beltringharder Koog, der stellvertretend für die Westküste untersucht wurde.

Nach den Ergebnissen der Populationsstudie ist naheliegend, dass in der Vergangenheit oder aktuell zu geringe Bruterfolge in einem Teil der Brutgebiete in Schleswig-Holstein für die Bestandsrückgänge verantwortlich waren. Die ermittelten Überlebensraten sind im Vergleich mit wenigen Literaturdaten eher hoch, der für den Bestandserhalt in Schleswig-Holstein nötige Bruterfolg entsprechend moderat. Trotzdem sollte den Überlebensraten weiter Aufmerksamkeit beigemessen werden. Denn diese könnten in Folge von Umweltveränderungen (zum Beispiel Auswirkungen des Klimawandels in den Überwinterungsgebieten) zukünftig abnehmen, entsprechend würde der nötige Mindestbruterfolg ansteigen.

Zusammenfassend lassen sich folgende Schlussfolgerungen für den Teil Populationsstudie des Artenschutzprojektes ableiten:

- Bruterfolgsmessungen sollten auch in anderen Gebieten an der West- und Ostküste von Schleswig-Holstein durchgeführt werden, um gebietsspezifische Probleme zu identifizieren.
- In Gebieten mit zu geringen Bruterfolgen sollte Ursachenforschung erfolgen (z. B. Untersuchungen zur Prädation oder zu den Auswirkungen des Strandtourismus), um die spezifischen Gefährdungen identifizieren und zielgerichtete Gegenmaßnahmen einleiten zu können.
- An der Ostsee sollten regelmäßiger und großflächiger Brutbestandsdaten aufgenommen werden, um den Bestandstrend verfolgen und entsprechend reagieren zu können.
- Im Sinne eines „integrierten Populationsmonitorings“ sollten auch weiterhin Messungen der Überlebensraten erfolgen, um auf Umweltveränderungen, die zu einer Abnahme der Überlebensraten führen, reagieren zu können (z. B. durch Anpassung der o. g. Zielwerte für den Bruterfolg).
- Auch die außerhalb der Brutzeit genutzten Gebiete der in Schleswig-Holstein brütenden Sandregenpfeifer sollten zukünftig in Schutzstrategien einbezogen werden.

Einleitung

Noch gehören Sandregenpfeifer *Charadrius hiaticula* zu den verbreiteten Brutvögeln der Meeresküste. Wegen ihres langanhaltenden negativen Bestandstrends gilt die Art als Brutvogel in Deutschland als „vom Aussterben bedroht“ (Ryslavy et al. 2020). 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).

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).

In Schleswig-Holstein wird die Art auf der neuen Roten Liste (Kieckbusch et al. 2021) weiterhin als „stark gefährdet“ geführt. Der aktuelle Bestand wird in dieser Quelle mit 350-400 Paaren an der Westküste und 250 Paaren an der Ostküste angegeben. Die Gründe für den raschen Rückgang des Brutbestandes sind im Detail unklar. Kieckbusch et al. (2021) führen die intensive touristische Nutzung der Strände im Land seit den 1970er Jahren sowie hohe Prädationsraten innerhalb und außerhalb von Schutzgebieten als Rückgangsursachen beziehungsweise Gefährdungsfaktoren an.

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 rund 40% am Wattenmeerbestand von Schleswig-Holstein entspricht (vgl. Kieckbusch et al. 2021). Im Jahr 2021 betrug der Bestand im gesamten Beltringharder Koog sogar mindestens 226 Paare (Cimiotti 2021).

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.

Ab dem 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 herrschen 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, Cimiotti & Altemüller 2021) 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 durchgeführt. 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, 2020).

Im letzten Projektjahr 2021 wurden die Untersuchungen im Wesentlichen auf das Ablesen zurückgekehrter, in den Vorjahren beringter Individuen beschränkt, um die Berechnung der Überlebensraten mit einem weiteren Untersuchungsjahr zu präzisieren.

Für den Bereich Fehmarn-Wagrien erfolgte auch wieder eine Nesterkontrolle, um Schlupferfolge und Nestschickale verfolgen zu können.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiete

Die Untersuchungen im Beltringharder Koog wurden, wie bereits in den Jahren 2018 bis 2020, 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 Farbringkontrollen 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. In den Teilgebieten nördlich des Arlau-Speicherbeckens fanden diese Kontrollen i. W. in Verbindung mit den Brutvogelkartierungen von D.S. Cimiotti statt. Auch auf den Wattflächen in der Nordstrander Bucht westlich des Seedeichs wurden Ablesungen durchgeführt, um verstreckt im Gebiet brütende Individuen mit Farbringen dennoch entdecken zu können.

