



Untersuchungen zum Schlupferfolg bodenbrütender Vögel im Eiderästuar 2023

Bericht für das Ministerium für
Energiewende, Klimaschutz, Umwelt
und Natur des Landes Schleswig-
Holstein

August 2023

Volker Salewski¹

Anne Evers²

Till Holsten²

¹Michael-Otto-Institut im NABU

Goosstroot 1

24861 Bergenhusen

²NABU Naturschutzzentrum Katinger Watt

Lina Hähnle Haus

Katingsiel 14

25832 Tönning

Untersuchungen zum Schlupferfolg bodenbrütender Vögel im Eiderästuar 2023

Bericht für das Ministerium für Energiewende, Klimaschutz, Umwelt und Natur
des Landes Schleswig-Holstein

August 2023

Volker Salewski¹, Anne Evers² & Till Holsten²

¹Michael-Otto-Institut im NABU

Goosstroot 1

24861 Bergenhäuser

Volker.Salewski@NABU.de

²NABU Naturschutzzentrum Katinger Watt

Lina Hähnle Haus

Katingsiel 14

25832 Tönning

Katinger.Watt@NABU-SH.de

Titelfoto: Gerade geschlüpfte Kiebitzküken (Volker Salewski).

Inhalt

ZUSAMMENFASSUNG	1
1. EINLEITUNG	2
2. UNTERSUCHUNGSGEBIET UND METHODEN	3
2.1 Untersuchungsgebiet.....	3
2.2 Methoden	3
3. ERGEBNISSE	6
3.1 Gefundene Gelege: Arten und Anzahl.....	6
3.2 Schlupferfolg	9
3.3 Verlustursachen	11
4. DISKUSSION	14
5. LITERATUR	21

ZUSAMMENFASSUNG

Von Ende März bis Anfang Juli 2023 wurden auf den Eiderdammflächen im EU-Vogelschutzgebiet „Ehemaliges Katinger Watt“ (im Folgenden „Eiderdammflächen“) und im Naturschutzgebiet „Grüne Insel mit Eiderwatt“ (im Folgenden „NSG Grüne Insel“) im Eiderästuar Schlupferfolgsuntersuchungen an Wiesenvögeln durchgeführt. Ziel der Arbeiten war es, die Wirksamkeit eines 2022 auf den Eiderdammflächen errichteten, ca. 83 ha umfassenden Gelegeschutzzauns zu evaluieren. Der Schwerpunkt lag dabei auf dem Kiebitz *Vanellus vanellus*, die zufällig gefundenen Gelege aller anderen Vogelarten wurden aber ebenfalls in das Monitoring mit einbezogen.

Insgesamt konnten im Rahmen der Untersuchungen 163 Gelege von 14 Vogelarten gefunden werden. Die meisten Gelege entfielen auf den Kiebitz (100), gefolgt von Rotschenkel *Tringa totanus* (21), Feldlerche *Alauda arvensis* (9) und Uferschnepfe *Limosa limosa* (8). Die Schlupfrate war bei allen Arten innerhalb des Gelegeschutzzauns auf den Eiderdammflächen höher als im NSG Grüne Insel, wo die Gelege nicht durch einen Zaun geschützt wurden. Eine Analyse mittels *nest-survival*-Modellen ergab für Kiebitz und Rotschenkel eine deutlich erhöhte Schlupfwahrscheinlichkeit auf den Eiderdammflächen, was auf die Schutzwirkung des Zauns zurückgeführt wird. Der weitaus größte Teil der Verluste geht auf Prädation zurück, ein Teil im NSG Grüne Insel auch auf Viehtritt.

Neben einer Reihe anderer Studien in Schleswig-Holstein wird auch in dieser Untersuchung die positive Wirkung der Gelegeschutzzäune auf den Schlupferfolg von Wiesenvögeln bestätigt. Da innerhalb des Zauns ein Steinmarder *Martes foina* als Gelegeprädator auftrat, wird das Aufstellen von Fallen innerhalb des Zauns vorgeschlagen. Für das NSG Grüne Insel schlagen wir eine mehr auf die Bedürfnisse der Wiesenvögel angepasste Beweidung vor aber auch die Einführung der Fallenjagd von Raubsäugern.

Der Bruterfolg konnte mit den angewandten Methoden zwar nicht ermittelt werden, es liegen aber trotz des guten Schlupferfolgs relativ wenige Beobachtungen von großen und flüggen Küken vor. Wir schlagen daher eine eingehendere Untersuchung zum Überleben der Küken und damit zum Bruterfolg von Wiesenvögeln mittels Kükentelemetrie vor.

1. EINLEITUNG

Im Rahmen von Projekten zum Schutz gefährdeter Wiesenvögel werden zunehmend stromführende Zäune eingesetzt, um Verluste von Gelegen und Küken durch Prädatoren zu reduzieren (Schifferli et al. 2007; Boschert 2008, 2018; Werner et al. 2017; Jellesmark et al. 2022; Salewski et al. im Druck). Dieses Vorgehen beruht auf der Erkenntnis, dass es in erster Linie ein mangelnder Reproduktionserfolg ist, der in den letzten Jahrzehnten zur anhaltenden Abnahme der Bestände von Wiesenvögeln (Gerlach et al. 2019) geführt hat (Ausden et al. 2009; Roodbergen et al. 2012; Plard et al. 2020; Verhoeven et al. 2021). Die Gründe hierfür sind zuerst bei der Intensivierung der Landnutzung zu suchen (Busch et al. 2020). Werden aber Landnutzung und Habitatmanagement auf die Bedürfnisse der Wiesenvögel abgestimmt, führt dies oft trotzdem nicht zu einem höheren Bruterfolg und zunehmenden Beständen (Nehls 2001; Kleijn et al. 2010; Colwell et al. 2019). Der Grund dafür ist der hohe und zunehmende Prädationsdruck auf Eier und Küken (Langgemach & Bellebaum 2005; Roodbergen et al. 2012; McMahon et al. 2020).

Aufgrund von Prädation von Gelegen und Küken reicht auch in Schleswig-Holstein in zumindest einigen Schutzgebieten, trotz eines intensiven Habitatmanagements und einer an die Bedürfnisse von Wiesenvögeln angepasste Nutzung, der Bruterfolg von Arten wie dem Kiebitz *Vanellus vanellus* und der Uferschnepfe *Limosa limosa* zumeist nicht aus, um den aktuellen Bestand zu erhalten (Salewski et al. 2016; Salewski & Schütze 2017; Plard et al. 2020). Die meisten Verluste von mit Kameras überwachten Gelegen von Küsten- und Wiesenvögeln gingen nach verschiedenen Untersuchungen auf nachtaktive Säuger wie Fuchs *Vulpes vulpes*, Marderhund *Nyctereutes procyonoides* und Iltis *Mustela putorius* zurück (Salewski et al. 2019; Cimiotti et al. 2021a, b). Vor diesem Hintergrund erfolgte 2022 auf den Eiderdammflächen im EU-Vogelschutzgebiet „Ehemaliges Katinger Watt“ die Installation eines ca. 83 ha umfassenden permanenten Gelegeschutzzauns, um Verluste von Gelegen bodenbrütender Wiesenvögel durch Bodenprädatoren zu verringern. Um die Wirksamkeit des Zauns zu überprüfen wurden 2023 Schlupferfolgsuntersuchungen an Gelegen von Wiesenvögeln innerhalb dieses Zauns und in nicht durch einen Zaun geschützten Bereichen im Naturschutzgebiet „Grüne Insel mit Eiderwatt“ durchgeführt. Der Schwerpunkt lag dabei auf dem Kiebitz. Früheren Berichten war zu entnehmen, dass wahrscheinlich nur von dieser Art genügend Gelege in allen Teilgebieten

gefunden werden können, um statistisch robuste Analysen durchzuführen (Eilers 2007; Hofeditz & Bruns 2022). Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Untersuchungen vorgestellt.

2. UNTERSUCHUNGSGBIET UND METHODEN

2.1 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet umfasste die Teilbereiche Eiderdammflächen im EU-Vogelschutzgebiet „Ehemaliges Katinger Watt“ (im Folgenden „Eiderdammflächen“) und das Naturschutzgebiet „Grüne Insel mit Eiderwatt“ (im Folgenden „NSG Grüne Insel“) im Eiderästuar.

Die Eiderdammflächen (Abb. 1, 2) nehmen auf ca. 140 ha einen Teil der ehemaligen Mündungswatten der Eider ein. Etwa 109 ha im zentralen Bereich werden als Mähwiese genutzt, die Mahd erfolgt nach der Brutzeit ab dem 15. Juli. Die Randbereiche der Eiderdammflächen werden extensiv mit Rindern beweidet (Eilers 2007). Im Herbst 2022 wurde hier ein ca. 83 ha umfassender Gelegeschutzzaun errichtet, um die Gelege von Wiesenvögeln vor Bodenprädatoren zu schützen.

Das NSG Grüne Insel geht auf eine ehemalige Insel im Eiderästuar zurück. Das Gebiet umfasst auf ca. 260 ha ein System aus zum Teil aufgestauten Gruppen, Gräben und größeren Wasserflächen, von denen einige bei geöffnetem Eidersperrwerk dem Einfluss der Tide unterliegen. Ab Anfang Mai wird das Gebiet extensiv mit Rindern (Färsen) beweidet (Eilers 2007).

Weitere Details zu den Untersuchungsgebieten können Holsten et al. (2019) entnommen werden.

2.2 Methoden

Feldarbeit

Die Feldarbeiten im Rahmen des Projekts begannen 2023 am 30. März (Fund des ersten Kiebitzgeleges) und endeten am 4. Juli (letztes See- *Charadrius alexandrinus* und Sandregenpfeifergelege *C. hiaticula* geschlüpft bzw. prädiert). Das Ziel der Feldarbeit war es, möglichst viele Gelege für statistische Auswertungen zu finden. Dabei wurde der Fokus auf den Kiebitz gelegt, weil nur bei dieser Art mit hoher Sicherheit davon ausgegangen werden konnte, dass letzteres auch der Fall sein würde. Allerdings wurden auch die Gelege aller anderen Arten aufgenommen. Ausnahme war der Säbelschnäbler *Recurvirostra avosetta*, der in allen drei

Teilgebieten zur Brut schritt. Auf ein Aufsuchen der Nester wurde aber bei dieser in Kolonien brütenden Art verzichtet, da dies sehr große Störungen von einer größeren Anzahl von Brutpaaren verursacht hätte.

