

Schutz der Brutvögel auf den nordfriesischen Halligen

Aktuelle Situation und mögliche Auswirkungen des Klimawandels

Andrea Maier
Janina Schrader
Jan Blew



April 2018

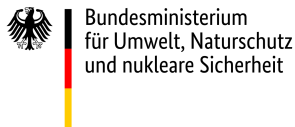
Autoren:

Andrea Maier, Janina Schrader, Jan Blew

BioConsult SH
Schobüller Str. 36
25813 Husum
www.bioconsult-sh.de

Diese Untersuchung wurde im Auftrag des WWF Deutschland erstellt und durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) gefördert. Die Untersuchung entstand im Rahmen des Projekts Pilotmaßnahmen zur Klimaanpassung mit Kommunen in der schleswig-holsteinischen Wattenmeer-Region (PiKKoWatt, www.wwf.de/watt/pikkowatt). Förderkennzeichen: 03DAS049

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS), im Programm „Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel“ (Förderschwerpunkt „Kommunale Leuchtturmvorhaben“). Der Bericht gibt die Meinung der Autoren wieder und muss nicht mit der Meinung des WWF oder des BMU übereinstimmen.

Zitiervorschlag: Maier, A.; Schrader, J.; Blew, J. (2018): Schutz der Brutvögel auf den nordfriesischen Halligen. Aktuelle Situation und mögliche Auswirkungen des Klimawandels. BioConsult SH. Husum.

Foto Titelseite: Claudia Burger (Rotschenkel)

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
1.1	Warum diese Studie?.....	1
1.2	Bedeutung der Halligen für Brutvögel	1
1.3	Überflutungen, landwirtschaftliche Bewirtschaftung und Prädation als wichtigste Wirkfaktoren.....	6
1.4	Verwendete Quellen.....	8
2	ÜBERFLUTUNGEN	10
2.1	Bedeutung für die Brutvögel	10
2.2	Übersicht über die Küstenschutzbauwerke auf den Halligen	17
2.3	Aktuelle Maßnahmen zum Überflutungs- und Küstenschutz auf den Halligen und ihre Bedeutung für Brutvögel	18
2.4	Alternative Anpassungsoptionen	26
2.5	Empfehlungen zum Umgang mit Überflutungen.....	35
3	LANDWIRTSCHAFT	37
3.1	Bedeutung für die Brutvögel	37
3.2	Landwirtschaftliche Bewirtschaftung auf den Halligen	38
3.3	Empfehlungen zur landwirtschaftlichen Bewirtschaftung.....	49
4	BODENPRÄDATOREN	51
4.1	Bisherige Erfahrungen mit Bodenprädatoren auf den Halligen	53
4.2	Empfehlungen zur Problematik von Bodenprädatoren.....	58
5	ZUSAMMENFASSUNG	60
6	LITERATUR	62

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1	Beispiel für eine Brutbestandserfassung: Austernfischerbruten auf Hallig Langeneß 2016. Dargestellt ist die Anzahl der Brutpaare je Teilfläche. Außerordentlich hohe Brutpaardichten finden sich insbesondere im Westen und auch in der Mitte der Hallig, hier liegt die Brutpaardichten zum Teil bei > 60 Brutpaaren/10 Hektar (Daten: Schutzstation Wattenmeer 2016).4	4
Abb. 1.2	Bestandstrends von 26 typischen Brutvögeln im Wattenmeer für den Zeitraum von 1991 bis 2011. Insgesamt werden 35 Küstenvogel-Arten erfasst, davon sind 9 Arten zu selten für eine Berechnung von Bestandstrends (WS = gesamtes Wattenmeer, DK = dänisches W., SH = schleswig-holsteinisches W., Nds/HH = niedersächsisches und hamburgisches W., NL = niederländisches W.). Quelle: Koffijberg et al. (2015), deutsche Version erhalten von Luerßen/CWSS 2017.....5	5
Abb. 1.3	Wirkfaktoren des Klimawandels und mögliche Zusammenhänge mit der Eignung der Halligen für Brutvögel. Rot markiert sind die Wirkfaktoren, die in dieser Studie vorrangig betrachtet werden (Hintergrundbild: MARTIN STOCK).....7	7
Abb. 2.1	Saisonale Veränderungen des täglichen Überflutungsrisikos der unteren Salzwiese (Fluten > 50 cm über MTHW), gemittelt über 27 ausgewertete Pegel im Wattenmeer für den Zeitraum 1971-1989 und 1990-2008) (aus: VAN DE POL et al. 2010).12	12
Abb. 2.2	Überflutungswahrscheinlichkeit der Nester von sechs Brutvogelarten (von links oben nach rechts unten: Flussseseschwalbe, Säbelschnäbler, Rotschenkel, Lachmöwe, Austernfischer, Löffler) für den Zeitraum 1971-1989, 1990-2008 und prognostiziert für den Zeitraum 2009-2027 (aus: VAN DE POL et al. 2010).13	13
Abb. 2.3	Verlustursachen für Austernfischergelege in Brachen (B) und Vergleichsflächen (V) auf Gröde, Hooge und Nordstrandischmoor (N'moor). Die Daten sind zusammengefasst für fünf untersuchte Brutzeiten (2001, 2003, 2005, 2007, 2009) (aus: Lutz in PRO REGIONE GMBH (2009).15	15
Abb. 2.4	Saisonale Veränderungen des täglichen Überflutungsrisikos in der unteren Salzwiese (Fluten > 50 cm über MTHW), für die Pegel Dagebüll, Husum und Wittdün für den Zeitraum 1971-1989 (schwarz) und 1990-2008 (weiß) (aus: VAN DE POL et al. 2010).16	16
Abb. 2.5	Schematische Darstellung einer Wasserfläche (blaue Linie), welche statt dem Aufsetzen von immer höheren Kuppen (braun markierter Deckwerksteil) eine Möglichkeit sein könnte Kantenerosion und Auskolkungen zu verhindern. Zugleich würde aber der Salzwassereinfluss und das Mitaufwachsen der Halligflächen nicht weiter eingeschränkt werden (aus: STRACK & JENSEN 2014, verändert: Wasserfläche hinzugefügt, Deckwerksteil markiert).25	25
Abb. 2.6	Eine von OMBREG (Online Marine Registry) zusammengestellte Datenbank vermittelt Informationen zu bereits durchgeführten Anpassungen der Küstenlinie bzw. der Küstenschutzbauwerke. In dieser Kartenauswahl sind die Rückdeichungen und Polder-/Deichöffnungen in Westeuropa verortet, zu welchen genauere Informationen in der Datenbank abrufbar sind (http://www.omreg.net/view-maps). In blau sind einzelne Projekte, in grün mehrere Projekte einer Region dargestellt.....28	28
Abb. 2.7	Entwicklung der Brutvögel im Bereich des Langeooger Sommerpolders nach der Öffnung im Jahr 2004 (Anzahl der Paare als Mittelwert/Jahr, aus: REICHERT et al. 2016).29	29

Abb. 2.8	Eine von OMReg (Online Marine Registry) zusammengestellte Datenbank vermittelt Informationen zu bereits durchgeführten Anpassungen der Küstenlinie bzw. der Küstenschutzbauwerke. In dieser Kartenauswahl sind die Projektgebiete mit gesteuerter Gezeitendynamik verortet, zu welchen genauere Informationen in der Datenbank abrufbar sind (http://www.omreg.net/view-maps . In blau sind einzelne Projekte, in grün mehrere Projekte einer Region dargestellt.....	31
Abb. 2.9	Im Osten von Hooge besteht seit langem eine natürliche Sand- und Schillansammlung (Foto: J. Schrader).	33
Abb. 3.1	Die unterschiedlichen Brutvogelarten der Salzwiesen zeigen unterschiedliche Präferenzen hinsichtlich Vegetationsstruktur und dementsprechend auch hinsichtlich der Nutzungsintensität (aus: Bunje 2005, nach Oltmanns 2003, Schrader 2003, Thyen 1996).	38
Abb. 3.2	Entwicklung der Brutvogeldichte (alle Arten) auf den Brachen und den beweideten Flächen (je eine Fläche pro Flächentyp auf Gröde, Nordstrandischmoor und Hooge) (aus: LUTZ in PRO REGIONE GMBH 2009).....	42
Abb. 3.3	Entwicklung der Schlupfwahrscheinlichkeit des Austernfischers in je einer untersuchten Brache und einer beweideten Fläche auf Gröde, Nordstrandischmoor und Hooge (aus: LUTZ in PRO REGIONE GMBH 2009).....	43
Abb. 3.4	Verlustursachen von Austernfischergelegen in je zwei untersuchten Flächentypen auf Gröde, Nordstrandischmoor und Hooge über fünf Untersuchungsjahre dargestellt (aus: LUTZ in PRO REGIONE GMBH 2009).....	44
Abb. 3.5	Vegetationsveränderungen auf Habel, Ausbreitung der Queckenbestände (dunkelgrün) zwischen 2001 und 2012 (aus: Präsentation GRAVE 2016, Daten: TMAP-Salzwiesenkartierung). 48	
Abb. 3.6	Auf Norderoog werden inzwischen große Bereiche von Quecken-Rasen (dunkelgrün) bewachsen (aus: Präsentation GRAVE 2016, Daten TMAP-Salzwiesenkartierung)g.....	49
Abb. 4.1	„Fuchssperre“ am Damm nach Oland, Blick nach Osten: ein Teil der Spundwand wurde entfernt, der Priel auf der Ostseite des Dammes ausgehoben (Foto: H.-U. Rösner, 2017).	54