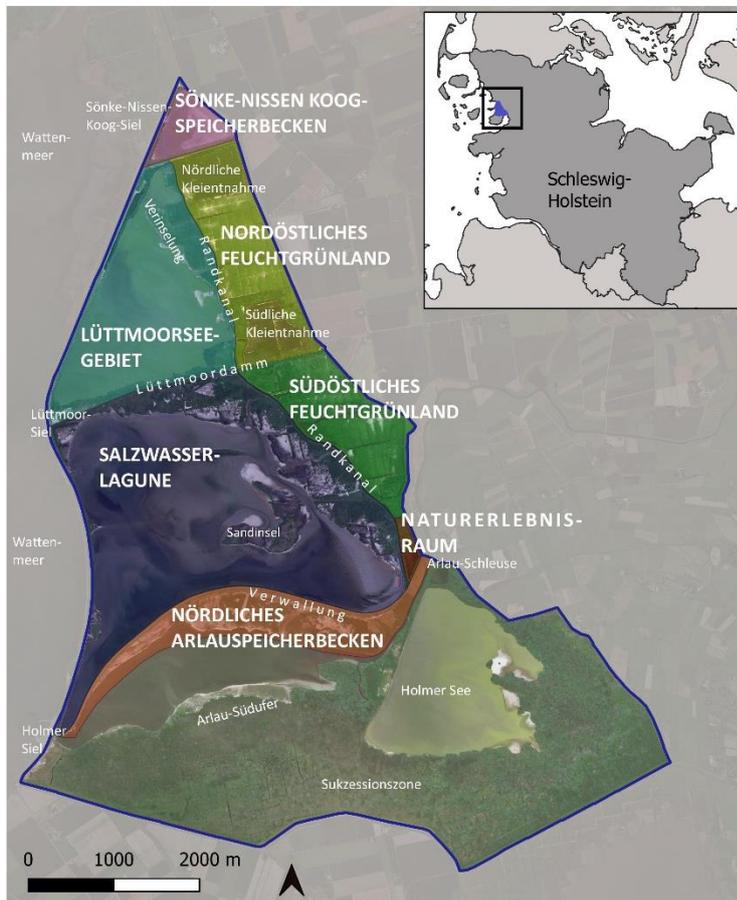


Abbildung 1 Übersicht zum Beltringharder Koog (aus: Gutachten D.S. Cimiotti 2020). Die Sandregenpfeifer-Untersuchungen waren auf das nördliche Arlau-Speicherbecken konzentriert, aber auch in den übrigen Teilgebieten (einschließlich des Arlau-Südufers) wurde auf farbberingte Individuen kontrolliert.

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

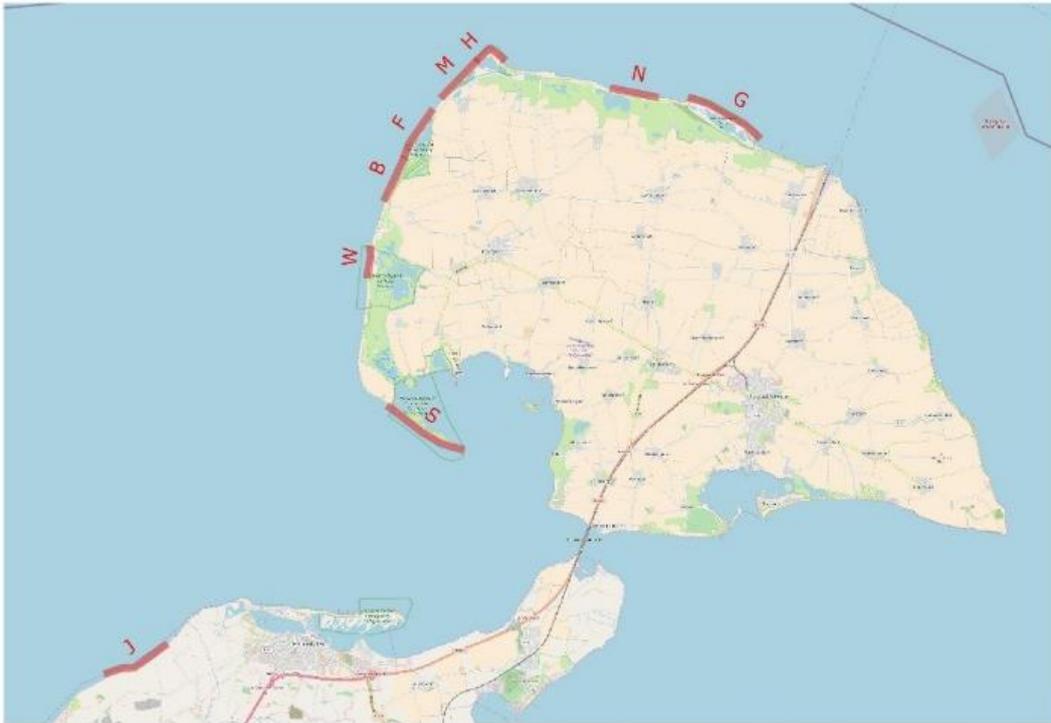


Abbildung 2 Übersichtskarte mit Lage der Gebiete auf Fehmarn. S: Krummsteert, W: Wallnau Strand, B: Bojendorf Strand, F: Fastensee, M: Westermarkelsdorf Strand, H: Markelsdorfer Huk, N: Gammendorf Strand, G: Grüner Brink, J: Gremersdorf Strand © Kartengrundlage OpenStreetMap.

Brutbiologische Untersuchungen

Der Schlupferfolg wurde im Jahr 2021 nur im Gebiet Fehmarn-Wagrien nach der Methode der Vorjahre (Cimiotti & Altemüller 2020) untersucht.

Im Arlau-Speicherbecken des Beltringharder Kooges waren einige Gelege mit Nestkameras im Rahmen eines Beloggerungs-Projektes des MOIN überwacht worden. Die Ergebnisse der bisher ausgewerteten Kamerabilder ($n = 7$ Gelege) werden mit dargestellt.



Abbildung 3 Flügger, 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 (Abbildung 3) über die gesamte Brutsaison hinweg. Das Ablesen der Farbbringkombinationen 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 dort hin umgesiedelt oder hatten nicht gebrütet. Darüber hinaus wurden Sichtungen beringter Individuen aus dieser Studie aus anderen Brutgebieten in Schleswig-Holstein und Dänemark, die von anderen Beobachter*innen stammten, zusammengetragen oder die Gebiete wurden durch die Autoren persönlich aufgesucht. Ergänzende Daten, welche das Überleben der Sandregenpfeifer belegten, stammten aus den Durchzugs- und Überwinterungsgebieten.