Im nördlichen Bereich des NSG Grüne Insel wurde das Gelände vor jeder Begehung vom Deich zwischen dem Gebiet und der Ortschaft Olversum aus mit dem Spektiv nach Brutvögeln abgesucht. Brütende Kiebitze und Austernfischer *Haematopus ostralegus* ließen sich so gut erfassen. Deren Gelege konnten anschließend im Gelände aufgesucht werden. Ähnlich wurde im südlichen Bereich vorgegangen, der vor jeder Begehung vom Aussichtsturm „Kiek ut“ mit dem Spektiv nach brütenden Vögeln abgesucht wurde.

Der Standort jedes gefundenen Geleges wurde mittels des auf dem Mobiltelefon installierten Programms Q-Field digitalisiert und im Gelände mit einem etwa 10 - 30 cm langen Stab mit einem roten Fähnchen (ca. 4 × 4 cm) an seinem Ende markiert. Zusätzlich wurde an möglichst allen Gelegen von Austernfischer, Kiebitz, Sandregenpfeifer, Seeregenpfeifer, Uferschnepfe und Rotschenkel *Tringa totanus* eine Kamera (Moultrie Game Spy M-990i, Moultrie Game Spy M-999i oder Browning BTC-8E-HP4) installiert, um das Schicksal des Nests und eventuelle Verlustursachen zu dokumentieren. Frühere Untersuchungen ergaben, dass weder Markierungspflöcke noch die Installation von Kameras in der Nähe von Nestern einen negativen Einfluss auf das Überleben der Gelege haben (Zámečník et al. 2017; Salewski & Schmidt 2022). Die gilt allerdings nur für unbeweidete Flächen. Rinder sind sehr neugierig und nähern sich jeder unbekanntem neuen Struktur an, wodurch Gelege in der Nähe solcher Strukturen einer höheren Wahrscheinlichkeit ausgesetzt sind, durch Viehtritt verloren zu gehen, als Gelege abseits solcher Strukturen (Beintema & Müskens 1987). Daher wurden nach dem Viehauftrieb Anfang Mai im NSG Grüne Insel alle noch an Gelegen verbliebenen Kameras entfernt. In keinem Fall war es vorher zu einem Verlust durch Viehtritt gekommen. Wegen der geringen Höhe der Markierungsstäbe nahmen wir an, dass diese keine erhöhte Aufmerksamkeit des Weideviehs erregten. Auf den Eiderdammflächen ergab sich das Problem aufgrund des fehlenden Weideviehs nicht. Hier wurden Kameras bis zum Ende der Feldarbeiten an jedem gefunden Gelege der oben erwähnten Zielarten installiert. Bei jedem neu gefundenen Gelege von Kiebitz und Uferschnepfe wurde das ungefähre Alter des Geleges und der voraussichtliche Schlupfzeitpunkt mit der „Wassermethode“ (van Paassen et al. 1984) bestimmt.

Es war ursprünglich geplant, alle Gelege in einem 5-Tages-Rhythmus zu kontrollieren. Dies konnte auch weitgehend eingehalten werden und nur in sehr wenigen Fällen wurden die Kontrollen, z. B. wetterbedingt, um einen Tag vorverlegt oder auf den nächst-späteren Tag verschoben. Bei jeder Kontrolle wurde der Status des Geleges (bebrütet, verloren gegangen, aufgegeben, geschlüpft) erfasst.

Alle Karten wurden mit QGIS-Version 3.16 Hannover (QGIS-Entwicklungsteam, 2020) erstellt. Die Grafiken mit RStudio Version 1.3.1093 (RStudio Team 2020). Für die Unterstützung bei der Feldarbeit danken wir Anika Keller, Jannis Meyer-Menk, Malin Reissdorf und Marie Wiesenmüller.

Statistik

Von der Gesamtzahl aller in einem Untersuchungsgebiet begonnenen Gelege geht sicher ein gewisser Teil verloren, bevor er gefunden werden kann und fast alle untersuchten Nester werden erst gefunden, wenn die Brut schon begonnen hat. Deswegen würde eine einfache Angabe des Anteils der geschlüpften Gelege von allen gefundenen Gelege den Schlupferfolg überschätzen (Mayfield 1975). Daher haben wir die täglichen Überlebenswahrscheinlichkeiten (Φ) von Gelegen mittels *nest-survival*-Modellen im Programm MARK geschätzt (Dinsmore & Dinsmore 2007). Eine ausreichende Zahl von Gelegen für eine sinnvolle statistische Auswertung wurde allerdings nur vom Kiebitz und, bedingt, vom Rotschenkel gefunden (siehe unten).

Für die Schätzung von Φ wurden fünf Modelle verglichen: Das globale Modell berücksichtigte ein variierendes Φ in Abhängigkeit vom Gebiet (Eiderdammflächen, NSG Grüne Insel), des Tages der Saison (t) und deren Interaktionen [$\Phi(\text{Gebiet} * t)$]. Zusätzliche Modelle enthielten jeweils nur den Faktor Gebiet [$\Phi(\text{Gebiet})$], einen stetigen zeitlichen Trend (während der Saison eine stetig zu- oder abnehmende tägliche Überlebenswahrscheinlichkeit) während der Saison [$\Phi(T)$] sowie die Interaktion dieser beiden Faktoren [$\Phi(\text{Gebiet} * T)$]. Ein weiteres Modell ging von einer konstanten Überlebenswahrscheinlichkeit über die Saison und den beiden Gebieten aus [$\Phi(.)$]. Es ist zu bedenken, dass das Modell, das den Tag der Saison (t) enthält, wesentlich mehr Parameter schätzt als Gelege berücksichtigt werden, was zu unverlässlichen Schätzwerten führt (Burnham & Anderson 1998).

Das Akaike-Informationskriterium für kleine Stichproben (AIC_c) diente dazu, die Modelle zu vergleichen (Burnham et al. 2011). Das Modell mit dem kleinsten AIC_c -Wert ist das Modell, das die Daten am besten erklärt. ΔAIC_c gibt die Differenz

zwischen dem AIC_C-Wert des jeweiligen Modells und dem Modell mit dem niedrigsten AIC_C-Wert an und ist ein Maß dafür, um wieviel „schlechter“ das betreffende Modell im Vergleich zu dem „besten“ Modell von den Daten gestützt wird. Zusätzlich wird das AIC_C-Gewicht berechnet, welches die Wahrscheinlichkeit angibt, dass das betreffende Modell das „beste“ ist.

Das Vollgelege von Kiebitz und Rotschenkel besteht zumeist aus vier Eiern, die jeweils im Abstand von etwa einem Tag (Kiebitz) bzw. 1,5 Tagen (Rotschenkel) gelegt werden (Visser & Beintema 1991, Bauer et al. 2005). Bei einer Bebrütungszeit von 27 Tagen (Kiebitz) bzw. 24 Tagen (Rotschenkel) ab dem Legen des letzten Eies, würde ein Gelege mit vier Eiern 30 Tage (Kiebitz) bzw. 28,5 Tage (Rotschenkel) nach dem Legen des ersten Eies zum Schlupf kommen (Visser & Beintema 1991). Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Gelege bei konstantem Φ zum Schlupf kommt, wird somit als Φ^{30} (Kiebitz) bzw. $\Phi^{28,5}$ (Rotschenkel) angenommen (Visser & Beintema 1991). Die Varianz der so erhaltenen Werte wurde mit der Delta-Methode geschätzt (Cox 1998).

3. ERGEBNISSE

3.1 Gefundene Gelege: Arten und Anzahl

Im Laufe der Untersuchungen wurden insgesamt 163 Gelege von 14 Vogelarten gefunden (Tab. 1). Bei Letzteren handelte es sich um sechs Limikolen- und vier Entenarten. Gänse und Schwäne waren jeweils mit einer Art vertreten, die Singvögel mit zwei Arten. Die weitaus meisten gefundenen Gelege (100) entfielen auf den Kiebitz (Abb. 1), gefolgt vom Rotschenkel (21, Abb. 2), Feldlerche *Arlauda arvensis* (9) und Uferschnepfe (8, ausschließlich auf den Eiderdammflächen, Abb. 2).

Der Großteil der Gelege fand sich auf den Eiderdammflächen (116 von 13 Arten, Tab. 1). Innerhalb des Gelegeschutzzauns waren es 112 Gelege und außerhalb des Zauns lediglich vier Gelege von drei Arten. Auf den Kiebitz entfielen innerhalb des Zauns 66 Gelege. Für alle anderen Arten war die Anzahl der gefundenen Gelege gering und nur bei Rotschenkel (12), Uferschnepfe (8) und Feldlerche (7) waren es mehr als fünf Gelege innerhalb des Zauns.

Im NSG Grüne Insel fanden sich zusammen 47 Gelege von sechs Arten (Tab. 1). Auch hier überwog der Kiebitz stark (33), gefolgt vom Rotschenkel (7). Von den weiteren vier Arten wurden nur wenige Gelege gefunden (Tab. 1).

Tabelle 1: Gefundene Gelege nach Art, Gebiet und ob sie sich auf den Eiderdammflächen innerhalb oder außerhalb eines Gelegeschutzzauns befanden. Im NSG Grüne Insel war kein Gelegeschutzzaun installiert. Dargestellt ist die Anzahl der Gelege sowie die Anzahl der davon zum Schlupf gekommenen.