Boxen

Box 1:	Fragenkatalog der Experteninterviews:.....	9
Box 2:	Ergebnisse der Experteninterviews zur Frage: „Sind die Auswirkungen des Klimawandels für Brutvögel auf den Halligen eine Bedrohung“?	16
Box 3:	„Innovative Deckwerke und neue Bauweisen ausprobieren“	25
Box 4:	Mosaik aus unterschiedlichen Nutzungsformen als günstigste Nutzungsform:	47
Box 5:	Prädatorenmanagement auf anderen Inseln.	58

Tabellenverzeichnis

Tab. 1.1 Brutpaar-Anzahl der Küstenvögel auf den Halligen und Anteil des Hallig-Bestands am deutschen Brutbestand der Arten. Für die Halligen Langeneß, Hooge und Norderoog sind die Brutbestände von 2016 einzeln dargestellt, daneben der Gesamtbestand der neun Halligen von 2016 (außer Nordstrandischmoor: Brutbestand von 2013). Daten: Nationalparkverwaltung S-H/B. Hälterlein, Schutzstation Wattenmeer 2016, SCHIFFLER & LUTZ 2016, GRAVE 2017; Brutpaarzahlen von Deutschland: GEDEON et al. 2015.3

Tab. 2.1 Wirkungen des Klimawandels hinsichtlich Temperatur und Meeresspiegelanstieg und zwei verschiedenen Szenarien (Quelle: IPCC 2013, dargestellt in MELUR 2015a).10

Tab. 2.2 Übersicht zu den Küstensicherungs- und Küstenhochwasserschutzanlagen auf den Halligen. Quellen: Spalten 1 und 2 sowie Informationen zu Hooge, Langeneß und Nordstrandischmoor nach STRACK & JENSEN 2014; Informationen zu anderen Halligen basieren auf Experteninterviews 2017 und Informationen des LKN.SH).17

Tab. 3.1 Verschiedene Methoden der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung auf den Halligen und ihre Auswirkungen auf Brutvögel.40

1 EINLEITUNG

1.1 Warum diese Studie?

Die nur im schleswig-holsteinischen Wattenmeer vorkommenden Halligen sind zukünftig durch häufigere Überflutungen ganz besonders vom voraussichtlich beschleunigten Anstieg des Meeresspiegels betroffen. Das betrifft die dort wohnenden Menschen, aber auch die Vogelwelt, vor allem die Brutvögel. Auf der einen Seite sind häufigere Überflutungen für diese offensichtlich eine Gefahr, denn Eier und Jungvögel können verloren gehen. Doch zugleich sind Überflutungen auf längere Sicht notwendig für die Erhaltung der Halligen: durch das bei Überflutungen abgesetzte neue Sediment können die Flächen mit dem Meeresspiegel in die Höhe wachsen.

Dies zeigt, einfache Lösungen gibt es nicht. Da die Halligen beträchtliche Anteile der Populationen der Küstenbrutvögel beherbergen, haben sie für diese eine herausragende Bedeutung. Die Konsequenzen für die Brutvögel müssen daher bei allen Entscheidungen über die Entwicklung auf den Halligen mitbedacht werden.

In dieser Studie wird daher der Frage nachgegangen, welche Probleme für die Brutvögel auf den Halligen unter den in der „Strategie für das Wattenmeer 2100“ (MELUR 2015a) verwendeten Szenarien des Meeresspiegelanstiegs entstehen können. Neben direkten Folgen (z. B. durch häufigere Überflutungen) können es auch indirekte Folgen sein, wie z. B. Küstenschutzmaßnahmen, Anpassungen in der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung und in den dahinter stehenden Programmen, sowie die erst neuerdings als Folge von Dammerhöhungen auftretenden Bodenprädatoren (Fuchs, Marder u.a.). Wichtigstes Ziel der Studie ist es, vor allem die aufgrund des Klimawandels zu erwartenden bzw. ggf. auch schon sichtbaren Entwicklungen auf den Halligen in ihren Wirkungen auf die Brutvögel darzustellen und Lösungsmöglichkeiten für deren Schutz aufzuzeigen. Sie soll zur Entwicklung und Beurteilung von geeigneten Maßnahmen beitragen, daneben aber auch Hinweise für weitere Untersuchungen geben, wenn diese erforderlich sind.

Hierzu wurden die veröffentlichten Literaturquellen ausgewertet, wobei auch Forschungsberichte und akademische Abschlussarbeiten, soweit diese verfügbar waren, einbezogen wurden. Daneben wurden auch Befragungen von fach- und ortskundigen Personen durchgeführt, also bei Bewohnern der Halligen sowie Personen aus behördlichen Institutionen und Forschungs- und Naturschutzorganisationen. Die nun vorliegende Studie richtet sich gleichermaßen an die Halligbevölkerung sowie an die Akteure aus Küstenschutz und Naturschutz.

Diese Studie bezieht sich auf die neun Halligen Oland, Langeneß, Gröde, Habel, Hooge, Nordstrandischmoor, Norderoog, Süderoog und Südfall. Nicht betrachtet wird die Halbinsel Hamburger Hallig, da diese heute keine Insel, sondern Teil eines großen Festlandvorlandes ist.

1.2 Bedeutung der Halligen für Brutvögel

Auf den Halligen brüten Küstenvögel in außergewöhnlich hoher Anzahl und Dichte. Für mehrere Arten haben die Halligen eine besonders große Bedeutung, da sie einen erheblichen Anteil der deutschen oder sogar der gesamten Population beherbergen (Tab. 1.1). Die Bedeutung für Brut-

vögel besteht nicht nur in der reinen Zahl der Brutpaare: Hinzu kommt, dass auch der Bruterfolg auf den Halligen – z.B. beim Austernfischer – überdurchschnittlich hoch ist (THORUP & KOFFIJBURG 2016).

So brüten Austernfischer mit rund 4.500 Brutpaaren auf den Halligen, das entspricht etwa 15 % des deutschen Gesamtbestandes dieser Art (Tab. 1.1). Alleine auf Hallig Langeneß brüten über 2.000 Paare – dort werden mit über 60 Brutpaaren pro zehn Hektar deutschlandweit höchste Brutdichten verzeichnet (Abb. 1.1, GEDEON et al. 2015). Auf Hallig Norderoog befindet sich eine sehr große Brandseeschwalbenkolonie: mit über 3.000 Brutpaaren brütet dort derzeit mehr als siebenzig Prozent des deutschen Brutbestandes (Tab. 1.1). Auch für Küstenseeschwalben sind die Halligen ein herausragendes Brutgebiet: über 2.000 Paare brüten dort, dies entspricht etwa der Hälfte des deutschen Brutbestandes (Tab. 1.1), und auch Fluss- und Zwergseeschwalben haben bedeutende Vorkommen. Weitere typische und herausragende Brutvögel auf den Halligen sind der Rotschenkel, einige Möwenarten sowie einige Entenvögel. In Tab. 1.1 sind die aktuellen Brutbestände der typischen Küstenvögel auf den Halligen dargestellt, auf sie konzentriert sich diese Studie. Darüber hinaus gibt es weitere Brutvögel, z.B. Graugänse, die an den Häusern brütenden Haussperlinge und Stare sowie typische Wiesen-Singvögel (Feldlerche, Wiesenpieper). Diese Arten werden aber im Rahmen des Wattenmeer-Monitorings bisher nicht erfasst und daher hier nicht berücksichtigt.