Aufbau einer neuen Datenbank

Im Projektjahr 2021 wurden die seit 2015 gesammelten Beringungsdaten und Wiederfunddaten in eine neu strukturierte Access – Datenbank überführt, um zukünftig Wiederfunde automatisiert mit ansprechend gestalteten Lebensläufen in deutscher und englischer Sprache beantworten zu können, die Daten für zukünftige Auswertungen abrufen zu können, das umfangreiche Datenmaterial in Form der neuen Datenbank dauerhaft zu archivieren und auch alle Wiederfunde mit vertretbarem Aufwand an die Markierungszentrale am Institut für Vogelforschung, Vogelwarte Helgoland, übermitteln zu können.

Berechnungen von Überlebensraten und des Mindestreproduktionserfolges

In diesem Bericht werden die finalen Berechnungen lokaler Überlebensraten von Sandregenpfeifern aus dem Beltringharder Koog ($n = 97$ adult beringte Individuen, $n = 103$ als Küken beringte Individuen, die sicher flügge wurden) und für das Gebiet Fehmarn-Wagrien ($n = 104$ adult beringte Individuen, $n = 113$ als Küken beringte Individuen, die sicher flügge wurden) vorgenommen. Die Daten aus dem Beltringharder Koog stammten aus den Jahren 2015 bis 2020 (Beringungen) bzw. 2016 bis Februar 2022 (Wiedersichtungen). Die Daten für das Gebiet Fehmarn-Wagrien stammten aus den Jahren 2017 bis 2020 (Beringungen) bzw. 2018 bis Februar 2022 (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 ($n = 17$) 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 12 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 beinhaltet. 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.

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

Schlupferfolge und Nestschicksale

Im Bereich Fehmarn-Wagrien wurde 2021 versucht, den gesamten Brutbestand der Insel zu erfassen. Ackerbruten blieben dabei jedoch aus methodischen Gründen unberücksichtigt. Die Ergebnisse flossen dann in das SPA-Monitoring ein.

Da die Beobachtungsintervalle 2021 reduziert werden mussten, war eine komplette Bruterfolgskontrolle nicht möglich. Von allen gefundenen Nestern wurden jedoch der Schlupferfolg und soweit möglich auch der Bruterfolg erfasst, der aber nur in einer Spannbreite angegeben werden kann.

Insgesamt war das Jahr 2021 auf Fehmarn wieder stark von Prädation und Vertritt geprägt und der Bruterfolg war mit 0,1 -0,3 Jungen pro Paar sehr schlecht.

Dagegen war der Bruterfolg am Strand in der Gemeinde Gremersdorf mit 0,7 bis 1,3 flüggen Jungen wieder gut – im östlichen Teil (Dazendorf) allerdings nur aufgrund der Nestschutzzonen. Alle außerhalb dieser Bereiche gefundenen Nester wurden zertreten.

Die Ergebnisse der brutbiologischen Untersuchungen aus dem Bereich Fehmarn-Wagrien sind in den Tabelle 1 und 2 zusammengefasst.

Von sieben Kamera-überwachten Gelegen mit bekanntem Nestschicksal im Beltringharder Koog, nördliches Ar-lau-Speicherbecken, hatten drei Schlupferfolg, zwei wurden jeweils durch eine adulte Sturmmöwe prädiert (14. Mai, 22. Mai) und zwei wurden nach Überflutung nach Starkregen aufgegeben (4./5. Mai).

Tabelle 1 Schlupf- und Bruterfolge sowie Ursachen von Gelegeverlusten von Sandregenpfeifern in den Untersuchungsgebieten des Projektteils Fehmarn-Wagrien in den Jahren 2017 bis 2021. 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 / unbestimmt	Anzahl mit Kamera	Nesträuber
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)
	2021	55	8-15	0,1-0,3	1%	58	8	42	0	11	1	1	0	Fuchs 6 (Spuren), Krähe 1 (Spuren), Möwe 1 (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 Kolkkraben, Rabenkrähen, Silber- und Sturmmöwen, aber keine Zuordnung bei den prädierten Nestern möglich. Turmfalke vermutlich haupts. Kükenprädator.
	2021	11	8-14	0,7-1,3	47%	17	11	1	0	5	0	0	0	Silbermöwe (live beobachtet)

Tabelle 2 Bruterfolge von Sandregenpfeifern in ausgewählten Küstenabschnitten des Gebietes Fehmarn-Wagrien 2017 bis 2021, 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 min.	Flügge 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
			0	2021	7	0	0,0	5	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 pädiert, 1 aufgegeben
			1	2021	5	1	0,2	12	
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
			1	2021	12	2	0,2	22	13 prädiert, 5 zertreten
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 aufgegebe
			1	2020	16	3	0,2	37	26 prädiert, 1 aufgegeben, 1 zertreten, 4 unbekannt
			1	2021	18	5-12	0,3-0,7	9	6 prädiert, 1 aufgegeben, 1 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,
			3	2021	5	0	0,0	8	alle prädiert
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
			1	2021	2	0	0,0	0	
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
			2	2021	2	0	0,0	2	1 prädiert
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)
			1	2021	4	0	0,0	0	
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
			2	2021	11	8-14	0,7-1,3	17	1 prädiert, 5 zertreten

Berechnung von lokalen Überlebensraten und des Mindestbruterfolgs

Unter den zwölf 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. Bei den drei besten Modellen (Modell Nr. 1 – 3 in Tabelle 1) war die Entdeckungswahrscheinlichkeit jeweils abhängig vom Beringungsalter (als Küken oder Altvogel beringt).

Auf Grundlage von Modell Nr. 1 ergibt sich eine jährliche lokale Überlebensrate der Altvögel von 84,7% (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 58,4% (Beringungsort Beltringharder Koog) bzw. 76,7% (Beringungsort Fehmarn-Wagrien).

