

Prädatorenmonitoring auf den Halligen im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer

Zwischenbericht für das erste Projektjahr 2021

Benjamin Gnep, Jil Gagelmann, Sönke Breckling und Jan Sohler

WITH ENGLISH
SUMMARY

Schutzstation Wattenmeer
Hafenstraße 3
25813 Husum
☎ 04841 668530
✉ b.gnep@schutzstation-wattenmeer.de

Prädatorenmonitoring auf den Halligen im Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer

Zwischenbericht für das erste Projektjahr 2021

Benjamin Gnep, Jil Gagelmann, Sönke Breckling und Jan Sohler

Anschrift korrespondierender Autor:

Benjamin Gnep
Naturschutzgesellschaft Schutzstation Wattenmeer e.V.
Nationalparkhaus Husum
Hafenstraße 3
25813 Husum
☎ 04841 668530
✉ b.gnep@schutzstation-wattenmeer.de

Mit Förderung durch:

Ernst-Commentz-Stiftung
Deutsche Wildtier-Stiftung
Ornithologische Arbeitsgemeinschaft für Schleswig Holstein und Hamburg e.V.
Stiftung zum Schutze der bedrohten Tierwelt im Wattenmeer



Zusammenfassung

Dieser Bericht fasst die ersten Ergebnisse eines Projektes zum Prädationsmonitoring auf den von der Schutzstation Wattenmeer betreuten Halligen Hooge, Langeneß und Oland in kurzer Form zusammen. Das Projekt ist auf mindestens zwei Jahre ausgelegt und ein ausführlicher Bericht wird nach der zweiten Feldsaison im Jahr 2022 erarbeitet.

Die Halligen des nordfriesischen Wattenmeers gehören zu den wichtigsten Brutgebieten für Küstenvögel im Weltnaturerbe Wattenmeer und bieten Lebensraum für einen bedeutenden Anteil des gesamtdeutschen Brutbestandes mehrerer Küstenvogelarten. Auf den Halligen Hooge, Langeneß und Oland brüten alljährlich etwa 14.000 Paare Küstenvögel, darunter etwa ein Drittel aller deutschen Küstenseeschwalben sowie fast ein Fünftel aller deutschen Austernfischer. Für gewöhnlich ist der Bruterfolg auf den Halligen sehr gut und die Festlands- Populationen mehrerer Arten hängen direkt vom hohen Reproduktionserfolg auf den Halligen ab, da sie selbst kaum Bruterfolg erzielen. Eine Verschlechterung der Situation auf den Halligen wird sich daher auf das gesamte Wattenmeer auswirken.

Leider werden die Brutvogelbestände auf allen drei genannten Halligen durch eine zunehmende Zahl standortfremder Prädatoren existenziell bedroht. Seit der Erhöhung des Olanddammes, der von Dagebüll über Oland nach Langeneß führt, erreichen regelmäßig Füchse und andere Prädatoren Oland und haben auf der Hallig zu Verlusten von Gelegen und Küken sowie zu Bestandsrückgängen mehrerer Arten geführt. Etwas zeitverzögert hat eine ähnliche Entwicklung nun auch auf Hallig Langeneß eingesetzt. Gleichzeitig kommt es offenbar immer häufiger zu starken Vorkommen von Wanderratten auf den Halligen. Im Frühjahr 2019 kam es durch ein massenhaftes Auftreten von Ratten zu einem Totalausfall des Brutjahres auf Hallig Hooge. Ohne wirkungsvolle Gegenmaßnahmen droht in Folge dieser Entwicklung kurzfristig ein Einbruch der herausragenden Brutvogelbestände auf allen drei genannten Halligen. Es müssen daher dringend Maßnahmen zur Verringerung des Prädationsdrucks umgesetzt werden.

Als Grundlage für ein dauerhaftes Prädationsmanagement hat die Schutzstation Wattenmeer im Rahmen dieses Projektes daher ein systematisches Prädationsmonitoring entwickelt. Modellhaft wurde in dieser Studie der Einfluss von Nestprädatoren auf den Bruterfolg typischer Küstenvögel auf Hooge, Langeneß und Oland qualitativ und quantitativ untersucht. Von Anfang Mai bis Ende Juli 2021 wurde dazu das Schicksal von insgesamt 345 Gelegen mit Hilfe von Nestkameras überwacht. Im Fokus der Untersuchung standen Fluss- und Küstenseeschwalben, Austernfischer sowie Lachmöwen, aber auch einige andere Arten wurden in geringerem Umfang untersucht. Um im Speziellen das Vorkommen von Wanderratten näher zu erfassen, wurden synchron auf allen drei Halligen flächendeckend insgesamt 649 Fraßhölzer ausgebracht und nach zwei Wochen auf Bissspuren durch Wanderratten untersucht. Am Ende der Brutzeit wurde der Bruterfolg der Austernfischer durch zwei systematische Zählungen fast flügger Küken bestimmt.

Mit Hilfe der Nestkameras wurden zahlreiche Nestverluste durch Prädation nachgewiesen. Die mit großem Abstand bedeutendste Prädator-Art war die Wanderratte, die insgesamt 110 Nestverluste verursachte. Die Ergebnisse unterschieden sich jedoch deutlich zwischen den drei Halligen. Während auf Hallig Hooge massive Gelegeverluste durch Wanderratten beobachtet wurden ($n = 87$) und es in der Folge wie 2019 nahezu zu einem Totalausfall des Brutjahres kam, wurde auf Hallig Oland keine einzige Wanderratte nachgewiesen. Auf Langeneß wurden insgesamt 23 Nestverluste durch Wanderratten dokumentiert. Auffällig war hier, dass die Wanderratten erst in der zweiten Hälfte der Brutsaison zahlreich als Nestprädatoren auftraten. Während die Seeschwalben bei Anwesenheit einer Ratte das Nest sofort verließen, konnten Austernfischer in einigen Fällen ihr Nest verteidigen und die Wanderratte abwehren. Als Folge fiel im Vergleich zwischen den Arten auf Hooge der Schlupferfolg von Fluss- und Küstenseeschwalben mit nur 2 bzw. 3 % extrem niedrig aus, während Austernfischer einen etwas höheren Schlupferfolg von 30 % erreichten. Die Wanderratten prädierten nicht nur Eier, sondern in einigen Fällen auch sich im Nest befindende Küken. In mindestens 4 Fällen attackierten die Ratten auch den brütenden Altvogel. Einer dieser Angriffe endete vermutlich mit dem Tod des Altvogels.

Möwen spielten insgesamt nur eine untergeordnete Rolle als Nestprädatoren ($n = 18$ Nestverluste), Krähenvögel wurden gar nicht als Nestprädatoren festgestellt. Auf Oland wurde ein Steinmarder nachgewiesen, Nachweise von Fuchs oder Marderhund als Nestprädatoren gab es jedoch nicht, obwohl beide Arten sich zur Brutzeit

zweifelsfrei auf Langeneß und Oland aufhielten wie mehrere Spurenfunde belegten. Möglicherweise wichen die großen Säuger auf Mäuse als Nahrungsquelle aus, die im Frühjahr 2021 auffallend zahlreich auf Oland und Langeneß auftraten. Auch mit über 30 pro Hallig eingesetzten Nestkameras bleibt die Wahrscheinlichkeit einen räumlich nur lokal auftretenden Prädator nachzuweisen unter Umständen sehr gering. Das Fehlen von Nachweisen von Nestprädation durch Fuchs und Marderhund darf daher keinesfalls als Entwarnung fehlgedeutet werden.

Die mit Hilfe von Fraßhölzern ermittelte quantitative und räumliche Verteilung der Ratten bestätigte die Ergebnisse der Kameraaufzeichnungen. Auf Hooge lag der Anteil angenagter Hölzer bei 41 %, auf Langeneß bei 14 % und auf Oland bei 0 %. Im Vergleich dazu lag der Anteil Nestkameras mit Nachweisen von Wanderratten auf Hooge bei 70 %, auf Langeneß bei 37 % und auf Oland bei 0 %.

Der Bruterfolg der Austernfischer fiel auf Hooge und Langeneß extrem niedrig aus und verfehlte deutlich das als bestandserhaltend geltende Niveau. Nur auf Oland wurde ein guter Bruterfolg bei Austernfischern festgestellt. Auf Hooge wurden mit wenigen Ausnahmen fast keine flüggen Küken bei allen Arten festgestellt. Dies spricht dafür, dass die Wanderratten auch einen erheblichen Anteil der geschlüpften Küken prädiert haben.

Die Ergebnisse des ersten Projektjahres zeichnen ein besorgniserregendes Bild vom Erhaltungszustand der Halligen für die Brutvögel. Um die Halligen dauerhaft als Brutlebensraum zu erhalten, sind auf allen drei Halligen dringend Maßnahmen zur Verringerung des Prädationsdrucks erforderlich. Wir appellieren daher an die zuständigen Behörden Schleswig-Holsteins ihrer Verantwortung für den Erhalt der Brutvogelbestände nachzukommen. In der Verantwortung liegt zugleich eine besondere Chance, denn an keinem anderen Ort im Wattenmeer kann mit überschaubarem Aufwand so viel für den Brutvogelschutz erreicht werden wie auf den Halligen.

Wir schlagen vor, das in diesem Bericht beschriebene Gelegemonitoring auch über das zweite Projektjahr 2022 hinaus als dauerhaftes Frühwarnsystem und Erfolgskontrolle von Prädationsmanagementmaßnahmen auf den Halligen fortzusetzen. Anzustreben ist eine Kombination aus einer flächendeckenden und systematischen Spurensuche sowie dem großräumigen Einsatz von Nestkameras. Die derzeitig regulär stattfindenden Monitoringprogramme werden der Bedeutung der Halligen für die Brutvögel im Wattenmeer insbesondere auf Hallig Langeneß nicht gerecht.

English summary: The Halligen in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein belong to the most important breeding grounds for coastal breeding birds in the UNESCO World Heritage Wadden Sea. Situated within the Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer breeding bird populations on the Halligen benefit from a high protective status, extensive management of the saltmarshes, good feeding grounds and protection from most spring floods during the breeding season by summer dikes. However, unlike in the past, the predation pressure caused by introduced ground predators has significantly increased on many Halligen and poses an existential threat to their breeding bird populations.

In this report we summarize the results of the first field season within a two year project aimed to quantify the effect of nest predation on breeding birds on Hallig Hooge, Hallig Langeneß und Hallig Oland. Together these three Halligen approximately hold 14,000 breeding pairs of different coastal breeding bird species and e.g. account for 14 - 18% of the entire German Oystercatcher population and 33% of the entire German population of Arctic Tern. Our project aims to answer the following questions:

- Which predator species occur on the Halligen?
- How high is the effect of nest predation on breeding success?
- Does nest predation vary between years and different Halligen?
- Specifically: what is the impact of Norwegian rat on breeding success?

Using more than 100 trail cameras we monitored the fate of 345 clutches of different coastal breeding bird species. In addition, we monitored the occurrence of Norwegian rats by using 649 bite sticks which were placed every 125 m along a transect around each Hallig. At the end of the season we conducted two systematic counts of Oystercatcher chicks to determine the breeding success of this species.

Predation pressure varied strongly between the different Halligen with Norwegian rat being by far the most numerous nest predator. On Hallig Hooge we encountered 87 nest losses caused by rats. On Langeneß 23 nest losses caused by rats were recorded. Strikingly, on Langeneß nest predation by rats mainly occurred in the second half of the breeding season. On Hallig Oland no rat was recorded. Survival probability of clutches differed strongly between the three Halligen, mainly according to the difference in predation pressure caused by rats. While hatching success on Oland generally was very good for all species investigated, hatching success for Arctic and Common terns on Hallig Hooge was only 2 and 3% respectively. Contrary to terns, Oystercatchers were sometimes able to fend off predation attempts by rats and reached a slightly higher hatching success on Hooge. Breeding success of Oystercatcher on Hallig Hooge and Langeneß was extremely low suggesting that a significant share of chicks was killed by rats. Only on Oland a reasonable breeding success was reached.

Bite sticks showed a similar pattern concerning the differences in the abundance of rats. On Hooge 41% of all sticks showed traces of rats, on Langeneß bei 14% and on Oland 0%

We did not record Red Fox or Raccoon dog as nest predators although both species were present on Oland and Langeneß during the breeding season 2021. However, this result must not be interpreted as an all-clear signal. Our study design is well suited to investigate the effect of rather abundant and evenly spread predators, like for example gulls and rats. However, a single and spatially very limited predator may remain undetected due to the size of the Halligen and the large number of breeding pairs in comparison to the number of cameras available. Simulating the probability to record an unknown predator species given the number of cameras used and the number of breeding pairs showed that on Langeneß a predator that would predate 200 nests still had a chance of 50% to remain undetected. In addition very high numbers of mice were recorded on both Halligen in spring 2021, suggesting that large mammalian predators were able to feed on easily available food sources other than bird eggs. Experiences from previous years with known presence of predators suggest that the abundance of mice prevented a significantly worse breeding season.

Our study shows that the effect of Norwegian rats on breeding success can be devastating at least in years without winter floodings. Immediate action to reduce the number of rats on Hallig Hooge is crucial to maintain the significant status of Hooge as one of the best German breeding grounds for coastal breeding birds. Similarly, the ongoing establishment of large mammalian predators on Langeneß and Oland poses an existential threat to one of the largest breeding sites in the World Heritage Wadden Sea.

Parallel to predation management measures, an intensive nest monitoring scheme as presented in this report should be implemented in all years and on all Halligen. Such a scheme should function as an early warning indicator and tool to monitor the effectiveness of predation mitigation efforts.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	9
Hintergrund	9
Projektziel	10
Methoden	13
Geleitemonitoring	13
Kameratechnik	13
Auswertung Nestbilder	13
Schlupfwahrscheinlichkeit	15
Rattenmonitoring	15
Brutbestandserfassung	16
Bruterfolgsmonitoring	16
Auswertung	16
Ergebnisse	19
Stichprobe	19
Prädationsnachweise	19
Schlupfwahrscheinlichkeit	32
Rattenmonitoring	32
Brutbestände	37
Bruterfolgsmonitoring	37
Diskussion	40
Prädationseinfluss	40
Schlussfolgerungen	41
Ausblick	42
Danksagung	42
Literaturverzeichnis	44
Anhang	IV
Brutbestandskarten	IV
Weitere Beispiele Nestbilder	VII
Kameratechnik	XIII
Browning Dark Ops Pro XD	XIII
SecaCam Pro Plus	XIII
Moultrie M40i	XIV

Abbildungsverzeichnis

1	Austernfischer-Küken bei Beringung	11
2	Aufbau Nestkamera	14
3	Beispiel Fraßholz zum Nachweis von Wanderratten	16
4	Beispiel Nestbilder	17
5	Ergebniskarte Gelegemonitoring Hooge	21
6	Ergebniskarte Gelegemonitoring Langeneß	22
7	Ergebniskarte Gelegemonitoring Oland	23
8	Beispiel Nestprädation Wanderratte an Küstenseeschwalbe	24
9	Beispiel Nestprädation Wanderratte an Flusseeeschwalbe	25
10	Beispiel Nestprädation Wanderratte an Austernfischer	26
11	Beispiel Nestprädation Wanderratte an Sandregenpfeifer	27
12	Beispiele Wanderratten-Angriffe auf brütende Altvögel	28
13	Beispiele Wanderratten-Abwehr durch Austernfischer	29
14	Nachweis Steinmarder Hallig Oland	30
15	Ergebnisdiagramm Phänologie der Nestverluste durch Wanderratten	32
16	Ergebnisdiagramm Schlupfwahrscheinlichkeit	32
17	Ergebnisdiagramm Anteil angenagter Fraßhölzer	33
18	Ergebnisdiagramm tageszeitliches Auftreten von Wanderratten vor den Nestkameras.	33
19	Ergebniskarte Rattenmonitoring Hooge	34
20	Ergebniskarte Rattenmonitoring Langeneß	35
21	Ergebniskarte Rattenmonitoring Oland	36
22	Ergebnisdiagramm Entwicklung Brutbestände Seeschwalben Hooge	37
23	Ergebnisdiagramm Bruterfolg Austernfischer	37
24	Eischalen am Eingang eines Rattenbaus	43
25	Ergebniskarte Brutbestandserfassung Hooge	IV
26	Ergebniskarte Brutbestandserfassung Langeneß	V
27	Ergebniskarte Brutbestandserfassung Oland	VI
28	Beispiele Nestprädation Küstenseeschwalbe	VII
29	Beispiele Nestprädation Flusseeeschwalbe	VIII
30	Beispiele Nestprädation Austernfischer	IX
31	Beispiele für Nestprädation durch Möwen	X
32	Beispiele für Nestprädation durch Austernfischer	XI
33	Beispiele für erfolgreiche Gelege	XII
34	Nestkamera Browning Dark Ops Pro XD	XIII
35	Nestkamera SecaCam Pro Plus	XIII
36	Nestkamera Moultrie M40i	XIV

Tabellenverzeichnis

1	Brutbestände auf den untersuchten Halligen in Relation zum deutschen Bestand	10
2	Klassifizierung Nestschicksal	14
3	Klassifizierung Prädationsereignisse	14
4	Stichprobe untersuchter Nester	19
5	Gesamtübersicht über Stichprobe, Gelegeschicksale und Schlupfwahrscheinlichkeit	20
6	Übersicht nachgewiesener Nestprädatoren je nach untersuchter Vogelart	20
7	Übersicht Feststellungen Nestprädatoren je nach Hallig	31
8	Brutbestände auf den untersuchten Halligen im Jahr 2021	38
9	Nestkameraeinstellungen Browning Dark Ops Pro XD	XIII
10	Nestkameraeinstellungen SecaCam Pro Plus	XIII
11	Nestkameraeinstellungen Moultrie M40i	XIV

Einleitung



Einleitung

Hintergrund

Die Halligen des nordfriesischen Wattenmeeres gehören zu den wichtigsten Brutgebieten für Küstenvogel im Weltnaturerbe Wattenmeer. Trotz ihrer geringen Größe bieten sie Lebensraum für einen bedeutenden Anteil des gesamtdeutschen Brutbestandes mehrerer Küstenvogelarten (Maier et al., 2018). Allein auf den von der Schutzstation Wattenmeer betreuten Halligen Hooge, Langeneß und Oland brüten alljährlich etwa 14.000 Paare Küstenvogel. Darunter etwa ein Drittel aller deutschen Küstenseeschwalben, ein Fünftel aller deutschen Eiderenten sowie fast ein Fünftel aller deutschen Austernfischer (vgl. Gerlach et al., 2019). Eine Übersicht über die Bestände zeigt Tabelle 1. Besonders hervorzuheben ist der Bestand der Austernfischer auf den drei Halligen, der über 1 % des Weltbestandes umfasst. Für den Schutz dieser Art hat das Land Schleswig-Holstein eine besondere Verantwortung. Fast 4 % des Weltbestandes des Austernfischer brüten in Schleswig-Holstein, so viel wie bei keiner anderen Brutvogelart in diesem Bundesland (Cimiotti und Hötter, 2019).