Gebiet	Art	Gefundene Gelege	Geschlüpfte Gelege	
Eiderdammflächen, innerhalb des Zauns	Graugans <i>Anser anser</i>	4	0	
	Löffelente <i>Spatula clypeata</i>	1	1	
	Schnatterente <i>Mareca strepera</i>	1	0	
	Stockente <i>Anas platyrhynchos</i>	2	0	
	Krickente <i>Anas crecca</i>	1	1	
	Austernfischer <i>Haematopus ostralegus</i>	2	2	
	Kiebitz <i>Vanellus vanellus</i>	66	53	
	Sandregenpfeifer <i>Charadrius hiaticula</i>	3	0	
	Seeregenvpfeifer <i>Charadrius alexandrinus</i>	3	3	
	Uferschnepfe <i>Limosa limosa</i>	8	8	
	Rotschenkel <i>Tringa totanus</i>	12	9	
	Feldlerche <i>Alauda arvensis</i>	7	4	
	Wiesenpieper <i>Anthus pratensis</i>	2	1	
	Eiderdammflächen, außerhalb des Zauns	Kiebitz <i>Vanellus vanellus</i>	1	1
		Rotschenkel <i>Tringa totanus</i>	2	0
Wiesenpieper <i>Anthus pratensis</i>		1	0	
NSG Grüne Insel	Höckerschwan <i>Cygnus olor</i>	1	0	
	Austernfischer <i>Haematopus ostralegus</i>	3	0	
	Kiebitz <i>Vanellus vanellus</i>	33	4	
	Rotschenkel <i>Tringa totanus</i>	7	1	
	Feldlerche <i>Alauda arvensis</i>	2	1	
	Wiesenpieper <i>Anthus pratensis</i>	1	0	

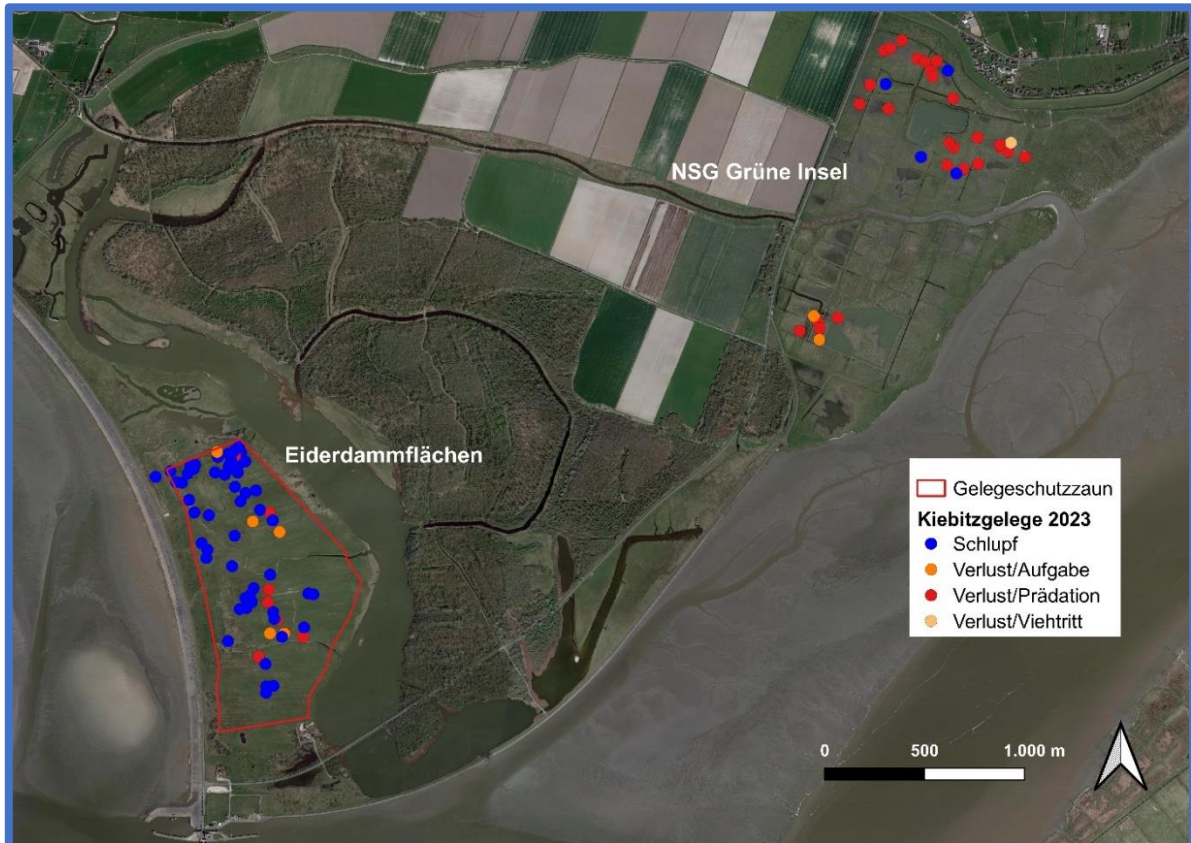


Abb. 1: Auf den Eiderdammflächen und im NSG Grüne Insel 2023 gefundene Kiebitzgelege und deren Schicksal.

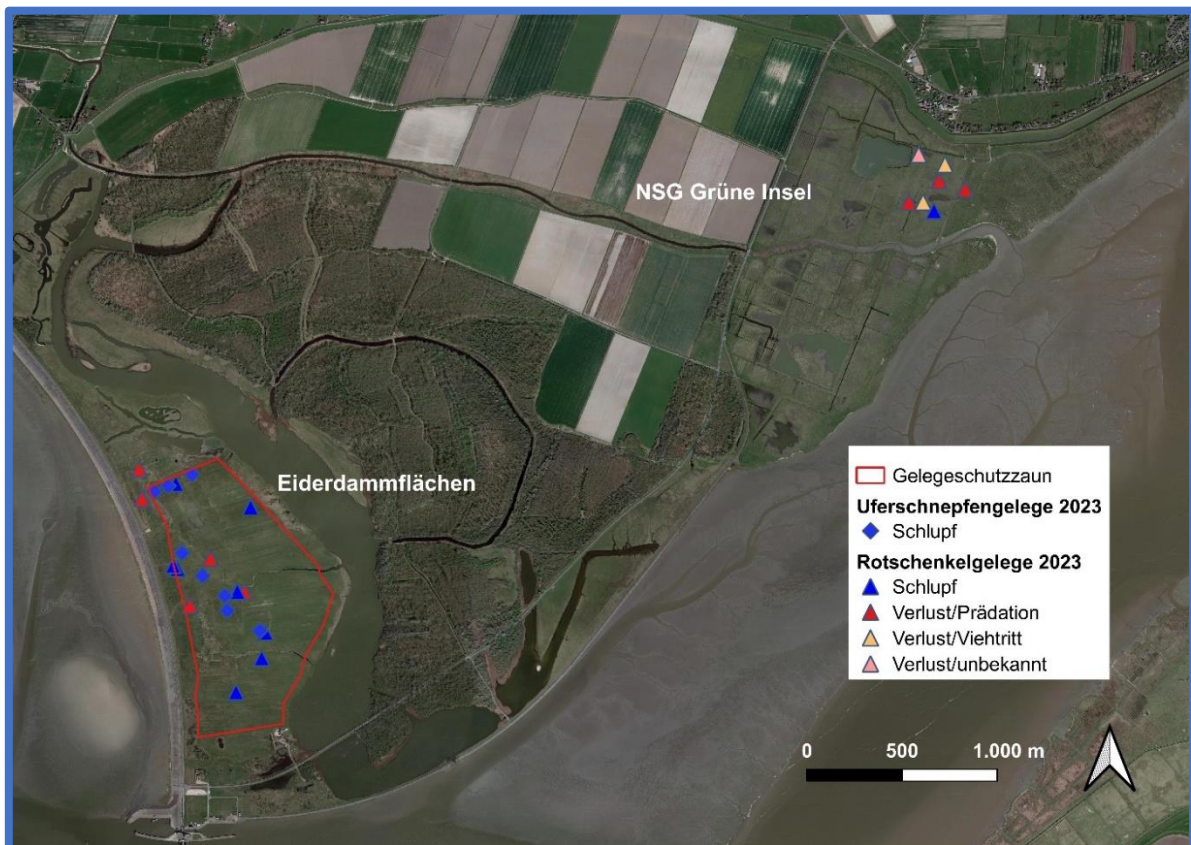


Abb. 2: Auf den Eiderdammflächen und im NSG Grüne Insel 2023 gefundene Rotschenkel- und Uferschnepfengelege und deren Schicksal.

3.2 Schlupferfolg

Der Anteil der geschlüpften Gelege variierte zwischen den untersuchten Teilgebieten stark. Über alle gefundenen Gelege von allen Arten kamen auf den Eiderdammflächen innerhalb des Zauns 82 von 112 Gelegen (73 %) zum Schlupf, außerhalb des Zauns war es eines von vier Gelegen (Tab. 1). Im NSG Grüne Insel waren nur sechs der insgesamt 47 gefundenen Gelege (13 %) erfolgreich (Tab. 1).

Nach Arten getrennt kamen von den 66 Kiebitzgelegen auf den Eiderdammflächen innerhalb des Zauns 53 (79 %) zum Schlupf. Im NSG Grüne Insel waren es von den 33 nicht durch einen Zaun geschützten Gelegen dagegen nur vier (12 %, Tab. 1, Abb. 1). Beim Rotschenkel fiel der Unterschied ähnlich drastisch aus: 75 % (neun von zwölf) innerhalb des Zauns auf den Eiderdammflächen geschlüpften Gelegen stehen 14 % (eins von sieben) ungeschützt geschlüpfter Gelege im NSG Grüne Insel gegenüber (Tab. 1, Abb. 2). Bei den weiteren Arten war auffällig, dass innerhalb des Zauns auf den Eiderdammflächen alle acht gefundenen Uferschnepfengelege zum Schlupf kamen (Tab. 1, Abb. 2). Im Olversumer Vorland/Grüne Insel brütete die Art nicht. Allerdings gingen auf den Eiderdammflächen auch alle vier Graugansgelege *Anser anser* innerhalb des Zauns verloren (Tab. 1).