Die Entdeckungswahrscheinlichkeit unterschied sich deutlich in Abhängigkeit des Beringungsalters (92,6% bei Beringung als Altvogel, 74,4% bei Beringung als Jungvogel) vermutlich aufgrund unterschiedlicher Ortstreuung (s. Diskussion).

Für die Beurteilung des für den Bestandserhalt nötigen Mindest-Reproduktionserfolgs müssen die jährlichen Überlebensraten der Altvögel sowie die Überlebensrate der Jungvögel bis zur Vollendung des ersten Lebensjahres bekannt sein. Nach den oben dargestellten Ergebnissen beträgt die Überlebensrate im ersten Lebensjahr (\bar{U}_1) 0,767 (Fehmarn-Wagrien) bzw. 0,584 (Beltringharder Koog) und die jährliche Altvogelüberlebensrate (\bar{U}_{ad}) beträgt 0,847 (beide Gebiete zusammen).

Weiterhin ist entscheidend, in welchem Alter die Sandregenpfeifer in die Brutpopulation eintreten und ob sie in jedem Jahr brüten. Von 33 näher betrachteten Küken aus dem Gebiet Fehmarn-Wagrien, die später sicher gebrütet haben, brüteten 22 bereits sicher im 2. Kalenderjahr, 12 erst im 3. Kalenderjahr. Allerdings kann bei den letzteren nicht ausgeschlossen werden, dass sie es nicht schon im 2. Kalenderjahr versucht haben. In sieben Fällen wurden die Vögel schon in ihrem 2. Kalenderjahr in ihrem späteren Brutgebiet beobachtet (Prospektion ist zu vermuten), erste Brutversuche dort oder an anderer Stelle kann man auch hier nicht ausschließen. Daher gehen wir davon aus, dass die Sandregenpfeifer in Schleswig-Holstein zwischen zwei Dritteln und 100% bereits ab dem 2. Kalenderjahr brüten.

Unter der Annahme, dass alle überlebenden jungen Sandregenpfeifer im 2. Kalenderjahr zur Brut schreiten, würde der zum Populationserhalt notwendige Bruterfolg 0,52 flügge Jungvögel pro Paar und Jahr für den Beltringharder Koog (B_{min1}) und 0,40 flügge Jungvögel pro Paar und Jahr für Fehmarn-Wagrien (B_{min2}) betragen. Unter der Annahme, dass ein Drittel der Jungvögel erst im 3. Kalenderjahr erstmals zur Brut schreitet, würde sich der Mindestreproduktionserfolg auf 0,62 flügge Jungvögel pro Paar und Jahr im Beltringharder Koog (B_{min3}) beziehungsweise 0,42 flügge Jungvögel pro Paar und Jahr im Gebiet Fehmarn-Wagrien (B_{min4}) erhöhen.

Annahme, dass alle überlebenden Jungvögel ab dem 2. Kalenderjahr brüten:

$$B_{min} = 2 * (1 - \bar{U}_{ad}) / \bar{U}_1$$

$$B_{min1} = 2 * (1 - 0,847) / 0,584 = 0,52 \quad (\text{Beltringharder Koog})$$

$$B_{min2} = 2 * (1 - 0,847) / 0,767 = 0,40 \quad (\text{Fehmarn-Wagrien})$$

Annahme, dass zwei Drittel ab dem 2. Kalenderjahr und ein Drittel ab dem 3. Kalenderjahr brüten:

$$B_{min} = 0,67 * (2 * (1 - \ddot{U}ad) / \ddot{U}1) + 0,33 * (2 * (1 - \ddot{U}ad) / (\ddot{U}1 * \ddot{U}ad))$$

$$B_{min3} = 0,67 * (2 * (1 - 0,847) / 0,584) + 0,33 * (2 * (1 - 0,847) / (0,584 * 0,847)) = 0,62$$

(Beltringharder Koog)

$$B_{min4} = 0,67 * (2 * (1 - 0,847) / 0,767) + 0,33 * (2 * (1 - 0,847) / (0,767 * 0,847)) = 0,42$$

(Fehmarn-Wagrien)

Somit liegt der für den Bestandserhalt nötige Bruterfolg bei etwa 0,4 flüggen Jungen pro Paar und Jahr in den Gebieten an der Ostsee und bei 0,5 – 0,6 flüggen Jungen pro Paar und Jahr im Beltringharder Koog, der stellvertretend für die Westküste untersucht wurde.

*Tabelle 3 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.	Model	AICc	Delta AICc*	AICc-Gewicht	Modellwahrscheinlichkeit	Anzahl Parameter	Devianz
1	Phi(JuvSite*Age) p(BerAge)	1080,6	0	0,56	1,00	5	163
2	Phi(Site*Age) p(BerAge)	1082,6	2,0	0,21	0,37	6	163
3	Phi(JuvSite*BerAge*Age) p(BerAge)	1083,9	3,3	0,11	0,20	7	162
4	Phi(JuvSite*BerAge*Age) p(Site*BerAge)	1084,9	4,3	0,07	0,12	9	159
5	Phi(Site*BerAge*Age) p(Site*BerAge)	1086,9	6,3	0,02	0,04	10	159
6	Phi(BerAge*Age) p(Site*BerAge)	1087,4	6,8	0,02	0,03	7	166
7	Phi(JuvSite*BerAge*Age) p(Site*BerAge*Age)	1087,8	7,1	0,02	0,03	11	158
8	Phi(Site*BerAge) p(Site*BerAge)	1090,5	9,9	0,00	0,01	8	167
9	Phi(JuvSite*BerAge*Age) p(Age)	1095,7	15,1	0,00	0,00	7	174
10	Phi(JuvSite*BerAge*Age) p(Site*Age)	1096,5	15,9	0,00	0,00	9	171
11	Phi(JuvSite*BerAge*Age) p(Site)	1101,7	21,1	0,00	0,00	7	180
12	Phi(JuvSite*BerAge*Age) p(.)	1103,3	22,6	0,00	0,00	6	184