Tab. 1.1 Brutpaar-Anzahl der Küstenvögel auf den Halligen und Anteil des Hallig-Bestands am deutschen Brutbestand der Arten. Für die Halligen Langeneß, Hooge und Norderoog sind die Brutbestände von 2016 einzeln dargestellt, daneben der Gesamtbestand der neun Halligen von 2016 (außer Nordstrandischmoor: Brutbestand von 2013). Daten: Nationalparkverwaltung S-H/B. Hälterlein, Schutzstation Wattenmeer 2016, SCHIFFLER & LUTZ 2016, GRAVE 2017; Brutpaarzahlen von Deutschland: GEDEON et al. 2015.

	Brutpaar-Anzahl					Anteil des Hallig-Brutbestandes am Gesamtbestand von Deutschland
	Langeneß	Hooge	Norderoog	Summe der 9 Halligen	Gesamtbestand von Deutschland	
Löffler	2			97	319	30 %
Brandgans	99	21	4	175	6.500-8.000	2 %
Eiderente	21	88	36	167	1.000-1.400	14 %
Mittelsäger	9	7	1	21	370-410	5 %
Austernfischer	2.116	905	100	4.427	25.000-33.000	15 %
Sandregenpfeifer	8	6		55	950-1.100	5 %
Kiebitz	5	1		34	63.000-100.000	0,04 %
Uferschnepfe				1	3.900-4.400	0,01 %
Rotschenkel	311	41	10	551	11.000-17.500	4 %
Säbelschnäbler	86	29		292	6.000-7.000	4 %
Lachmöwe	2.018	1.381	2.815	11.894	105.000-150.000	9 %
Schwarzkopfmöwe			3	4	310-380	1 %
Sturmmöwe	381	155	2	1.075	22.000-24.000	5 %
Heringsmöwe	316	62	26	1.317	34.000-44.000	3 %
Silbermöwe	644	228	82	2.715	29.000-36.000	8 %
Mantelmöwe	11	5	2	26	46-52	53 %
Brandseeschwalbe			3.270	3.270	3.700-5.500	71 %
Flusseeschwalbe	347	257	40	858	9.000-10.500	9 %
Küstenseeschwalbe	548	551	95	2.179	4.000-4.900	49 %
Zwergseeschwalbe	9	51		64	600-650	10 %
Summe	6.931	3.788	6.486	29.222		

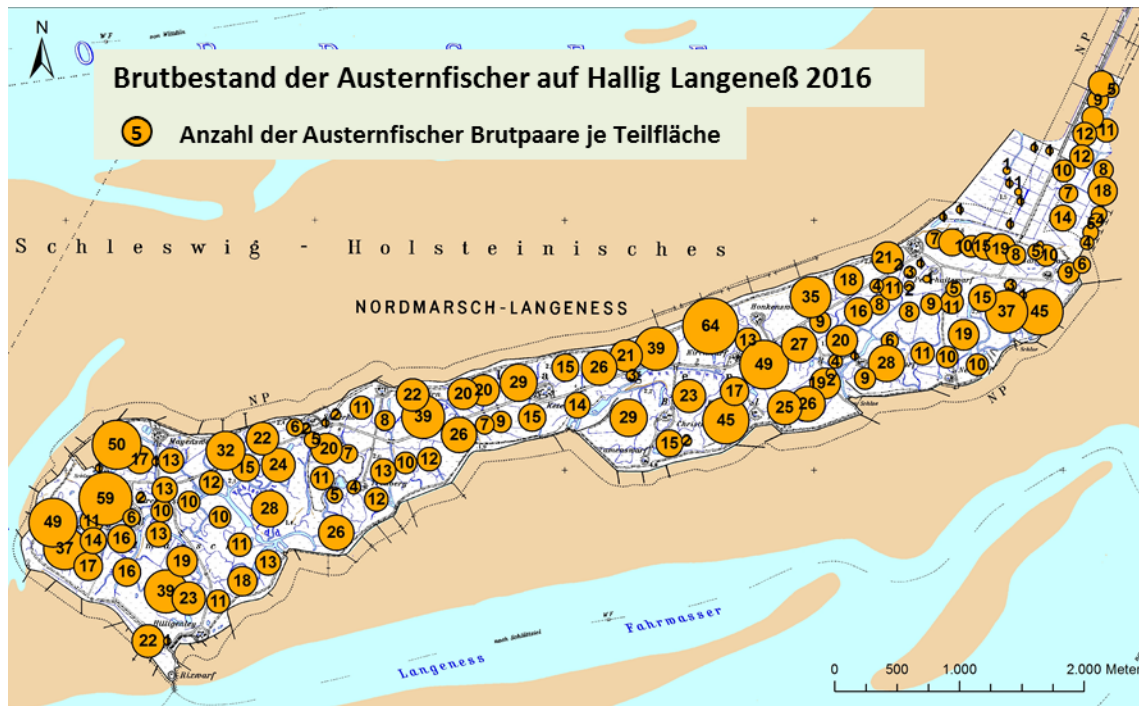


Abb. 1.1 Beispiel für eine Brutbestandserfassung: Austernfischerbruten auf Hallig Langeneß 2016. Dargestellt ist die Anzahl der Brutpaare je Teilfläche. Außerordentlich hohe Brutpaardichten finden sich insbesondere im Westen und auch in der Mitte der Hallig, hier liegt die Brutpaardichten zum Teil bei > 60 Brutpaaren/10 Hektar (Daten: Schutzstation Wattenmeer 2016).

Seit 1991 findet ein gemeinsames Monitoring der Brutvögel in allen drei Wattenmeerstaaten statt. Dabei werden bislang die Brutbestände von 35 typischen Arten erfasst. Koloniebrüter und seltene Arten werden dafür jedes Jahr im gesamten Wattenmeer gezählt, häufigere Arten nur in Stichprobengebieten. Alle sechs Jahre findet eine Kompletterfassung aller Arten im gesamten Wattenmeer statt. Anhand dieser Monitoring-Daten wird deutlich, dass wattenmeerweit derzeit die meisten Brutvögel von Bestandsrückgängen betroffen sind. Insbesondere Watvögel und Seeschwalben haben rückläufige Brutbestände (KOFFIUBERG et al., 2017)(Abb. 1.2).

Spezies	21 Jahre Langzeittrend 1991 - 2011				
	WS	DK	SH	Nds/ HH	NL
Kormoran	↑↑	—	↑	↑	↑↑
Löffler	↑↑	—	↑↑	↑↑	↑↑
Brandgans	↑	↑	↑	→	↑
Eiderente	↓	↑↑	↓↓	↑	↓
Mittelsäger	—	—	—	—	—
Kornweihe	↓	—	—	→	↓↓
Austernfischer	↓	↓	↓	↓	↓
Säbelschnäbler	↓	↓	→	↓	↓↓
Sandregenpfeifer	↓	↓	↓	↓↓	↓
Seeregenvfeifer	↓	↑	↓	↓↓	↓
Kiebitz	↓	↓	↓	↓	→
Uferschnepfe	↓	↓	—	↓	↓
Großer Brachvogel	↓	—	—	—	↓
Rotschenkel	↓	↓	→	↓	↓
Schwarzkopfmöwe	↑↑	—	—	—	—
Lachmöwe	↓	—	→	↓	↓
Sturmmöwe	↑	↑	↑	↑↑	↓
Heringsmöwe	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑
Silbermöwe	↓	↑	→	↓	↓
Mantelmöwe	↑↑	—	↑↑	—	—
Lachseeschwalbe	—	—	—	↓	—
Brandseeschwalbe	→	↑↑	↓↓	—	↑
Flusseeschwalbe	↓	↓	—	↓	↓
Küstenseeschwalbe	↓	→	→	↓	↓
Zwergseeschwalbe	→	↑	↓	↓	↑
Sumpfohreule	↓	—	—	→	↓

↑↑ Starke Zunahme
↓↓ Starke Abnahme

↑ Moderate Zunahme
↓ Moderate Abnahme

→ Stabil
— Unklar

— Datengrundlage nicht
ausreichend für
Trendberechnung

Abb. 1.2 Bestandstrends von 26 typischen Brutvögeln im Wattenmeer für den Zeitraum von 1991 bis 2011. Insgesamt werden 35 Küstenvogel-Arten erfasst, davon sind 9 Arten zu selten für eine Berechnung von Bestandstrends (WS = gesamtes Wattenmeer, DK = dänisches W., SH = schleswig-holsteinisches W., Nds/HH = niedersächsisches und hamburgisches W., NL = niederländisches W.). Quelle: Koffijberg et al. (2015), deutsche Version erhalten von Lürßen/CWSS 2017.