Lediglich vom Kiebitz und, mit Einschränkungen, vom Rotschenkel wurden genug Gelege gefunden, um die Gebiete Eiderdammflächen (nur Gelege innerhalb des Gelegeschutzzauns berücksichtigt) und NSG Grüne Insel (nicht durch einen Zaun geschützt) sinnvoll vergleichen zu können. Nach den *nest-survival*-Modellen wurde bei Kiebitz und Rotschenkel das Modell durch die Daten am besten gestützt, das von einem Unterschied zwischen den Gebieten aber nicht von einem stetigen Trend der täglichen Überlebenswahrscheinlichkeit während der Saison ausging (Tab. 2). Demnach betrug die tägliche Überlebenswahrscheinlichkeit Φ eines Kiebitzgeleges auf den Eiderdammflächen innerhalb des Gelegeschutzzauns $0,990 \pm 0,003$ was einer Wahrscheinlichkeit zum Schlupf zu kommen von 74,0 % entspricht (Abb. 3). Im NSG Grüne Insel betrug Φ $0,874 \pm 0,232$, woraus sich eine Schlupfwahrscheinlichkeit von 1,8 % ergibt. Beim Rotschenkel betrug Φ auf den Eiderdammflächen (nur Gelege innerhalb des Zauns) $0,988 \pm 0,007$ und $0,892 \pm 0,046$ im NSG Grüne Insel. Daraus ergeben sich Schlupfwahrscheinlichkeiten von 70,9 % auf den Eiderdammflächen innerhalb des Zauns und 3,8 % im NSG Grüne Insel (Abb. 3).

Tabelle 2: Modelle zur Schätzung der täglichen Überlebenswahrscheinlichkeiten von Kiebitz- (A) und Rotschenkelgelegen (B). Dargestellt sind das Akaike-Informationskriterium für kleine Stichproben (AIC_c), ΔAIC_c , das AIC_c -Gewicht und die Anzahl der geschätzten Parameter (N Parameter) für jedes Modell. Nicht aufgelistet ist das t-Modell (siehe Text).

A) Kiebitz

Modell	AIC_c	ΔAIC_c	AIC_c -Gewicht	N Parameter
$\Phi(\text{Gebiet})$	153,2	0	0,86	2
$\Phi(\text{Gebiet}^*T)$	156,9	3,7	0,14	4
$\Phi(.)$	207,5	54,3	<0,01	1
$\Phi(T)$	209,4	56,2	<0,01	2

B) Rotschenkel

Modell	AIC_c	ΔAIC_c	AIC_c -Gewicht	N Parameter
$\Phi(\text{Gebiet})$	42,5	0	0,85	2
$\Phi(\text{Gebiet}^*T)$	46,3	3,8	0,12	4
$\Phi(.)$	49,9	7,4	0,02	1
$\Phi(T)$	51,7	9,2	0,01	2

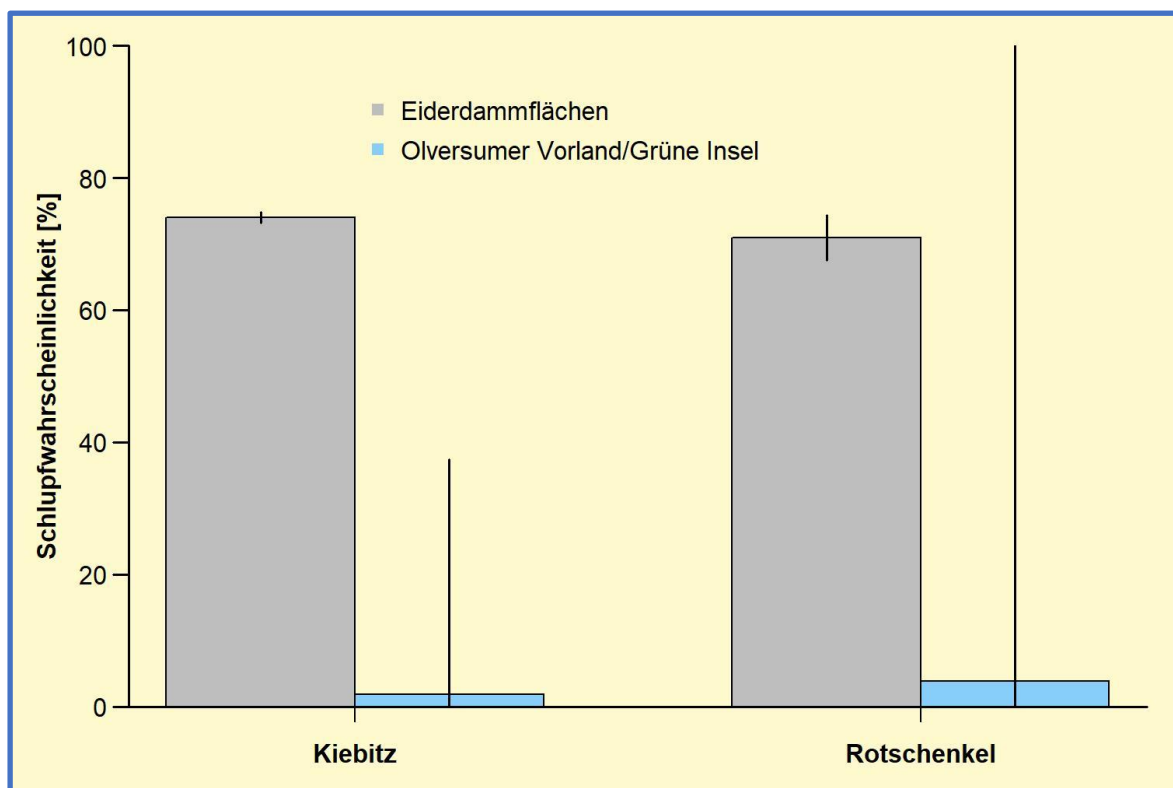


Abb. 3: Schlupfwahrscheinlichkeiten von Kiebitz- und Rotschenkelgelegen. Dargestellt sind die Schätzwerte, die nach den täglichen Überlebenswahrscheinlichkeiten aus *nest-survival*-Modellen ermittelt wurden. Die Fehlerbalken zeigen die Varianz der Schätzwerte an. Wegen der niedrigen Anzahl von Gelegen im NSG Grüne Insel fällt diese dort hoch aus. Für die Eiderdammflächen wurden nur solche Gelege berücksichtigt, die sich innerhalb des Gelegeschutzauns befanden.

3.3 Verlustursachen

Hauptverlustursache der Gelege war in allen Teilgebieten die Prädation der Eier. Über alle Gelege von allen Arten betraf dies 70 % der Verluste (52 von 74, Tab. 3). Innerhalb des Gelegeschutzzauns auf den Eiderdammflächen fielen neun (69 %) der 13 Verluste beim Kiebitz und alle drei nicht zum Schlupf gekommenen Rotschenkelgelege Prädatoren zum Opfer. Weiterhin gingen durch Prädation Gelege von Schnatterente *Anas strepera*, Stockente *A. platyrhynchos*, Sandregenpfeifer und Feldlerche innerhalb des Zauns ebenso verloren wie die beiden Rotschenkelgelege außerhalb des Zauns (Tab. 3). Weitere deutlich seltener auftretende Verlustursachen waren die Aufgabe des Geleges aus unbekanntem Gründen oder, bei zwei Gelegen des Sandregenpfeifers, nachdem diese nach Regenfällen überschwemmt waren (Tab. 3).

Im NSG Grüne Insel war Prädation ebenfalls die Hauptverlustursache (Kiebitz: 90 %, Rotschenkel: 60 %, Tab. 3). Daneben wurden Gelege aber auch aus unbekanntem Gründen oder wegen Überschwemmung aufgegeben oder gingen durch Viehtritt verloren (Tab. 3). Zu letzterem könnte auch ein Rotschenkelgelege zu zählen sein, welches trotz des Markierungsfähnchens in einer Entfernung von zwei Metern in einer beweideten Fläche nicht mehr auffindbar war. Wahrscheinlich hatten die Rinder die Nestmulde so zertreten, dass sie nicht mehr erkannt werden konnte.

Mittels der an Gelegen installierten Kameras gelang es eine Reihe von Prädatoren zu identifizieren, denen die Gelege zum Opfer fielen. Innerhalb des Gelegeschutzzauns auf den Eiderdammflächen ging zumindest ein Teil der Prädationen auf einen Steinmarder *Martes foina* zurück (Tab. 4, Abb. 4a). Daneben wurde ein Sandregenpfeifergelege durch eine Wiesenweihe *Circus pygargus* prädiert (Abb. 4b). Nicht in Tab. 4 aufgeführt ist ein Seeregenpfeifergelege, bei dem die Küken zwar schlüpften (Schlupferfolg), bei dem aber mindestens ein Küken unmittelbar nach dem Schlupf einer Sturmmöwe *Larus canus* zum Opfer fiel (Abb. 4c). Im NSG Grüne Insel traten sowohl Vögel (Rabenkrähe *Corvus corone*, Kolkrabe *C. corax*) als auch Säuger (Fuchs, Marderhund) als Gelegeprädatoren auf, wobei die Raubsäuger (sechs Prädationen) gegenüber den Rabenvögeln (zwei Prädationen) überwogen (Tab. 4, Abb. 5).

Tabelle 3: Verlustursachen von Gelegen in den Untersuchungsgebieten. Dargestellt ist die Anzahl der verloren gegangenen Gelege je Art und die Verlustursachen.