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 4 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)	0,847	0,017	0,810	0,877
Phi (1. Lebensjahr, im Beltringharder Koog beringt)	0,584	0,058	0,468	0,692
Phi (1. Lebensjahr, im Gebiet Fehmarn-Wagrien beringt)	0,767	0,055	0,642	0,858
p (als Altvogel beringt)	0,926	0,017	0,885	0,953
p (als Küken beringt, sicher flügge)	0,744	0,036	0,668	0,807

Fernansiedlungen und Umsiedlungen

Westküste

Es wurden einige Fälle von Ansiedlungen als Küken beringter Sandregenpfeifer abseits des Geburtsortes (*natal dispersal*) sowie von Umsiedlungen von Altvögeln (Wechsel des Brutortes, *breeding dispersal*) beobachtet.

Neun im Beltringharder Koog als Küken beringte Individuen wurden zumindest zeitweise während der Brutzeit in anderen Gebieten gesichtet. In vielen dieser Fälle war jedoch nicht sicher bekannt, ob die Sandregenpfeifer dort zur Brut schritten oder ob es sicher um Erkundung handelte. Teilweise wurden die Vögel in späteren Jahren zur Brutzeit (oder zumindest vor bzw. nach der Brutzeit) wieder im Beltringharder Koog beobachtet.

So brütete ein junges Weibchen aus dem Beltringharder Koog im Jahr 2020 in seinem 2. Kalenderjahr auf der neu geschaffenen Vogelbrutinsel „Stern“ bei Eemshaven, Niederlande. Ein junges Männchen aus dem Beltringharder Koog (NWN-GGM) brütete 2018 ebenfalls im 2. Kalenderjahr sicher auf der Hallig Hooge. Ein Vogel unbekanntes Geschlechts (NWN-WNM) war 2019 (2. Kalenderjahr) brutverdächtig im dänischen Wattenmeer (Hjerbsted Strand). Aus dem dänischen Wattenmeer liegen darüber hinaus Brutzeitbeobachtungen vorjähriger Sandregenpfeifer von der Insel Römö aus dem Jahr 2019 (Männchen NWN-WWM, in den Jahren 2020/21 jedoch sicher Brutvogel im Beltringharder Koog; Vogel unbekanntes Geschlechts WGN-NGM) und aus dem Margarethekoog aus dem Jahr 2020 (Männchen? WRN-GGM) vor. Weitere Beobachtungen früherer Küken aus dem Beltringharder Koog betreffen ein Männchen (RWN-RNM), das im Jahr 2019 auf der Hallig Langeneß verpaart war (2. Kalenderjahr) und ein Weibchen (RNN-WNM), das im April des 2. Kalenderjahres (2020) zunächst mit einem Männchen auf dem Seedeich am Beltringharder Koog beobachtet wurde, aber ein Jahr später auf Nistplatzsuche auf der Hallig Langeneß gesehen wurde. Ein weiterer Vogel unbekanntes Geschlechts (WWN-GGM) wurde im Jahr 2021 im 3. Kalenderjahr nacheinander auf den Halligen Hooge und Langeneß gesehen.

Darüber hinaus siedelte sich ein 2016 auf der Hallig Nordstrandischmoor als Küken beringtes Männchen als Jungvogel im Beltringharder Koog an, wo es in den Jahren 2017 bis 2022 brütete.

Eine sichere Umsiedlung eines adulten Weibchens betraf ein Individuum (GGN-NNM), das 2017 als Brutvogel im Beltringharder Koog beringt worden war und im Jahr 2021 auf Hallig Langeneß brütete. Ein Jungvogel aus dem Vorland von St. Peter Ording von 2016, der sich 2017 zunächst am Geburtsort als Brutvogel angesiedelt hatte, wurde nach der letzten Beobachtung in St. Peter am 3. März 2020 mehrfach auf der Insel Trischen beobachtet (17.7.2020, 13.5.2021 und auch in der Brutsaison 2022). Vermutlich handelt es sich hier ebenfalls um *breeding dispersal*.

Ostsee

Umsiedlungen von adulten Brutvögeln auf Fehmarn wurde nur in wenigen Fällen beobachtet; die meisten Altvögel waren sehr ortstreu.

Der 2016 auf dem Krummsteert beringte Jungvogel T008717 wurde 2017 und 2018 als brütendes Weibchen am Wallnauer Strand erfasst und dann zufällig 2020 als Brutvogel in Marienleuchte östlich des Fährhafens Puttgarden (dort bis heute (2022) Brutvogel). Die einzige Umsiedlung eines Altvogels vom Dazendofer Strand nach Fehmarn betrifft den Ringvogel T008742, der 2017 auf dem Nest in Dazendorf gefangen wurde und 2018 am Fastensee beobachtet wurde, wo er 2019 auch brütete.

Ein Weibchen (T008729) brütete 2017 und 2018 am Krummsteert und 2020 und 2021 am Fastensee.

Ein 2018 in Bojendorf beringter Jungvogel (80670668, Weibchen) brütete 2019 in Gammendorf, wurde 2020 ohne Brutnachweis am Fastensee beobachtet und brütete dann 2021 im NSG Wallnau.

Ein 2019 als Jungvogel am Fastensee beringtes Männchen (81371069) brütete 2020 Strand bei Altenteil und 2021 am Fastensee.

