

# Bruterfolgsmonitoring an der Brandseeschwalbe auf Hallig Norderoog 2023

Ulrich Knief und Matthias Haupt  
Vorgelegt am 31. Oktober 2023

VEREIN  
JORDSAND



## Einleitung

Das Erfassen von Brutbeständen hat im Wattenmeer eine lange Tradition (Hälterlein *et al.* 1995). So gehen beispielsweise Angaben zum Brutbestand der Brandseeschwalben auf Norderoog bis mindestens ins Jahr 1905 zurück (Knief 2009). Aus den Bestandszahlen lassen sich langfristig Populationstrends ableiten (Koffijberg *et al.* 2006, 2009), die Ursachen für Bestandsveränderungen bleiben jedoch weitgehend unbekannt (Koffijberg *et al.* 2011). Um das Schicksal einer Population besser vorhersagen zu können, bedarf es einer Abschätzung von drei Parametern: (1) Der Überlebensrate von Altvögeln, (2) der Überlebensrate von Jungvögeln bis zum ersten Brüten und (3) des Bruterfolgs (Begon *et al.* 1997). Während (1) und (2) langfristig über Beringung und Wiederfang quantifiziert werden können, muss der Bruterfolg jährlich ermittelt werden. Dies erfolgt im Wattenmeer seit 2009 an ausgewählten Arten (Thorup & Koffijberg 2016) und schließt seit 2010 auch die Brandseeschwalben auf Norderoog ein (Knief *et al.* 2019).

Wenn man indirekte anthropogene Einflüsse (Fischerei, Einschleppen von Prädatoren, Klimawandel) nicht berücksichtigt, hatten Schwankungen des Bruterfolgs auf Norderoog bisher weitgehend natürliche Ursachen. So beeinflussten Wetterereignisse die Nahrungsverfügbarkeit (zum Beispiel durch Wind oder Hitze) oder führten direkt zum Tod von Jungvögeln (beispielsweise durch Landunter). Bei Windstärken von über 6 bft fällt es Brandseeschwalben zunehmend schwer, stoßtauchend Nahrung zu suchen (Stienen *et al.* 2000, 2001) und gleichzeitig nimmt der Kleptoparasitismus durch Lachmöwen zu (Veen 1977, Gorke 1990, Stienen *et al.* 2001).

Der Bruterfolg wird über vier Parameter erfasst (Tabelle 1), wobei Landunter und Prädation größtenteils vom Vogelwart dokumentiert werden. Die Verluste auf Grund von Wetterereignissen bzw. schlechter Nahrungsverfügbarkeit werden von den Beringern (UK, MH) in den Kolonien anhand von Konditionsdaten und der Anzahl toter Küken bestimmt. Nachdem im Jahr 2022 europaweit die hochpathogene Form der aviären Influenza (H5N1-Viren) in Brandseeschwalben-Kolonien ausgebrochen war (Knief *et al.* 2023), der auf Norderoog tausende Jung- und Altvögel zum Opfer fielen, müssen auch Krankheiten vom Vogelwart und den Beringern mittels Sichtbeobachtung und Schnelltests fortlaufend überwacht werden.

Nach einem kurzen methodischen Überblick werden im Folgenden die Ergebnisse aus dem Jahr 2023 vorgestellt.

**Tabelle 1:** Verlustursachen von Brandseeschwalben-Jungvögeln und Methoden zur Quantifizierung auf Hallig Norderoog.

Verlustursache	Messgröße	Beobachter
Wetterereignisse	Kondition der Küken, Anzahl toter Küken	Beringer
Landunter	Brutpaare in überfluteten Koloniebereichen	Vogelwart
Prädation	Fortlaufende Dokumentation	Vogelwart, Beringer
Krankheiten	Fortlaufende Dokumentation	Vogelwart, Beringer

## Material und Methode

### Brutphänologie

Nach ihrer Ankunft am 27. März hat die Vogelwärterin Elisabeth Kirchhoff die Phänologie der Brandseeschwalben aufgezeichnet. Sie wird hier auszugsweise zur Orientierung wiedergegeben.

### Brutbestandserfassung

Die Brutbestandserfassung wurde größtenteils mittels Gelegezählung am Boden durchgeführt. Die Kartierungen erfolgten am 15. und 20. Mai (südliche, westliche und östliche Teilkolonien) und am 1. Juni (zentrale Teilkolonie) durch Elisabeth Kirchhoff und Veit Hennig (Abbildung 1). Die GPS-Daten wurden von Elisabeth Kirchhoff im Rahmen ihrer Master-Arbeit ausgewertet. Ein Bereich der östlichen Teilkolonie lag auf einem Treibsel-Feld und konnte wegen seiner Instabilität zum Auszählen nicht betreten werden. Dieser Bereich war von den Vogelwärterhütten aus einsehbar und die Brutpaarzahl wurde am 20. Mai mittels Spektiv von Elisabeth Kirchhoff und Veit Hennig erfasst (Gesamtzahl der Individuen  $\times 0,7 =$  Anzahl Brutpaare).