Seit 2009/2010 wird für eine Auswahl von zehn Arten auch der Bruterfolg in einigen Stichproben- gebieten ermittelt, d.h., es wird die Anzahl flügger Küken pro Brutpaar erfasst. Für den bereits ausgewerteten Zeitraum von 2009-2012 zeigt sich, dass viele Arten wattenmeerweit einen zu ge-

ringen Bruterfolg erzielen, um die Brutbestände zu erhalten, es wachsen also weniger junge Tiere nach als alte Tiere sterben (THORUP & KOFFIJBURG 2016). Besonders bei Austernfischer, Säbelschnäbler und Küstenseeschwalbe liegt der Bruterfolg sehr niedrig. Diese Arten zeigen zugleich starke Bestandsrückgänge, der schlechte Bruterfolg dürfte ein wesentlicher Grund hierfür sein. Auch die Gründe für schlechten Bruterfolg werden erfasst: Prädation und Überflutungen sind die Hauptursachen (THORUP & KOFFIJBURG 2016). Einige der Stichprobenflächen für dieses „Bruterfolgsmonitoring“ liegen auf den Halligen. So wird für Austernfischer der Bruterfolg auf insgesamt drei Flächen auf den Halligen Langeneß (2) und Oland (1) ermittelt. Der Bruterfolg der Löffler wird auf den Halligen Südfall und Oland und der der Fluss- und Küstenseeschwalben auf Hallig Hooge untersucht.

Die auf Hooge untersuchten Fluss- und Küstenseeschwalben verzeichneten – ähnlich wie die Brutkolonien in den weiteren Stichprobenflächen im Wattenmeer – nur geringen Bruterfolg. Guten Bruterfolg erzielten in den ersten Untersuchungsjahren noch die Löffler auf Oland und Südfall. Dies änderte sich jedoch in den vergangenen Jahren als Folge des häufigeren Auftretens von Bodenprädatoren. So kam es etwa 2013 zum Totalausfall des Bruterfolgs der Löffler auf Oland (siehe auch Kap. 4).

Die auf den Halligen untersuchten Austernfischer erzielten den besten Bruterfolg aller im Rahmen des wattenmeerweiten Monitorings betrachteten Regionen. Genauer gesagt waren die „Hallig-Austernfischer“ die einzigen Austernfischer, die überhaupt noch guten Bruterfolg erzielten. Aber auch der Bruterfolg der Austernfischer ist auf Oland aufgrund der neuerdings anwesenden Bodenprädatoren gefährdet.

Aufgrund der hohen Brutbestände der Küstenvögel, die bei einigen Arten einen hohen bis sehr hohen Anteil des deutschen Brutbestandes ausmachen, und des im wattenmeerweiten Vergleich derzeit noch guten Bruterfolgs einiger Arten, kommt den Halligen eine sehr große Bedeutung und damit auch Verantwortung für die dort brütenden Küstenvögel zu. Die nordfriesischen Halligen sind ein Kerngebiet für den Erhalt von Küstenvögeln in Deutschland.

1.3 Überflutungen, landwirtschaftliche Bewirtschaftung und Prädation als wichtigste Wirkfaktoren

Der Klimawandel hat eine Reihe von direkten und indirekten Wirkungen auf Ökosysteme und ihre Tiere und Pflanzen. Der Temperaturanstieg als direkte Wirkung zieht eine Anzahl von indirekten Wirkungen nach sich: dies kann die Veränderung ganzer Ökosysteme, die Verschiebung des zeitlichen Vorkommens von Pflanzen- und Tierarten, das Verschwinden oder Entstehen bestimmter Lebensräume, die Einwanderung neuer oder das Verschwinden vorhandener Arten, und vieles mehr sein. Diese Veränderungen können sich lokal, regional oder darüber hinaus auswirken und sind wegen ihrer Komplexität oft schwer in klaren Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu erkennen und darzustellen.

Auch der zukünftig erwartete beschleunigte Anstieg des Meeresspiegels wird durch den Temperaturanstieg verursacht (IPCC 2013). So könnte eine Erhöhung der Anzahl der **Überflutungen** der Halligen bzw. der dortigen Brutplätze der bedeutendste Wirkfaktor für die Vögel sein (Kap. 2). Da-

bei hätten vermehrte Überflutungen, wenn sie in der Brutzeit erfolgen, für die Brutvögel eine starke Wirkung, außerhalb der Brutzeit dagegen nur eine geringe.

Der Wirkfaktor „Überflutungen“ muss auch langfristig betrachtet werden: Würde oder könnte man künftige Überflutungen zum Schutz der Brutvögel verringern oder verhindern, gäbe es weniger Sedimentablagerungen und damit ein geringeres Höhenwachstum der Halligen mit dem Meeresspiegel. Auf längere Sicht würden die Halligen dann unter den Meeresspiegel abtauchen.

Neben den Überflutungen haben als weitere Wirkfaktoren, die auch durch den Klimawandel beeinflusst werden, der Komplex der **landwirtschaftlichen Bewirtschaftung** (Kap. 3) sowie der Komplex der **Bodenprädatoren** (Kap. 4) einen wahrscheinlich hohen Einfluss auf die Brutvögel der Halligen.



Abb. 1.3 Wirkfaktoren des Klimawandels und mögliche Zusammenhänge mit der Eignung der Halligen für Brutvögel. Rot markiert sind die Wirkfaktoren, die in dieser Studie vorrangig betrachtet werden (Hintergrundbild: MARTIN STOCK).

Es gibt weitere Wirkfaktoren, z.B. direkte menschliche Tätigkeiten oder die Entwicklung des Watts in der Umgebung der Halligen. Doch die genannten drei Wirkfaktoren beeinflussen wahrscheinlich die Eignung der Halligen für Brutvögel am stärksten. In der Studie werden mögliche Zusammenhänge und Wirkungen in diesem Gefüge beschrieben, und vor allem auf die beiden Fragen eingegangen, was sind die Probleme, mit denen Brutvögel künftig (stärker) konfrontiert werden, und welche Lösungsansätze/Managementoptionen gibt es?

1.4 Verwendete Quellen

Da gerade in den letzten Jahren eine ganze Reihe von Projekten und Monitoring-Arbeiten auf verschiedenen Halligen zu unterschiedlichen Brutvogelarten und Fragestellungen durchgeführt wurden, wurde für die vorliegende Studie eine umfangreiche Literatur-Recherche erstellt. Hierzu zählte zum einen veröffentlichte Literatur aus Fachzeitschriften und Büchern. Zum anderen wurde jedoch besonderes Augenmerk darauf gelegt, auch die nicht veröffentlichte bzw. graue Literatur wie z.B. akademische Abschlussarbeiten, Gutachten, Ergebnisse von Workshops sowie Präsentationen, die anlässlich verschiedener Veranstaltungen gehalten wurden, zu finden und auszuwerten.

Auf einige Fragen, die sich auch nach dieser umfangreichen Literaturlauswertung nicht beantworten ließen, wurde in Experteninterviews noch einmal besonders eingegangen. So sollten Sachverhalte ermittelt werden, die bisher noch nicht in Veröffentlichungen zu finden sind bzw. noch nicht in Hinblick auf Klimawandel, Küstenschutz und Brutvögel der Halligen ausgewertet wurden.

Für die Experteninterviews wurde ein Fragebogen entwickelt (vgl. Box 1), welcher Ende 2016 an ausgewählte Personen geschickt wurde. Dabei sollten Hallig-Bewohner ebenso wie Personen, die beruflich mit den Halligen z.B. aus Behörden, Wissenschaft und Verbänden, zu tun haben, repräsentiert sein. Alle, die sich bereit erklärten, die Fragen zu beantworten, wurden bevorzugt in einem persönlichen Gespräch befragt. In einigen Fällen wurde dieses Gespräch telefonisch durchgeführt. Nur ein sehr geringer Anteil der Befragten füllte den Bogen schriftlich aus. Insgesamt wurden 26 Befragungen durchgeführt.

Das Ziel der Befragungen war, sowohl Informationen als auch fachliche Bewertungen einzuholen. Dazu gehörten die Einschätzung der ökologischen Situation, aber auch Fragen nach Handlungs- und Management-Optionen, welche – mit Fokus auf den Brutvögeln – den Befragten geeignet erscheinen, die Folgen des Klimawandels abzumildern bzw. zu berücksichtigen.

Die Experteninterviews wurden nicht quantitativ, sondern qualitativ ausgewertet. In einem ersten Schritt wurden alle Antworten einzelnen Themenkomplexen zugeordnet. Soweit diese im vorliegenden Bericht behandelt werden, wurden die entsprechenden Abschnitte durch anonymisierte Aussagen aus der Befragung ergänzt, teilweise durch einzelne Zitate, teilweise aber auch durch pointierte Bewertungen zu einem Thema.