Gebiet	Art	Verluste	Verlustursache				
			Prädation	Aufgabe	Viehtritt	überschwemmt	unbekannt
Eiderdammflächen, innerhalb des Zauns	Graugans <i>Anser anser</i>	4	-	4	-	-	-
	Schnatterente <i>Mareca strepera</i>	1	1	-	-	-	-
	Stockente <i>Anas platyrhynchos</i>	2	2	-	-	-	-
	Kiebitz <i>Vanellus vanellus</i>	13	9	4	-	-	-
	Sandregenpfeifer <i>Charadrius hiaticula</i>	3	1	-	-	2	-
	Rotschenkel <i>Tringa totanus</i>	3	3	-	-	-	-
	Feldlerche <i>Alauda arvensis</i>	3	1	1	-	-	1
	Wiesenpieper <i>Anthus pratensis</i>	1	-	1	-	-	-
Eiderdammflächen, außerhalb des Zauns	Rotschenkel <i>Tringa totanus</i>	2	2	-	-	-	-
	Wiesenpieper <i>Anthus pratensis</i>	1	-	1	-	-	-
NSG Grüne Insel	Höckerschwan <i>Cygnus olor</i>	1	1	-	-	-	-
	Austernfischer <i>Haematopus ostralegus</i>	3	2	-	-	-	1
	Kiebitz <i>Vanellus vanellus</i>	29	26	1	1	1	-
	Rotschenkel <i>Tringa totanus</i>	6	3	-	2	-	1
	Feldlerche <i>Alauda arvensis</i>	1	-	1	-	-	-
	Wiesenpieper <i>Anthus pratensis</i>	1	1	-	-	-	-

Tabelle 4: Prädatoren an mit Kameras ausgestatteten Gelegen. Dargestellt ist die Anzahl der Prädationen von mit Kameras ausgestatteten Gelegen und die Anzahl der Gelege, die einem bestimmten Prädatoren zum Opfer fiel oder bei denen der Prädatoren nicht festgestellt wurde. Nicht aufgeführt sind Gelege im NSG Grüne Insel, an denen die installierten Kameras wegen des Viehauftriebs vorzeitig und damit vor einer Prädation wieder abgebaut wurden.

Gebiet	Art	Anzahl	Prädatoren						
			Wiesenweihe	Kolkrabe	Rabenkrähe	Fuchs	Marderhund	Steinmarder	Unbekannt
Eiderdammflächen, innerhalb des Zauns	Kiebitz <i>Vanellus vanellus</i>	6	-	-	-	-	-	1	5
	Sandregenpfeifer <i>Charadrius hiaticula</i>	1	1	-	-	-	-	-	-
	Rotschenkel <i>Tringa totanus</i>	3	-	-	-	-	-	2	1
NSG Grüne Insel	Kiebitz <i>Vanellus vanellus</i>	11	-	1	1	2	4	-	3
	Rotschenkel <i>Tringa totanus</i>	1	-	-	-	-	1	-	-



Abb. 4: Prädatoren an Gelegen auf den Eiderdammflächen. A) Steinmarder an einem Kiebitzgelege; B) männliche Wiesenweihe mit dem Ei eines Sandregenpfeifers; C) Sturmmöwe erbeutet ein frisch geschlüpftes Seereggenpfeiferküken.

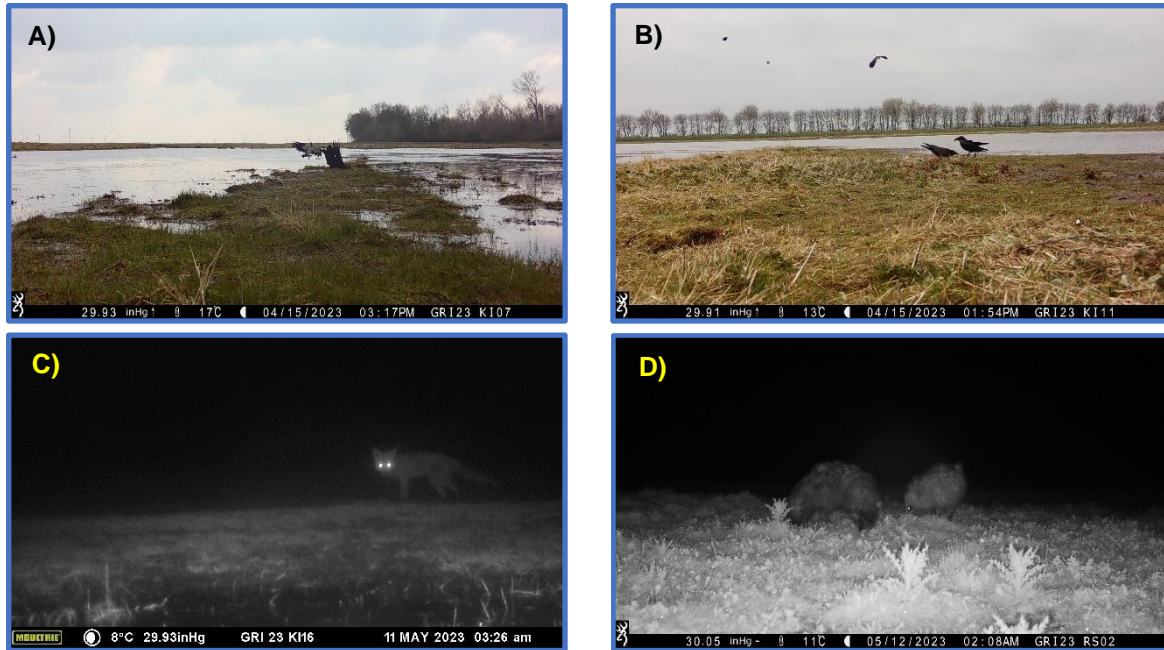


Abb. 5: Prädatoren an Gelegen im NSG Grüne Insel. A) Ein Kiebitz versucht erfolglos eine Rabenkrähe von seinem Gelege zu vertreiben; B) zwei Kolkrahen fällt ein Kiebitzgelege zum Opfer; C) Fuchs an einem Kiebitzgelege; D) zwei Marderhunde prädiieren ein Rotschenkelgelege.

Bei einigen Verlusten, vor allem beim Kiebitz, liegen trotz funktionierender Kameras an den Gelegen keine Bilder von den Prädatoren vor (Tab. 4). Der Anteil der nicht erfassten Prädatoren an Kiebitzgelegen war auf den Eiderdammflächen innerhalb des Zauns (83 %) deutlich höher als im NSG Grüne Insel (27 %; Fisher's Exact Test: $p = 0,05$).

4. DISKUSSION

Der Schlupferfolg bodenbrütender Wiesenvögel war 2023 auf den Eiderdammflächen in den durch einen Zaun geschützten Bereichen wesentlich höher als im NSG Grüne Insel, wo die Gelege nicht durch einen Zaun geschützt wurden. Bei allen Arten betraf dies den Anteil der zum Schlupf gekommenen Gelege und bei Kiebitz und Rotschenkel auch die mittels *nest-survival*-Modellen geschätzten täglichen Überlebenswahrscheinlichkeiten.

Der erhöhte Schlupferfolg auf den Eiderdammflächen ist sicher auf den dort installierten Zaun zurückzuführen. Leider war es nicht möglich die Schlupfwahrscheinlichkeiten von durch den Zaun geschützten und ungeschützten Gelegen auf den Eiderdammflächen direkt zu vergleichen, da außerhalb des Zauns kaum Gelege gefunden wurden. Beim Vergleich der Verhältnisse auf den Eiderdammflächen mit denen im NSG Grüne Insel besteht die Möglichkeit, dass lokale

Gegebenheiten für die Überlebenswahrscheinlichkeit und das Prädatorenspektrum eine Rolle spielen. Verschiedene Untersuchungsgebiete können sich in ihren Prädatorenspektren unterscheiden (Salewski et al. 2019). Trotzdem gehen wir davon aus, dass der hohe Schlupferfolg auf den Eiderdammflächen auf die Schutzwirkung des Zauns zurückzuführen ist. Hinweise darauf sind:

- Der sehr starke Unterschied in der Schlupfwahrscheinlichkeit zwischen den beiden Flächen, der weder auf die Wirkung eines einzelnen spezialisierten Prädators noch auf eine einzelne Prädatorenart im NSG Grüne Insel zurückzuführen ist (Tab. 4);
- das Überwiegen von häufigen, weit verbreiteten Säugern als Prädatoren im NSG Grüne Insel, die durch einen Zaun von der Prädation abgehalten worden wären und deren Anwesenheit auch im Umfeld der Eiderdammflächen zu erwarten ist;
- eine Reihe von Beobachtungen und Studien, die in Schleswig-Holstein (Harrje 2017; Meyer & Jeromin 2017; Risch et al. 2018; Salewski & Granke 2020; Salewski et al. im Druck; Geertz et al. im Druck) sowie in anderen Untersuchungsgebieten in Deutschland, der Schweiz, in den Niederlanden und in Großbritannien (Ausden & Hiron 2011; Schifferli et al. 2006; Boschert 2008; Malpas et al. 2013; Stübing & Bauschmann 2020; Verhoeven et al. 2022) die positive Wirkung von Gelegeschutzzäunen auf den Schlupferfolg von Küsten- und Wiesenvögeln eindeutig belegen;
- die hohe Schlupfwahrscheinlichkeit des Kiebitzes auf den Eiderdammflächen entspricht der Schlupfwahrscheinlichkeit in anderen eingezäunten Gebieten in Schleswig-Holstein, während die niedrige Schlupfwahrscheinlichkeit des Kiebitzes im NSG Grüne Insel sich im Rahmen der Schlupfwahrscheinlichkeiten in anderen nicht eingezäunten Gebieten in den letzten Jahren in Schleswig-Holstein bewegt (Abb. 5). Aus dem Rahmen fallen dabei die relativ hohen Schlupfwahrscheinlichkeiten im Eiderästuar 2006 (Abb. 5, Eilers 2007). Möglicherweise ist dies ein Hinweis auf die Zunahme von Gelegeprädationen in den letzten Jahrzehnten (siehe auch Langgemach & Bellebaum 2005; Roodbergen et al. 2012; Kubelka et al. 2018).