Wattenmeerweit gehen die Bestände von fast zwei Dritteln der typischen Küstenvogelarten zurück (Koffijberg et al., 2020). Zu den Arten mit rückläufigen Beständen zählen auch die auf den Halligen anteilig besonders häufig brütenden Arten Austernfischer, Eiderente sowie Fluss- und Küstenseeschwalbe. Als Hauptursache für die wattenmeerweiten Bestandsrückgänge gilt ein zu geringer Reproduktionserfolg verursacht durch zunehmende Überflutungseignisse und einen stark zunehmenden Prädationsdruck (Thorup und Koffijberg, 2016). Maßnahmen zur Verringerung von Nestverlusten durch Bodenprädatoren gelten daher als entscheidend für einen Erhalt der Vogelbestände (Koffijberg et al., 2016). Die Austernfischer-Populationen auf den Halligen sind die einzigen im ganzen Wattenmeer, die regelmäßig einen hohen Bruterfolg erzielen, in vielen Festlandsgebieten liegt der Bruterfolg hingegen oft nahezu bei null (Thorup und Koffijberg, 2016). Die Bestände vie-

ler Gebiete hängen daher vermutlich maßgeblich vom hohen Reproduktionserfolg auf den Halligen ab.

Leider gefährden jedoch zunehmend standortfremde Prädatoren den Bruterfolg der Vögel auf allen drei genannten Halligen und damit mittelbar auch die Bestände im gesamten Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer. Seit der Erhöhung des Olanddammes in den Jahren 2006-2009, der von Dagebüll über Oland nach Langeneß führt, erreichen fast alljährlich Füchse *Vulpes vulpes* und andere Prädatoren wie Marderhund *Nyctereutes procyonoides* und Steinmarder *Martes foina* Hallig Oland und haben dort bereits zu erheblichen Verlusten von Gelegen und Küken sowie zu Bestandsrückgängen bei mehreren Arten geführt (Schiffler et al., 2018). Eine ähnliche Entwicklung zeichnet sich nun auch auf der wesentlich größeren Hallig Langeneß ab. Im Jahr 2019 wurde dort erstmals ein Fuchs zur Brutzeit nachgewiesen. Im Frühjahr 2021 wurde sogar ein Fuchsbau mit Welpen auf Langeneß festgestellt. Bodenbrütende Vogelarten sind gegenüber Raubsäugern sehr vulnerabel (Langgemach und Bellebaum, 2005). Die regelmäßige Anwesenheit zur Brutzeit oder gar dauerhafte Etablierung von Prädatoren auf Oland und Langeneß wird daher absehbar zu erheblichen Bestandsrückgängen der Brutvögel führen. Beispiele für ähnliche Entwicklungen in der Vergangenheit finden sich in unmittelbarer Nähe zum Olanddamm. Bereits auf der Insel Sylt und auf Hallig Nordstrandischmoor brachen in Folge der Anbindung an das Festland über Dämme die Bestände der Küstenvogel zusammen (Pfeifer, 2003).

Zusätzlich zu den Problemen durch den Olanddamm kam es in den vergangenen Jahren gehäuft zu Nestverlusten durch Wanderratten *Rattus norvegicus* auf den Inseln und Halligen im Wattenmeer Schleswig-Holsteins (Hennig und Probst, 2020). Auf Hallig Hooge kam es im Frühjahr 2019 in Folge eines massenhaften Auftretens von Wanderratten nahezu zu einem Totalausfall des Brutjahres (Probst, 2020). Offenbar treten Wanderratten besonders nach Winterhalbjahren mit fehlenden Landuntern mitunter massenhaft auf den Halligen auf.

Trotz der enormen Bedeutung der Halligen für die Brutvogelbestände des Wattenmeeres liegen über das Vorkommen von Prädatoren und ihren quantitativen Einfluss auf den Bruterfolg vergleichsweise wenige Daten vor. Insbesondere von der größten Hallig Langeneß fehlen systematische Untersuchungen. Angesichts der aktuellen Negativentwicklung ist die Etablierung eines dauerhaften Prädationsmonitoring-Programms daher dringend geboten. Die Schutzstation Wattenmeer möchte mit dem hier vorgestellten Projekt ihren Beitrag dazu leisten.

Projektziel

Im Rahmen dieses Projektes möchten wir die folgenden Fragestellungen beantworten:

- Welche Prädatoren treten auf den Halligen Hooge, Langeneß und Oland auf?

- Wie hoch ist der Anteil der durch Prädatoren verursachten Nestverluste?
- Unterscheidet sich der Prädationsdruck zwischen den Halligen und einzelnen Jahren?
- Im Speziellen: wie groß ist der Einfluss von Wanderratten?

Um diese Ziele zu erreichen, soll in mindestens zwei Untersuchungs Jahren eine große Zahl von Gelegen mit Hilfe von Kameras überwacht werden. Das Projekt startete im Frühjahr 2021 und soll 2022 auf gleiche Art und Weise fortgesetzt werden. So möchten wir nicht nur das Auftreten von Prädatoren zwischen den Halligen sondern auch zwischen den Jahren vergleichen.

Tabelle 1: Gemittelte Brutpaarzahlen ausgewählter Vogelarten von 2011-2016 auf den drei untersuchten Halligen in Relation zum gesamtdeutschen Brutbestand laut *Gerlach et al. (2019)*.

Vogelart	Hooge	Langeneß	Oland	Summe	deutschlandweit	Anteil
Küstenseeschwalbe	468	527	95	1.090	3.300	33 %
Mantelmöwe	7	18	0	25	100	25 %
Eiderente	199	113	2	314	1500	21 %
Austernfischer	1.126	2.295	355	3.776	21.000 -27.000	14 - 18 %
Zwergseeschwalbe	55	15	2	72	500	14 %
Mittelsäger	13	18	0	31	340	9 %
Flusseeeschwalbe	244	329	0	573	8.500 -9.000	6 - 7 %
Rotschenkel	113	378	126	617	8.500	7 %
Säbelschnäbler	39	81	36	156	3.600 -4.200	4 %
Sandregenpfeifer	13	22	3	38	850 - 950	4 %
Lachmöwe	1.202	3.017	441	4.660	115.000 -160.000	3 - 4 %
Löffler	0	1	10	11	850	1 %
...		
Gesamtbestand	4.160	8.680	1.391	14.231		



Abbildung 1: Ein fast flüggeliger Austernfischer-Küken während der Beringung auf Hallig Langeneß. Über ein Prozent des Weltbestandes dieser Art brütet auf den drei untersuchten Halligen. Für keine andere Brutvogelart hat das Land Schleswig-Holstein eine höhere Schutz-Verantwortung. Anders als die Artgenossen am Festland haben die auf den Halligen brütenden Austernfischer in der Regel einen überdurchschnittlich hohen Bruterfolg, der die Bestände in anderen Gebieten stabilisiert. Die Etablierung von Prädatoren auf den Halligen hat daher dramatische Konsequenzen für die Bestände des gesamten Wattenmeeres.

Methoden



Methoden

Gelegemonitoring

Mit Beginn der Brutzeit wurde intensiv nach brütenden Vögeln gesucht und Nestkameras wurden an den gefundenen Gelegen aufgestellt. Im Fokus der Untersuchung standen die Arten Austernfischer als flächendeckend verbreiteter Revierbrüter und Fluss- und Küstenseeschwalben als koloniebrütende Arten. Je nach Gegebenheiten vor Ort wurden jedoch auch weitere Arten in die Untersuchung mit aufgenommen. Jedes Gelege wurde mit einer einmaligen Nest ID versehen und Eizahl sowie der genaue Zeitpunkt des Kameraaufbaus wurden notiert. Auf das Vermessen der Eier zur Bestimmung des Schlupftages wurde verzichtet, um die Störung im Feld so kurz wie möglich zu halten und um keine olfaktorischen Spuren am Gelege zu hinterlassen. Die Nestkameras wurden mit einem Abstand von 250 cm zum Gelege aufgebaut und hingen etwa 50 cm hoch. Wenn möglich wurden die Kameras nach Norden ausgerichtet, um Gegenlicht auf den Aufnahmen zu vermeiden. In einigen Fällen wurde jedoch aus Datenschutzgründen davon abgewichen, wenn sonst öffentliche Wege im Blickfeld der Kamera gelegen hätten. Ein Beispiel für den Kameraaufbau zeigt Abb. 2. In Kolonien war es häufig möglich, zwei Nester mit einer Kamera zu überwachen. Dazu wurde in der Regel die Kamera so positioniert, dass sich das zweite Nest hinter dem ersten befand. Der Aufbau der Kamera dauerte jeweils nur wenige Minuten. Nach Verlassen des Feldes wurde aus ausreichender Entfernung das Nest beobachtet und die Rückkehr der Altvögel abgewartet.kehrte ein Vogel nicht innerhalb von 60 min auf das Nest zurück, wurde die Kamera wieder entfernt.

Kameratechnik

Die Nester wurden mit 60 Kameras vom Typ *Browning Dark Ops Pro XD*, 35 Kameras vom Typ *SecaCam Pro Plus* sowie 12 Kameras vom Typ *Moultrie M40i* überwacht. Die genauen Einstellungen für jedes Modell sind im Anhang dokumentiert (Tabellen 9-11). Alle

Kamera-Modelle werden automatisch durch Bewegung ausgelöst und haben einen für das menschliche Auge kaum sichtbaren Infrarotblitz, der auch Aufnahmen bei Dunkelheit erlaubt. Das Modell von *Browning* wies als einziges ein getrenntes Kamera-System für Tag- und Nachtaufnahmen auf, dadurch entfällt die Notwendigkeit bei Infrarot-Aufnahmen eine mechanischen Filter vor die Linse zu schieben. Dieser Filter verursacht bei vielen Kameras leise Geräusche, die von Säugetieren offenbar häufig wahrgenommen werden können und dadurch möglicherweise einen Einfluss auf die Prädatoren haben ([van der Velde et al., 2019, 2020](#)). Um anschaulichere Aufnahmen zu gewinnen, wurden auf Hallig Hooge an ausgewählten Nestern zwei Kameras vom Typ *Browning Recon Force 4K BTC-7-MK* im Videomodus eingesetzt. Diese Kameras haben einen deutlich sichtbaren Infrarotblitz und haben daher eine sehr gute Video-Qualität auch bei Nacht. Wir konnten keine Auswirkungen des sichtbaren Blitzes auf die auf Hooge vorkommenden Prädatoren feststellen. Daher gingen diese Nester in die Auswertung mit ein.

Die Kameras wurden auf 75 cm langen 2 x 2 cm Alu-Vierkantprofilen montiert, die 25 cm tief in den Erdboden gesteckt wurden. Zur besseren Tarnung der Kameras im Feld wurden die Kamera-Halterungen mit Tarnfarben lackiert.

Die Stromversorgung der Kameras erfolgte je nach Modell durch 6 oder 8 AA-Akkus vom Typ *Sanyo eneloop BK-3MCCE*, die im Abstand von etwa 10 Tagen gewechselt wurden. Die Bilder wurden auf SD-Speicherkarten vom Typ *SanDisk Ultra PLUS SDHC* mit 32 GB Speicherkapazität gespeichert, die in der Regel zeitgleich mit den Akkus gewechselt wurden.

Auswertung Nestbilder

Alle aufgenommenen Bilder wurden manuell ausgewertet und das Schicksal der Gelegen anhand der aufgezeichneten Bilder bestimmt. Die Klassifizierung der möglichen Nestschicksale wird in Tabelle 2 erläutert. In einigen Fällen ist ein kombiniertes Gelegeschick-

sal möglich. Zusätzlich wurde jede Feststellung eines potentiellen Prädators mit genauer Uhrzeit erfasst. Die Klassifizierung der Prädatorfeststellungen wird in Tabelle 3 erläutert. Auch Bilder, die nach dem Ende eines Geleges aufgenommen wurden, wurden in die Auswertung mit eingezogen.kehrte ein Prädator kurze Zeit nach der Teilprädation eines Geleges zurück, um weitere Eier zu prädiere, wurde das Ereignis nur einfach als Nestprädation gewertet. Lag zwischen den Prädationsereignissen jedoch eine Zeitspanne von mehr als einer Stunde wurden die Feststellungen entsprechend einzeln gewertet.

Tabelle 2: *Klassifizierung möglicher Nestschicksale, bei einigen Nestern wurde eine Kombination unterschiedlicher Schicksale festgestellt.*

Klassifizierung	Erläuterung
geschlüpft	mind. 1 Küken schlüpft, es wird keine Prädation festgestellt
teilweise prädiert	mind. 1 Ei wird prädiert, es schlüpft jedoch mind. 1 Küken
prädiert	mind. 1 Ei wird prädiert und das Gelege wird danach nicht weiter bebrütet, Einzelfälle in denen bereits Küken geschlüpft waren, aber das Nest vor dem Schlupf der verbliebenen Eier prädiert wurde, wurden auch als prädiert gewertet
aufgegeben	das Gelege wird vor Schlupf der Küken verlassen, es wird keine Prädation festgestellt
überspült	das Gelege wird während eines Hochwasser überflutet
überfahren	das Gelege wird im Rahmen landwirtschaftlicher Nutzung zerstört
unbekannt	in diesem Fall wurde das Gelege nicht bis zum Ende beobachtet, da Akku- oder Speicherkartenkapazität erschöpft waren, die Kamera wegen Aufnahme von Beweidung abgebaut werden musste oder das Nest wegen Vegetationsaufwuchses nicht mehr sichtbar war

Tabelle 3: *Klassifizierung Prädationsereignisse*

Klassifizierung	Erläuterung
Teilprädation	mind. 1 Ei wird prädiert, das Gelege wird aber noch weiter bebrütet
Nestprädation	mind. 1 Ei wird prädiert, das Gelege wird nicht weiter bebrütet
Versuch Nestprädation	ein Prädator versucht erfolglos ein Gelege zu prädiere, wird aber vom Altvogel daran gehindert
Kükenprädation	es wird mind. 1 Küken prädiert
Anwesenheit	ein Prädator wird in unmittelbarer Nestumgebung festgestellt, es wird aber kein gezielter Versuch unternommen das Gelege zu prädiere / das Gelege ist bereits nicht mehr aktiv

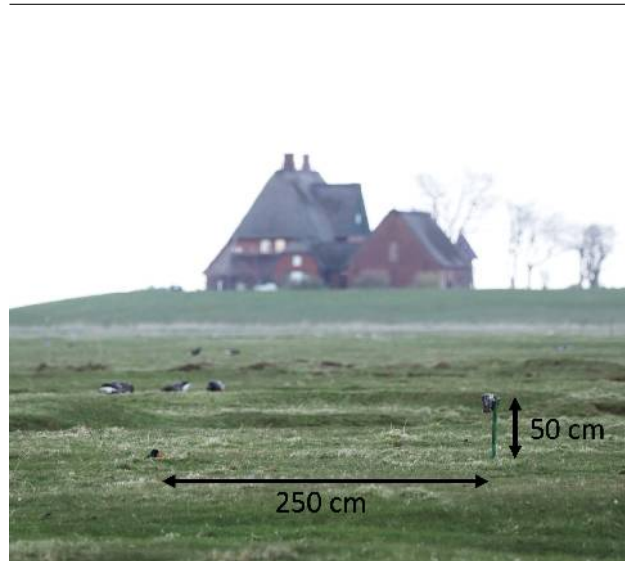


Abbildung 2: *Exemplarisches Beispiel für den Aufbau der Nestkamera an einem Austernfischer-Gelege auf Hallig Hooge. Die Kamera steht 250 cm entfernt vom Gelege und ist etwa 50 cm hoch angebracht.*

Schlupfwahrscheinlichkeit

Die Schlupfwahrscheinlichkeit der Gelege P als Maß für den Schlupferfolg wurde für die untersuchten Arten nach der Methode von [Mayfield \(1975\)](#) berechnet. Diese Methode berücksichtigt die jeweils unterschiedliche Expositionszeit der Nester und ist daher eine bessere Angabe über den Schlupferfolg als der prozentuale Anteil erfolgreicher Nester. Eine Annahme des Modells ist jedoch, dass die Verlustwahrscheinlichkeit unabhängig vom Bebrütungszeitpunkt und im Laufe der Saison konstant bleibt, was in der Realität vermutlich nicht der Fall ist. Im Abschlussbericht soll die Schlupfwahrscheinlichkeit daher mit Wahrscheinlichkeitsmodellen im Programm *RMark* bestimmt werden, die Abweichungen von dieser Annahme erlauben.

Die Formel von [Mayfield \(1975\)](#) lautet:

$$P = dsr^t \quad (1)$$

Dabei ist dsr die tägliche Überlebenswahrscheinlichkeit und t die durchschnittliche Bebrütungsdauer der Art. Als Bebrütungsdauer wurden für Austernfischer 31, für Zwergseeschwalbe 22, Fluss- und Küstenseeschwalben 25, Lachmöwe 26, Sandregenpfeifer 30 sowie für Säbelschnäbler 25 Tage angenommen (basierend auf Angaben in [Glutz von Blotzheim et al., 1966](#); [Bezzel et al., 2005](#), sowie Erfahrungswerten von Dominic Cimiotti und Veit Hennig (mündlich)). Die dsr berechnet sich wie folgt:

$$dsr = 1 - \left(\frac{N_{Nestverluste}}{N_{Nesttage}} \right) \quad (2)$$

Als verloren wurden alle Nester mit Schicksal prädiert, aufgegeben, überspült und überfahren gewertet. Die Expositionszeit wurde auf die Minute genau bestimmt vom Zeitpunkt des Kameraaufbaus bis zum Ende des Geleges. Die Varianz der täglichen Überlebensrate wurde nach [Johnson \(1979\)](#) berechnet:

$$var(dsr) = \frac{(N_{Nesttage} - N_{Nestverluste}) * N_{Nestverluste}}{(N_{Nesttage})^3} \quad (3)$$

Für das 95 % Konfidenzintervall der dsr gilt dann:

$$dsr \pm 1,96 \left(\sqrt{var(dsr)} \right) \quad (4)$$

Das Konfidenzintervall für die Schlupfwahrscheinlichkeit P wurde dann durch Potenzierung mit der Bebrütungszeit t berechnet.

Rattenmonitoring

Auf allen drei Halligen wurden Anfang Juni flächendeckend Fraßhölzer zum indirekten Nachweis von Ratten durch Fraßspuren ausgebracht. Diese Methode wurde auf Hallig Hooge bereits von [Probst \(2020\)](#) getestet und hat sich als geeignet erwiesen. Zur Bestimmung der Probepunkte wurden das gesamte Wegenetz sowie ausgewählte Abschnitte der Vorlandsflächen der Halligen in *QGIS* als Linien-Shape digitalisiert. Auf diesem Transekt wurde anschließend mit dem Plugin-Tool *QChainage* alle 125 m eine Probepunkt bestimmt. Insgesamt ergaben sich so 649 Probepunkte (189 Hooge, 331 Langeneß und 129 Oland). Die Hölzer hatten eine Dimension von etwa 2 x 2 x 5 cm und wurden mit einer 5 mm Bohrung versehen. Vor Ausbringung wurden die Hölzer etwa 48 h in Erdnuss-Öl getränkt und nahmen dadurch einen intensiven Erdnuss-Geruch an. An den vorab bestimmten Punkten wurden die Hölzer mit einem 40 cm langen Holzspieß im Boden verankert. Zur besseren Wiederauffindbarkeit der Hölzer im Gelände wurden die oberen 5 cm vorab mit blauer Farbe angemalt. Ein Beispiel für ein Fraßholz im Feld zeigt [Abb. 3](#). Die Hölzer wurden vom 2. - 4. Juni 2021 ausgebracht und jeweils 13 Tage später eingesammelt und auf Fraßspuren kontrolliert.



Abbildung 3: Exemplarisches Beispiel für ein Rattenfraßholz im Feld.

wählte Methode jedoch wahrscheinlich den wahren Bruterfolg. Zum Vergleich der Halligen untereinander und zum Vergleich des Bruterfolges in einzelnen Jahren scheint die Methode jedoch gut geeignet.

Auswertung

Sämtliche Berechnungen erfolgten in *R* 4.0.3 ([R Development Core Team, 2020](#)) mit den Paketen *sf* ([Pebesma, 2018](#)) und *dplyr* ([Wickham et al., 2020](#)). Die Ergebniskarten wurden im Programm *QGIS* gezeichnet.