Box 1: Fragenkatalog der Experteninterviews:

1. Sind die Auswirkungen des Klimawandels für Brutvögel auf den Halligen eine Bedrohung?
 Ja, weil _____ Nein, weil _____
2. Sind die Auswirkungen des Klimawandels für Rastvögel auf den Halligen eine Bedrohung?
 Ja, weil _____ Nein, weil _____
3. Wie sollten Ihrer Meinung nach die Halligen auf einen möglichen Meeresspiegelanstieg und höhere/ häufigere Sturmfluten reagieren?
 Warfterhöhungen
 Deckwerksverstärkungen
 Sommerdeich-Erhöhungen
 Lahnungsbau
 Maßnahmen ergreifen, um das Aufwachsen der Hallig insgesamt zu ermöglichen
 Küstenschutz mit Hilfe von Sandvorspülungen
 weitere _____
4. Gibt es auf den Halligen Küstenschutzbauwerke, die einen negativen Einfluss auf Brutvögel und deren Jungen haben?
5. Wie schädlich sind die Änderungen in der Struktur des Halliggrünlandes, die durch Wellenüberschlag hinter dem Deckwerk entstehen (Auskolkungen und andere Effekte), für die Sicherung der Halligkanten?
6. Welche Bewirtschaftungsformen sind Ihrer Meinung nach für Brutvögel auf den Halligen günstig?
 Intensivweiden
 Extensivweiden
 Wiesen mit ein-bis mehrfacher Mahd
 Mähweiden
 Brachen
7. Gibt es eine Bewirtschaftungsform, die Ihrer Meinung nach in Zukunft auf den Halligen dazukommen wird oder eine, die wegfallen wird?
8. Stichwort „Prädatoren“: Ist es möglich Prädatoren auf den Halligen auszuschließen? Was wäre hierfür nötig?
9. Sind menschliche Störungen (Einheimische, Touristen) ein Faktor, der die Brutvögel auf den Halligen beeinflusst?
10. Gibt es auf den Halligen Einzelmaßnahmen, um Brutvögel zu fördern? Zum Beispiel Anlage von Brandganshöhlen auf den Warften, Anlage von Gewässern / geeigneten Grabenuferkanten auf Weiden und Wiesen, Beseitigung von Sichtbarrieren (Schilf u.a.)?
11. Wenn Sie freie Hand hätten, eine Hallig (oder einen Teil davon) für hallig-typische Brutvögel optimal zu gestalten, welche Maßnahmen würde Sie ergreifen? Wie sähe eine solche für Brutvögel optimale Hallig aus?

2 ÜBERFLUTUNGEN

2.1 Bedeutung für die Brutvögel

Meeresspiegelanstieg

An der schleswig-holsteinischen Nordseeküste ist der relative mittlere Meeresspiegel im Zeitraum von 1937 bis 2008 um ca. 2,2 mm pro Jahr bzw. insgesamt um ca. 13 cm angestiegen (JENSEN et al. 2011; MELUR 2013, 2015a). Für die jüngere Vergangenheit, den Zeitraum 1971-2008, ist bereits über mehrere Pegel in Schleswig-Holstein mit einem durchschnittlichen Anstieg von 4,1 mm ein signifikant höherer Trend berechnet worden (JENSEN et al. 2011). Für den in der Nähe der Halligen liegenden Pegel Wyk wurde zwischen 1952 und 2009 ein Anstieg des relativen mittleren Meeresspiegels um 2,6 mm/a gemessen – das mittlere Tidenniedrigwasser veränderte sich kaum, aber der Anstieg des mittleren Tidehochwassers betrug um 5 mm/ Jahr (JENSEN et al. 2011; MELUR 2015a).

Gemäß den in der „Wattenmeerstrategie 2100“ (MELUR 2015a) definierten Szenarien, welche mögliche Entwicklungen beschreiben, ist mit einem weiteren beschleunigten Meeresspiegelanstieg zu rechnen. Entsprechend des **gemäßigten** („Klimaschutzszenario“) bzw. des **gesteigerten** Szenarios („Weiter-wie-bisher-Szenario“) wird bis Ende des 21. Jahrhunderts ein Meeresspiegelanstieg von 50 cm bzw. 80 cm prognostiziert (Tab. 2.1, IPCC 2013).

Tab. 2.1 Wirkungen des Klimawandels hinsichtlich Temperatur und Meeresspiegelanstieg und zwei verschiedenen Szenarien (Quelle: IPCC 2013, dargestellt in MELUR 2015a).

Annahme / betroffener Zeitraum	Szenario „gemäßigt“	Szenario „gesteigert“
Voraussetzung	Weltweite verstärkte Reduzierung der Treibgas-Emissionen	Unverändert hohe Treibgas-Emissionen lt. bestehender Selbstverpflichtungen
Bis zum Jahr 2050	+ 1,4° C	+ 1,8° C
Bis zum Jahr 2100	+ 2,0° C	+ 3,7° C
Meeresspiegelanstieg bis zum Jahr 2050 / 2100	4 / 6 mm pro Jahr	6 / 10 mm pro Jahr

Aufgrund neuerer Erkenntnisse über physikalische Prozesse der schmelzenden Eisschilde werden inzwischen für ein „Weiter-wie-bisher-Szenario“ noch weit höher liegende Werte des künftigen Meeresspiegelanstiegs diskutiert. Aus dem „Klimareport Schleswig-Holstein“ (2017) geht hervor, dass ein Meeresspiegelanstieg an den deutschen Küsten von deutlich über einem Meter bis zum Ende des 21. Jahrhunderts nicht ausgeschlossen ist (JENSEN et al. 2011; IPCC 2013; MELUR 2013; AG HALLIGEN 2050 2014; MELUR 2015a; DWD 2017).

Mitwachsen der Salzwiesen

Salzwiesen, zu denen mit Einschränkungen auch die Halligflächen gehören, können grundsätzlich mit einem steigenden Meeresspiegel „mitwachsen“. Bei jedem Überflutungsereignis bringt der Flutstrom vom Wasser aufgewirbeltes Sediment mit. Ein Teil der Sedimentpartikel wird vom Ebbstrom nicht zurücktransportiert, sondern lagert sich zuvor auf den Salzwiesen ab. Ausschlaggebend für ein Höhenwachstum der Salzwiesen, welches mit dem beschleunigten Meeresspiegelanstieg mithalten kann, ist dementsprechend zunächst eine ausreichend häufige Überflutung sowie eine ausreichend hohe Sedimentfracht im Überflutungswasser. Darüber hinaus werden die Sedimentationsprozesse und das langjährige Höhenwachstum von verschiedenen weiteren Faktoren beeinflusst. So spielt etwa die Form und Höhe der Pflanzen eine Rolle bei der Sedimentation und den jährlichen Aufwuchsraten. Außerdem zeigen das Alter und die Nutzung der Salzwiesen Einfluss auf die Bodenlagerungsdichte und beeinflussen somit auf lange Sicht die absoluten Höhenveränderungen (vgl. DEICKE et al. 2007; PRO REGIONE GMBH 2011; NOLTE et al. 2013, 2018; KARIUS ET AL. 2014; SCHINDLER 2014; REISE 2015; BAKKER 2016)

Die Sedimentations- und Aufwuchsraten unterscheiden sich regional. So zeigte sich etwa, dass im Vergleich mehrerer Untersuchungen entlang der Nordseeküste das vertikale Aufwachsen der Festlandsalzwiesen (insbesondere in der Leybucht und in den Niederlanden, aber auch auf der an das Festland angeschlossenen Hamburger Hallig) deutlich höher ist als die Aufwuchsraten auf den weiter außen im Wattenmeer liegenden Halligen (STOCK 2011).

Aktuelle Studien untersuchten das Höhenwachstum der Halligsalzwiesen. Auf den häufiger überfluteten Halligen Nordstrandischmoor und Süderoog wurden Werte um 3,8 mm bzw. 3,2 mm pro Jahr gemessen. Die größeren Halligen Hooge und Langeneß verzeichneten ein geringeres Höhenwachstum: lediglich 2,6 mm bzw. 1,8 mm pro Jahr (SAHALL-Projekt, Ergebnisse z.B. in AG HALLIGEN 2050 (2014). Andere Untersuchungen stellten noch geringere Werte fest. So wurden etwa für den Zeitraum 2010-2013 im Mittel pro Jahr 1,5 mm auf Hooge, 1,2 mm auf Langeneß und 2,6 mm auf Nordstrandischmoor ermittelt (SCHINDLER et al. 2014). Als Gemeinsamkeit der Studien zeichnet sich somit klar ab, dass derzeit das durchschnittliche mittlere Höhenwachstum vor allem der großen Halligen deutlich unterhalb des aktuellen mittleren Meeresspiegelanstiegs von 4,1 mm pro Jahr liegt.