Die zentrale Kolonie wuchs Mitte Juni deutlich an und die Gelege wurden am 14. Juni von der Vogelwärterin ausgezählt (Abbildung 1). Außerdem wurden etwa 400–500 Nachgelege in den primären Teilkolonien festgestellt. Diese zusätzlichen Brutpaare gehen nicht in die Berechnung des Bruterfolgs ein, weil sie sich erst nach dem für die Brutbestandserfassung vorgesehenen Zeitraum angesiedelt hatten (letzte Mai-Dekade bis erste Juni-Dekade, Südbeck *et al.* 2005).

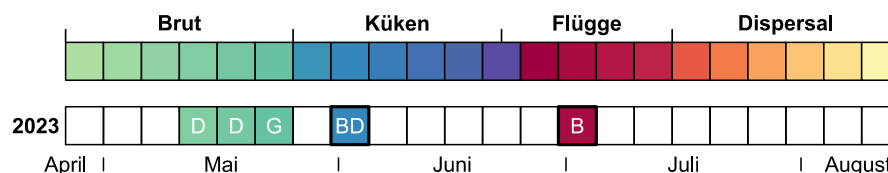
### Gelegegröße und Schlupferfolg

In der südlichen und westlichen Teilkolonie wurden insgesamt drei 2 x 2 m große Quadranten abgesteckt und darin am 24. Mai die Gelegeanzahl und -größen bestimmt (Abbildung 1). Am 1. Juni wurden die Jungvögel in den Nestern gezählt und aus der Anzahl Eier und Küken der Schlupferfolg berechnet. In der westlichen Teilkolonie waren zu diesem Zeitpunkt noch keine Küken geschlüpft.

### Bruterfolg

#### a) Verlustursache Kondition

Nestjunge Brandseeschwalben wurden am 3. und 4. Juni und am 30. Juni und 1. Juli beringt (Abbildung 1). Beim ersten Betreten der Kolonien wurde die Anzahl toter Küken erfasst, um die Verluste vor der Beringung abzuschätzen. Es wurden etwa 45 Küken gezählt, die teilweise von Ratten prädiert oder zusammengetragen worden waren.

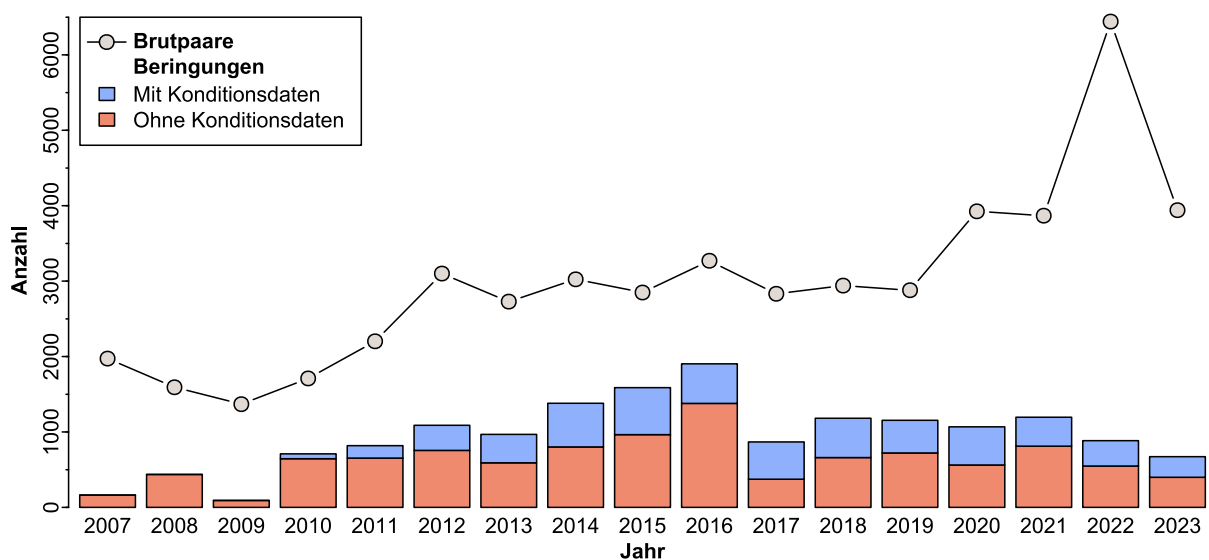


**Abbildung 1:** Phänologie der Brandseeschwalbe und Tätigkeiten zum Bruterfolgsmonitoring auf Hallig Norderoog in Pentaden. D = Gelegezählungen, G = Gelegegrößenerfassung, B = Beringung. Aufenthalte der Beringer sind mit einer dickeren Linie hervorgehoben.