Brutbestandserfassung

Auf allen drei Halligen wurden die Brutbestände aller Küstenvogelarten nach der Methode von [Hälterlein et al. \(1995\)](#) erfasst.

Bruterfolgsmonitoring

Der Bruterfolg der Austernfischer wurde gemäß Methode O nach [Koffijberg et al. \(2001\)](#) ermittelt. Dazu wurde an zwei Terminen jeweils Anfang und Mitte Juli die Anzahl von Austernfischer-Küken je nach Altersklasse nach [Khil \(2010\)](#) auf allen drei Halligen gezählt. Der Bruterfolg errechnet sich durch die Summe in beiden Durchgängen festgestellter fast flügger Küken geteilt durch den Brutbestand der Art und wird als Anzahl flügger Küken pro Brutpaar angegeben. Mit Ausnahme der Vorländer wurde diese Untersuchung jeweils auf der gesamten Halligfläche durchgeführt. Austernfischer eignen sich besonders für diese Methode, da sie auf allen drei Halligen flächendeckend sehr häufig sind, die Küken meist im Revier der Altvögel verbleiben und ab einer gewissen Größe im Feld gut sichtbar sind. Aufgrund der Flächengröße und des Vegetationsaufwuchses unterschätzt die ge-

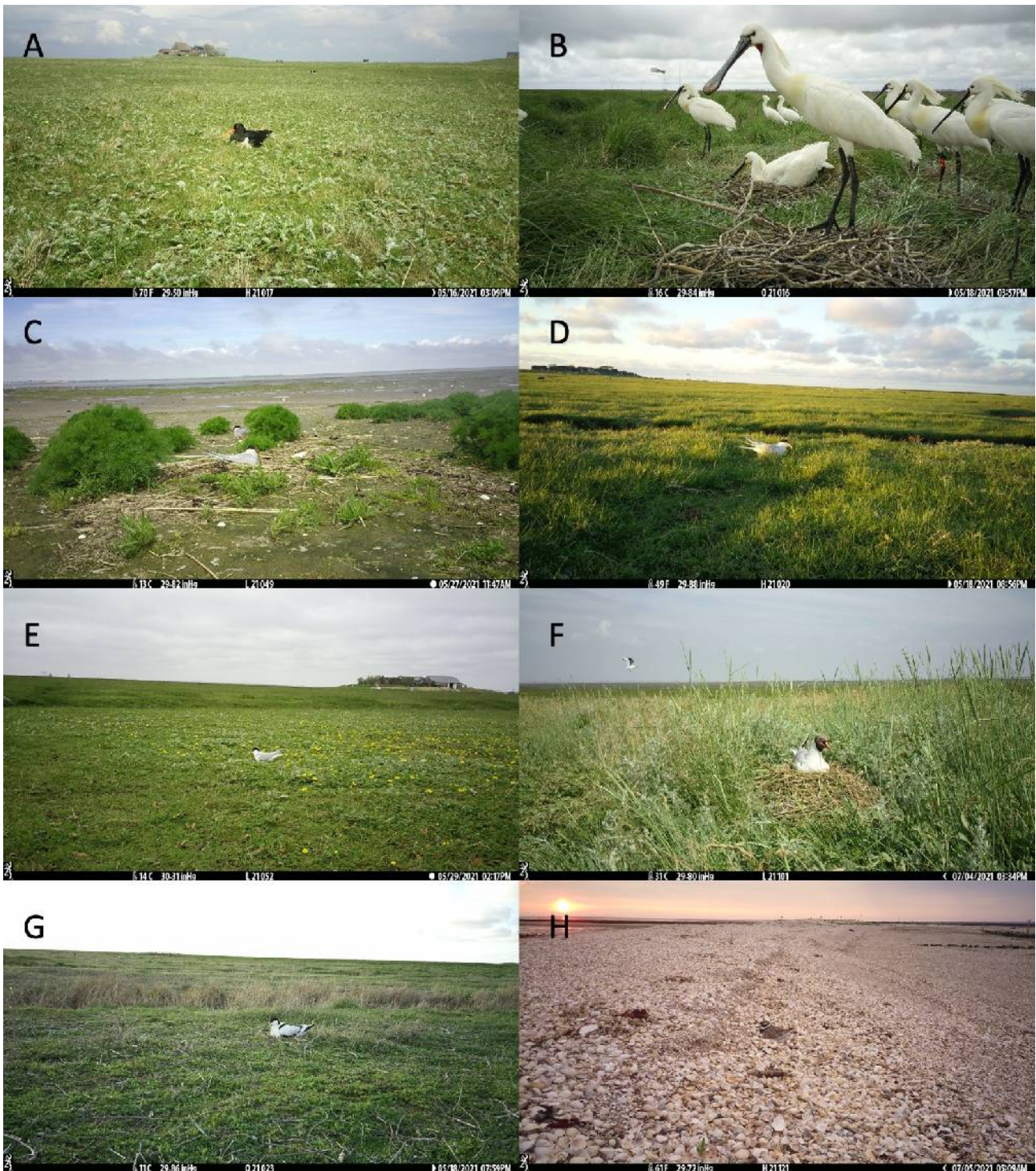


Abbildung 4: Exemplarische Beispiele für Bilder der Nestkameras an unterschiedlichen Vogelarten. Die Nest ID und der Zeitstempel befindet sich in der Infoleiste auf jedem Bild. A: Austernfischer, B: Löffler, C: Küstenseeschwalbe, D: Flusseeeschwalbe, E: Zwergseeschwalbe, F: Lachmöwe, G: Süßelschnäbler, H: Sandregenpfeifer.

Ergebnisse



Ergebnisse

Stichprobe

Im Frühjahr 2021 wurden insgesamt 345 Nester mit Hilfe einer Nestkamera überwacht, die Stichprobe je Hallig zeigt Tabelle 4. Eine detaillierte Übersicht über die Anzahl Nester je Art und Hallig zeigt Tabelle 5. Eine Kartenübersicht über die Lage der untersuchten Nester auf den drei Halligen und die festgestellten Prädatoren zeigen die Abbildungen 5 - 7. Insgesamt wurden über 4 Millionen Nestbilder aufgenommen und ausgewertet.

Tabelle 4: Stichprobe untersuchter Nester je Hallig.

Hallige	Anzahl Nester 2021
Hooge	158
Langeneß	115
Oland	72
Gesamt Σ	345

Prädationsnachweise

Im Rahmen der Untersuchung wurden im Frühjahr 2021 insgesamt 168 einzelne Prädationsereignisse und 145 Nestverluste durch Prädation festgestellt. In 92 % der Ereignisse konnte der Nestprädatör mit Hilfe der Kamera-Bilder identifiziert werden. Eine Auflistung aller Feststellungen von Nestprädatoren zeigt Tabelle 7. Eine Aufschlüsselung der Nestverluste je nach Vogelart zeigt Tabelle 6. Die mit großem Abstand meisten Nestverluste wurden durch Wanderratten (n = 110) verursacht, wenn auch mit sehr großen Unterschieden zwischen den Halligen (Hooge n = 87, Langeneß n = 23, Oland n = 0). Eine Auswahl an Nestbildern, die die Prädation durch Wanderratten belegen, zeigen die Abbildungen 8 - 11. Weitere Belegbilder sind im Anhang hinterlegt. Ein Großteil der Nestverluste und Prädationsereignisse mit unbekanntem Prädatör geht vermutlich ebenfalls auf Wanderratten zurück. Durch den hohen Vegetationsaufwuchs konnten diese nicht immer auf den Bildern erkannt werden, Auslösezeitpunkt der Kameras sowie das Verhalten

der Altvogel deuteten jedoch oft auf die Anwesenheit einer Ratte am Nest. Eine graphische Übersicht über die Nestverluste durch Wanderratten im Laufe der Untersuchung zeigt Abb. 15. Auffallend ist, dass auf Langeneß Wanderratten erst spät zahlreich als Nestprädatoren auftraten, während auf Hooge der Prädationsdruck durch Wanderratten von Beginn an hoch war. In der Regel prädierten die Wanderratten jeweils ein Ei, das sie zwischen die Zähne geklemmt forttragen, und kehrten mehrfach innerhalb kurzer Zeit ans Nest zurück bis alle Eier prädiert waren. In einigen Fällen wurden die Nester jedoch erst deutlich später endgültig prädiert oder nicht erneut aufgesucht. Während Seeschwalben bei Anwesenheit einer Ratte das Nest sofort verließen, konnten Austernfischer in einigen Fällen ihr Nest verteidigen und die Wanderratte abwehren (siehe Beispiel in Abb. 13). In mindestens 4 Fällen attackierten die Ratten auch den brütenden Altvogel (siehe Belegbeispiele in Abb. 12). Einer dieser Angriffe endete vermutlich mit dem Tod des Altvogels.

Möwen spielten nur eine untergeordnete Rolle als Nestprädatoren (Nestverluste durch Möwen n = 18). Einige Beispielbelege sind in Abb. 31 zusammengefasst. Krähenvögel wurden nur zwei Mal in der Nähe von Nestern dokumentiert und prädierten kein einziges Gelege. Auf Hallig Oland prädierte ein Steinmarder vermutlich ein Austernfischer-Gelege nach dem Schlupf der Küken (siehe Abb. 14), Feststellungen von Fuchs oder Marderhund gab es auf den Nestkameras jedoch nicht. Insgesamt vier Gelege wurden von Austernfischern prädiert, in allen Fällen handelte es sich hierbei um die Gelege von Seeschwalben (siehe Beleg in Abb. 32). Über das Schicksal der Küken nach dem Schlupf können keine verlässlichen Aussagen getroffen werden. In aller Regel verlassen Austernfischer kurz nach Schlupf das Nest und kehren nicht mehr zurück. Seeschwalben-Küken blieben jedoch oft noch einige Tage im Erfassungsfeld der Nestkameras. In insgesamt acht Fällen wurde die Prädation von Küken durch die Nestkameras dokumentiert (Wanderratte n = 4, Möwe n = 4).

Tabelle 5: Gesamtübersicht über die untersuchte Stichprobe je nach Vogelart, die Gelegeschicksale, die tägliche Überlebensrate dsr sowie die Schlupfwahrscheinlichkeit P mit 95 % Konfidenzintervall.

Vogelart	Hallig	Nester	Nesttage	Verluste	prädiert	teilprädiert	geschlüpft	überspült	überfahren	aufgegeben	unbekannt	dsr	P (95 % KI)
Austernfischer	Hooge	57	779	30	29	1	21	1	0	0	5	0.9615	0.31 (0.2 - 0.47)
Austernfischer	Langeness	49	777	14	10	2	21	0	1	3	12	0.98198	0.58 (0.43 - 0.77)
Austernfischer	Oland	24	359	2	0	0	14	0	0	2	8	0.99443	0.85 (0.67 - 1)
Küstenseeschwalbe	Hooge	61	336	47	46	0	13	1	0	0	1	0.86022	0.02 (0.01 - 0.07)
Küstenseeschwalbe	Langeness	22	238	11	10	0	5	0	0	1	6	0.9538	0.31 (0.15 - 0.61)
Küstenseeschwalbe	Oland	14	207	3	1	1	7	0	0	2	3	0.98553	0.69 (0.46 - 1)
Flusseeeschwalbe	Hooge	36	222	30	30	0	6	0	0	0	0	0.86509	0.03 (0.01 - 0.09)
Flusseeeschwalbe	Langeness	24	415	6	6	0	9	0	0	0	8	0.98555	0.69 (0.52 - 0.93)
Lachmöwe	Langeness	12	91	4	3	0	4	0	0	1	4	0.95599	0.31 (0.1 - 0.95)
Lachmöwe	Oland	16	247	3	3	0	9	0	0	0	4	0.98787	0.73 (0.51 - 1)
Sturmmöwe	Langeness	4	28	3	1	0	1	0	0	2	0	0.89095	0.05 (0 - 1)
Sturmmöwe	Oland	5	133	0	0	0	5	0	0	0	0	1	1 (1 - 1)
Säbelschnäbler	Oland	6	98	0	0	0	6	0	0	0	0	1	1 (1 - 1)
Sandregenpfeifer	Hooge	2	36	1	1	0	1	0	0	0	0	0.97254	0.43 (0.08 - 1)
Sandregenpfeifer	Langeness	3	29	2	2	0	1	0	0	0	0	0.93007	0.11 (0 - 1)
Zwergseeschwalbe	Hooge	2	34	1	1	0	1	0	0	0	0	0.9707	0.52 (0.14 - 1)
Zwergseeschwalbe	Langeness	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0.50634	0 (0 - 1)
Löffler	Oland	6	78	2	1	1	2	0	0	1	1	0.97427	0.46 (0.15 - 1)
Silbermöwe	Oland	1	30	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1 (1 - 1)

Tabelle 6: Übersicht über das Auftreten nachgewiesener Nestprädatoren je nach untersuchter Vogelart. Die Liste umfasst sowohl vollständige Nestprädationen als auch Teilprädationen von einzelnen Eiern.

Prädatoren	Austernfischer	Küstenseeschwalbe	Flusseeeschwalbe	Zwergseeschwalbe	Sandregenpfeifer	Sturmmöwe	Lachmöwe	Löffler	Summe
Wanderratte	35	54	33	1	1	0	2	0	127
unbekannt	7	3	2	0	0	1	0	0	13
Silbermöwe	3	0	0	0	0	0	5	2	10
Sturmmöwe	4	0	0	1	2	0	1	0	8
Austernfischer	0	3	1	0	0	0	0	0	4
Lachmöwe	0	2	2	0	0	0	0	0	4
Heringsmöwe	0	0	1	0	0	0	0	0	1

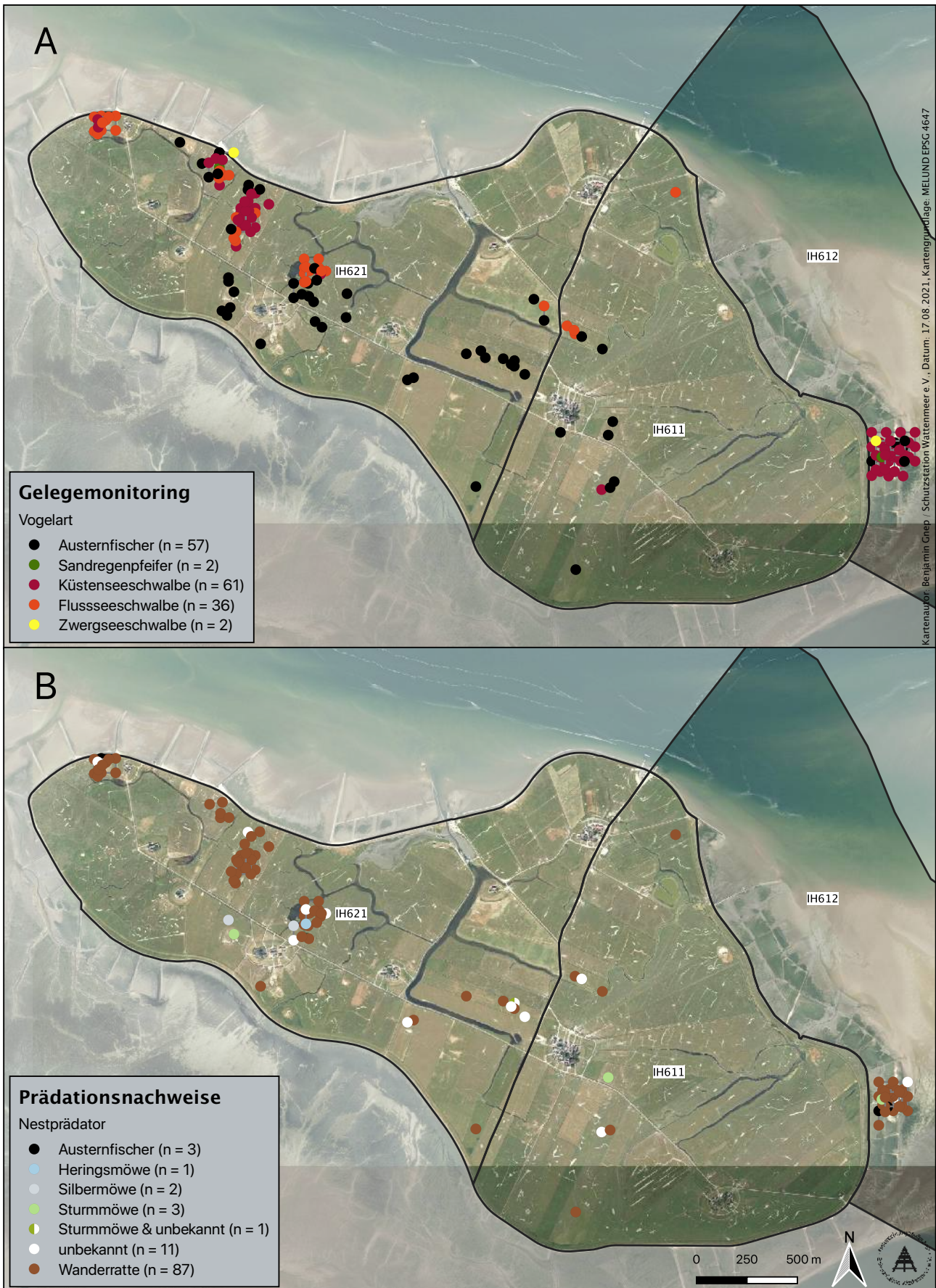


Abbildung 5: A: Verteilung der untersuchten Nester auf Hallig Hooge Frühjahr 2021. B: Nachweise von Nestprädation auf Hallig Hooge Frühjahr 2021. Auch Teilverluste werden aufgeführt. Zur besseren Erkennbarkeit werden überlappende Punktdaten leicht verschoben angezeigt.