Da insbesondere auf Hooge und Langeneß die Sedimentationsraten seit längerem nicht mehr ausreichen, um den bisherigen Meeresspiegelanstieg auszugleichen, wurden verschiedene Maßnahmen ausprobiert, welche potenziell ein Mitaufwachsen der Halligen ermöglichen können. Aus den Feldversuchen zeichnete sich ab, dass durch Maßnahmen, die für ein langsames Abfließen des Überflutungswassers sorgen, die Sedimentakkumulation gefördert werden könnte (AG HALLIGEN 2050 (2014). Die im Rahmen der Untersuchungen zur Bewertung des Hallig-Programms im Zeitraum 1992 – 2011 durchgeführten Sedimentationsuntersuchungen zeigten auf, dass der Bodenzuwachs in den untersuchten Bracheflächen deutlich schneller erfolgte als in den Weideflächen (PRO REGIONE GMBH 2011). Dieser positive Effekt von Bracheflächen zeigte sich auch bei Untersuchungen im Herbst/Winter 2015/16 auf Langeneß (NOLTE et al. 2018).

Überflutungen während der Brutzeit

Überflutungen während der Brutzeit sind eine der Hauptursachen für Brutverluste der Küstenvögel im Wattenmeer (KOFFIJBURG et al. 2016; THORUP & KOFFIJBURG 2016). Dies gilt im Vergleich besonders für Inseln, auf denen Bodenprädatoren nicht oder kaum vorkommen. Doch auch in Salzwiesen am Festland bewirken Überflutungen Brutverluste. Dort spielen allerdings die Verluste durch Bodenprädatoren eine größere Rolle.

Eine erste Untersuchung zeigt, dass regional Gelegeverluste durch Überflutungen bereits zugenommen haben. Wattenmeerweit existieren derzeit zwar keine Daten, um absolute Aussagen über Veränderungen der Häufigkeit von Brutplatzüberflutungen treffen zu können. Jedoch konnten VAN DE POL et al. (2010) anhand von Pegel­daten entlang der Wattenmeerküste zeigen, dass während der Brutzeit die Wahrscheinlichkeit hoch auflaufender, die unteren Salzwiesen überschwemmender, Fluten gestiegen ist. Hierzu berechneten sie für jeden Tag während des Sommerhalbjahres die Wahrscheinlichkeit einer mehr als 50 cm über das mittlere Tidehochwasser (MTHW) auflaufenden Flut für die beiden Zeitabschnitte 1971-1989 und 1990-2008. Besonders im Zeitraum Juni bis Anfang Juli war aktuell (1990-2008) die Wahrscheinlichkeit eines solchen Überflutungsereignisses deutlich höher als in der früheren Periode (1971-1989). Zur Kernbrutzeit der Küstenvögel kommt es also bereits heute schon zu nachweisbar häufiger auftretenden Sommerüberflutungen (Abb. 2.1).

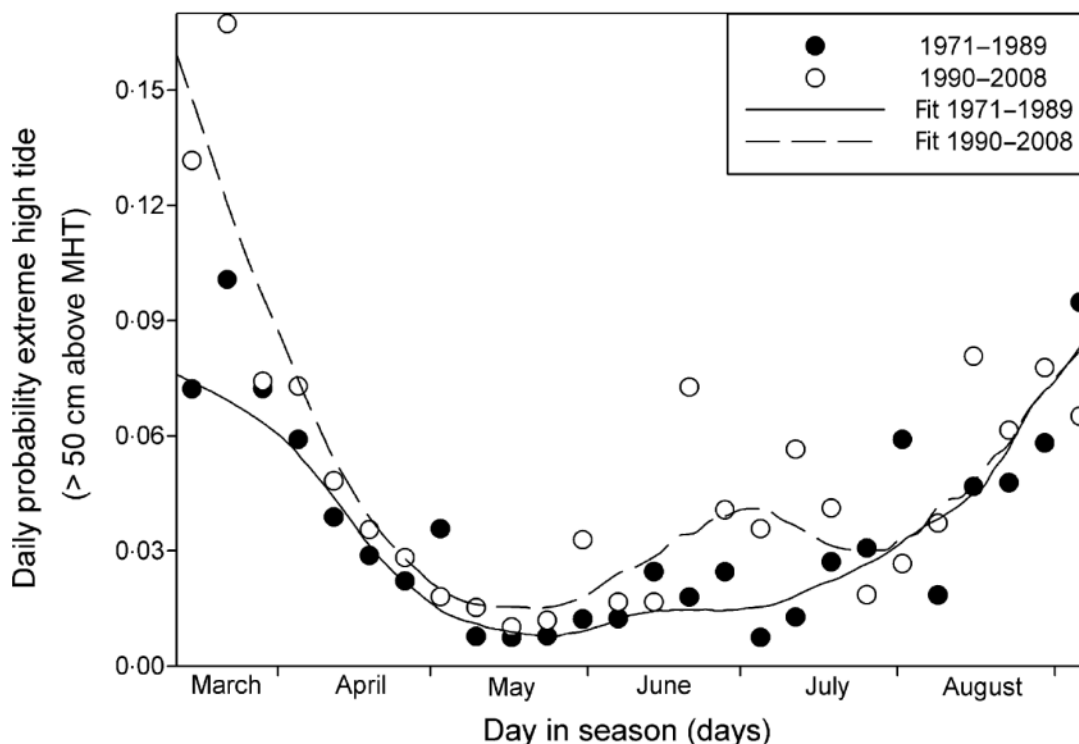


Abb. 2.1 Saisonale Veränderungen des täglichen Überflutungsrisikos der unteren Salzwiese (Fluten > 50 cm über MTHW), gemittelt über 27 ausgewertete Pegel im Wattenmeer für den Zeitraum 1971-1989 und 1990-2008 (aus: VAN DE POL et al. 2010).

Wie stark die unterschiedlichen Brutvogelarten von Überflutungen betroffen sind, hängt vom Bruthabitat und damit einhergehend von der Höhe der Brutplätze, von der Anpassungsfähigkeit der Arten an plötzlich veränderte Überflutungsrisiken, vom Zeitpunkt und der Dauer der Brut, sowie vom Vorhandensein höher gelegener Brutplätze (Ausweichmöglichkeiten) ab (VAN DE POL 2016). VAN DE POL et al. (2010) berechneten für die sechs Arten Flusseeeschwalbe, Säbelschnäbler, Rotschenkel, Lachmöwe, Austernfischer und Löffler, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass die jeweiligen Nester von Überflutung betroffen sind bzw. betroffen sein werden. Es wurden in Stichprobengebieten die Geländehöhe der Nester eingemessen und die mittlere Dauer bzw. der Zeitraum des Brutgeschäftes der Arten bestimmt. Das Überflutungsrisiko der Nester wurde anhand der Pegelraten der zehn nächstliegenden Pegel ermittelt. Das zukünftige Überflutungsrisiko wurde anhand der Pegelraten und mit der Annahme eines weiteren mittleren Meeresspiegelanstiegs von 4,1 mm berechnet. Das jährliche Überflutungsrisiko unterscheidet sich deutlich zwischen den untersuchten Arten (Abb. 2.2): während ein Rotschenkel-Nest (Nesthöhe im Mittel etwa 50 cm über MTHW) im Durchschnitt alle elf Jahre von Überflutungen betroffen ist, liegt die alljährliche Überflutungswahrscheinlichkeit eines typischen Flusseeeschwalben-Nests (Nesthöhe im Mittel ca. 20 cm über MTHW) im Untersuchungsgebiet bei 0,84 - d. h. ein Flusseeeschwalben-Nest wird bereits in fünf von sechs Jahren überflutet. Für alle sechs Arten besteht bereits gegenwärtig ein erhöhtes Überflutungsrisiko, doch es ist zu erwarten, dass dieses Risiko in Zukunft weiter steigt. Alle untersuchten Arten würden von einer Anpassung der Brutplatzwahl, d.h. höher liegenden Neststandorten, profitieren. Eine Anpassung der Dauer oder zeitlichen Verschiebung der Brut- und Kükenphase würde das Überflutungsrisiko dagegen nicht maßgeblich ändern.