Insgesamt wurden 672 Jungvögel beringt und von 265 Individuen die Kopf-Schnabel-Länge (KSL) mittels Messschieber und das Gewicht erfasst ( $N = 274$  Messungen; Tabelle 2). Seit dem sprunghaften Anstieg der Brutpaarzahlen im Jahr 2020 liegt der Beringungsaufwand pro Brutpaar niedriger als in den Vorjahren (Abbildung 2). Im Jahr 2023 wurden außerdem 60 Altvögel auf dem Nest gefangen, um sie auf Antikörper gegen H5N1-Viren zu untersuchen. Daher blieb Anfang Juni weniger Zeit für die Kükenberingung.

**Tabelle 2:** Umfang der im Jahr 2023 auf Norderoog durchgeführten Beringungseinsätze. Beim zweiten Termin wurden auch einige bereits beringte Individuen vermessen ( $N = 8$  Individuen in West und 1 Individuum in Ost).

Koloniebereich	Brutpaare	Datum	Beringungen	Konditionsdaten
Süd (primär)	1735	03. Jun–04. Jun	183	50
		30. Jun–01. Jul	126	62
West (primär)	713	03. Jun–04. Jun	91	25
		30. Jun–01. Jul	117	69
Ost (primär)	1464	03. Jun–04. Jun	5	5
		30. Jun–01. Jul	148	63
Zentral (primär)	29	30. Jun–01. Jul	2	–
Zentral (sekundär)	122	–	–	–
<b>Summe</b>	<b>3941</b>		<b>672</b>	<b>274</b>



**Abbildung 2:** Brutbestandsentwicklung der Brandseeschwalbe auf Norderoog und Beringungsaufwand in den Jahren 2007 bis 2023.

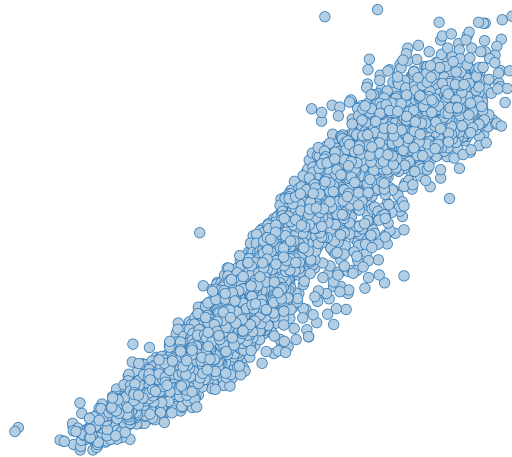
Der Zusammenhang zwischen Gewicht und KSL aus den vergangenen vierzehn Jahren (2010–2023) wurde in einem logistischen gemischten Modell abgeschätzt, in welchem das Gewicht als abhängige Variable und die KSL als Prädiktor eingesetzt wurden ( $N = 5874$  Datenpunkte). Als Zufallsfaktor wurde die Person hinzugefügt, welche den Vogel vermessen hat, um Unterschiede in der Messtechnik auszugleichen. Die Residuen aus diesem Modell wurden als Konditionsmaß angesehen (Abbildung 3), da bei Brandseeschwalben die KSL unabhängig von der Nahrungsaufnahme zunimmt, wohingegen die Gewichtsentwicklung von der Nahrung abhängt (Klaassen *et al.* 1992, Stienen & Brenninkmeijer 2002).

Die Kondition der Küken ist mit der Überlebenswahrscheinlichkeit korreliert (Stienen & Brenninkmeijer 2002). Zur Abschätzung der Überlebenswahrscheinlichkeit wurden zuerst KSL und Kondition Z-transformiert und dann der Parameter „Überleben“ als

$$\text{Überleben} = 0,9 \times \text{Kondition} + 1,3 \times \text{KSL}^1$$

<sup>1</sup> Die Gewichtungsfaktoren wurden mit Hilfe von Daten aus Kolonien in den Niederlanden kalibriert, in denen sowohl Kondition als auch Bruterfolg ermittelt wurden. Die Robustheit des Parameters Überleben gegenüber spezifischen Gewichtungsfaktoren wurde an den Daten von Norderoog geprüft (siehe Knief *et al.* 2019 für Details und Ergebnisse).

berechnet. Jahreseffekte wurden in einem gemischten linearen Modell mit „Überleben“ als abhängiger Variablen und „Jahr“ als Prädiktor abgeschätzt. Das einzelne Individuum wurde als Zufallsfaktor hinzugefügt. Die abgeschätzten Jahreffekte wurden auf der Logit-Skala in eine (Überlebens-) Wahrscheinlichkeit umgerechnet. In der weiteren Betrachtung wird das Gegenereignis — die Sterbewahrscheinlichkeit — genutzt.



**Abbildung 3:** Zusammenhang zwischen KSL und Gewicht von Brandseeschwalben auf Norderoog in den Jahren 2010–2023. Die durchgezogene Linie ist die Abschätzung aus einem logistischen gemischten Modell und das hellgraue Polygon entspricht dem 95% Konfidenzintervall.

#### *b) Verlustursache Landunter*

Einem Teillandunter (74 cm über MTHW) am 2. Juli fielen alle Gelege und kleinen Küken aus Nachgelegen in den primären Teilkolonien zum Opfer. Größere Küken überlebten in den nicht-überfluteten südlichen, westlichen und östlichen Koloniebereichen.