Die meisten anderen Umsiedlungen betrafen nur kleinräumige Veränderungen innerhalb eines Teilgebietes oder in das jeweils benachbarte Teilgebiet.

Fernumsiedlungen betreffen dagegen nur Jungvögel. Als Brutvögel wurden 2019 ein vorjähriger Vogel auf dem Vogelhaken Glewitz / Südost-Rügen (MV), 2020 ein vorjähriger Vogel am Sehlendorfer Binnensee (Kreis Plön) sowie 2021 ein Jungvogel aus 2019 von Hyllekrog / Lolland (DK) gemeldet. Weitere Brutzeitbeobachtungen ohne Brutnachweis gibt es vor der Steilküste Marienfelde-Altbülk (Kreis RD), vom Sehlendorfer Binnensee (Kreis Plön), aus Dranske / Rügen (MV) sowie vom Riedensee bei Kühlungsborn (MV).

Umgekehrt gab es 2018 die Fernansiedlung eines dänischen vorjährigen Weibchens von Glænø Stenrev, Südwest-Seeland (DK) am Fastensee. Dieses nur metallberingte Weibchen wurde am Fastensee 2020 wieder als Brutvogel gefangen.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Nach den hier berechneten lokalen Überlebensraten von Sandregenpfeifern ist für den Bestandserhalt ein Bruterfolg von etwa 0,4 flüggen Küken pro Paar und Jahr an der Ostsee und 0,5 – 0,6 flüggen Küken pro Paar und Jahr an der Westküste nötig. Das Erarbeiten dieser Schlüsselwerte im Rahmen des Artenschutzprojektes war essenziell, um zukünftig die Situation der Art in den Brutgebieten in Schleswig-Holstein anhand der beobachteten Bruterfolge bewerten zu können und auf dieser Grundlage Schutzmaßnahmen zielgerichtet planen, steuern und evaluieren zu können.

Bezogen auf die im Projekt näher untersuchten Gebiete, insbesondere den Beltringharder Koog und die untersuchten Strandbereiche im Gebiet Fehmarn-Wagrien, bedeutet dies, dass der nötige Bruterfolg in den meisten Untersuchungsjahren erreicht oder sogar überschritten wurde (siehe auch Berichte der Vorjahre für Details). Dies betrifft den Beltringharder Koog in den fünf Jahren von 2015 bis 2019 mit jährlichen Bruterfolgen von 0,8 bis 1,0 flüggen Jungen pro Paar, bevor der Bruterfolg im Jahr 2020 wegen hoher Prädation fast ausblieb ($< 0,1$ flügge Junge pro Paar). Auch im Vorland von St. Peter wurde in einem von zwei Untersuchungsjahren (2016) ein mehr als bestandserhaltender Bruterfolg festgestellt (1,6 flügge Junge pro Paar, gefolgt von 0,4 flüggen Jungen pro Paar 2017).

In den untersuchten Strandabschnitten der Insel Fehmarn schwankte der jährliche Gesamtbruterfolg der Jahre 2017 bis 2020 zwischen 0,1 flüggen Jungen pro Paar (2020) und 0,9 flüggen Jungen pro Paar (2019) mit einem Mittelwert der jährlichen Werte von 0,4 flüggen Jungen pro Paar. Am Gremersdorfer Strand waren die Bruterfolge in allen Jahren hoch mit Bruterfolgen von 0,5 bis 1,3 flüggen Jungen pro Paar (Mittelwert der Jahre 2018 – 2020: 0,8 flügge Junge pro Paar).

Die andauernde Abnahme der Brutbestände zumindest an der Westküste von Schleswig-Holstein weist jedoch darauf hin, dass in vielen Brutgebieten entweder zu geringe Bruterfolge erreicht wurden und/oder werden, oder dass die Überlebensraten der Sandregenpfeifer in diesen Gebieten geringer sind. Da die Altvogel-Überlebensrate in den entfernten Brutgebieten Beltringharder Koog und Fehmarn-Wagrien sehr ähnlich war, ist es nicht wahrscheinlich, dass die Abnahmen auf geringere Überlebensraten als in den untersuchten Brutpopulationen zurückzuführen sind. Stattdessen ist von zu geringen Bruterfolgen auszugehen. Eine Messung von Bruterfolgen in verschiedenen anderen Gebieten an der West- und Ostküste von Schleswig-Holstein, möglichst jeweils über mehrere Jahre, wäre daher sinnvoll.

Publizierte Überlebensraten von Sandregenpfeifern, die nach modernen Auswertungsmethoden (lokale Überlebensrate anstatt Rückkehrate) ermittelt wurden, lagen bisher nur wenige vor (s. Tabelle 5). Aus der jüngeren Vergangenheit liegen keine publizierten Werte vor. Herrmann & Holz (1988) berechneten für adulte Sandregenpfeifer in der früheren DDR (Greifswalder Bodden) eine lokale Überlebensrate von 82,4% pro Jahr. In den Niederlanden lagen die jährlichen lokalen Überlebensraten der Altvögel in den Jahren 1999 bis 2001 zwischen 62% und 82% (Foppen et al. 2006). Wallander & Andersson (2003) ermittelten in Südschweden lokale Überlebensraten von 88,6% (Männchen) beziehungsweise 84,6% (Weibchen). Die in unserer Studie ermittelte lokale Überlebensrate von 84,7% liegt im (höheren) Bereich dieser drei älteren Arbeiten. Eine höhere Überlebensrate als in Schleswig-Holstein wurde nur für Männchen in Südschweden gemessen.