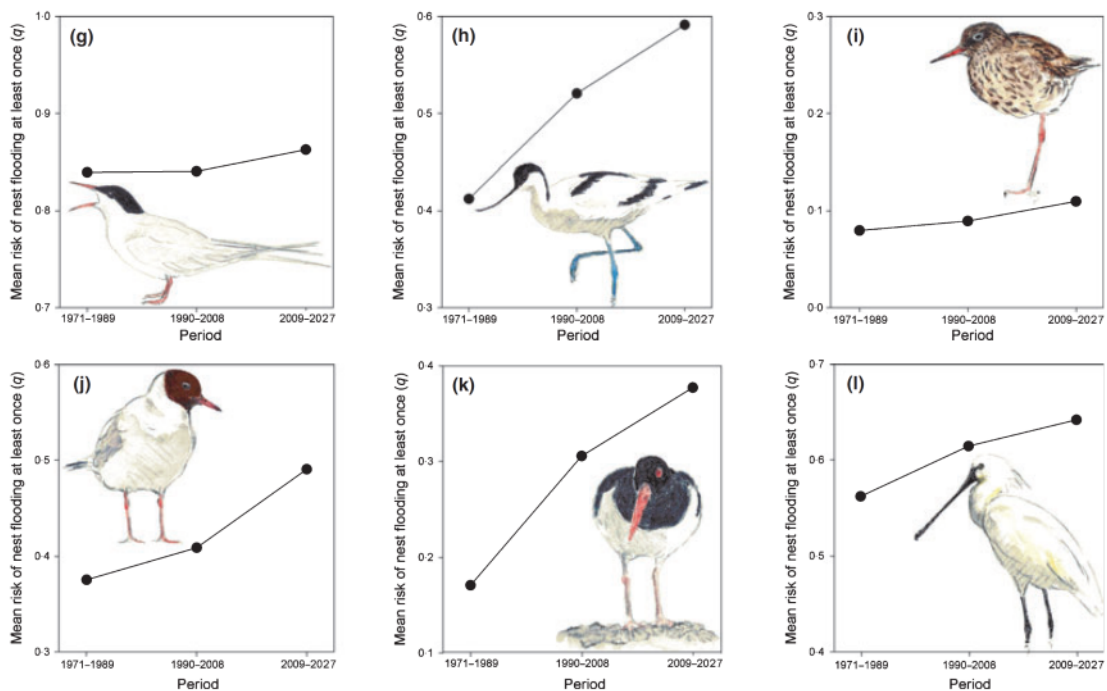


Abb. 2.2 Überflutungswahrscheinlichkeit der Nester von sechs Brutvogelarten (von links oben nach rechts unten: Flusseeeschwalbe, Säbelschnäbler, Rotschenkel, Lachmöwe, Austernfischer, Löffler) für den Zeitraum 1971-1989, 1990-2008 und prognostiziert für den Zeitraum 2009-2027 (aus: VAN DE POL et al. 2010).

Genauere Prognosen, wie sich die als Folge des Klimawandels ergebenden Veränderungen in der Überflutungshäufigkeit von Nestern – und der damit einhergehende häufigere Brutausfall – auf die Brutpopulation auswirkt, benötigen weitere Daten. So müsste für populationsdynamische Parameter (Bruterfolg etc.) bekannt sein wie diese räumlich und zeitlich variieren und in welchem Ausmaß die verschiedenen sich verändernden Klimaparameter diese Parameter beeinflussen (THYEN et al. 2010).

Grundsätzlich ist jedoch davon auszugehen, dass sich häufiger auftretende Überflutungen und somit häufiger ausbleibender Bruterfolg negativ auf die Brutbestände auswirken. Dies zeigen auch Populationsmodelle, die auf Literaturdaten und allgemeinen Grundannahmen beruhen. Für die Wattenmeer-Population der Austernfischer und Säbelschnäbler wurde berechnet, dass, bei sonst unverändert bleibenden populationsdynamischen Parametern, eine Verdopplung des Brutausfalls durch gesteigerte Überflutungshäufigkeiten nach nur wenigen Jahren deutliche Bestandsabnahmen nach sich ziehen würden (THYEN et al. 2010). Für die seit Jahrzehnten intensiv erforschte, abnehmende Austernfischer-Brutpopulation auf der niederländischen Insel Schiermonnikoog wurde gezeigt, dass der Faktor Gelegeüberflutung den Bruterfolg der Austernfischer stark einschränkt. Folglich wird bei einer weiteren Steigerung der Überflutungshäufigkeit der Erhalt einer stabilen Brutpopulation in Zukunft immer unwahrscheinlicher, wenn die Art in der Brutplatzwahl nicht ausweicht oder nicht ausweichen kann (THYEN 2005; THYEN et al. 2010; VAN DE POL et al. 2010; THORUP & KOFFIJBERG 2016; VAN DE POL 2016).

Überflutungen auf den Halligen

Auch auf den Halligen treten Überflutungen während der Brutzeit auf und führen zu Brutverlusten bei den Küstenvögeln. Längerfristige Zeitreihen mit Angaben über die tatsächliche Häufigkeit von Landunter-Ereignissen während der Brutzeit aufgrund von Pegelmessungen liegen jedoch nicht vor. Zwar gibt es verschiedene Arten von (privaten) Aufzeichnungen über die Anzahl von Landunter- und Teil-Landunter-Ereignissen, jedoch keine systematische Auswertung dieser Daten. Um die Wasserstände bei Landunter auf den Halligen aufzuzeichnen, wurden ab 2008 neue Binnenpegel auf den Halligen Langeneß, Hooge, Gröde und Nordstrandischmoor installiert (Gespräche 2017, AG HALLIGEN 2050 2014).

Allerdings wurden bzw. werden die im Zuge verschiedener Untersuchungsprogramme beobachteten Gelegeüberflutungen auf den Halligen dokumentiert. So werden im Rahmen des Bruterfolgsmonitorings der drei Wattenmeerstaaten („TMAP“) in Stichprobenflächen auf Langeneß, Oland, Hooge und Südfall für einige Arten der Bruterfolg – und bei Brutausfall auch die Ursachen – notiert (THORUP & KOFFIJBERG 2016). Ein weiteres Beispiel ist das Brutvogelmonitoring auf Oland, welches den Einfluss von Bodenprädatoren untersucht. Im Zuge dieser Untersuchungen werden auch Brutausfälle durch Überflutungsereignisse dokumentiert (SCHIFFLER & LUTZ 2016). Ein drittes Beispiel sind die Brutvogeluntersuchungen, welche im Rahmen der Bewertung des Hallig-Programms hinsichtlich der Folgen der Einführung der Salzwiesenbrache für die Brutvögel durchgeführt wurden. Dabei wurden auch der Bruterfolg und Gründe für festgestellte Brutverluste erfasst (LUTZ in PRO REGIONE GMBH 2009).

Die Überflutungsgefahr von Halligflächen betrifft allerdings die Halligen unterschiedlich. Auf Halligen und Halligflächen ohne schützende Sommerdeiche oder hohe Deckwerke sind Brutten durch

Überflutungen gefährdet. Die auf Hallig Hooge untersuchten Fluss- und Küstenseeschwalbenkolonien zeigen aufgrund des dortigen Sommerdeiches in der Regel keine Brutverluste durch Überflutungen (THORUP & KOFFIUBERG 2016, Gespräche 2017). Dabei muss aber berücksichtigt werden, dass der Sommerdeich zugleich das Höhenwachstum der Hallig begrenzt. In Abb. 2.3 sind die Verlustursachen für Austernfischergelege in Brachen und Vergleichsflächen auf Gröde, Hooge und Nordstrandischmoor dargestellt (Lutz in PRO REGIONE GMBH 2009). Auf Nordstrandischmoor und der Brachfläche auf Gröde – also den Flächen ohne Sommerdeiche – machten Überflutungen insgesamt 9-19 % der Gelegeverluste aus. Bei den hinter Sommerdeichen brütenden Austernfischern (Hooge sowie die Vergleichsfläche auf Gröde) kam es überhaupt nicht zu Gelegeüberflutungen bzw. verursachten diese maximal 1 % der Brutverluste.