#### *c) Verlustursache Prädation*

Während der gesamten Brutsaison waren Wanderratten (*Rattus norvegicus*) auf der Hallig anwesend, die Eier und Jungvögel prädierten. Sie hielten sich vornehmlich im Bereich der Vogelwärter-Hütten inklusive der östlichen und westlichen Teilkolonie auf, waren aber auch entlang der beiden Hauptpriele im Süden und Zentrum der Hallig anwesend (siehe Abbildung 4 für die Lage der Priele). Ein Nahrungsdepot mit etwa 20 toten jungen Brandseeschwalben wurde Anfang Juni am Rand der Südkolonie entdeckt. In der sekundären zentralen Teilkolonie wurden Mitte bis Ende Juni großflächig alle Gelege prädiert. Mitte Juli wurden noch einmal 18 tote angefressene flügge oder fast flügge Küken nahe der östlichen Teilkolonie auf verschiedenen Rattenlaufwegen gefunden, die aber auch erst nach ihrem Tod angefressen worden sein könnten. Die Gesamtzahl prädierter Küken ist schwer zu beziffern. Es wird mit einem Verlust von 200 Küken durch Ratten gerechnet. Ein Silber- und ein Heringsmöwen-Paar erbeuteten regelmäßig Küken (Lachmöwen, Flusseeeschwalben und Brandseeschwalben). Es wird mit einem Verlust von insgesamt 50 Brandseeschwalben-Küken gerechnet, was 1–2 Küken pro Tag entspricht.

#### *d) Krankheiten*

Im Jahr 2023 wurde Anfang Juni eine adulte tote Brandseeschwalbe positiv auf das hochpathogene aviäre Influenza Virus H5N1 getestet. Ein auffälliger Ausbruch unter den Küken blieb aus und es wurden keine Tests durchgeführt. Von 50 lebend getesteten Altvögeln hatte keiner eine akute Infektion mit H5-Viren und acht Individuen (16%) hatten Antikörper gegen H5N1.

### e) Berechnung des Bruterfolgs

Da die verschiedenen Verlustursachen unabhängige Ereignisse darstellen, wurden sie aufsummiert, um die gesamte Verlustwahrscheinlichkeit zu erhalten. Das Gegenereignis stellt die Überlebenswahrscheinlichkeit dar und diese wurde mit dem Schlupferfolg multipliziert, um eine Abschätzung zur Anzahl flügger Küken pro Brutpaar zu erhalten.

Vom 12. Juli bis zum 18. Juli wurden außerdem neun Mal beringte und unberingte Küken auf den Lahnungen und im Watt ausgezählt. An einem Tag erfolgte die Auszählung zeitgleich durch drei Personen und es wurde der Mittelwert der drei Zählungen genutzt (Tabelle 3). Mit Hilfe der Petersen-Methode wurde daraus die Anzahl flügger Küken abgeschätzt und der gewichtete Mittelwert berechnet.

**Tabelle 3:** Auszählung flügger Küken auf den Lahnungen und im Watt bei Norderoog und die berechnete Anzahl an Küken nach dem Petersen-Index. Die drei Zählungen am 18. Juli erfolgten zeitgleich durch drei Personen. Daher wurde für diesen Tag der Mittelwert an Küken gebildet. Mit insgesamt  $N = 664$  beringten Küken (acht Totfunde) ergab der Petersen-Index eine gewichtete mittlere Anzahl von 2888,1 flüggen Küken.

Datum	Ort	Küken beringt	Küken unberingt	Küken berechnet
12.07.2023	Lahnungen nördlich der Hütten	11	33	1992.0
12.07.2023	Lahnungen nördlich der Hütten	5	18	2390.4
12.07.2023	Lahnungen nördlich der Hütten	6	33	3652.0
12.07.2023	Lahnungen nördlich der Hütten	4	31	5146.0
12.07.2023	Lahnungen nördlich der Hütten	9	41	3024.9
15.07.2023	Lahnungen nördlich der Hütten	6	16	1770.7
16.07.2023	Lahnungen nördlich der Hütten	4	7	1162.0
17.07.2023	Lahnungen nördlich der Hütten	1	6	3984.0
18.07.2023	Westspitze	5	13	1467,8
18.07.2023	Westspitze	6	14	–
18.07.2023	Westspitze	8	15	–