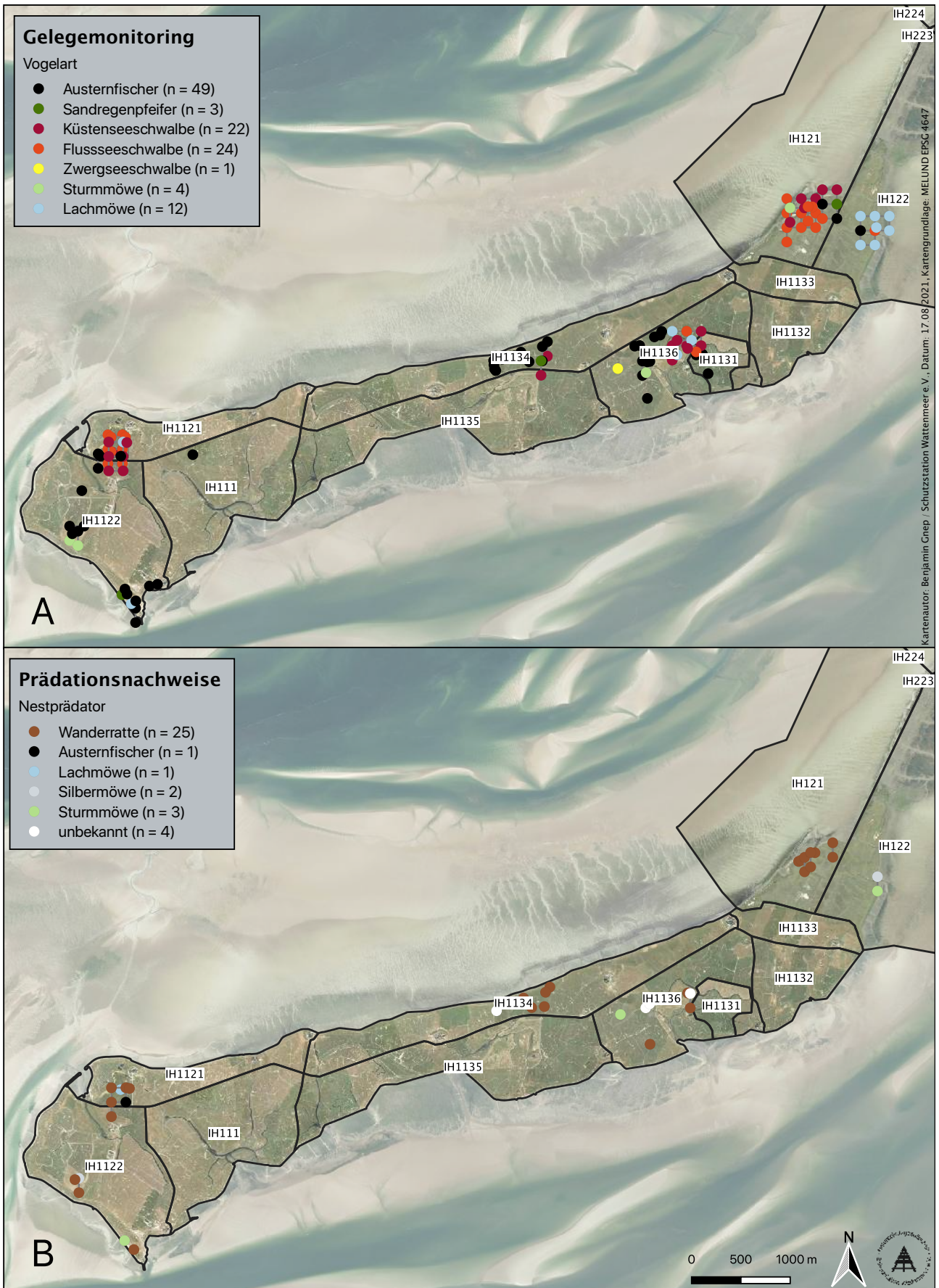


Abbildung 6: A: Verteilung der untersuchten Nester auf Hallig Langeneß Frühjahr 2021. B: Nachweise von Nestprädation auf Hallig Langeneß Frühjahr 2021. Auch Teilverluste werden aufgeführt. Zur besseren Erkennbarkeit werden überlappende Punktdaten leicht verschoben angezeigt.

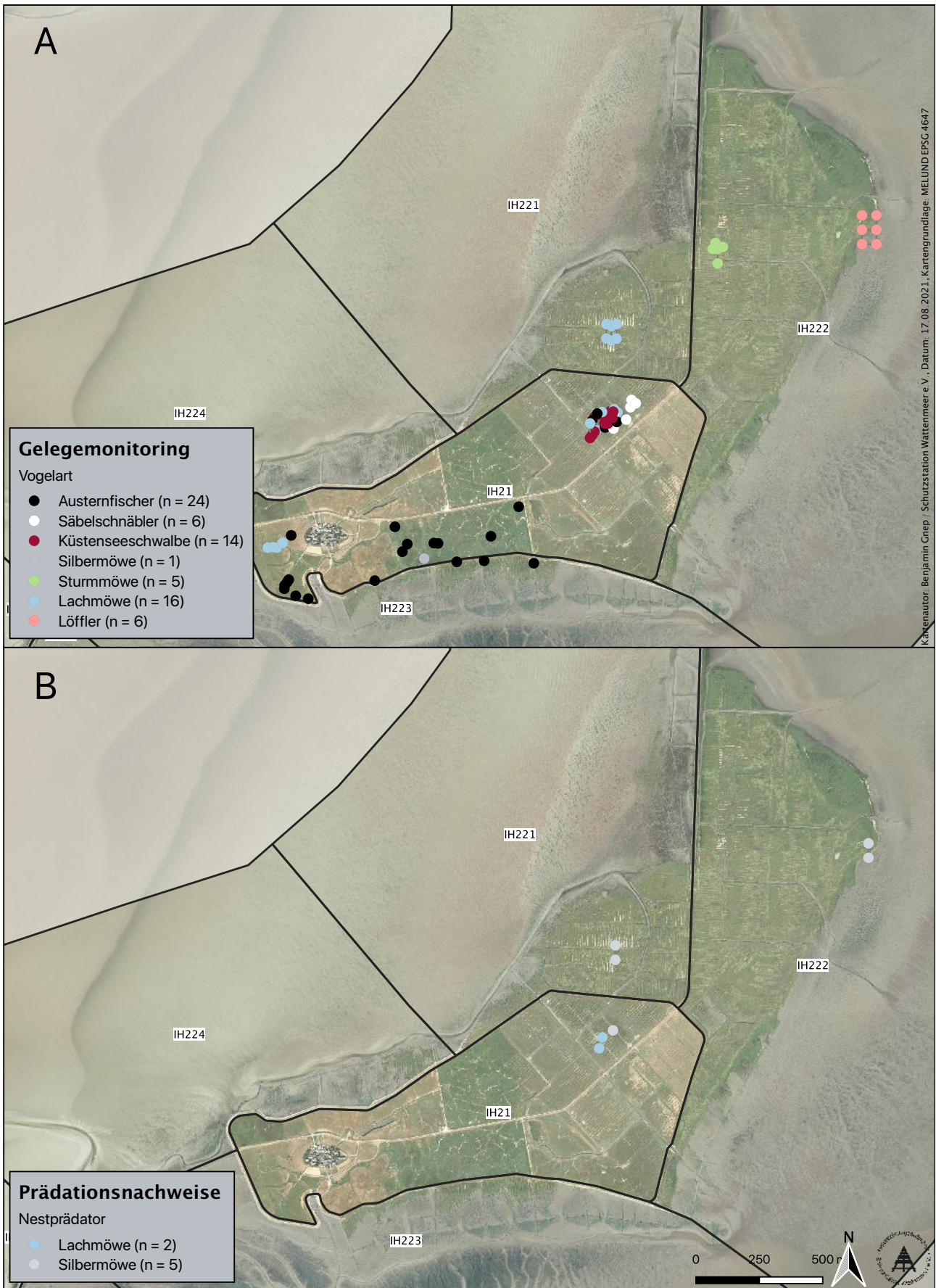


Abbildung 7: A: Verteilung der untersuchten Nester auf Hallig Oland Frühjahr 2021. B: Nachweise von Nestprädation auf Hallig Oland Frühjahr 2021. Auch Teilverluste werden aufgeführt. Zur besseren Erkennbarkeit werden überlappende Punktdaten leicht verschoben angezeigt.



Abbildung 8: Exemplarischer Beleg für Nestprädation durch Wanderratte an einem Küstenseeschwalben-Gelege auf Hallig Hooge. Diese Bildserie besteht aus Standbildern einer Videoaufnahme. Die zusammengeschnittene Sequenz der entsprechenden Videos kann online unter diesem Link abgerufen werden: [Video Nestprädation Küstenseeschwalbe](#).

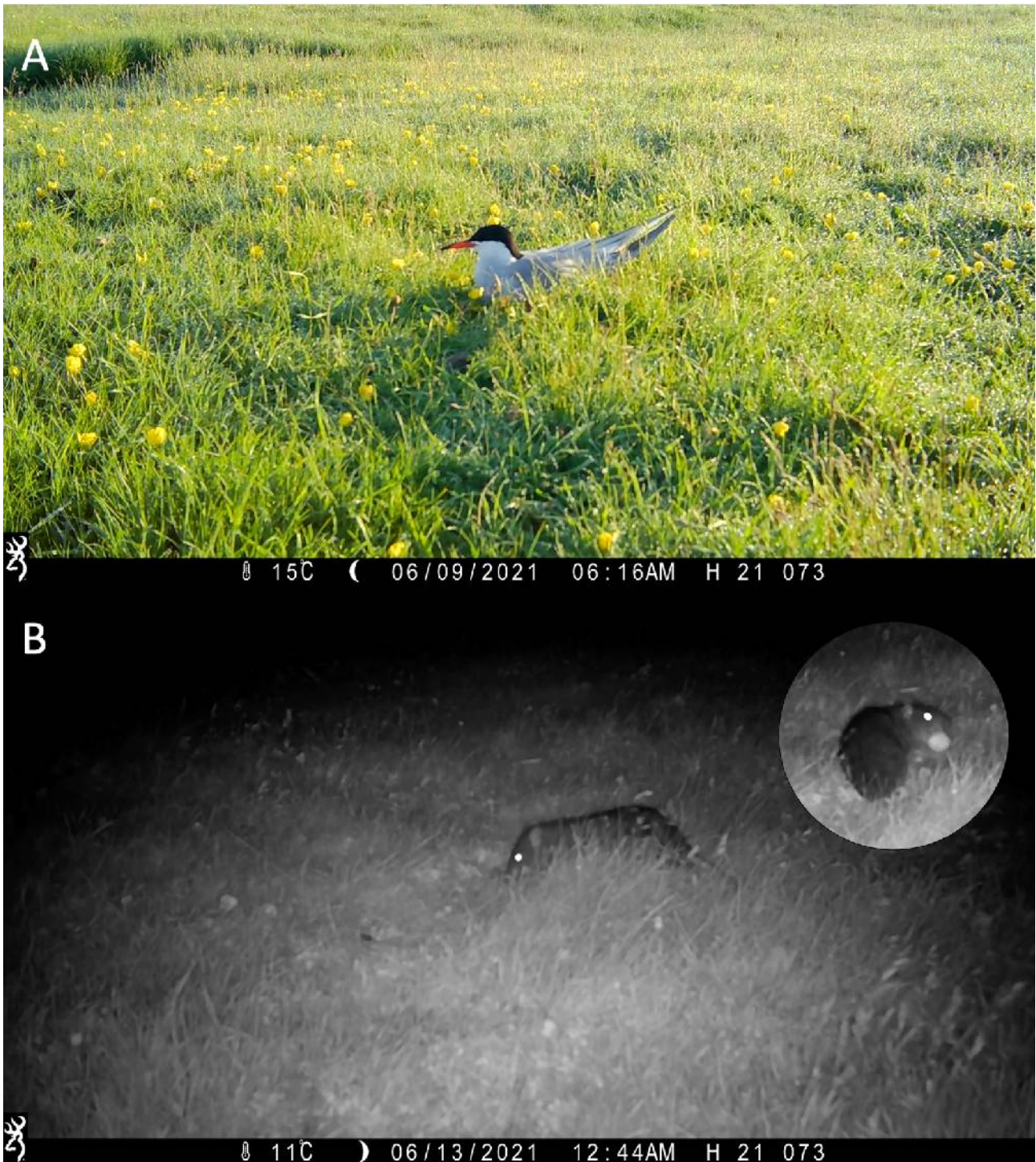


Abbildung 9: Exemplarischer Beleg für Nestprädation durch Wanderratte an einem Flusseeschwalben-Gelege auf Hallig Hooge. Diese Bildserie besteht aus Standbildern einer Videoaufnahme. Die zusammengeschnittene Sequenz der entsprechenden Videos kann online unter diesem Link abgerufen werden: [Video Nestprädation Flusseeschwalbe](#).



Abbildung 10: Exemplarischer Beleg für Nestprädation durch Wanderratte an einem Austernfischer-Gelege auf Hallig Langeneß.



Abbildung 11: Exemplarischer Beleg für Nestprädation durch Wanderratte an einem Sandregenpfeifer-Gelege auf Hallig Langeneß.

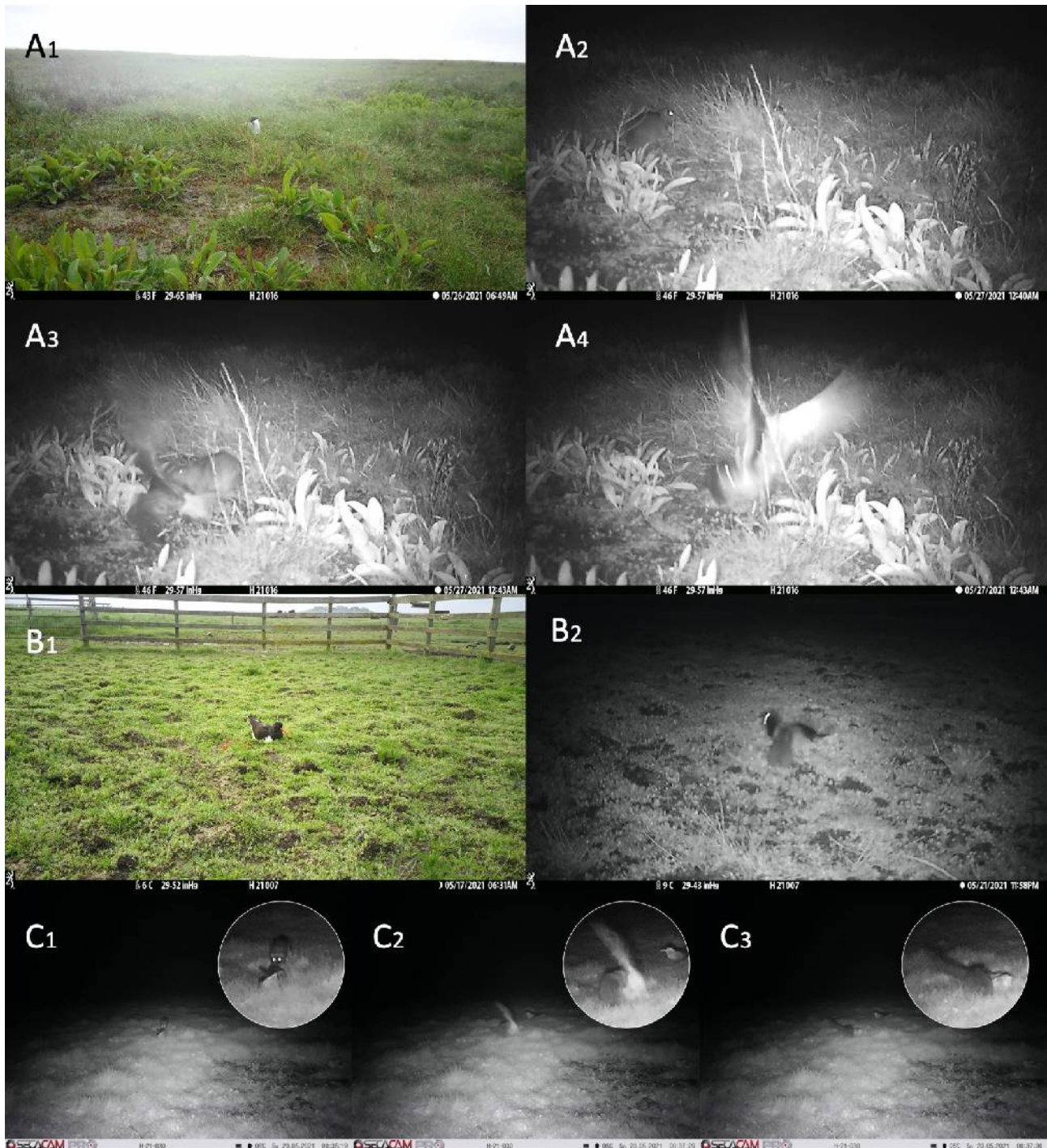


Abbildung 12: Beispiele von Wanderratten-Angriffen auf den brütenden Altvogel. Bildserie A zeigt das Gelege einer Flusseeeschwalbe auf Hallig Hooge, Bildserie B zeigt den Angriff auf einen Austernfischer auf Hallig Hooge, Bildserie C zeigt den Angriff auf eine Flusseeeschwalbe auf Hallig Hooge.



Abbildung 13: Beispiele von Abwehrverhalten durch Austernfischer bei sich in Nestnähe befindenden Wanderratten. Die Bilder A und B zeigen das gleiche Nest auf Hallig Hooge zu unterschiedlichen Zeitpunkten, alle anderen Bilder stammen von unterschiedlichen Nestern. In den hier dargestellten Fällen verlief die Abwehrreaktion der Austernfischer erfolgreich und es kam zu keiner Nestprädation.

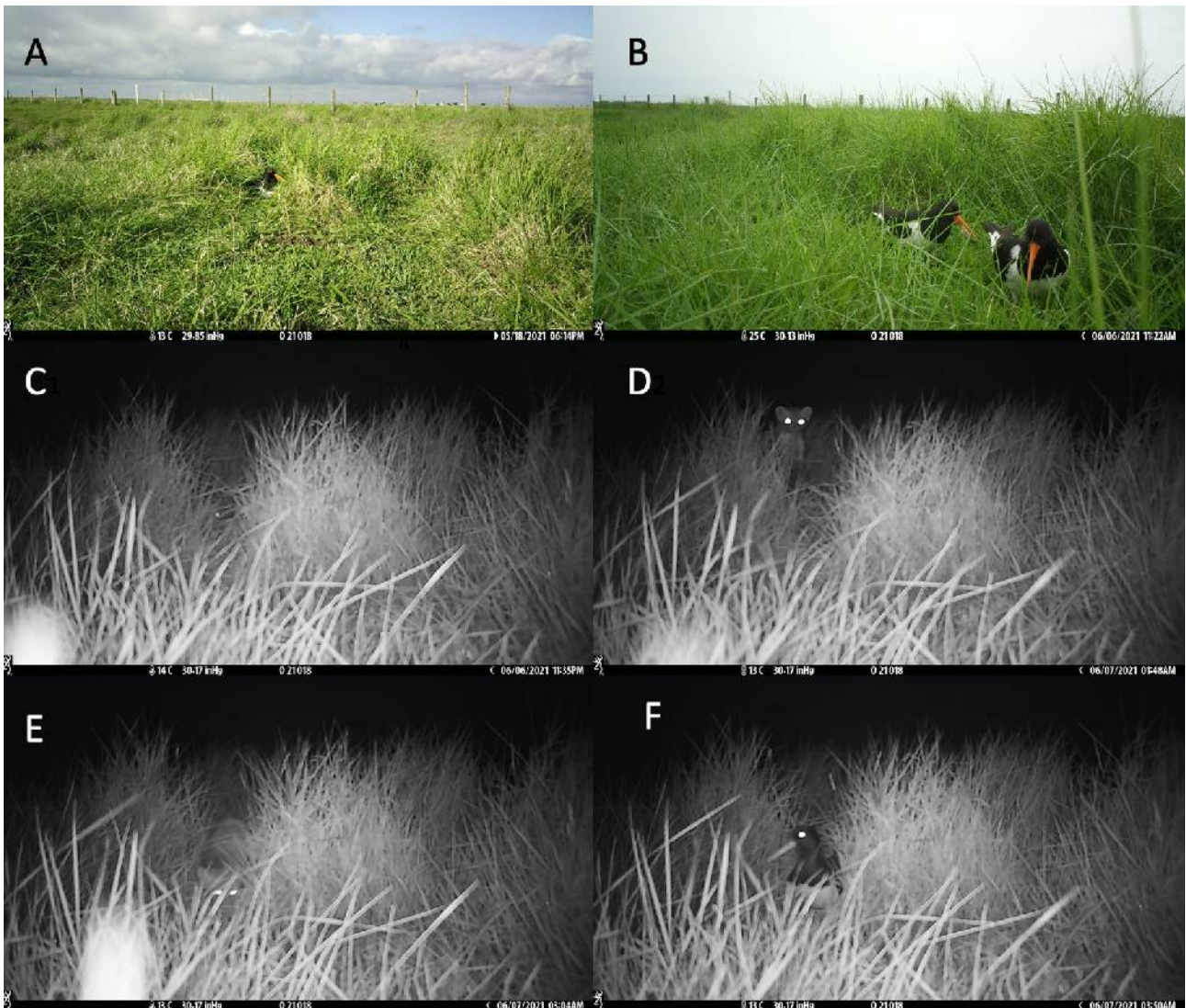


Abbildung 14: Nachweis eines Steinmarders an einem Austernfischer-Gelege auf Hallig Oland. Durch den hohen Vegetationsaufwuchs ist der genaue Vorgang leider nicht zu erkennen. Höchstwahrscheinlich prädiert der Steinmarder das Nest, in dem sich zu dem Zeitpunkt mind. ein am Vortag geschlüpftes Küken aufhält. A: Nest vor Vegetationsaufwuchs, B: 6. Juni 11:22 Uhr eine Eischale wird weggetragen (mind. 1 Küken geschlüpft), C: 6. Juni 23:35 Uhr Altvogel sitzt nachts noch auf Nest (Reflexion des Auges trotz hoher Vegetation sichtbar), D: 7. Juni 1:48 Uhr Steinmarder unmittelbar am Nest, E: 7. Juni 3:04 Uhr Steinmarder ein zweites Mal unmittelbar am Nest, F: 7. Juni 3:50 Uhr Altvogel wieder in Nestnähe, jedoch in der Folge nicht mehr brütend und auch keine Küken auf den folgenden Aufnahmen zu sehen.