Überlebensraten aus dem 1. Lebensjahr, die mit modernen Auswertungsmethoden erhoben wurden, existieren fast nicht. Foppen et al. (2006) modellierten lokale Überlebensraten von je nach Jahr 27% bis 35% im Vergleich zur Rückkehrate von 23% in deren Studie. In Lindisfarne, England, stellte Pienkowski (1984) eine Rückkehrate von 57% allerdings auf Basis von nur 42 flüggen Küken fest. Auf Grundlage von Totfunden gaben Herrmann & Holz (1988) die Überlebensrate im 1. Jahr in der früheren DDR mit 35% an.

Im Lichte dieser Daten sind die in dieser Studie ermittelten lokalen Überlebensraten von 58,4% (Beltringharder Koog) beziehungsweise sogar 76,7% (Fehmarn-Wagrien) sehr hoch. Die Einbeziehung der Winternachweise in unserer Studie hat vermutlich zu diesen vergleichsweise hohen Werten beigetragen. Hierdurch wurde eine Annäherung an die tatsächlichen Überlebensraten im 1. Jahr erreicht, da einige Individuen mit dauerhafter Abwanderung bezogen auf die Brutzeit ohne die Wertung der Auslandsrichtungen im Winter als nicht mehr

lebend gewertet worden wären. Zu beachten ist, dass sich die Überlebensrate im 1. Jahr auf den Zeitraum zwischen dem Flüggewerden (Mai bis Anfang September) und dem 1. März des Folgejahres bezieht, also im Extremfall nur sechs Monate umfasste.

Die häufigeren Spätbruten im Gebiet Fehmarn-Wagrien im Vergleich zum Beltringharder Koog mögen so auch zu dem Unterschied in der Überlebensrate im 1. Jahr zwischen beiden Gebieten beigetragen haben. Daneben wäre eine geringfügig strengere Definition des Begriffs „Flügge“ im Gebiet Fehmarn-Wagrien (gewertete Küken sind bei Annäherung am Strand abgeflogen, waren also ggf. schon wenige Tage flügge) im Vergleich zum Beltringharder Koog (auch dem Erscheinungsbild nach nahezu flüggen Küken wurden gewertet) eine Erklärung für die gebietsbezogenen Unterschiede. Neben diesen phänologischen und methodischen Aspekten wären auch echte Unterschiede in der Überlebensrate im 1. Jahr aus ungeklärter Ursache denkbar. Begonnene vergleichende Untersuchungen zu Wachstumsraten, Körperkondition und Ernährung der Küken in diesen Gebieten werden dazu beitragen, diese Frage zu beantworten.

Tabelle 5 Übersicht zu publizierten Überlebensraten von Sandregenpfeifern.

Region	Parameter (Methode)	Wert		Stichprobe (K: Küken, ad: adult)	Jahre	Referenz
		1. Jahr	adulte			
Europa	Überlebensrate (Totfunde)		0,58		?	Boyd (1962), zitiert in Mendez et al. (2018)
Südlicher Ostseeraum	Überlebensrate (Totfunde)	0,35	0,6	76 (K) mit Wiederfund	33	Herrmann & Holz (1988)
Kurische Nehrung (heute Russland)	Rückkehrrate	0,08	0,51	68 (kleine K), 37 (ad)	4	Berechnet aus Daten Laven (1940)
England, Lindisfarne	Rückkehrrate	0,57	0,90 (als ad ber.) bzw. 0,64 (als Küken beringt, ab 1. Brutjahr)	42 (flügge K), 40 (ad)	5	Pienkowski (1984)
Schottland, Western Isles	Rückkehrrate		0,729	181 (ad)	3	Jackson (1988)
DDR, Greifswalder Bodden	Rückkehrrate		0,795	jährlich 100 - 140 beobachtet	>7	Herrmann & Holz (1988)
Niederlande, Deltagebiet	Rückkehrrate	0,23	0,71	117 (K), 195 (ad)	4	Foppen et al. (2006)
DDR, Greifswalder Bodden	Lokale Überlebensrate		0,824	jährlich 100 - 140 beobachtet	>7	Herrmann & Holz (1988)
Südschweden	Lokale Überlebensrate		0,886 (Männchen), 0,846 (Weibchen)	99 (ad)	8	Wallander & Andersson (2003)
Niederlande, Deltagebiet	Lokale Überlebensrate	0,27 - 0,35	Jahrweise 0,61 – 0,82	117 (K), 195 (ad)	4	Foppen et al. (2006)

Nach den Ergebnissen der Populationsstudie im Rahmen des Artenschutzprojektes zum Sandregenpfeifer können in der Vergangenheit oder aktuell zu geringe Bruterfolge in einem Teil der Brutgebiete in Schleswig-Holstein als Ursache für die Bestandsrückgänge vermutet werden. Die ermittelten Überlebensraten sind im Vergleich mit wenigen Literaturdaten eher hoch, der für den Bestandserhalt in Schleswig-Holstein nötige Bruterfolg entsprechend moderat. Trotzdem sollte auch den Überlebensraten weiter Aufmerksamkeit beigemessen werden. Denn diese können sich in Folge von Umweltveränderungen (z. B. Auswirkungen des Klimawandels in den Überwinterungsgebieten) zukünftig verändern, zum Beispiel abnehmen. Entsprechend würde der nötige Mindestbruterfolg sofort ansteigen. Der Klimawandel stellt bereits jetzt eine Gefährdung für Küstenvögel in Schleswig-Holstein dar, indem Überflutungen der Brutplätze zugenommen haben (siehe van de Pol 2010). Auch die Überwinterungsgebiete der in Schleswig-Holstein brütenden Sandregenpfeifer selbst sollten zukünftig in die

Schutzstrategie einbezogen werden. Die Lage der Überwinterungsgebiete der in Schleswig-Holstein brütenden Sandregenpfeifer wird daher aktuell durch eine Studie des Michael-Otto-Instituts im NABU zusammen mit dem NABU-Wasservogelreservat Wallnau ermittelt. Für diese Studie werden die im Rahmen des Artenschutzprojektes gesammelten Wiederfunde farbberingter Sandregenpfeifer in Kombination mit zusätzlichen GPS-Daten, die mit Hilfe von sehr leichten Datenloggern an Sandregenpfeifern gesammelt wurden, verwendet.