## Ergebnisse und Diskussion

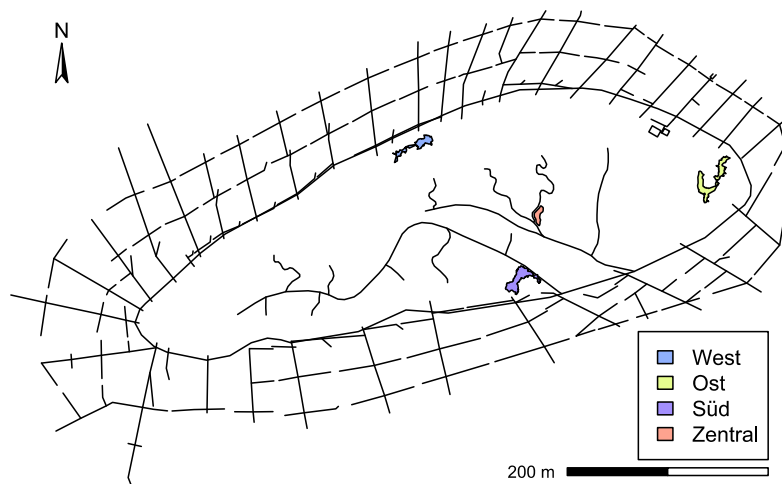
### Brutphänologie

Einen Tag nach ihrer Ankunft auf Norderoog beobachtete die Vogelwärterin am 28. März die ersten 20 Brandseeschwalben. In den folgenden Tagen nahm die Anzahl deutlich zu, Anfang April wurden mehr als 200 Individuen gezählt, die zunächst den späteren östlichen Koloniebereich aufsuchten. Balz wurde im Watt östlich der Hallig ab Anfang April beobachtet und am 11. April waren bereits 1280 Individuen anwesend. In der späteren östlichen Teilkolonie waren zwar dauerhaft Vögel anwesend, sie nutzten den Bereich aber für längere Zeit nur als Balzplatz. In der südlichen Teilkolonie wurden erstmals am 21. April 200 Vögel beobachtet, am 25. April waren es bereits 540 Individuen. Dort müssen Anfang Mai die ersten Eier gelegt worden sein, denn am 29. Mai wurden die ersten frisch geschlüpften Küken angetroffen. In der westlichen Teilkolonie wurden erstmals am 2. Mai (östliches Ende) und am 5. Mai (westliches Ende) Vögel festgestellt. Die Eiablage begann dort fast zeitgleich wie im Süden, denn die ersten Küken wurden am 31. Mai festgestellt. In der östlichen Teilkolonie begannen Eiablage und Schlupf (4. Juni) etwas später. Die zentrale Teilkolonie bildete sich erst am 20./21. Mai und Küken wurden dort erstmals am 14. Juni angetroffen. Diese Kolonie wuchs Mitte Juni auf 122 Brutpaare an, aber alle Gelege und Küken gingen auf Grund von Prädation durch Ratten verloren. Alle Nachgelege in den primären Teilkolonien (400–500 BP) wurden vom Teillandunter am 2. Juli zerstört, welches die Anfang Juni geschlüpften und zu diesem Zeitpunkt fast flüggen Küken unbeschadet überstanden. Am 25. Juni wurde der erste flügge Jungvogel beobachtet und beim zweiten Beringungstermin am 30. Juni hielten sich in der Nähe der drei primären Teilkolonien bereits viele (fast) flügge Jungvögel in den Lahnungsfeldern und im hallignahen Watt auf. Die Küken in der westlichen Teilkolonie waren zu

diesem Zeitpunkt bereits bis zum westlichsten Punkt der Hallig gewandert (Ratten- oder Vegetationsvermeidung?). Am 8. Juli waren noch mehr als 1450 Brutvögel auf Norderoog, die ab Mitte Juli rasch die Hallig räumten. Danach waren nur noch vereinzelte Individuen auf Norderoog anwesend. Bis Ende August wurden größere Ansammlungen rastender Familienverbände aus einigen hundert Individuen auf dem Norderoogsand beobachtet. Die letzten Brandseeschwalben wurden am 21. September auf Norderoog und am 2. Oktober auf dem Norderoogsand gesichtet.

### Brutbestand

Die Gelegezählungen ergaben 713 Paare in der Westkolonie, 1735 Paare in der Südkolonie und 29 Paare in der primären Zentralkolonie. In der Ostkolonie ergab die Gelegezählung 834 Paare und die Bestandserfassung aus der Distanz weitere 630 Paare (Gesamtzählung aller Individuen:  $900 \times 0,7 = 630$  Brutpaare). Demzufolge haben 2023 auf Norderoog **3941 Paare Brandseeschwalben** in vier Teilkolonien gebrütet (Abbildung 2, Abbildung 4). Der Bestand war auf dem Niveau der Jahre 2020 und 2021, entsprach also dem vorm Auftreten der aviären Influenza.



**Abbildung 4:** Lage (farbige Polygone) der Brandseeschwalben-Teilkolonien auf Norderoog im Jahr 2023 mit  $N = 713$  Brutpaaren westlich und  $N = 1464$  Brutpaaren östlich der Vogelwärter-Hütten. Die größte Teilkolonie war im Süden der Hallig mit  $N = 1735$  Brutpaaren. Die zentrale Teilkolonie bestand im Brutbestandserfassungs-Zeitraum aus  $N = 29$  Brutpaaren und wuchs erst Mitte Juni auf 122 Brutpaare an. Dort gingen alle Gelege und Küken durch Rattenprädation verloren.