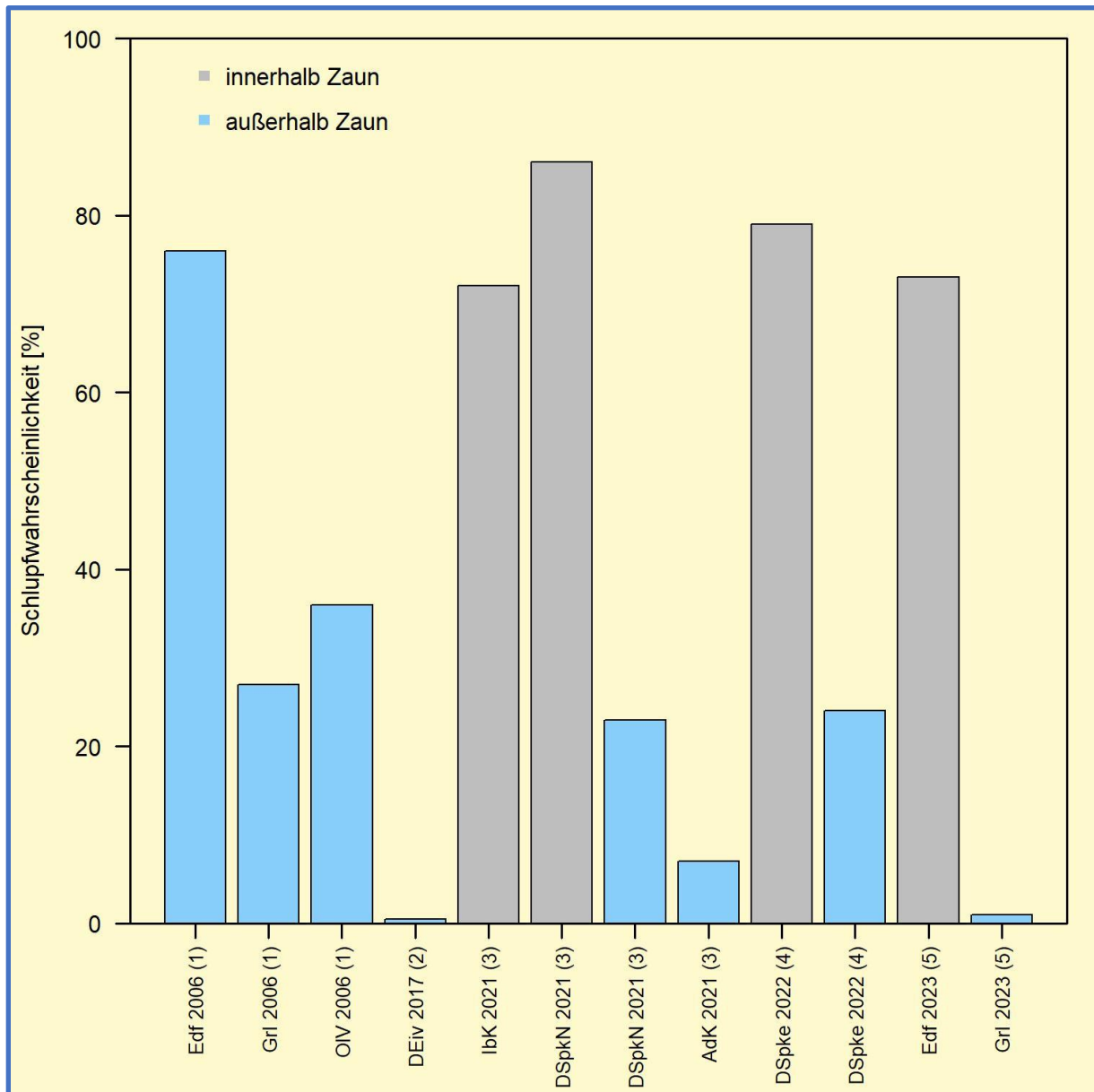


Abb. 5: Schlupfwahrscheinlichkeiten von Kiebitzgelegen im Bereich der schleswig-holsteinischen Westküste in verschiedenen Untersuchungsgebieten zwischen 2006 und 2023 nach Lage innerhalb oder außerhalb eines Gelegeschutzauns. Die Beschriftungen der x-Achse setzen sich zusammen aus einem Kürzel für das Untersuchungsgebiet, des Jahres der Untersuchung und einer Ziffer in Klammern, die für die Quelle der Daten steht. Die Untersuchungsgebiete sind Edf: Eiderdammlflächen im Eiderästuar, GrI: NSG „Grüne Insel mit Watt“ im Eiderästuar, OIV: NSG „Oldenswörter Vorland mit Watt“ im Eiderästuar, DEiv: NSG „Dithmarscher Eidervorland mit Watt“ im Eiderästuar, IbK: Iversbüller Koog auf Eiderstedt, DSpkN: Dithmarscher Speicherkoog Nord, AdK: Adenbüller Koog auf Eiderstedt und DSpke: Dithmarscher Speicherköge. Die Quellen der Angaben sind (1): Eilers 2007, (2) Cimiotti et al. 2017, (3) Salewski et al. im Druck, (4) Geertz et al. im Druck und (5) diese Studie. Zu beachten ist die unterschiedliche Methode, mit der die Schlupfwahrscheinlichkeiten geschätzt wurden (Methode Mayfield: (1), (2); *nest-survival* Modelle in MARK: (3), (4), (5)). Wegen der Nichtverfügbarkeit vieler Originaldaten konnten keine Varianz der Schätzwerte (Fehlerbalken) angegeben werden.

Trotz des Zauns fielen auf den Eiderdammflächen einige Gelege Prädatoren zum Opfer. Gegen Prädatoren aus der Luft können Zäune nicht schützen. Allerdings geht der weitaus größte Teil der Verluste von Gelegen bei Kiebitzen, Uferschnepfen und Austernfischern in Schleswig-Holstein (Salewski et al. 2019; Cimiotti et al. 2021a,b) sowie auch für verschiedene Wiesenvogelarten z. B. in Bayern, Bremen, Brandenburg, Niedersachsen, in der Schweiz, in Großbritannien und in den Niederlanden (Seitz 2001; Eikhorst & Bellebaum 2004; Engl et al. 2004; Junker et al. 2006; Schifferli et al. 2006; Teunissen et al. 2006; Bolton et al. 2007; Ausden et al. 2009; Colwell et al. 2020) auf Raubsäuger zurück bzw. findet in der Nacht statt. Eine große Anzahl von Untersuchungen über einen großen geografischen Raum kommt stereotypisch zu dem gleichen Schluss: Die Hauptprädatoren an Wiesenvogelgelegen sind Raubsäuger. Dies weist darauf hin, dass dies kein lokal geprägtes Ergebnis ist, sondern dass es sich dabei um ein globales Phänomen handelt. Die Anwesenheit von Vögeln als Gelegeprädatoren stellt somit die positive Wirkung von Zäunen auf den Schlupferfolg von Wiesenvögeln auch nicht grundsätzlich in Frage.

Innerhalb des Zauns auf den Eiderdammflächen trat ein Steinmarder als Prädatoren von Gelegen auf. Es ist unklar, ob der Marder bei der Installation des Zauns mit eingezäunt wurde oder ob er regelmäßig den Zaun überwunden hatte. Der Steinmarder hat letztendlich keinen großen Schaden angerichtet aber der Erfolg des Zaunes hätte ohne seine Anwesenheit noch höher sein können. Wir regen daher an, den Zaun nochmals gründlich auf Lücken zu prüfen und vor allem auch innerhalb des Zauns Fallen zum Fang von Prädatoren aufzustellen, um zumindest während der Jagzeiten Prädatoren entnehmen zu können.

Zur Identifizierung von Gelegeprädatoren wäre es auch weiterhin wichtig, Kameras an Nestern einzusetzen. Dass der Erfolg des Einsatzes von Kameras im Berichtsjahr vergleichsweise spärlich war hat mehrere Gründe. Gegen Ende der Saison hat, vor allem an Rotschenkelgelegen, aufwachsendes Gras die Effektivität der Kameras behindert. Bei kurz nach dem Fund prädierten Kiebitzgelegen hat es sicher eine Rolle gespielt, dass die Kameras wegen der Störungsanfälligkeit von Kiebitzen zuerst in einer Entfernung von zehn Metern vom Nest aufgestellt wurden, um sie erst bei der nächsten Kontrolle auf fünf Meter heranzurücken. In der nächsten Saison werden wir testen, ob es ausreicht die Kameras zunächst in acht Metern Entfernung von Kiebitznestern aufzustellen. Darüber hinaus war die Suche nach den Nestern so erfolgreich, dass bei nicht wenigen Gelegen auf bereits zehn Jahre in Benutzung

stehende Kameras zurückgegriffen werden musste. Diese haben leider nicht immer zuverlässig Daten geliefert. Wir hoffen, dass uns in den nächsten Saisons mehr neuere Kameras zur Verfügung stehen werden, um einen genaueren Überblick über das Prädatorenspektrum in den Untersuchungsgebieten zu bekommen.

Schwierig nachzuweisen ist die Prädation durch kleine marderartige Prädatoren wie Hermelin *Mustela erminea* oder Mauswiesel *M. nivalis*. Hinweise auf ihr Auftreten sind möglicherweise Bissspuren an den Eiern zweier Kiebitzgelege innerhalb des Gelegeschutzzauns auf den Eiderdammflächen, ohne dass diese Eier prädiert wurden (Abb. 6). Kleine marderartige Prädatoren und Wanderratten *Rattus norvegicus* können, im Gegensatz zu größeren Prädatoren, kaum durch Zäune aus einem Gebiet ausgeschlossen werden (Ausden & Hirons 2011). Möglicherweise spielen sie deshalb in eingezäunten Bereichen eine vergleichsweise größere Rolle als in nicht eingezäunten Bereichen. Ihr Auftreten kann aber kaum die Aufgaben aller vier Graugansgelege erklären. Bei drei dieser Gelege waren nach der Aufgabe die Eier um das Nest verteilt, aber nicht beschädigt (Abb. 7). Die Frage ist, ob hier der/die innerhalb des Zauns aktive/n Steinmarder (siehe oben) die Eier aus den Nestern gerollt hatte, ohne dass es gelang diese zu öffnen?