Tabelle 7: Übersicht über das Auftreten nachgewiesener und potentieller Nestprädatoren auf den drei untersuchten Halligen.

Hallig	Prädatör	Nestprädation	Teilprädation	Versuch	Kükenprädation	Anwesenheit	Gesamt
Hooge	Wanderratte	87	10	18	3	102	221
Langeneß	Wanderratte	23	7	11	1	85	127
Oland	Wanderratte	0	0	0	0	0	0
Hooge	Silbermöwe	2	0	0	0	0	2
Langeneß	Silbermöwe	1	1	0	2	0	4
Oland	Silbermöwe	5	1	1	0	0	7
Hooge	Heringsmöwe	1	0	0	0	0	1
Langeneß	Heringsmöwe	0	0	0	1	1	2
Oland	Heringsmöwe	0	0	0	0	0	0
Hooge	Sturmmöwe	3	2	1	1	0	7
Langeneß	Sturmmöwe	3	0	0	0	1	4
Oland	Sturmmöwe	0	0	0	0	0	0
Hooge	Lachmöwe	0	0	0	0	0	0
Langeneß	Lachmöwe	1	1	2	0	6	10
Oland	Lachmöwe	1	1	1	0	0	3
Hooge	Austernfischer	3	0	0	0	0	3
Langeneß	Austernfischer	1	0	0	0	3	4
Oland	Austernfischer	0	0	0	0	0	0
Hooge	Rabenkrähe	0	0	0	0	1	1
Langeneß	Rabenkrähe	0	0	0	0	1	1
Oland	Rabenkrähe	0	0	0	0	0	0
Hooge	Steinmarder	0	0	0	0	0	0
Langeneß	Steinmarder	0	0	0	0	0	0
Oland	Steinmarder	0	0	1	0	0	1
Hooge	Hauskatze	0	0	0	0	1	1
Langeneß	Hauskatze	0	0	0	0	0	0
Oland	Hauskatze	0	0	0	0	0	0
Hooge	Maus	0	0	0	0	0	0
Langeneß	Maus	0	0	0	0	7	7
Oland	Maus	0	0	0	0	0	0
Hooge	Bisamratte	0	0	0	0	0	0
Langeneß	Bisamratte	0	0	0	0	1	1
Oland	Bisamratte	0	0	0	0	0	0
Hooge	unbekannt	10	0	1	0	0	11
Langeneß	unbekannt	3	0	3	0	3	9
Oland	unbekannt	0	0	0	0	1	1

Bei der Betrachtung der Werte in Tabellen und Karten gilt es zu beachten, dass es aufgrund der Unterteilung in vollständige und teilweise Nestprädationsereignisse je nach gewählter Darstellung zu scheinbaren Abweichungen kommen kann und dass kombinierte Gelegeschicksale vorkamen.

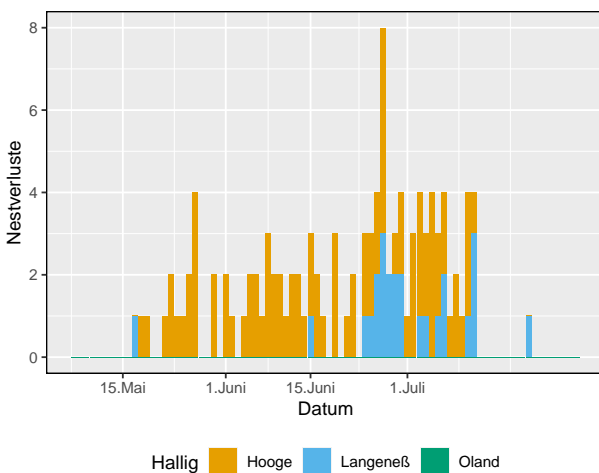
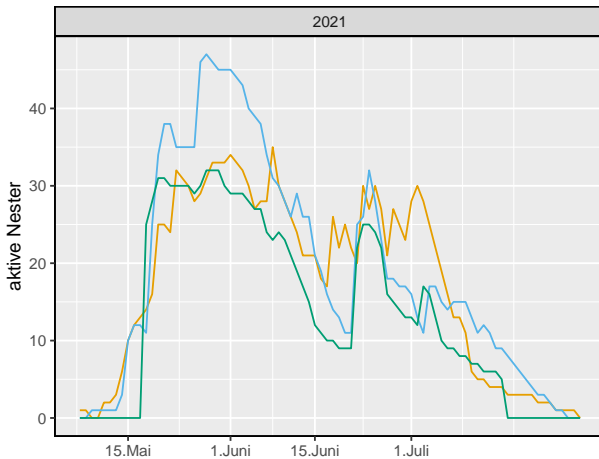


Abbildung 15: Phänologie der Nestverluste durch Wanderratten auf den drei Halligen. Auf Hallig Oland wurden keine Nestverluste durch Ratten festgestellt. Die obere Grafik zeigt die Anzahl aktiver Nester mit Kameraüberwachung.

Schlupfwahrscheinlichkeit

Die Schlupfwahrscheinlichkeit der Gelege berechnet nach der Methode von Mayfield (1975) zeigt Tabelle 5. Einen graphischen Vergleich für die vier zahlenmäßig häufigsten untersuchten Arten zeigt Abb 16.

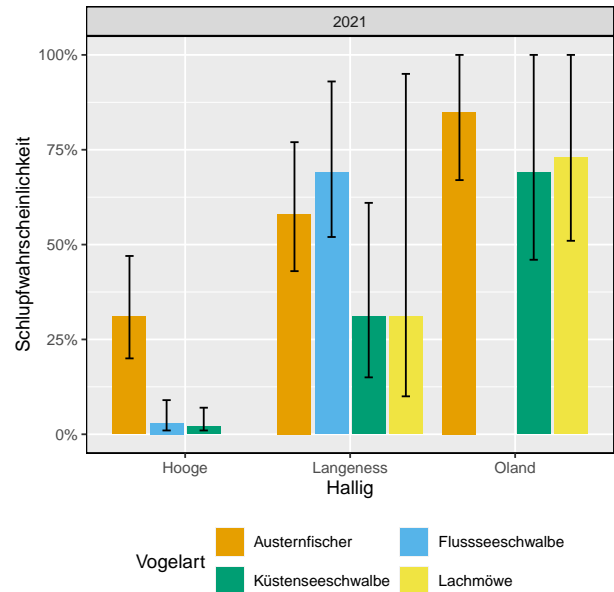


Abbildung 16: Schlupfwahrscheinlichkeit nach Mayfield (1975) für die vier Vogelarten mit der größten Stichprobe im Frühjahr 2021.

Rattenmonitoring

Die ausgebrachten Fraßhölzer wurden nach 13 Tagen Expositionszeit auf Fraßspuren kontrolliert. Angenagte Hölzer waren in der Regel sehr eindeutig zu erkennen. Aufgrund von Mäharbeiten und des starken Vegetationsaufwuchses konnten einige Hölzer leider nicht wiedergefunden werden, es verblieben insgesamt 489 Hölzer (75,3 %) die klassifiziert werden konnten. Die räumliche Verteilung der Ergebnisse zeigen die Abbildungen 19 - 21. Auf Hooge lag der Anteil angefressener Hölzer bei 41,1 % (95 % KI 33,8 - 48,8 %) auf Langeneß bei 13,8 % (95 % KI 9,9 - 18,9 %) und auf Oland bei 0 % (95 % KI 0,0 - 3,7 %). Die Unterschiede zwischen den Halligen waren hoch signifikant (χ^2 -Test $\alpha < 0,005$). Ein ähnliches Ergebnis zeigte die Auswertung der Nestkameras. Auf Hooge lag der Anteil Nestkameras mit mind. einer Feststellung einer Wanderratte bei 70,3 % (95 % KI 62,7 - 76,8 %) auf Langeneß bei 36,5 % (95 % KI 28,2 - 45,6 %) und auf Oland bei 0 % (95 % KI 0,0 - 5,1 %). Die Unterschiede zwischen den Halligen waren signifikant (χ^2 -Test $\alpha < 0,05$). Einen graphischen Vergleich zwischen dem Anteil angenagter Hölzer und dem Anteil von Nestkameras mit Nachweisen von Wanderratten zeigt Abb. 17.

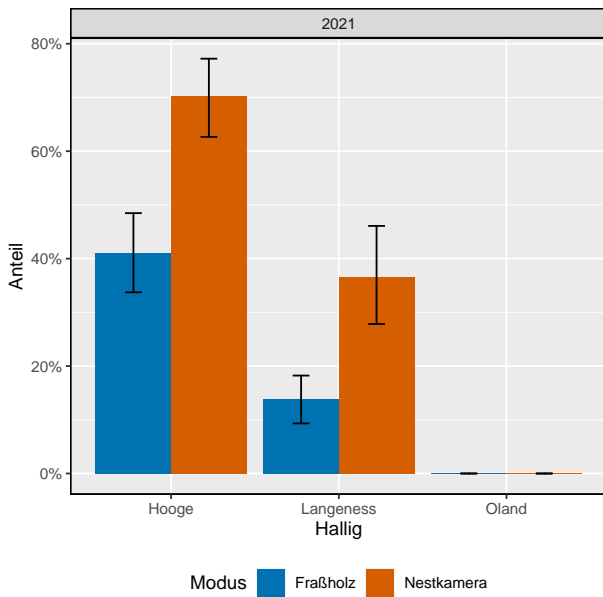


Abbildung 17: Anteil angenagter Fraßhölzer im Vergleich zum Anteil von Nestkameras mit Nachweisen von Wanderratten.

Das zeitliche Auftreten der Wanderratten im Tagesverlauf zeigt Abb. 18. Die Verteilung zeigt einen deutlichen Höhepunkt zwischen 0:00 - 1:30 Uhr.

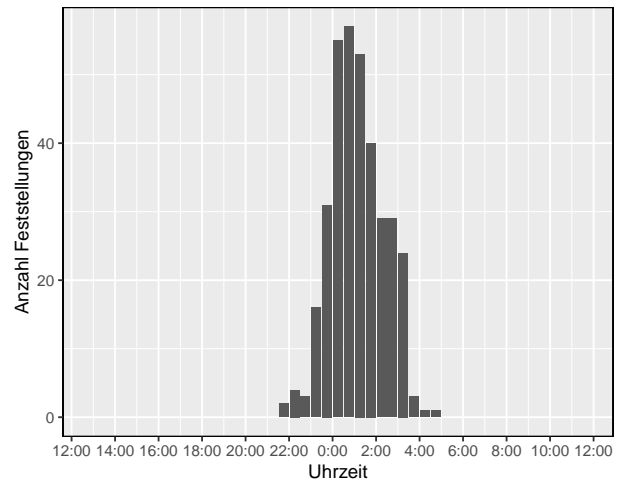


Abbildung 18: Ergebnisdiagramm tageszeitliches Auftreten von Wanderratten vor den Nestkameras.

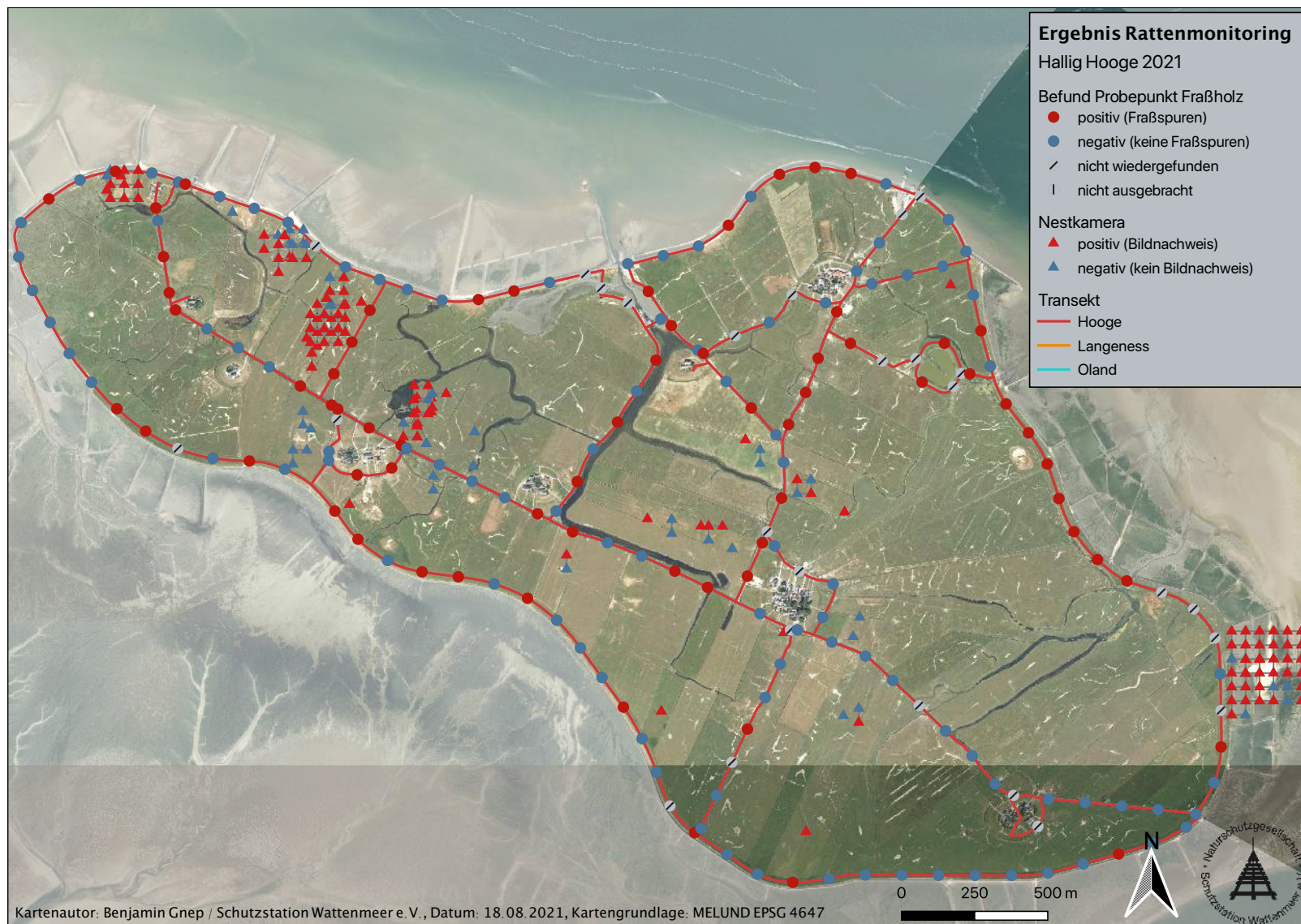


Abbildung 19: Ergebnisse des Rattenmonitorings im Frühjahr 2021 auf Hallig Hooge. Dargestellt sind sowohl das Ergebnis der Fraßhölzer als auch die Feststellungen vor den Nestkameras. Zur besseren Erkennbarkeit werden überlappende Punktdaten leicht verschoben angezeigt.

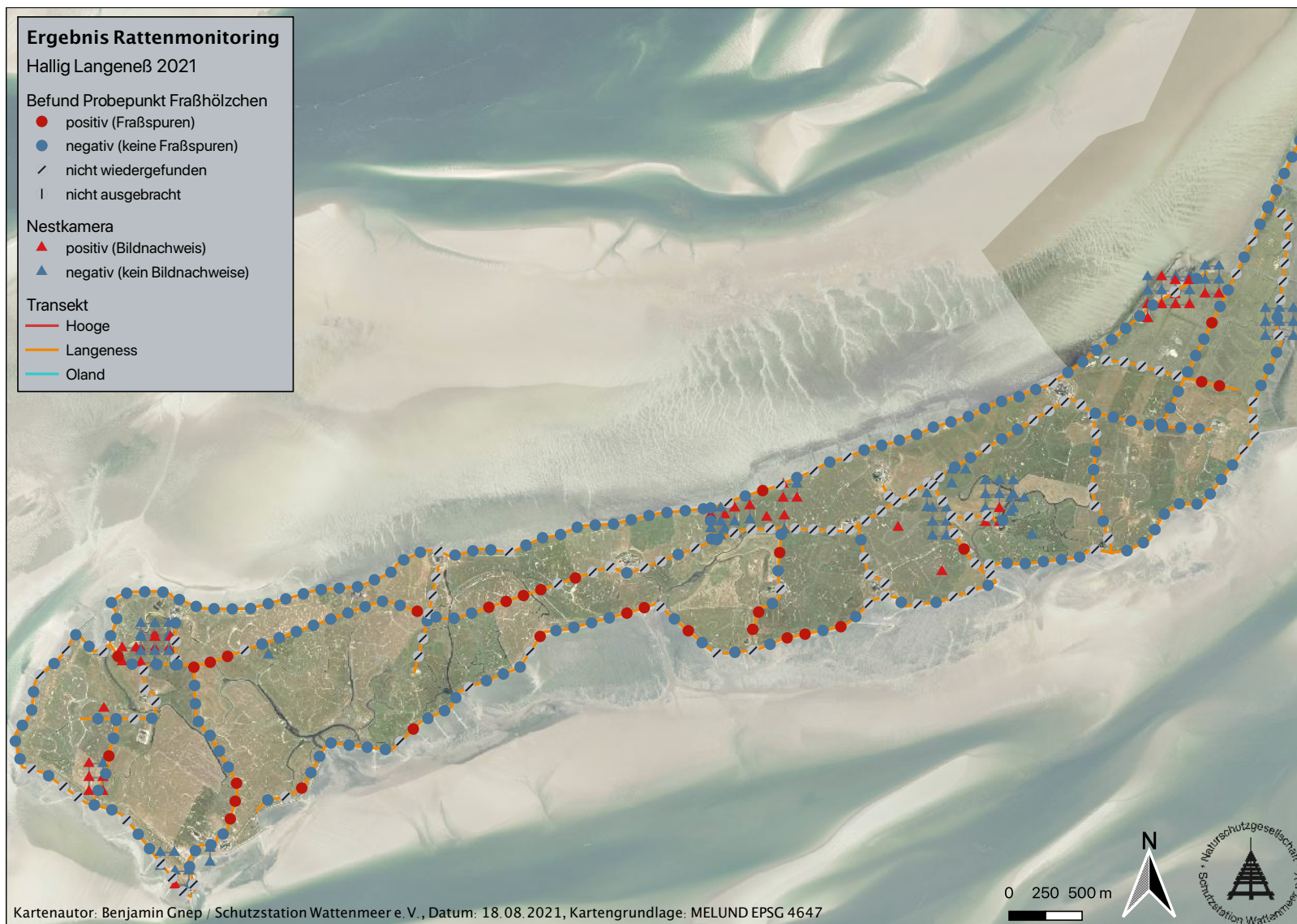


Abbildung 20: Ergebnisse des Rattenmonitorings im Frühjahr 2021 auf Hallig Langeness. Dargestellt sind sowohl das Ergebnis der Fraßhölzler als auch die Feststellungen vor den Nestkameras. Zur besseren Erkennbarkeit werden überlappende Punktdaten leicht verschoben angezeigt.