### Gelegegröße und Schlupferfolg

Am 24. Mai wurden in drei  $2 \times 2$  m großen Quadranten insgesamt 72 Nester gezählt (Tabelle 4). Das entspricht einer Dichte von  $6,0 \text{ BP/m}^2$ .  $N = 50$  (69%) Gelege bestanden aus nur einem Ei und  $N = 20$  (28%) aus zwei Eiern, was einer **durchschnittlichen Gelegegröße von 1,25 Eiern** entspricht. Zwei Nester waren leer. Während der Brutbestandserfassung wurden auch die Gelegegrößen notiert. Mit  $N = 3283$  Gelegen ergab sich ein Wert von 1,27 Eier pro Gelege.

Der Schlupferfolg wurde am 1. Juni kontrolliert. Im Quadranten in der Westkolonie waren bis dahin keine Jungvögel geschlüpft. In den beiden Quadranten in der Südkolonie wurden 28 Küken und 51 Gelege festgestellt, was einem **Schlupferfolg von 1,12 Küken pro Gelege** (90%) entspricht.

Dichte und Gelegegröße decken sich mit Angaben aus anderen Kolonien (mittlere Dichte gewöhnlich  $3\text{--}7 \text{ BP/m}^2$  bei einer durchschnittlichen Gelegegröße von  $1,1\text{--}1,9$  Eiern/Gelege; Nehls 1999, Stienen 2006, Bregnballe *et al.* 2015). Der Schlupferfolg liegt etwas unter dem langjährigen Mittel, was auf Rattenprädation zurückzuführen sein könnte. Er ist dennoch mit Werten aus anderen Kolonien

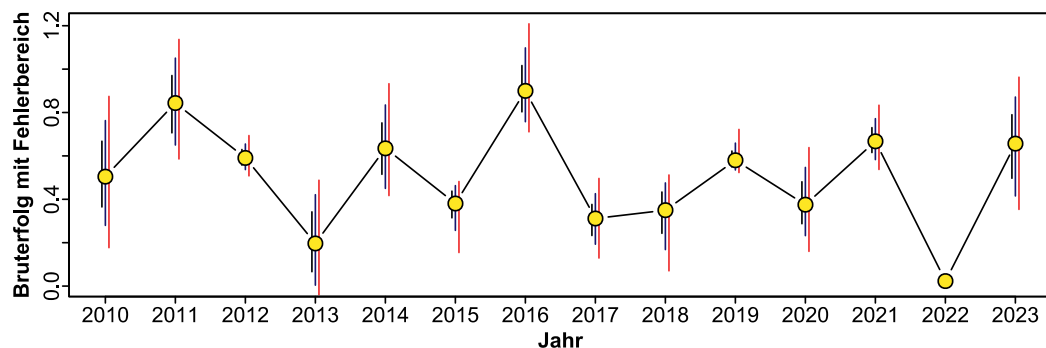
vergleichbar. Auf Griend (NL) lag der Schlupferfolg in zwei Jahren (1970, 1971) bei 1,3 Küken/Gelege und zwischen 1992 und 1996 bei 1,0–1,6 Küken/Gelege (Veen 1977, Stienen 2006). Auf Hirsholm (DK) wurde er im Jahr 1997 auf 1,1 Küken/Gelege (Stienen 2006) und auf Langli (DK) im Jahr 2009 auf 1,0 Küken/Gelege geschätzt (Bregnballe *et al.* 2015).

**Tabelle 4:** Gelegegrößen und Schlupferfolg (Küken pro geschlüpftem Gelege) in drei 2 × 2 m großen Quadranten in der südlichen und westlichen Teilkolonie. Bis zum 1. Juni waren in der westlichen Teilkolonie keine Küken geschlüpft und es kann daher keine Aussage zum Schlupferfolg gemacht werden.

Teilkolonie	Gelegegröße am 24.05.2023				Schlupferfolg am 01.06.2023			
	Gelege 2 Eier	Gelege 1 Ei	Nestmulde	Gelegegröße	Küken	Gelege 2 Eier	Gelege 1 Ei	Schlupferfolg
Süd 1	5	18	0	1,22	16	4	5	1,07
Süd 2	8	20	0	1,29	12	3	14	1,20
West	7	12	2	1,24				
<b>Summe</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	<b>1,25</b>	<b>28</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>1,12</b>

### Bruterfolg

Die Berechnung des Bruterfolgs ergibt für das Jahr 2023 **0,7 Küken pro Brutpaar**. Die Petersen-Methode liefert denselben Wert an flüggen Küken pro Brutpaar. Etwas andere Gewichtungsfaktoren in der Berechnung des Bruterfolgs ergeben beinahe 0,9 Küken pro Paar (Abbildung 5). Der Bruterfolg war im langjährigen Vergleich gut (Abbildung 6) und lag 2023 über dem Schwellenwert für eine stabile Population (0,6 Küken pro Brutpaar; Thorup & Koffijberg 2016). Trotz der Rattenprädation war die Anzahl tot aufgefundener beringter Brandseeschwalben-Küken gering ( $N = 8$ ) und bestätigt den guten Bruterfolg.