Im NSG Grüne Insel gingen einige Gelege auch durch Viehtritt verloren. Allgemein kann Viehtritt in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Auftriebs, der Dichte des Besatzes und der Zusammenstellung der Gruppen (Schafe, Jungbullen, Färsen, Mutterkuhherden) für das Überleben von Wiesenvogelgelegen ein großes Problem darstellen (Witt 1986; Bairlein & Bergner 1995; Beintema & Müskens 1987; Schoppenhorst 1996; Junker et al. 2006; Schekkerman et al. 2008; Sharps et al. 2015). Im Vergleich zur Prädation waren die Verluste durch Rinder im Untersuchungsgebiet jedoch gering und ohne große Bedeutung. Es stellt sich allerdings die Frage, ob dies auch der Fall wäre, wenn es gelänge die Prädation von Gelegen deutlich zu senken und ob in diesem Falle mehr Gelege durch Viehtritt verloren gehen würden. Beide Probleme sollten allerdings auch nicht unabhängig voneinander betrachtet werden. Es wurde verschiedentlich nachgewiesen, dass Prädation von Wiesenvogelgelegen auf beweideten Flächen höher ist als auf unbeweideten Flächen (Bruns et al. 2001; Sharps et al. 2015). Diese Frage sollte zusammen mit möglichen Gegenmaßnahmen wie einem späteren Auftrieb oder einer Beweidung mit ruhigeren Mutterkuhherden anstatt Färsen im Auge behalten werden. Zusätzlich schlagen wir vor, auch im NSG Grüne

Insel Fallenjagd auf Raubsäuger zu betreiben, da diese Studie Hinweise darauf gibt, dass sie für einen großen Teil der Gelegeverluste verantwortlich sind.

Die Untersuchungen zeigten, dass der Schlupferfolg von Wiesenvogelgelegen auf den Eiderdammflächen deutlich erhöht war und dass dies sicher auf den dort installierten Gelegeschutzzaun zurückzuführen ist. Das Maß für den Erfolg eines solchen Zauns ist aber der Bruterfolg, zu dem auch das Überleben der Küken nach dem Schlupf beiträgt. In einigen früheren Untersuchungen konnte der Zusammenhang zwischen dem Schutz durch Zäune und einem höherem Bruterfolg bei Wiesenvögeln (Kiebitz, Uferschnepfe) nachgewiesen werden (Rickenbach et al. 2011; Malpas et al. 2013; Verhoeven et al. 2022) und auch bei Uferschnepfen in Schleswig-Holstein gibt es Hinweise auf diesen Zusammenhang (Salewski et al. im Druck). Wegen der Größe und Weitläufigkeit des Gebiets und der vielen Wiesenvogel-Brutpaare war es nicht möglich durch Beobachtungen die Anzahl flügger Küken zu ermitteln. Es erscheint aber alleine aufgrund des geringen Schlupferfolgs des Kiebitzes im NSG Grüne Insel unwahrscheinlich, dass bei dieser Art der zum Bestandserhalt nötige Bruterfolg von 0,76 flüggen Jungen/Brutpaar (Plard et al. 2020) erreicht werden kann. Bei Begehungen der Eiderdammflächen im Rahmen dieser Untersuchung und von Revierkartierungen (A. Evers) wurden trotz des guten Schlupferfolgs auffällig wenige Küken beobachtet. Dabei handelt es sich nicht um eine systematische Untersuchung, sondern um einen subjektiven Eindruck im Gelände. Allerdings werden ähnliche Eindrücke im Berichtsjahr auch aus anderen Wiesenvogelgebieten wie dem Beltringharder Koog (D. A. Cimiotti, pers. Mitt.) oder der Eider-Treene-Sorge Niederung (H. Jeromin, pers. Mitt.) mitgeteilt. Es ist nicht bekannt, wie sich der Gelegeschutzzaun auf den Bruterfolg auswirkt und es könnte sein, dass es auch innerhalb des Zauns aus unbekanntem Gründen zu hohen Verlusten kommt. Um mehr über das Überleben von Küken innerhalb des Zauns und damit des Bruterfolgs zu erfahren, regen wir an, in den Folgejahren eingehendere Untersuchungen zu dieser Frage mittels Kükentelemetrie durchzuführen. Dies würde es ermöglichen, die Wirkung des Gelegeschutzzauns auf den Bruterfolg unter Anwendung von standardisierten und anerkannten Methoden evaluieren zu können.



Abb. 6: Kiebitzgelege auf den Eiderdammflächen innerhalb des Gelegeschutzzauns. Zwei Eier weisen Bissspuren auf, wurden aber nicht prädiert.



Abb. 7: Graugansgelege innerhalb des Gelegeschutzzauns auf den Eiderdammflächen nach der Aufgabe. Vier der fünf Eier liegen unbeschädigt neben dem Nest.

5. LITERATUR

- Ausden, M., Bolton, M., Butcher, N., Hoccom, D.G., Smart, J. & Williams, G. 2009. Predation of breeding waders on lowland wet grassland – is it a problem? *British Wildlife* 10/2009: 29 – 38.
- Ausden, M. & Hiron, G. 2011. Using anti-predator fences to increase wader productivity. *Conserv. Land Management* 2011: 5 – 8.
- Bairlein, F. & Bergner, G. 1995. Vorkommen und Bruterfolg von Wiesenvögeln in der nördlichen Wesermarsch, Niedersachsen. *Vogelwelt* 116: 53 – 59.
- Beintema, A.J. & Müskens, G.J.D.M. 1987. Nesting success of birds breeding in Dutch agricultural grasslands. *J. Appl. Ecol.* 24: 743 – 758.
- Bauer, H.-G., Bezzel, E. & Fiedler, W. 2005. Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Nonpasseriformes – Nichtsperlingsvögel. AULA-Verlag, Wiebelsheim.
- Bolton, M., Tyler, G., Smith, K. & Bamford, R. 2007. The impact of predator control on lapwing *Vanellus vanellus* breeding success on wet grassland nature reserves. *J. Applied Ecol.* 44: 534 – 544.
- Boschert, M. 2008. Gelegeschutz beim Großen Brachvogel - Erfahrungen beim Einsatz von Elektrozäunen am badischen Oberrhein. *Naturschutz Landschaftsplanung* 40: 346 – 352.
- Boschert, M. 2018. Zur Bestandssituation des Großen Brachvogels *Numenius arquata* - Eine Fallstudie aus der badischen und elsässischen Oberrheinebene. *Vogelwarte* 56: 33 – 38.
- Bruns, H.A., Hötter, H., Christiansen, J., Hälterlein, B. & Petersen-Andresen, W. 2001. Brutbestände und Bruterfolg von Wiesenvögeln im Beltringharder Koog (Nordfriesland) in Abhängigkeit von Sukzession, Beweidung, Wasserständen und Prädatoren. *Corax* 18 (Sonderheft 2): 67 – 80.
- Burnham, K.P. & Anderson, D.R. 1998. *Model Selection and Inference*. Springer, New York.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R. & Huyvaert, K.P. 2011. AIC model selection and multimodel inference in behavioral ecology: some background, observations and comparisons. *Behavioral Ecol. Sociobiol.* 65: 23 – 35.

- Busch, M., Katzenberger, J., Trautmann, S., Gerlach, B., Dröschmeister, R. & Sudfeldt, C. 2020. Drivers of population change in common farmland birds in Germany. *Bird Conserv. Internat.* 30: 335 – 354.
- Cimiotti, D.V., Braun, F., Bruns, H.A., Jeromin, H., Meyer, N., Sohler, J., Vergin, L. & Hötker, H. 2017. Populationsstudie am Kiebitz in Schleswig-Holstein – Bericht 2017. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhüsen.
- Cimiotti, D.V., Lemke, H., Sohler, J., Hötker, H., Förster, A., Lilje, K., Tecker, A., Linnemann, B., Bähker, U., Münchberger, R., Böhner, H., Buschmann, C., Reiter, K., Röder, N. 2021a. Der Sympathieträger Kiebitz als Botschafter der Agrarlandschaft. Bericht: Bundesprogramm Biologische Vielfalt Förderschwerpunkt Arten in besonderer Verantwortung Deutschlands FKZ: 3514 685A01/B01/C01. Bundesamt für Naturschutz, Bonn. https://lapwingconservation.org/wp-content/uploads/2021/12/BPBV_Kiebitzprojekt_Abschlussbericht_final2021_red_public.pdf
- Cimiotti, D.V., Backsen, S. & Hötker, B. 2021b. Schutzkonzept Austernfischer in Schleswig-Holstein. Untersuchungen 2021. Bericht für das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes-Schleswig-Holstein, Kiel. https://bergenhusen.nabu.de/imperia/md/nabu/images/nabu/einrichtungen/bergenhusen/projekte/austernfischer/bericht-austernfischer_2021.pdf
- Colwell, M., Hilton, G., Smart, M. & Sheldrake, P. 2020. Saving England's lowland Eurasian Curlews. *British Birds* 113: 279 – 292.
- Cox, C. 1998. Delta method. In: Armitage P., Colton T. (Hrsg.): *Encyclopedia of Biostatistics*, Vol. 2. Wiley. New York: 1125 – 1127.
- Dinsmore, S.J. & Dinsmore, J.J. 2007. Modeling avian nest survival in Program MARK. *Studies Avian Biol.* 34: 73 – 83.
- Eikhorst, W. & Bellebaum, J. 2004. Prädatoren kommen nachts – Gelegeverluste in Wiesenvogelschutzgebieten Ost- und Westdeutschlands. *Naturschutz Landschaftspf. Niedersachs.* 41: 81 – 89.
- Eilers, A. 2007. Zur Brutbiologie des Kiebitzes (*Vanellus vanellus*) in drei Schutzgebieten an der Eidermündung (Nordfriesland, Dithmarschen), 2006. *Corax* 20: 309 – 324.