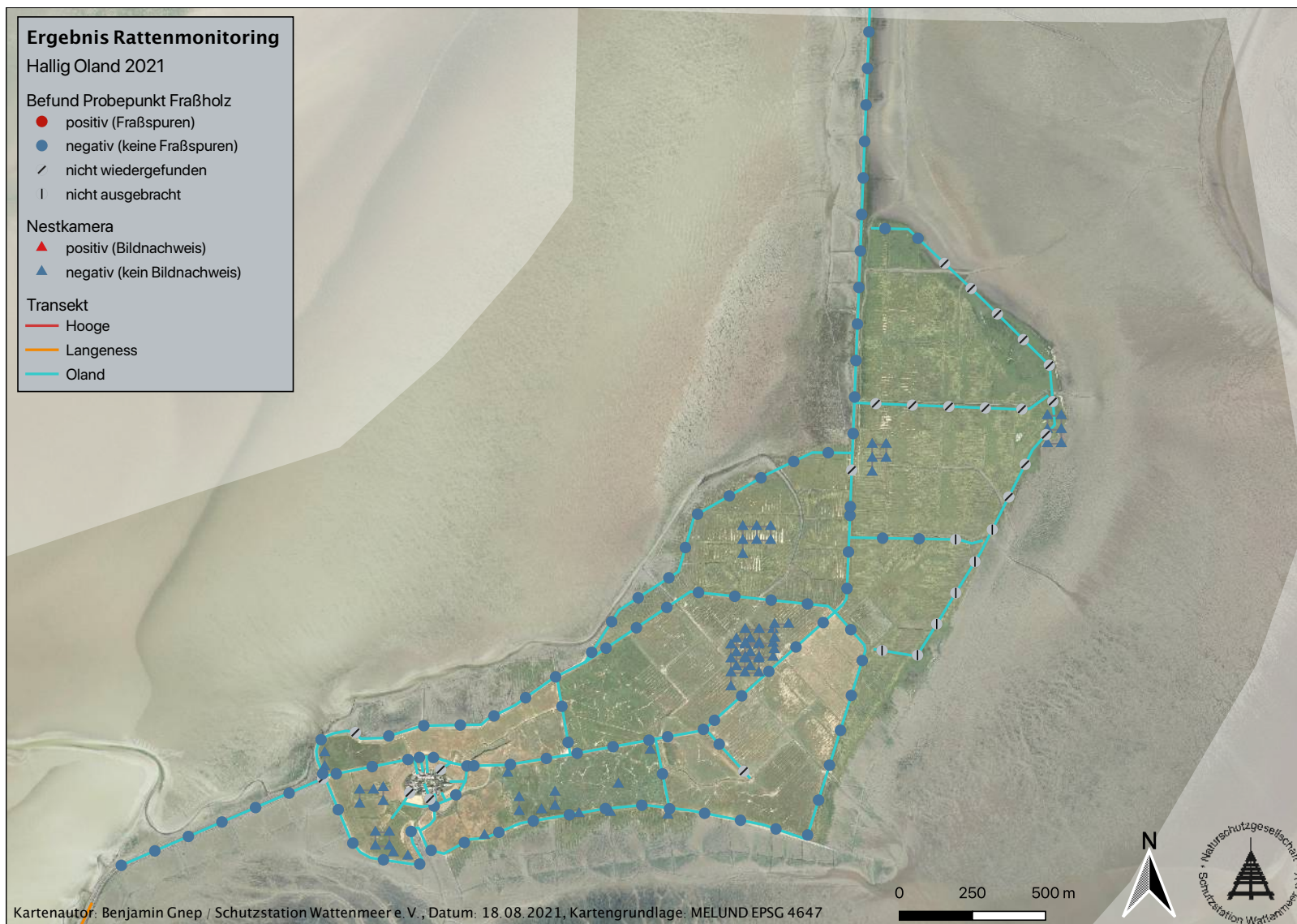


Abbildung 21: Ergebnisse des Rattenmonitorings im Frühjahr 2021 auf Hallig Oland. Dargestellt sind sowohl das Ergebnis der Fraßhölzer als auch die Feststellungen vor den Nestkameras. Zur besseren Erkennbarkeit werden überlappende Punktdaten leicht verschoben angezeigt.

Brutbestände

Die Ergebnisse der Brutbestandserfassung zeigt Tabelle 8. Eine Kartenübersicht für alle drei Halligen zeigen die Abbildungen 26-27 im Anhang. Auffallend war die sehr niedrige Zahl von Lachmöwen, Fluss- und Küstenseeschwalben auf Hallig Hooge. Vermutlich sind Vögel von Hooge nach Langeneß übersiedelt, denn dort war insbesondere der Bestand an Lachmöwen überdurchschnittlich hoch und der Bestand an Seeschwalben lag oberhalb des Mittelwertes der letzten fünf Jahre. Auf Hooge ist der Bestand der Küstenseeschwalbe in den letzten Jahren stark zurück gegangen (siehe Abb. 22). Hervorzuheben sind 125 Paare Zwergseeschwalben auf dem Japsand bei Hallig Hooge, die offenbar unbeeinflusst von Wander- ratten sehr erfolgreich brüteten.

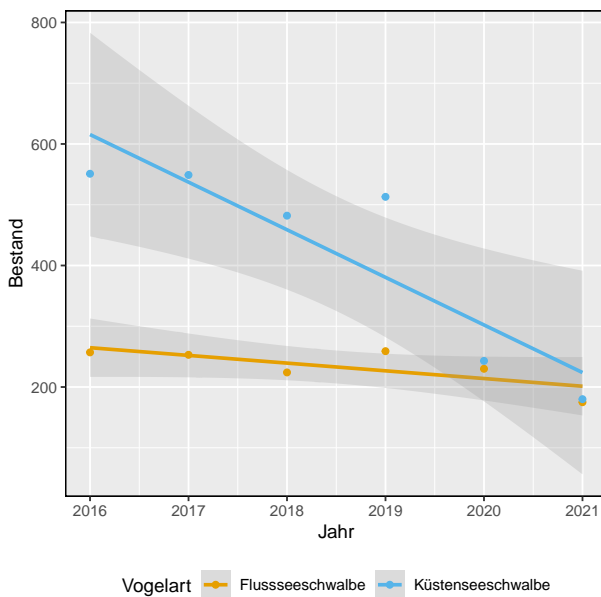


Abbildung 22: Bestandsentwicklungen von Fluss- und Küstenseeschwalbe auf Hallig Hooge von 2016-2021.

Bruterfolgsmonitoring

Die Ergebnisse des Bruterfolgsmonitorings bei Austernfischer nach Methode O nach Koffijberg et al. (2001) zeigt Abb. 23. Für Austernfischer gilt ein Reproduktionserfolg von etwa 0,3 - 0,5 flüggen Küken pro Brutpaar als bestandserhaltend (van de Pol et al., 2014). Auch wenn die Erfassung der Küken im Feld mit Unsicherheiten bezüglich der Genauigkeit verbunden ist, wurde ein bestandserhaltender Bruterfolg auf Hooge und Langeneß deutlich verfehlt. Der Bruterfolg auf Oland war hingegen gut.

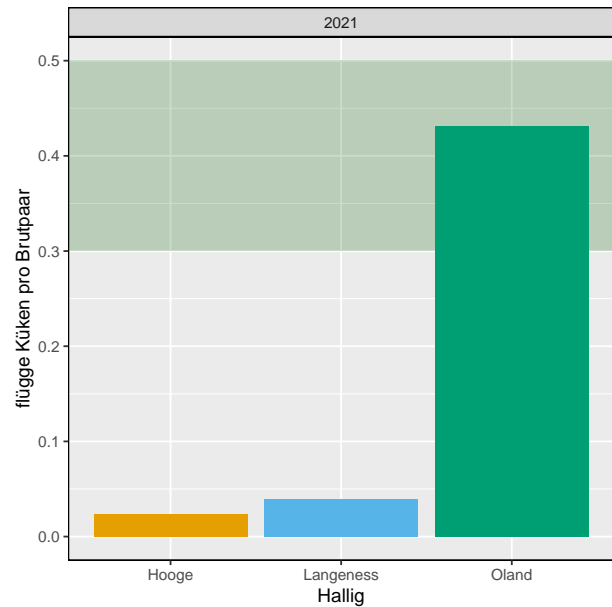


Abbildung 23: Vergleich des Bruterfolges bei Austernfischern auf den drei Halligen. Der hellgrün hervorgehobene Bereich zeigt den Bruterfolg an, der nach van de Pol et al. (2014) als bestandserhaltend gilt.

Tabelle 8: Brutbestände auf den untersuchten Halligen im Jahr 2021. Die Ergebnisse für Hallig Hooge beinhalten auch die Brutvögel vom Japsand, auf dem im Frühjahr 2021 mind. 125 Paare Zwergseeschwalben gebrütet haben.

Vogelart	Hooge	Langeneß	Oland	Summe
Austernfischer	1.206	2.357	272	3.835
Brandgans	46	125	18	189
Eiderente	200	225	3	428
Flusseeeschwalbe	177	480	0	657
Graugans	152	447	98	697
Heringsmöwe	160	385	27	572
Kampfläufer	0	0	1	1
Kiebitz	2	6	1	9
Küstenseeschwalbe	178	579	73	830
Lachmöwe	398	4.726	278	5.402
Löffler	0	8	5	13
Mantelmöwe	7	32	1	40
Mittelsäger	13	14	0	27
Nilgans	0	1	0	1
Rotschenkel	66	351	74	491
Säbelschnäbler	47	75	77	199
Sandregenpfeifer	19	30	7	56
Seeregenpfeifer	3	0	0	3
Silbermöwe	343	620	242	1.205
Sturmmöwe	145	589	87	821
Teichralle	9	5	0	14
Uferschnepfe	0	0	3	2
Zwergseeschwalbe	129	20	0	149
Gesamt Σ	3.300	11.075	1.266	15.641

Diskussion und Ausblick



Diskussion

Prädationseinfluss

Die Halligen gelten aufgrund ihrer isolierten Lage als ursprünglich weitgehend frei von Säugetieren. Unter diesen Bedingungen sollten die Brutvögel daher einem niedrigen Prädationsdruck ausgesetzt sein und als standorttypische Nestprädatoren wären in erster Linie Möwen zu erwarten, die mit mehreren Arten auf allen drei Halligen zahlreich brüten. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde auf Hooge und Langeneß jedoch ein sehr hoher Prädationsdruck festgestellt und zahlreiche Nestverluste wurden dokumentiert. Als einflussreichster Nestprädator konnte die Wanderratte identifiziert werden. Auf Hallig Hooge führte das Vorkommen der Ratten nahezu zu einem Totalverlust der Brutjahres, auf Langeneß war der Prädationsdruck zunächst niedrig, erreichte aber am Ende der Saison ein sehr hohes Niveau. Der Prädationsdruck durch Möwen spielte im Vergleich zu den Wanderratten nur eine untergeordnete Rolle.

Unsere Beobachtungen fügen sich ein in die in den vergangenen Jahren zunehmende Zahl von Feststellungen von Wanderratten auf den Inseln und Halligen des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres ([Henning und Probst, 2020](#)). Als eine mögliche Ursache für die Zunahme der Ratten werden unter anderem milder werdende Winter diskutiert. Im Fall der Halligen spielt offenbar auch die Anzahl und Dauer bzw. das Fehlen von Landuntern im Winterhalbjahr eine entscheidende Rolle. Ob und wie lange Ratten ein Landunter in ihren Erdbauten überleben können ist nicht bekannt. Vermutlich führt eine Überflutung der Halligfläche jedoch zu einer deutlichen Reduktion der Rattenpopulation in der freien Halligfläche außerhalb der Warften. Im Winterhalbjahr 2020/21 kam es jedoch auf keiner der drei Halligen zu einem Landunter, das den Bestand der Ratten vor Beginn der Brutzeit hätte reduzieren können. Bereits beim letzten massenhaften Auftreten von Wanderratten auf Hallig Hooge im Frühjahr 2019 kam es im Vorwinter zu keiner Überflutung der Hallig. Anders verlief das folgende Winterhalbjahr 2019/20, in dessen Verlauf es zu mehreren

und langanhaltenden Landuntern kam. Im folgenden Frühjahr 2020 wurden zwar erneut Wanderratten zur Brutzeit auf Hallig Hooge nachgewiesen, deutliche Auswirkungen auf den Bruterfolg konnten jedoch nicht festgestellt werden ([Hinderks, 2021](#)). Offenbar konnten sich die Ratten aber binnen Jahresfrist wieder so stark vermehren, dass es im Frühjahr 2021 erneut zu einem Totalverlust der Brutsaison kam. Gleiches muss daher auch zukünftig für alle folgenden Jahre ohne Landunter befürchtet werden.

Das Fehlen von Landuntern kann aber nicht als einzige Erklärung für das starke Vorkommen der Wanderratten auf Hallig Hooge herangezogen werden. Auch auf Langeneß und Oland kam es im Vorwinter 2021 zu keinem richtigen Landunter. Trotzdem lag der Prädationsdruck auf Langeneß zumindest zu Beginn der Brutzeit deutlich niedriger und war auf Oland offenbar nicht vorhanden. Mehrere Winterfänge auf der Warft von Hallig Oland belegen das Vorkommen von Wanderratten auch auf Hallig Oland ([Angelika Kühn, mündlich](#)). Dennoch konnten die Ratten offenbar kein Bestandsniveau erreichen, das Auswirkungen auf den Bruterfolg der Vögel gehabt hätte oder ihr Vorkommen beschränkt sich auf die Warft. Auf Langeneß legt das späte Einsetzen der Rattenprädation nahe, dass sich die Anzahl der Ratten im Laufe der Brutsaison stark erhöht hat und ab Ende Juni ein Bestandsniveau erreicht war, das massive Auswirkungen auf den Bruterfolg der Vögel hatte.

Auf allen drei untersuchten Halligen finden regelmäßig Untersuchungen zum Schlupferfolg ausgewählter Arten statt (zum Beispiel [Philipps \(2017, 2018\)](#) sowie [Schiffler et al. \(2018\)](#)). Nestkameras wurden bisher jedoch nicht systematisch zur Überwachung der Gelege eingesetzt. Ohne direkte Nachweise von Nestprädatoren wurden Möwen als wahrscheinlichste Ursache für die zumindest in einigen Jahren und auf einigen Flächen erheblichen Nestverluste angenommen. In dieser Studie wurde jedoch nur ein verhältnismäßig geringer Einfluss der Möwen auf den Schlupferfolg festgestellt. Es erscheint daher gut möglich, dass Wanderratten bereits in früheren Jahren regelmäßig als Nestprädatoren aufgetreten sind, ihr Einfluss aber

bisher unterschätzt wurde. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen daher die Notwendigkeit zumindest stichprobenartig Nestkameras einzusetzen, um Prädatoren direkt nachweisen zu können.

Auf Hallig Langeneß und Hallig Oland gab es im Frühjahr 2021 keine Nachweise von Fuchs oder Marderhund als Nestprädatoren, obwohl beide Arten während der Brutzeit auf beiden Halligen nachgewiesen wurden. Auf Langeneß wurde zufällig ein Fuchsbau mit Welpen entdeckt und die jagdliche Entnahme eines jungen Marderhundes Anfang August legt nahe, dass sich auch diese Art auf der Hallig fortgepflanzt hat. Bei der Interpretation der Ergebnisse gilt es jedoch zu berücksichtigen, dass selbst die in dieser Studie eingesetzte Vielzahl an Nestkameras nur ausreicht, um einen Bruchteil des Gesamtbestandes der Brutvögel zu überwachen. Auf Langeneß wurden 2021 insgesamt 38 Nestkameras eingesetzt, um die Gelege von 11.000 Paaren zu überwachen. Betrachtet man die Wahrscheinlichkeit einen Prädatoren mit der Anzahl vorhandener Kameras nachzuweisen näherungsweise als Bernoulli-Versuch (vgl. [Papoulis und Pillai, 2002](#)) und setzt den Anteil überwachter Nester als Erfolgswahrscheinlichkeit, könnte ein Prädatoren 200 Nester prädiere und bliebe trotzdem mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % unentdeckt. Setzt man die in der Wissenschaft meist akzeptierte Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % als Grundlage an, könnten sogar 865 Nester prädiert werden und die Wahrscheinlichkeit eines Nachweises läge trotzdem bei nur 95 %. Hinzu kommt die Möglichkeit, dass die Kameras außerhalb des Aktionsradius der Prädatoren aufgestellt wurden. Die Reviergröße von Füchsen im Wattenmeer liegt im Mittel bei 172 ha, variiert jedoch sehr stark zwischen einzelnen Individuen und umfasst insbesondere bei Weibchen mitunter nur wenige Hektar. Marderhunde haben mit im Mittel 50 ha kleinere Reviere als Füchse ([Schwemer et al., 2016, 2021](#)). Gerade auf der mit etwa 1024 ha sehr großen Halligen Langeneß besteht also eine hohe Wahrscheinlichkeit, einzeln und räumlich unter Umständen nur sehr lokal auftretende Prädatoren mit Hilfe der Kameras nicht zu erfassen. Das Feh-

len von Nachweisen von Nestprädatoren durch Fuchs und Marderhund in der ersten Untersuchungssaison 2020/21 darf daher keinesfalls als Entwarnung missverstanden werden. Der Einfluss von häufigen und großflächig eher homogen verteilten Prädatoren wie zum Beispiel Möwen oder Wanderratten lässt sich mit Hilfe der Nestkameras hingegen sehr gut quantifizieren da stochastische Effekte sich hier weniger stark auswirken können.

Das Frühjahr 2021 war ein sehr gutes Mäusejahr auf Langeneß und Oland (Maria Schiffler, mündlich). Es scheint daher gut möglich, dass die auf Oland und Langeneß anwesenden größeren Prädatoren bevorzugt Mäuse als Nahrungsquelle genutzt haben, die anders als Vogeleier auch optisch und akustisch Jagdreflexe auslösen können. Zu dieser Hypothese passend erfolgte der einzige Nachweis eines Steinmarders an einem Nest einen halben Tag nach dem Schlupf der Küken. Bereits in der Vergangenheit wurden Steinmarder zur Brutzeit auf Hallig Oland festgestellt. Im Jahr 2014 führte die Anwesenheit von Steinmardern zu erheblichen Verlusten von Nestern und Altvögeln bei Austernfischern auf Hallig Oland und der üblicherweise gute Bruterfolg dieser Art auf Oland lag in diesem Jahr bei nahezu bei null ([Schiffler et al., 2018](#)). Ohne das starke Mäusevorkommen 2021 wäre der Einfluss der Prädatoren auf den Bruterfolg vermutlich deutlich dramatischer ausgefallen.

Schlussfolgerungen

Die herausragende Bedeutung der Halligen für die Brutbestände des Schleswig-Holsteinischen Wattenmeeres wurde bereits in der Einleitung hervorgehoben. Die im Rahmen dieses Projektes erhobenen Daten zeigen eindeutig, dass die Bestände existenziell in ihrem Erhaltungszustand bedroht sind. Besonders akut ist die Situation auf Hallig Hooge. Ohne effektive Reduktion der Wanderratten, droht sich der Totalverlust aus 2019 und 2021 alljährlich zu wiederholen. Die Kontrolle der Rattenpopulationen ist dabei alles andere als trivial, wie bisherige Versuche zeigen

(Probst, 2020). Für das Prädationsmanagement müssen daher dringend professionelle Strukturen geschaffen werden.