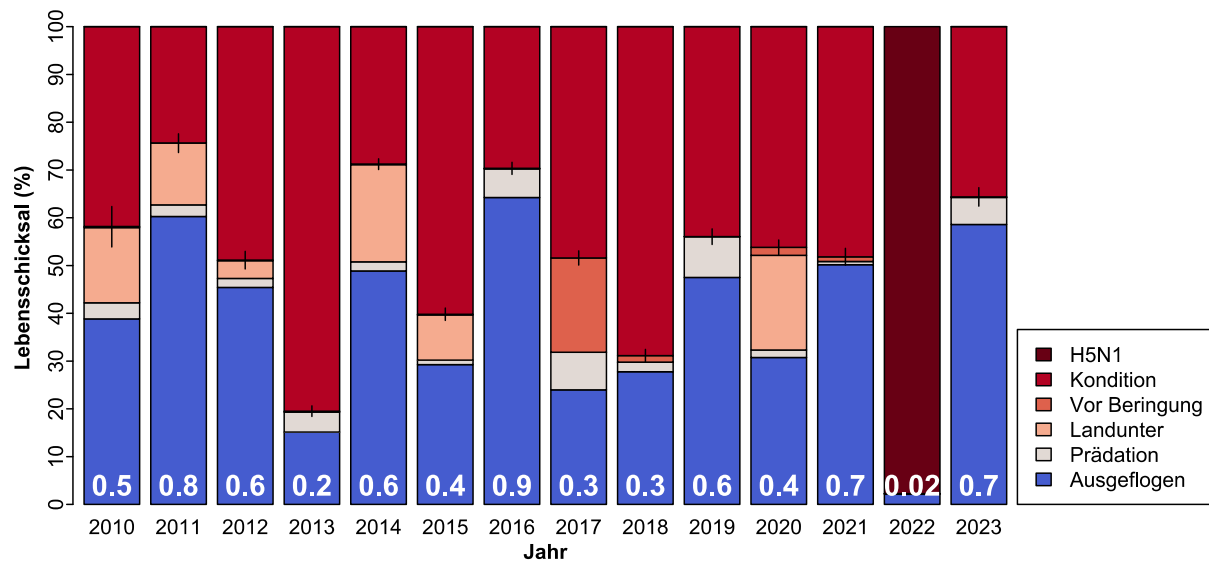


**Abbildung 5:** Geschätzter Bruterfolg mit seinem Fehlerbereich, der aus allen Gewichtungsfaktoren-Kombinationen ermittelt wurde, die einen Konkordanz-Korrelationskoeffizient  $\rho_c \geq 0,95$  (schwarz), 0,89 (blau) und 0,80 (rot) ergeben (siehe Knief *et al.* 2019 für Details).

In den Jahren 2010 bis 2023 waren die mittleren Windstärken im Juni mit dem Bruterfolg korreliert (Korrelationskoeffizient  $r = 0,62$ ,  $P = 0,024$ ) und 2023 war die mittlere Windstärke im Juni gering.

Der berechnete Bruterfolg auf Norderoog ist vergleichbar mit Angaben aus anderen Kolonien. So wurde auf Griend (NL) in zwei Jahren (1970, 1971) ein durchschnittlicher Bruterfolg von 0,8 flüggen Jungvögeln (JV) pro Brutpaar, von 1983–2013 ein Bruterfolg von durchschnittlich 0,6 (Spannweite 0–1,14) JV/BP, auf Ameland (NL) zwischen 2010 und 2012 von 0,4 (Spannweite 0,31–0,56) JV/BP und auf Texel zwischen 2010 und 2012 von 0,7 (Spannweite 0,35–1,2) JV/BP festgestellt (Veen 1977, Stienen 2006, Thorup & Koffijberg 2016). Auf Trischen (HEI) lag der Bruterfolg zwischen 1980 und 1999 bei 1,0 (Spannweite 0,03–1,33) JV/BP (Kempf *et al.* 2000), was bei der gegebenen Gelegegröße und dem Schlupferfolg auf Norderoog kaum erreichbar sein dürfte. Anders als in den anderen Kolonien,

wo meistens Teile der Kolonie eingezäunt wurden, sind auf Trischen die flüggen Jungvögel gezählt worden.



**Abbildung 6:** Verlustursachen und Überlebenswahrscheinlichkeit von Brandseeschwalben-Küken in den Jahren 2010 bis 2023. In Rot bis Grau sind Verluste auf Grund schlechter Kondition (aufgetrennt nach der Abschätzung aus den Konditionsdaten und nach der Zahl der Totfunde vor der Beringung), Landunter, Prädation und aviären Influenza aufgetragen, in Blau die Überlebenswahrscheinlichkeit. Die weißen Zahlen in den blauen Anteilen entsprechen der Anzahl flügger Küken pro Brutpaar.

## Ausblick

Im nächsten Jahr soll das Bruterfolgsmonitoring nach der gleichen Methode weitergeführt werden. Da auch die Größe der Küken zum Zeitpunkt der Beringung mit in die Berechnung des Bruterfolgs einfließt, sollten vergleichbare Anzahlen wie in den Vorjahren an beiden Beringungseinsätzen vermessen werden.