- Engl, M., Leibl, F. & Mooser, K. 2004. Bestandsentwicklung, Brutbiologie und Reproduktionserfolg des Großen Brachvogels *Numenius arquata* im Mettenbacher und Grießenbacher Moos, Landkreis Landshut. Ornithol. Anz. 43: 217 – 235.
- Geertz, B., Granke, O. & Salewski, V. im Druck. Gelegeschutzzäune erhöhen die Schlupfwahrscheinlichkeit von Kiebitz *Vanellus vanellus* und Uferschnepfe *Limosa limosa* in den Dithmarscher Speicherkögen. Corax.
- Gerlach, B.R., Dröschmeister, R., Langgemach, T., Borkenhagen, K., Busch, M., Hauswirth, M., Heinicke, T., Kamp, J., Karthäuser, J., König, C., Markones, N., Prior, N., Trautmann, S., Wahl, J. & Sudfeldt, C. 2019. Vögel in Deutschland – Übersichten und Bestandssituation. DDA, BfN, LAG VSW, Münster.
- Harrje, C. 2017. NSG Bottsand an der Kieler Außenförde - Bilanz nach 50 Jahren Küstenvogelschutz. Betrifft Natur 21: 4 – 6.
- Hofeditz, F. & Bruns, H. 2022. Betreuungsbericht 2022 für die NATURA 2000-Gebiete in der Eidermündung. Unveröffentl. Bericht. NABU Naturschutzzentrum Katinger Watt, Tönning.
- Holsten, T., Seer, F.K., Stromberg, S. & Wolff, S. 2019. Naturführer Eidermündung. NABU Naturschutzzentrum Katinger Watt, Tönning.
- Jellesmark, S., Ausden, M., Blackburn, T.M., Hoffmann, M., McRae, L., Visconti, P. & Gregory, R.D. 2023. The effect of conservation interventions on the abundance of breeding waders within nature reserves in the United Kingdom. Ibis 165: 69 – 81.
- Junker, S., Düttmann, H. & Ehrnsberger, R. 2006. Schlupferfolg und Kükenmortalität beim Kiebitz (*Vanellus vanellus*) auf unterschiedlich gemanagten Grünlandflächen in der Stollhammer Wisch (Landkreis Wesermarsch, Niedersachsen). Osnabrücker Naturwissenschaftl. Mitt. 32: 111 – 122.
- Kleijn, D., Schekkerman, H., Dimmers, W.J., van Kats, R.J.M., Melman, D. & Teunissen, W.A. 2010. Adverse effects of agricultural intensification and climate change on breeding habitat quality of Black-tailed Godwits *Limosa l. limosa* in The Netherlands. Ibis 152: 475 – 486.
- Kubelka, V., Sálek, M., Tomkovich, P.S., Végvári, Z., Freckleton, R.P. & Székely, T. 2018. Global pattern of nest predation is disrupted by climate change in shorebirds. Science 362: 680 – 683.

- Langgemach, T. & Bellebaum, J. 2005. Prädation und der Schutz bodenbrütender Vogelarten in Deutschland. *Vogelwelt* 126: 259 – 298.
- Malpas, L.R., Kennerley, R.J., Hirons, G.J.M., Sheldom, R.D., Ausden, M., Gilbert, J.C. & Smart, J. 2013. The use of predator-exclusion fencing as a management tool improves the breeding success of waders on lowland wet grassland. *J. Nature Conserv.* 21: 37 – 47.
- Mayer, N. & Jeromin, H. 2017. Gelegeschutzmaßnahmen beim Großen Brachvogel – Bericht 2017. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhäuser.
https://bergenhausen.nabu.de/imperia/md/nabu/images/nabu/einrichtungen/bergenhausen/projekte/wiesenvogel/grbrachvogel_gelegeschutz_bericht2017.pdf
- McMahon, B.J., Doyle, S., Gray, A., Kelly, S.B.A. & Redpath, S.M. 2020. European bird declines: Do we need to rethink approaches to the management of abundant generalist predators? *J. Applied Ecol.* 57: 1885 – 1890.
- Nehls, G. 2001. Entwicklung der Wiesenvogelbestände im Naturschutzgebiet Alte-Sorge-Schleife, Schleswig-Holstein. *Corax* 18 (Sonderheft 2): 81 – 101.
- Plard, E., Bruns, H.A., Cimiotti, D.V., Helmecke, A., Hötker, H., Jeromin, H., Roodbergen, M., Schekkerman, H., Teunissen, W., van der Jeugd, H. & Schaub, M. 2020. Low productivity and unsuitable management drive the decline of central European lapwing populations. *Anim. Conserv.* 23: 286 – 296.
- QGIS-Entwicklungsteam, 2020. QGIS Geographic Information System. Version 3.16 Hannover. Open Source Geospatial Foundation. URL <http://qgis.org>
- Rickenbach, O., Grüebler, M.U., Schaub, M., Koller, A., Naef-Daenzer, B. & Schifferli, L. 2011. Exclusion of ground predators improves Northern Lapwing *Vanellus vanellus* chick survival. *Ibis* 153: 531 – 542.
- Risch, M., Denker, W., Förster, H., Günther, K., Hälterlein, B., Hennig, V., Herden, C., Mauscherling, I., Miehe A. & Wiedemann, C. 2018. Lachseeschwalben *Gelochelidon nilotica* in Dithmarschen - die letzte Kolonie Mitteleuropas. *Corax* 23: 412 – 439.
- Roodbergen, M., van der Werf, B. & Hötker, H. 2012. Revealing the contribution of reproduction and survival to the Europe-wide decline in meadow birds: review and meta-analysis. *J. Ornithol.* 153: 53 – 74.
- RStudio Team 2020. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston.
<http://www.rstudio.com/>

- Salewski, V., Evers, A. & Schmidt, L. 2019. Wildkameras ermitteln Verlustursachen von Gelegen der Uferschnepfe (*Limosa limosa*). Natur und Landschaft 94: 59 – 65.
- Salewski, V. & Granke O. 2020. Ein Geflügelzaun zum Schutz von Uferschnepfengelegen *Limosa limosa*, erste Erfahrungen aus einem Pilotprojekt. Ornithol. Rundbr. Mecklenbg.-Vorpomm. 49 (Sonderheft 1): 125 – 135.
- Salewski, V., Granke, O., Gaehme, S., Klinner-Höttker, B., Otto, T., Severon, T. & Schmidt, L. im Druck Gelegeschutzzäune erhöhen den Schlupferfolg von gefährdeten Wiesenvögeln. Natur und Landschaft.
- Salewski, V. & Schmidt, L. 2022. Nest cameras do not affect nest survival in a meadow-nesting shorebird. Bird Conserv. Internat. 32: 127 – 136.
- Salewski, V., Schmidt, L., Evers, A., Klinner-Hötter, B. & Hötter, H. 2016. Bruterfolg von Uferschnepfen *Limosa limosa* in Schleswig-Holstein. Vogelkundl. Ber. Niedersachs. 44: 245 – 258.
- Salewski, V. & Schütze, J. 2017. Bruterfolg von Uferschnepfen an der Westküste Schleswig-Holsteins – ein Methodenvergleich. Vogelwarte 55: 187 – 198.
- Schekkerman, H., Teunissen, W. & Oosterveld, E. 2008. The effect of ‚mosaic management‘ on the demography of black-tailed godwit *Limosa limosa* on farmland. J. Applied Ecol. 45: 1067 – 1075.
- Schifferli, L., Spaar, R. & Koller, A. 2006. Fence and plough for Lapwings: Nest protection to improve nest and chick survival in Swiss farmland. Osnabrücker Naturwissenschaftl. Mitt. 32: 123 – 129.
- Schoppenhorst, A. 1996. Auswirkungen der Grünlandextensivierung auf den Bruterfolg von Wiesenvögeln im Bremer Raum. Bremer Beitr. Naturk. Naturschutz 1: 117 – 125.
- Seitz, J. 2001. Zur Situation der Wiesenvögel im Bremer Raum. Corax 18 (Sonderheft 2): 55 – 66.
- Sharps, E., Smart, J., Mason, L.R., Jones, K., Skov, M.W., Garbutt, A. & Hiddink, J.G. 2017. Nest trampling and ground nesting birds: Quantifying temporal and spatial overlap between cattle activity and breeding redshank. Ecol. Evol. 7: 6622 – 6633.
- Stübing, S. & Bauschmann, G. 2017. Wirksamkeit eines stationären Prädatorenschutzzaunes auf Brutbestand und Bruterfolg des Kiebitzes (*Vanellus vanellus*) im Wetteraukreis. Vogel und Umwelt 24: 39 – 58.
-

- Teunissen, W., Schekkerman, H. & Willems, F. 2006. Predation on meadowbirds in The Netherlands - results of a four-year study. *Osnabrücker Naturwiss. Mitt.* 32: 137 – 143.
- Van Paassen, A.G., Veldman, D.H. & Beintema A.J. 1984. A simple device for determination of incubation stages in eggs. *Wildfowl* 35: 173 – 178.
- Verhoeven, M.A., Smart, J., Kitchin, C., Schmitt, S., Whiffin, M., Burgess, M. & Ratcliffe, N. 2021. Diagnosing the recent population decline of Black-tailed Godwits in the United Kingdom. *Wader Study* 128: 65 – 76.
- Verhoeven, M.A., Loonstra, A.H., Pringle, T., Kaspersma, W., Whiffin, M., McBride, A.D., Sjoerdsma, P., Roodhart, C., Burgess, M.D., Piersma, T. & Smart, J. 2022. Do ditch-side electric fences improve the breeding productivity of ground-nesting waders? *Ecol. Solutions Evidence* 3: e12143.
- Visser, G.H. & Beintema, A.J. 1991. Reproductive characteristics of meadow birds and other European waders. *Wader Study Group Bull.* 61(Supplement): 6 – 11.
- Werner, M., Theiss, H., Pohlmann, P. & Kilian, J. 2017. Ein Funke Hoffnung für den Kiebitz? Ergebnisse eines Schutzprojektes auf Ackerflächen in Südhessen. *Vogel und Umwelt* 22: 81 – 96.
- Witt, H. 1986. Reproduktionserfolge von Rotschenkel (*Tringa totanus*), Uferschnepfe (*Limosa limosa*) und Austernfischer (*Haematopus ostralegus*) in intensiv genutzten Grünlandgebieten. Beispiele für eine "irrtümliche" Biotopwahl sogenannter Wiesenvögel. *Corax* 4: 262 – 300.
- Zámečník, V., Kubelka, V. & Sálek, M. 2017. Visible marking of wader nests to avoid damage by farmers does not increase nest predation. *Bird Conserv. Internat.* 28: 293-301.