Auf Langeneß und Oland wird die fortschreitende Etablierung von Prädatoren mittelfristig zu deutlichen Bestandsrückgängen führen. Die Aussichten für die Brutbestände in Schleswig-Holstein sind verheerend, da mit dem Wegfall von Langeneß das flächenmäßig größte noch weitgehend intakte Brutgebiet verloren geht und es kaum noch prädationsfreie Brutgebiete mit nennenswerten Brutbeständen gibt. Angesichts dieser Situation appelliert die Schutzstation Wattenmeer mit Nachdruck an die zuständigen Behörden des Landes Schleswig-Holstein, ihrer Verantwortung für den Erhalt der Brutvogelbestände auf den Halligen nachzukommen.

Trotz der in diesem Bericht aufgezeigten Probleme durch standortfremde Prädatoren ist die Lage auf den Halligen anders als in vielen anderen Brutgebieten nicht aussichtslos. Aufgrund ihrer strategische Sonderlage und ihrer noch sehr hohen Brutbestände bietet sich wohl nirgendwo im Wattenmeer die Chance, mit vergleichsweise überschaubarem Aufwand so viel für den Erhalt der Brutbestände des ganzen Wattenmeeres zu erreichen wie auf den Halligen.

Ausblick

Im Jahr 2022 wird das Projekt analog zu den Untersuchungen im Frühjahr 2021 fortgesetzt. Die Ergebnisse aus beiden Jahren werden anschließend in einem Abschlussbericht ausgewertet. Wir hoffen, dass dieser Zwischenbericht dazu beitragen wird, dass wir bereits im kommenden Frühjahr unser Projekt als Erfolgskontrolle neuer und intensivierete Prädationsmanagement-Maßnahmen durchführen können.

Danksagung

Dieses Projekt hat auf vielen verschiedenen Ebenen große Unterstützung erfahren. Für die finanzielle Förderung bedanken wir uns bei der Ernst-Commentz-Stiftung, der Deutschen Wildtier Stiftung, der Stiftung für bedrohte Tierarten im Wattenmeer sowie der Ornithologischen Arbeitsgemeinschaft für Hamburg und Schleswig Holstein. Für eine großzügige Privatspende danken wir Prof. Dr. Detlev Drenckhahn.

Für die Bereitschaft, die Untersuchungen auf ihren Flächen stattfinden zu lassen, bedanken wir uns auf Hallig Oland bei Frank Kühn, Johann Petersen, Hans Richardt, Jürgen Nommensen, auf Hallig Hooge Siegfried Baudewig, Hartwig Binge, Frerk Rolfs, Jan Dell Missier, Heiner Brogmus, Harry Diedrichsen und Hauke Ketelsen sowie auf Hallig Langeneß bei Honke Johannsen, Malte Karau, Dennis Paulsen, Liv Schladdenhaufen, Andrea Subbras-Endresen sowie Hans-Ulrich Rösner stellvertretend für den WWF Deutschland.

Für logistische Unterstützung, das Überlassen von Daten und Hilfe bei der Feldarbeit bedanken wir uns bei Barbara Ganter, Angelika Kühn, Maria Schiffler, Karsten Lutz und Martin Kühn. Die Freiwilligen und Hauptamtlichen der Schutzstation Wattenmeer vor Ort waren eine große Unterstützung. Besondere Dank gilt dem Stationsleiter von Hooge Michael Klisch für sein vielfältiges Engagement.

Bei der Vorbereitung des Materials waren Peter Feddersen sowie die Freiwilligen der Geschäftsstelle in Husum unentbehrlich. Bei Egbert van der Velde, Jos Hooijmeijer und Lennart Suselbeek bedanken wir uns für gute Ratschläge zur Kamerawahl und zum Bau einer geeigneten Kamerahalterung. Dominic Cimioti und Veit Hennig danken wir für inhaltliche Diskussionen und Anregungen.

Für die Bereitstellung von Bildmaterial bedanken wir uns bei Theo Kind, Rolf Sulzer und Simon Fuhrmann. Sven Jaax danken wir für die Leihgabe von zwei Kameras. Barbara Ganter und Ulrich Holst danken für die Durchsicht des Manuskripts.



Abbildung 24: Die Muschelschillfläche Lüttjap im Osten von Hallig Hooge gehört zu den traditionellen Brutplätzen von Zwergseeschwalben auf Hallig Hooge. Dieses Jahr lag mitten auf der Fläche ein Rattenbau, in dessen Eingangsbereich beim genauen Hinsehen zahlreiche Eischalen entdeckt wurden. Fast alle auf dem Lüttjap mit einer Kamera überwachten Nester wurden prädiert. In vielen Fällen wurden Wanderratten im Hintergrund des eigentlich überwachten Geleges dokumentiert, wie sie mit Eiern aus anderen Nestern an der Kamera vorbeiliefen.

Literaturverzeichnis

- Bezzel, E., Bauer, H.-G., und Fiedler, W. (2005). *Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas: alles über Biologie, Gefährdung und Schutz*. AULA, Wiebelsheim.
- Cimiotti, D. und Hötter, H. (2019). Bedeutung Schleswig-Holsteins für globale Brutbestände von Vogelarten. *Corax*, 23:519–523.
- Gerlach, B., 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., und Sudfeldt, C. (2019). *Übersichten zur Bestandssituation*. Vögel in Deutschland. Dachverband Deutscher Avifaunisten e.V, Münster.
- Glutz von Blotzheim, U. N., Bauer, K., und Bezzel, E. (1966). *Handbuch der Vögel Mitteleuropas*. Akademische Verlagsgesellschaft.
- Hennig, V. und Probst, B. (2020). Ratten auf den Halligen und in Seevogelschutzgebieten, Vortrag, Universität Hamburg.
- Hinderks, M. (2021). *Bruterfolgsmonitoring der Lachmöwe ((Larus ridibundus)), Küstenseeschwalbe ((Sterna paradisaea)) und Flusseeeschwalbe ((Sterna hirundo)) auf Hallig Hooge*. Universität Hamburg, Hamburg. Bachelorarbeit.
- Hälterlein, B., Fleet, D. M., Henneberg, H. R., Menneböck, T., Rasmussen, L. M., Südbeck, P., Thorup, O., und Vogel, R. (1995). Anleitung zur Brutbestandserfassung von Küstenvögeln im Wattenmeerbereich.
- Johnson, D. H. (1979). Estimating nest success: the Mayfield method and an alternative. *The Auk*, 96(4):651–661.
- Khil, L. (2010). Altersbestimmung von Küken des Austernfischers ((*Haematopus ostralegus*)).
- Koffijberg, K., Bregnballe, T., Frikke, J., Gnep, B., Hälterlein, B., Hansen, M. B., Körber, P., Reichert, G., Umland, J., und van der Meij, T. (2020). Breeding Birds in the Wadden Sea: Trends 1991- 2017 and results of total counts in 2006 and 2012. *Wadden Sea Ecosystem*, 40.
- Koffijberg, K., Frikke, J., Hälterlein, B., Reichert, G., und Andretzke, H. (2016). Breeding birds in trouble: a framework for an action plan in the Wadden Sea. *CWSS, Wilhelmshaven*.
- Koffijberg, K., Schrader, S., und Hennig, V. (2001). Monitoring Breeding Success of Coastal Breeding Birds in the Wadden Sea – Methodological Guidelines and Field Work Manual, Second Version.
- Langgemach, T. und Bellebaum, J. (2005). Prädation und der Schutz bodenbrütender Vogelarten in Deutschland. *VOGELWELT*, 126:259–298.
- Maier, A., Schrader, J., und Blew, J. (2018). Schutz der Brutvögel auf den nordfriesischen Halligen. Aktuelle Situation und mögliche Auswirkungen des Klimawandels.
- Mayfield, H. F. (1975). Suggestions for calculating nest success. *The Wilson Bulletin*, Seiten 456–466.
- Papoulis, A. und Pillai, S. U. (2002). *Probability, random variables, and stochastic processes*. Tata McGraw-Hill Education.
- Pebesma, E. (2018). Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data. *The R Journal*, 10(1):439–446.
- Pfeifer, G. (2003). *Die Vögel der Insel Sylt*. Husum Druck- und Verlagsgesellschaft, Husum.
- Philipps, B. M. (2017). *Abschlussbericht zum Bruterfolgsmonitoring bei Austernfischern auf Hallig Lange- neß 2017*. Langeneß. unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des LKN-SH.

- Philipps, B. M. (2018). *Abschlussbericht zum Bruterfolgsmonitoring bei Austernfischern auf Hallig Lange- neß 2018*. Langeneß. unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des LKN-SH.
- Probst, B. (2020). *Entwicklung eines Monitorings und Versuche zur gifffreien Bekämpfung der Wanderratte (Rattus norvegicus) in Seevogelkolonien des Nordfriesi- schen Wattenmeers*. Universität Hamburg. Masterar- beit.
- R Development Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing: reference in- dex.
- Schiffler, M., Lutz, K., und Schrader, S. (2018). *Planfest- stellungsverfahren Wiederherstellung der Sollhöhe des Wattsicherungsdammes Festland – Oland – Langeness: Untersuchungen zum Einfluss von Raubsäugetieren auf die Brutvogelbestände Stand 2018*. Gutachten.
- Schwemmer, P., Weiel, S., und Garthe, S. (2016). *Ab- schlussbericht zum Projekt „Bodengebundene Prädato- ren als Einflussgröße auf bodenbrütende Küstenvögel“*. FTZ, Büsum. Gutachten im Auftrag der National- parkverwaltung Schleswig-Holsteinisches Watten- meer.
- Schwemmer, P., Weiel, S., und Garthe, S. (2021). Spatio-temporal movement patterns and habitat choice of red foxes (*Vulpes vulpes*) and racoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) along the Wadden Sea coast. *European Journal of Wildlife Research*, 67(3):49.
- Thorup, O. und Koffijberg, K. (2016). Breeding success in the Wadden Sea 2009–2012. A review. *Wadden Sea Ecosystem*, (36).
- van de Pol, M., Atkinson, P., Blew, J., Crowe, O., Dela- ny, S., Duriez, O., Ens, B., Hälterlein, B., Hötker, H., Laursen, K., Oosterbeek, K., Petersen, A., Thorup, O., Tjørve, K., Triplet, P., und Yésou, P. (2014). A glo- bal assessment of the conservation status of the no- minate subspecies of Eurasian Oystercatcher *Haematopus ostralegus ostralegus*.
- van der Velde, E., Hooijmeijer, J. C., Terpstra, S., Terpstra, E., und Piersma, T. (2020). *Camera- onderzoek naar nestpredatie bij weidevogels in Skrieze- krite Idzegea 2020*. Rijksuniversiteit Groningen.
- van der Velde, E., Hooijmeijer, J. C., Walinga, M., und Piersma, T. (2019). *Camera-onderzoek naar grondpre- datoen en nestpredatie bij weidevogels in Skriezekrite Id- zegea 2019*. Rijksuniversiteit Groningen.
- Wickham, H., François, R., Henry, L., und Müller, K. (2020). dplyr: A Grammar of Data Manipulation.

Anhang



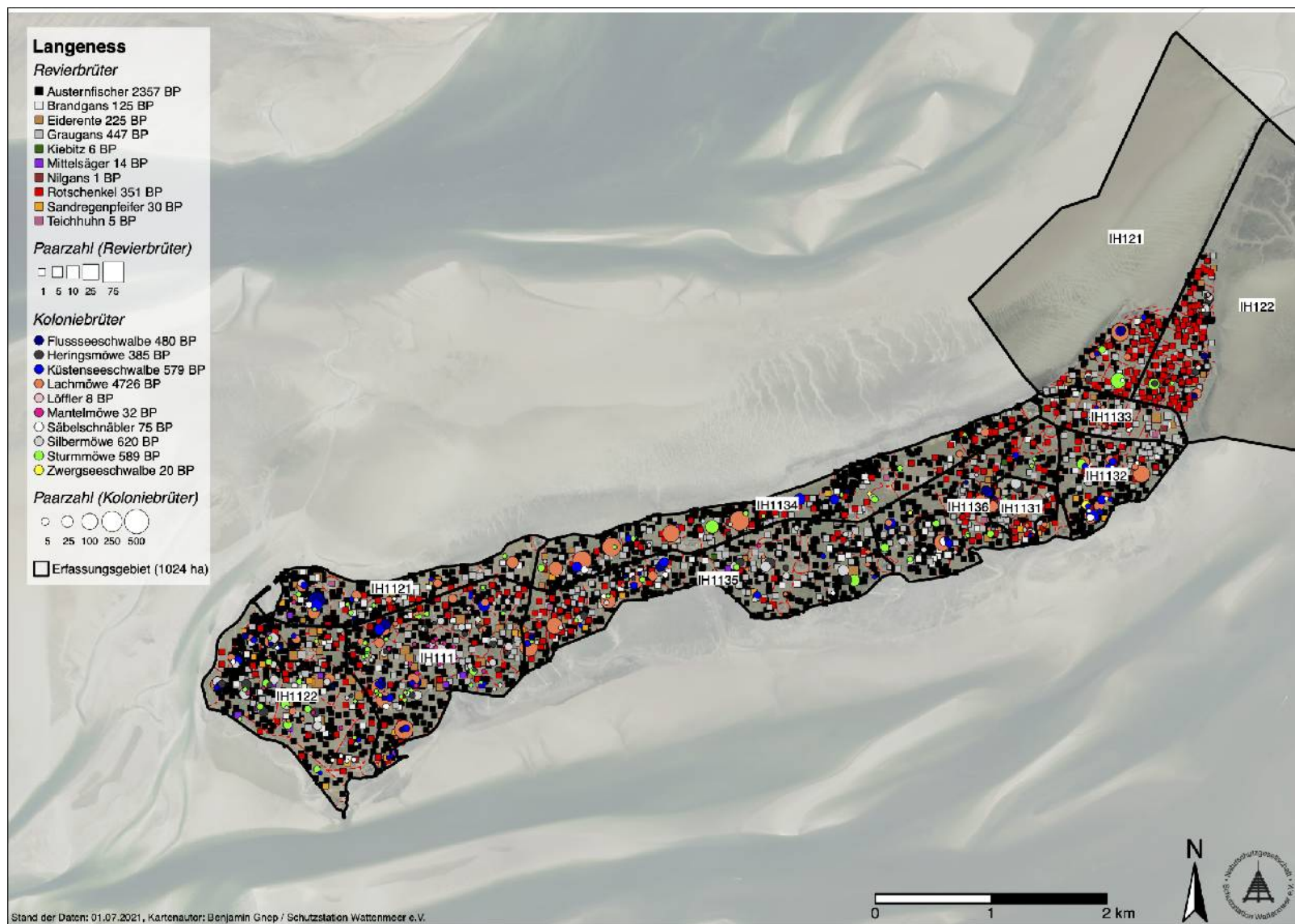


Abbildung 26: Ergebniskarte der Brutbestandserfassung auf Hallig Langeneß im Frühjahr 2021.

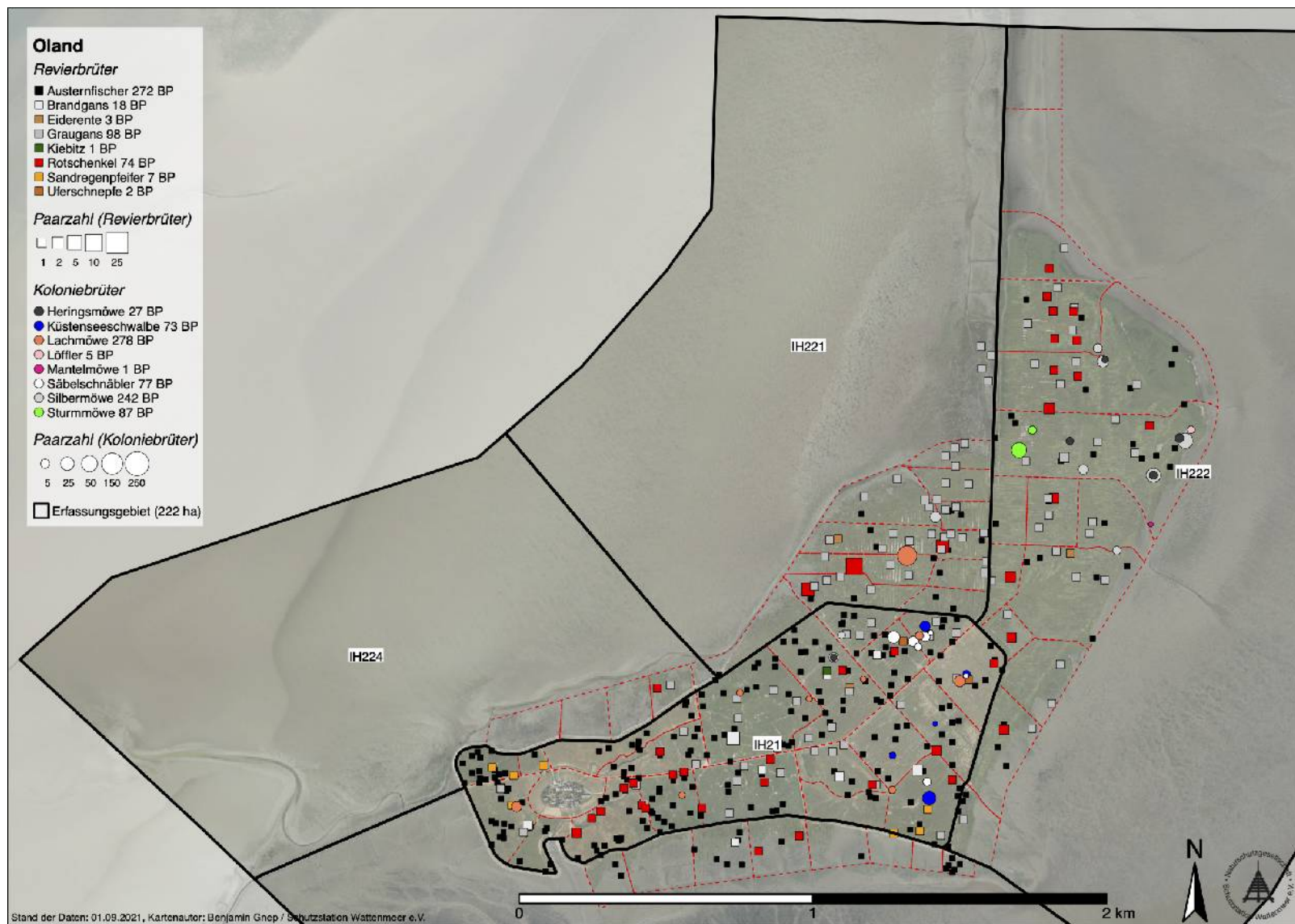


Abbildung 27: Ergebniskarte der Brutbestandserfassung auf Hallig Oland im Frühjahr 2021.