## Danksagung

Wir möchten uns beim Vogelwärterin Elisabeth Kirchoff für ihren außerordentlichen Einsatz auf Norderoog bedanken, ohne den das Bruterfolgsmonitoring nicht möglich gewesen wäre. Ein besonderer Dank gebührt Veit Hennig für die logistische Unterstützung. Wir danken ferner den Helfern Bernd Hälterlein, Veit Hennig und Florian Packmoor für ihre Unterstützung bei der Feldarbeit und Wilfried Knief für die Durchsicht des Manuskripts.

## Literatur

- Begon M, Mortimer M, Thompson DJ (1997) Populationsökologie. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg/Berlin/Oxford, Deutschland.
- Bregnballe T, Thorup O, Jensen PE, Nielsen RD, Pedersen KT, Laursen K (2015) Breeding success of oystercatcher, terns and gulls in the Danish Wadden Sea. Technical report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 60. Aarhus University, DCE.
- Gorke M (1990) Die Lachmöwe (*Larus ridibundus*) in Wattenmeer und Binnenland. Seevögel 11, Sonderheft 3.
- Hälterlein B, Fleet DM, Henneberg HR, Menneböck T, Rasmussen LM, Südbek P, Thorup O, Vogel R (1995) Anleitung zur Brutbestandserfassung von Küstenvögeln im Wattenmeerbereich. Wadden Sea Ecosystem No. 3. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Deutschland.
- Kempf N, Todt P, Hälterlein B, Eskildsen K (2000) Trischen — Perle im Nationalpark. Schriftenreihe des Nationalparks Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer 13.



- Klaassen M, Zwaan B, Heslenfeld P, Lucas P, Luijckx B (1992) Growth rate associated changes in the energy requirements of tern chicks. *Ardea* 80: 19–28.
- Knief U (2009) Norderoog und seine Brandseeschwalben (*Sterna sandvicensis*). *Seevögel* 30: 66–80.
- Knief U, Haupt M, Wolff S (2019) Bruterfolgsmonitoring an der Brandseeschwalbe auf Hallig Norderoog 2018. Berichte LKN, unveröffentlicht.
- Knief U, Bregnballe T, Alfarwi I, Ballmann M, Brenninkmeijer A, Bzoma S ... Courtens W (2023) Highly pathogenic avian influenza causes mass mortality in Sandwich tern (*Thalasseus sandvicensis*) breeding colonies across northwestern Europe. *bioRxiv*: 2023.05.12.540367.
- Koffijberg K, Dijkse L, Hälterlein B, Laursen K, Potel P, Südbeck P (2006) Breeding birds in the Wadden Sea in 2001 — Results of the total survey in 2001 and trends in numbers between 1991 and 2001. Wadden Sea Ecosystem No. 22. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Deutschland.
- Koffijberg K, Dijkse L, Hälterlein B, Laursen K, Potel P, Schrader S (2009): Breeding birds. Thematic Report No. 18. In: Marencic H & de Vlas J (eds): Quality Status Report 2009. Wadden Sea Ecosystem No. 26. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Deutschland.
- Koffijberg K, Schrader S, Hennig V (2011) Monitoring breeding success of coastal breeding birds in the Wadden Sea — Methodological guidelines and field work manual.
- Lin L (1989) A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics* 45: 255–268.
- Nehls HW (1999) *Sterna sandvicensis* Latham 1787 — Brandseeschwalbe. In: Glutz von Blotzheim UN & Bauer KM (eds): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Band 8. AULA-Verlag GmbH, Wiesbaden/Wiebelsheim, Deutschland, pp 864–911.
- Stienen EWM, van Beers PWM, Brenninkmeijer A, Habraken JPM, Raaijmakers MHJE, van Tienen PGM (2000) Reflections of a specialist: patterns in food provisioning and foraging conditions in sandwich terns *Sterna sandvicensis*. *Ardea* 88: 33–49.
- Stienen EWM, Brenninkmeijer A, Geschiere KE (2001) Living with gulls: the consequences for sandwich terns of breeding in association with black-headed gulls. *Waterbirds* 24: 68–82.
- Stienen EWM, Brenninkmeijer A (2002) Variation in growth in sandwich tern chicks *Sterna sandvicensis* and the consequences for pre- and post-fledging mortality. *Ibis* 144: 567–576.
- Stienen EWM (2006) Living with gulls — Trading off food and predation in the sandwich tern *Sterna sandvicensis*. Proefschrift, Groningen, Niederlande.
- Südbeck P, Andretzke H, Fischer S, Gedeon K, Schikore T, Schröder H, Sudfeldt C (2005) Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. Radolfzell, Deutschland.
- Thorup O, Koffijberg K (2016) Breeding success in the Wadden Sea 2009–2012 — A review. Ecosystem No. 36. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Deutschland.
- Veen J (1977) Functional and causal aspects of nest distribution in colonies of the sandwich tern. Proefschrift, Leiden, Niederlande.