Zusammenfassend lassen sich folgende Schlussfolgerungen für den Teil Populationsstudie des Artenschutzprojektes ableiten:

- Bruterfolgsmessungen sollten auch in anderen Gebieten an der West- und Ostküste von Schleswig-Holstein durchgeführt werden, um gebietsspezifische Probleme zu identifizieren. Dies ist aber auf rein ehrenamtlicher Basis nicht leistbar.
- In Gebieten mit zu geringen Bruterfolgen (Ostsee < 0,4 flügge Junge pro Paar, Westküste < 0,5 – 0,6 flügge Junge pro Paar) sollte Ursachenforschung erfolgen (z. B. Untersuchungen zur Prädation oder zu den Auswirkungen des Strandtourismus), um die spezifischen Gefährdungen identifizieren und zielgerichtete Gegenmaßnahmen einleiten zu können.
- An der Ostsee sollten regelmäßiger und großflächiger Brutbestandsdaten aufgenommen werden, um den Bestandstrend verfolgen und entsprechend reagieren zu können. Denkbar wäre eine regelmäßige Kontrolle aller Strände auf Reviervögel in der ersten Maihälfte. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass bei einer einmaligen Kontrolle nicht alle Paare erfasst werden.
- Im Sinne eines „integrierten Populationsmonitorings“ sollten auch weiterhin Messungen der Überlebensraten erfolgen, um auf Umweltveränderungen, die zu einer Abnahme der Überlebensraten führen, reagieren zu können (z. B. durch Anpassung der o. g. Zielwerte für den Bruterfolg).
- Auch die außerhalb der Brutzeit genutzten Gebiete der in Schleswig-Holstein brütenden Sandregenpfeifer sollten zukünftig in Schutzstrategien einbezogen werden.

Danksagung

Wir danken dem MELUND für die Finanzierung des Projekts und vor allem folgenden Helfer/innen im Feld: Julia Altemüller und Norbert Schmell (Fehmarn) sowie Dagmar Cimiotti und Brigitte Klinner-Hötker † (Beltringerharder Koog). Wir danken Klaus Günther für die Überlassung von Farbringkombinationen sowie allen Melderinnen und Meldern von Farbringablesungen für ihre Daten.

Dr. Bettina Mendel erstellte in unserem Auftrag die neue Access-Datenbank. Wir danken ihr für die gute und geduldige Zusammenarbeit.

Literatur

- Boyd, H. (1962): Mortality and Fertility of European Charadrii. Ibis (Lond. 1859). 104: 368–387.
- 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. & Altemüller, M. (2021): Schutzkonzept Sandregenpfeifer in Schleswig-Holstein - Untersuchungen 2020. 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.
- Cimiotti, D.S. (2021): Ornithologisches Gutachten Nordstrander Bucht / Beltringharder Koog. Ergebnisse aus den Zählgebieten nördlich der Arlau, Jahresbericht 2021. Integrierte Station Westküste, Schlüttsiel.
- Foppen, R.P.B., Majoor, F.A., Willems, F.J., Meininger, P.L., Van Houwelingen, G.C. & Wolf, P.A. (2006): Survival and emigration rates in Kentish *Charadrius alexandrinus* and Ringed Plovers *Ch. hiaticula* in the Delta area, SW-Netherlands. Ardea 94: 159–173.
- 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.
- Herrmann, C. & Holz, R. (1988): Über Mortalität beim Sandregenpfeifer, *Charadrius hiaticula* - ein Methodenvergleich. Ökol. Vögel 10: 13–26.
- 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.

- Jackson, D.B. (1988): Habitat selection and breeding ecology of three species of waders in the western isles of Scotland. Dissertation, Durham University.
- Kieckbusch, J.J., Hälterlein, B. & Koop, B. (2021): Die Brutvögel Schleswig-Holsteins, Rote Liste, Band 1. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek.
- 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. Willemshaven, Germany: Common Wadden Sea Secretariat, Joint Monitoring Group of Breeding Birds in the Wadden Sea.
- Laven, H. (1940) Beiträge zur Biologie des Sandregenpfeifers (*Charadrius hiaticula* L.). Journal Für Ornithologie 88: 183-287.
- Méndez, V., Alves, J.A., Gill, J.A. & Gunnarsson, T.G. (2018): Patterns and processes in shorebird survival rates: a global review. Ibis (Lond. 1859). 160: 723–741.
- Pienkowski, M.W. (1984): Behaviour of young Ringed Plovers *Charadrius hiaticula* and its relationship to growth and survival to reproductive age. Ibis (Lond. 1859). 126: 133–155.
- 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
- Ryslavy, T., Bauer, H.-G., Gerlach, B., Hüppop, O., Stahmer, J., Südbeck, P. & Sudfeldt, C. (2020): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands – 6. Fassung, 30. September 2020. Ber. Vogelschutz 57.
- Schaub, M. & F. Amann (2001): Saisonale Überlebensraten von Sumpfmeisen *Parus palustris*. Ornithol. Beobachter 98: 223-235.
- Wallander, J. & Andersson, M. (2003): Reproductive tactics of the ringed plover *Charadrius hiaticula*. Journal of Avian Biology 34: 259-266.