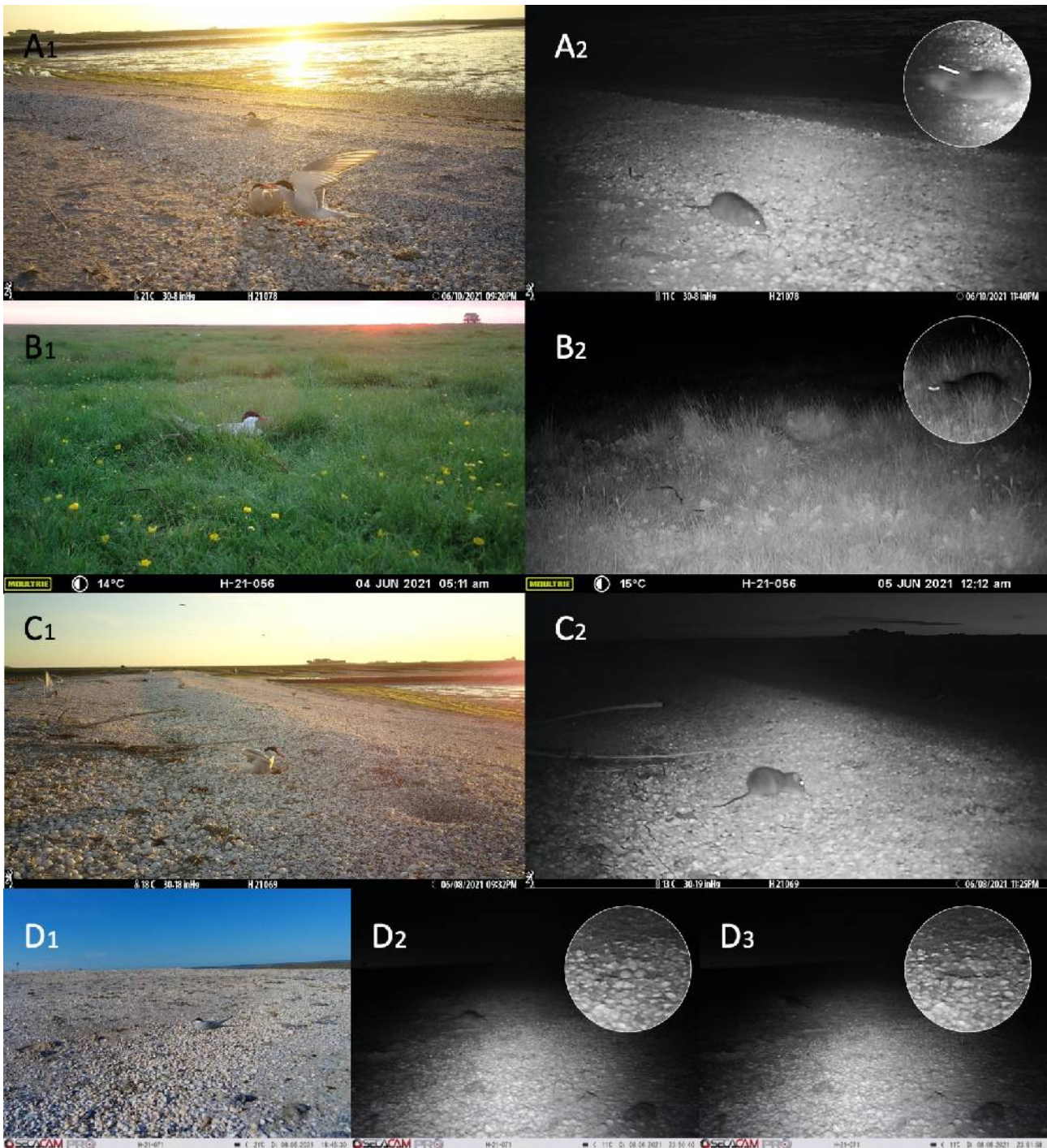


Abbildung 28: Beispiele für Nestprädation durch Wanderratten an Küstenseeschwalben-Gelegen.

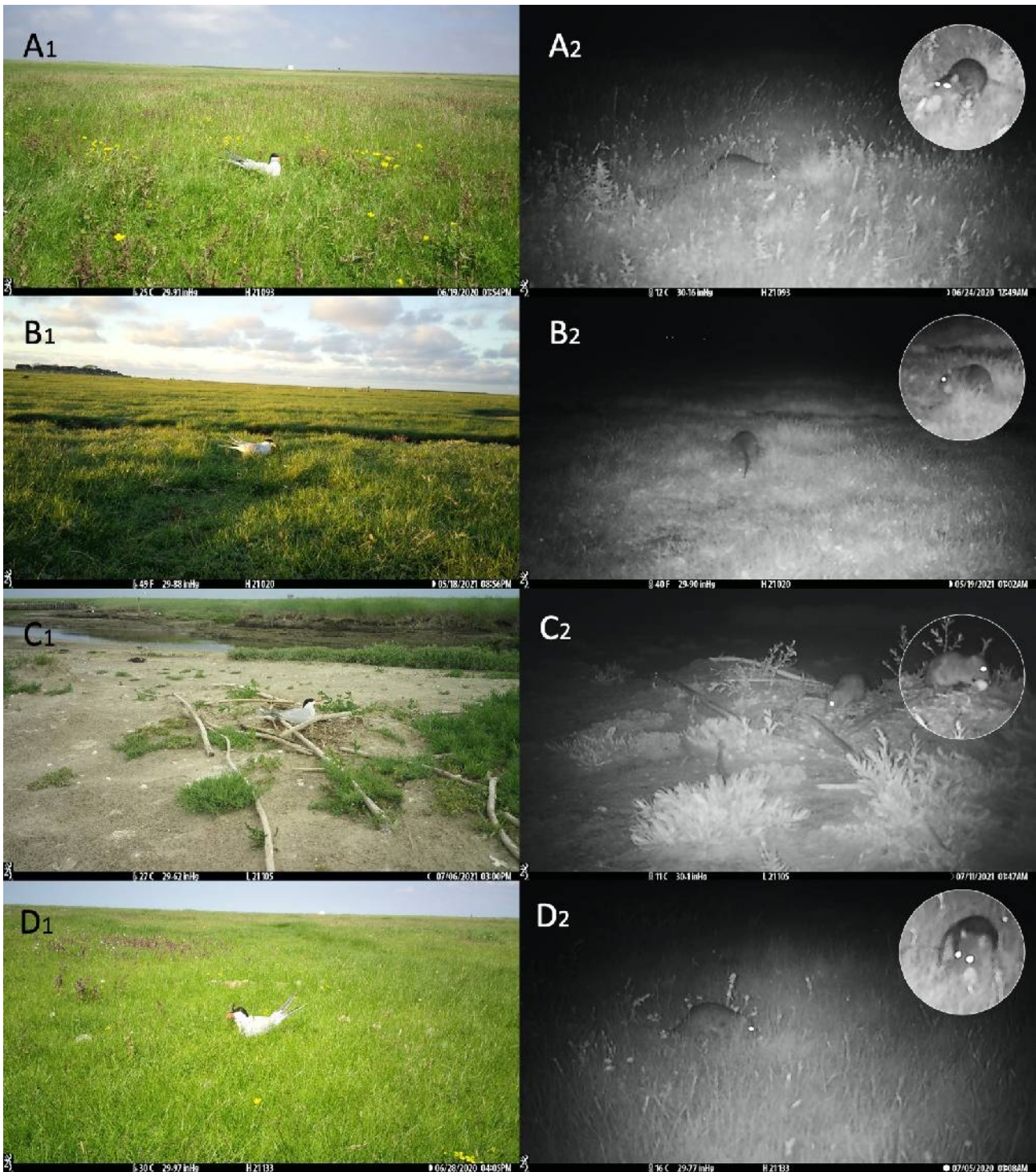


Abbildung 29: Beispiele für Nestprädation durch Wanderratten an Gelegen von Flusseeeschwalben.

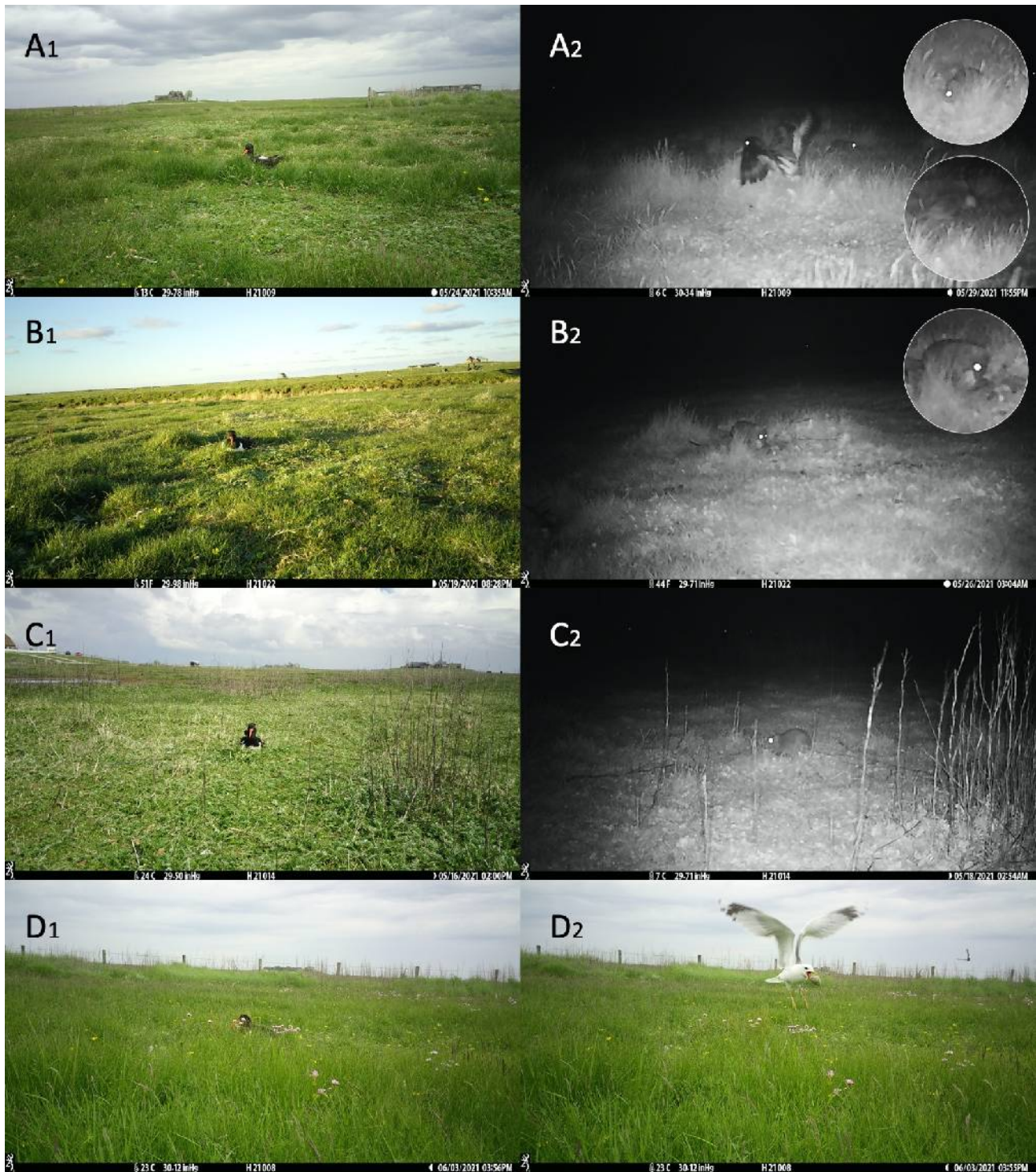


Abbildung 30: Beispiele für Nestprädation an einem Austernfischer-Gelege



Abbildung 31: Beispiele für Nestprädation durch Möwen an Gelegen unterschiedlicher Vogelarten. A: Sturmmöwe prädiziert Zwergseeschwalben-Gelege auf Hallig Langeneß, B: Silbermöwe prädiziert Austernfischer-Gelege auf Hallig Hooge, C: Sturmmöwe prädiziert Sandregenpfeifer-Gelege auf Hallig Hooge, D: Sturmmöwe prädiziert Sandregenpfeifer-Gelege auf Hallig Langeneß.

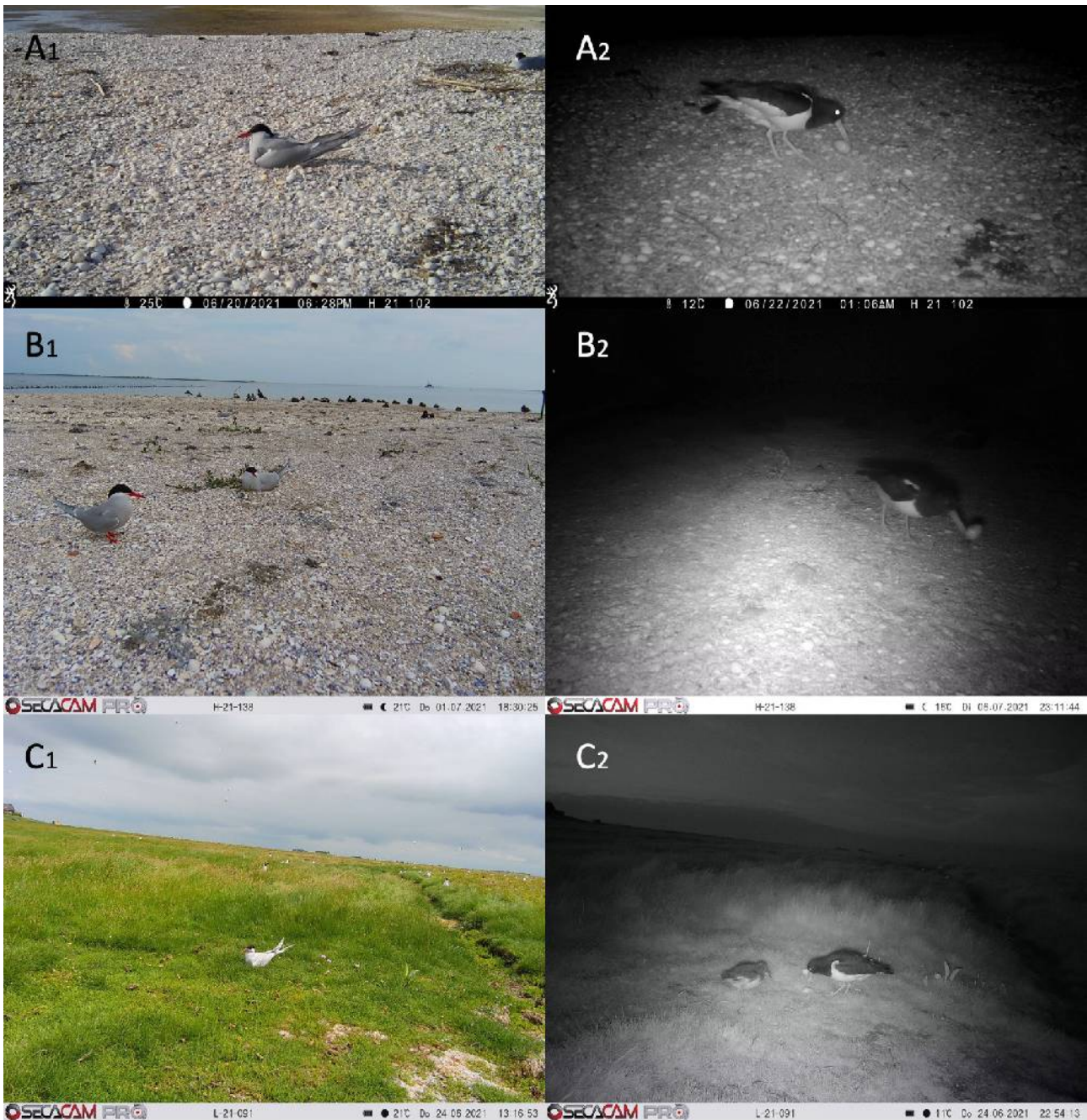


Abbildung 32: Beispiele für Nestprädation durch Austernfischern an Gelegen von Küstenseeschwalben. Von insgesamt vier Nachweisen fanden drei Nestprädationen während der Dunkelphase statt. In vielen Prädationsstudien werden statt Nestkameras sogenannte Thermologger eingesetzt und der Zeitpunkt der Prädation über die Temperatur-Entwicklung im Nest bestimmt. Bei Nestverlusten in der Nacht werden üblicherweise Säugetiere als Nestprädator angenommen, während bei Nestverlusten am Tage Vögel als Nestprädator vermutet werden (Langgemach und Bellebaum, 2005)[[vgl.]. Dass diese pauschale Annahme oftmals nicht stimmt, zeigen unter anderem diese drei Belege. Auch Silbermöwen wurden im Rahmen dieser Studie mehrfach während der Dunkelphase als Nestprädator dokumentiert.



Abbildung 33: Beispiele für erfolgreiche Gelege mit geschlüpften Küken.

Kameratechnik

Browning Dark Ops Pro XD



Abbildung 34: Kameramodelle Browning Dark Ops Pro XD

Tabelle 9: Einstellungen der Browning Dark Ops Pro XD

Parameter	Einstellung
Mode	Trail
Capture Delay	1s
PicSize	Low[4MP]
MultiShot	RPF-3Shot
Smart IR	On
Night Exp	Pwr Save
Info Strip	On
SD Manegement	Off
Motion Detect	Long
Name	NestID

Von dieser Kamera wurden 60 Stück eingesetzt. Die Browning ist die kleinste Kamera und hat zwei Kamerasysteme für Nacht- und Tagaufnahmen. Die Tagaufnahmen hatten die beste Auflösung aller drei Kameras, die Nachtaufnahmen waren hingegen von geringerer Qualität und streuten extrem stark zwischen den einzelnen Kameras. Die Brownings lösten sehr schnell und zuverlässig aus. In einigen Fällen löste diese Kamera an sehr warmen Tagen fast ununterbrochen aus, in den meisten Fällen hatten die Kameras aber eine sehr lange Standzeit.

SecaCam Pro Plus



Abbildung 35: Kameramodelle SecaCam Pro Plus

Tabelle 10: Einstellungen der SecaCam Pro Plus

Parameter	Einstellung
Modus	Foto
Fotoauflösung	5MP
Anzahl Fotos	3 Bilder schnell
Empfindlichkeit	maximal
Blitzmodus	max. Schärfe
Aufnahmepause	Aus
Batterie Akku	A
Kameraname	Ein
Überschreiben	Aus

Von dieser Kamera wurden 35 Stück eingesetzt. Die SecaCam Pro Plus hat einen sehr weiten Bildwinkel. Im Vergleich zu den anderen beiden Modellen löste die SecaCam nicht ganz so zuverlässig aus. In der Regel wird durch den Infrarot-Blitz nur die Bildmitte ausreichend ausgeleuchtet. Bedingt durch den großen Aufnahmewinkel sollte die Kamera nicht weiter als 250 cm vom Nest entfernt stehen, damit das Nest noch gut erkennbar ist. Die Nachtaufnahme ist sehr gut, die Auflösung am Tag liegt hingegen deutlich unter der Browning Dark Ops Pro XD.

Moultrie M40i**Abbildung 36:** Kameramodell Moultrie M40i**Tabelle 11:** Einstellungen der Moultrie M40i

Parameter	Einstellung
mode	motion detect
photo or video	photo
photo quality	low[4MP]
managed memory	do not overwrite
PIR Sensivity	high
multi-shot	3 burst
motion freeze	on
infostrip active	yes
camera name	NestID

Von dieser Kamera kamen 12 Stück aus einem ehemaligen Projekt zum Einsatz. Die Moultrie M40i hat im Vergleich den engsten Bildwinkel. Die Qualität der Tag- und Nachtaufnahmen ist sehr gut und die Kameras lösen in aller Regel sehr zuverlässig aus. Allerdings kam es in einigen Fällen trotz ausreichend Akku- und Speicherkartenkapazität zu unvorhersagbaren Kameraausfällen. Ähnliche Erfahrungen wurden bereits bei vorangegangenen Untersuchungen auf Föhr gemacht.