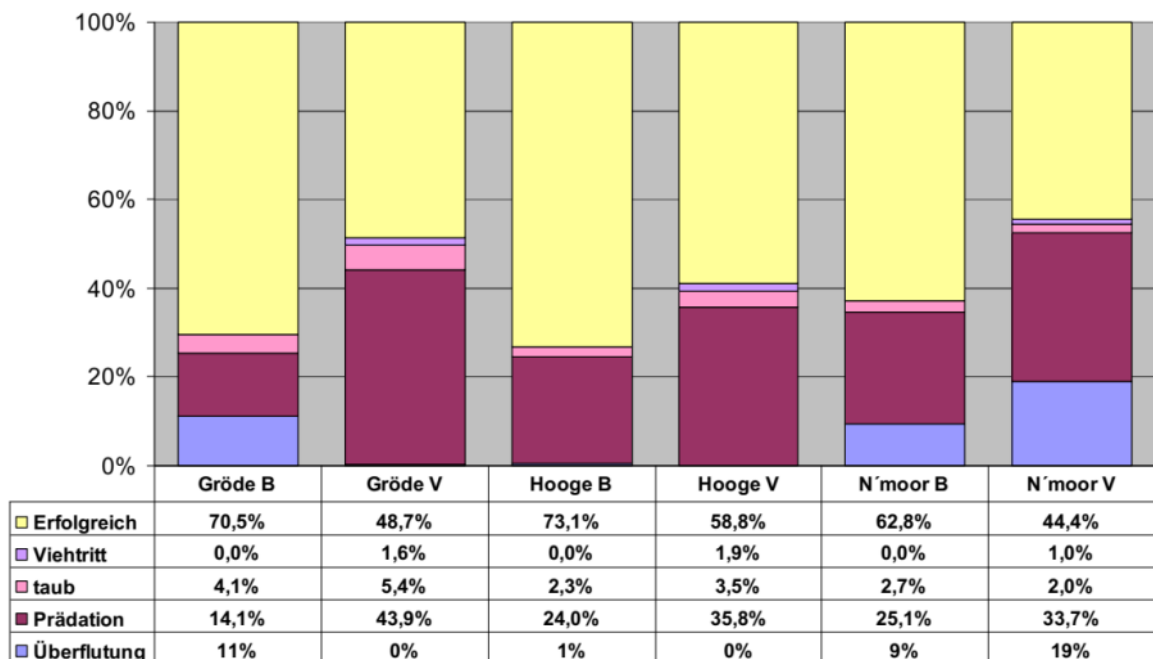


Abb. 2.3 Verlustursachen für Austernfischergelege in Brachen (B) und Vergleichsflächen (V) auf Gröde, Hooge und Nordstrandischmoor (N'moor). Die Daten sind zusammengefasst für fünf untersuchte Brutzeiten (2001, 2003, 2005, 2007, 2009) (aus: Lutz in PRO REGIONE GMBH (2009).

Allerdings erlauben die genannten Untersuchungen keine Rückschlüsse auf einen Trend, also auf Änderungen der Häufigkeit, mit der Überflutungen Brutauffälle verursachen. Dazu sind die Untersuchungszeitreihen nicht lang genug und/oder die Stichproben (Untersuchungsflächen, untersuchte Arten) zu gering. Dementsprechend sind anhand dieser Untersuchungen auch keine Aussagen darüber möglich, ob durch die häufiger auftretenden Gelegeüberflutungen bereits Auswirkungen auf die Brutpopulationen sichtbar sind.

Jedoch treten die von VAN DE POL et al. (2010) gezeigten im wattenmeerweiten Mittel bereits gegenwärtig hoch auflaufenden, die unteren Salzwiesen überschwemmenden, Sommerfluten auch im Bereich der Halligen auf (Abb. 2.4, als mit lokalem Bezug differenzierte Aufschlüsselung von Abb. 2.1). Es ist entsprechend davon auszugehen, dass auch auf den Halligen während der Brutzeit bereits gegenwärtig ein höheres Risiko für Verluste durch hoch auflaufende Fluten besteht als noch vor einigen Jahrzehnten.

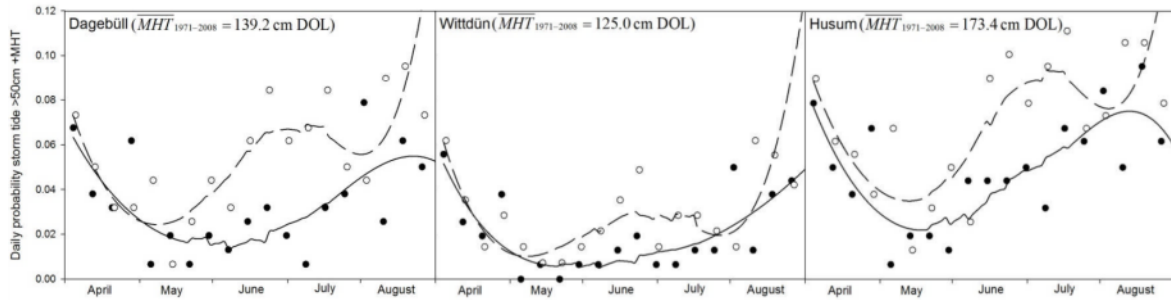


Abb. 2.4 Saisonale Veränderungen des täglichen Überflutungsrisikos in der unteren Salzwiese (Fluten > 50 cm über MTHW), für die Pegel Dagebüll, Husum und Wittdün für den Zeitraum 1971-1989 (schwarz) und 1990-2008 (weiß) (aus: VAN DE POL et al. 2010).

Während aufgrund der bis jetzt geringen Anzahl an Bruterfolgsuntersuchungen und hydrologischen Messungen für die Halligen noch keine belastbaren Aussagen über Ausmaß, Häufigkeit oder Veränderungen von sommerlichen Gelegeüberflutungen getroffen werden können, ist dennoch offensichtlich, dass diese eine der Hauptursachen für Brutverluste in Hallig(-Flächen) ohne Sommerdeiche oder Deckwerke mit vergleichbarer Wirkung darstellen. Auch die befragten Personen gaben an, dass die Auswirkungen des Klimawandels als eine Bedrohung für die Brutvögel der Halligen eingeschätzt werden. Als Hauptursachen wurden Brutverluste durch Überflutungen und Extremwetterereignisse genannt (vgl. Box 2).

Box 2: Ergebnisse der Experteninterviews zur Frage: „Sind die Auswirkungen des Klimawandels für Brutvögel auf den Halligen eine Bedrohung?“

Die Frage „Sind die Auswirkungen des Klimawandels für Brutvögel auf den Halligen eine Bedrohung?“ beantworteten die Befragten eindeutig bejahend.

Es wurden zwei Hauptgründe für diese Einschätzung genannt:

Zum einen wird von zukünftig **häufigeren und höher auflaufenden Fluten während der Brutzeit** ausgegangen. Infolgedessen ist mit häufigeren Gelegeüberflutungen und dadurch schlechterem Schlupferfolg bzw. schlussendlich schlechterem Bruterfolg der Halligvögel zu rechnen.

Zum andere wird ein **häufigeres Auftreten von Extremwetterereignissen** (Starkwind, Wellengang, Niederschlag) erwartet. Diese Ereignisse führen zu schlechterer Nahrungsvfügbarkeit bei zugleich höherem Energiebedarf und somit ebenfalls zu schlechterem Bruterfolg.

Überflutungen und Extremwetterereignisse sind keine neuartigen Erscheinungen, „neu“ ist, dass die Häufigkeit solcher Ereignisse in der Wahrnehmung der Befragten zunimmt:

„Das Problem ist, dass solche ‚Zufallereignisse‘ häufiger werden. Dann wird irgendwann eine Frequenz erreicht, bei der es ein Problem wird, weil auf Dauer kein populationserhaltender Bruterfolg mehr erzielt wird. Es ist aber schwer zu sagen, wann dieser Punkt erreicht ist.“

2.2 Übersicht über die Küstenschutzbauwerke auf den Halligen

Auf den Halligen werden seit Jahrhunderten zunehmende Schutzmaßnahmen ergriffen, um die Menschen, ihr Eigentum sowie die Halligflächen vor Hochwasser und Erosion zu schützen. Dieser Abschnitt gibt zuerst einen Überblick über die derzeit dort eingesetzten Küstenschutzbauwerke und ihre Funktion. Anschließend werden die laufenden und auch wegen des Meeresspiegelanstiegs geplanten Verstärkungen der Bauwerke sowie alternative Anpassungsoptionen dargestellt und in Hinblick auf die Vor- und Nachteile für die Hallig-Brutvögel bewertet.

Die Küstenschutzbauwerke der Halligen lassen sich entsprechend ihrer hauptsächlichen Funktion in zwei Kategorien, in **Küstensicherungs- und Küstenhochwasserschutzanlagen**, einteilen. Diese werden in Tab. 2.2 dargestellt und im Anschluss kurz erläutert (nach MELUR 2013; SCHÜTTRUMPF & WÖFFLER 2014; STRACK & JENSEN 2014).

Tab. 2.2 *Übersicht zu den Küstensicherungs- und Küstenhochwasserschutzanlagen auf den Halligen. Quellen: Spalten 1 und 2 sowie Informationen zu Hooge, Langeneß und Nordstrandischmoor nach STRACK & JENSEN 2014; Informationen zu anderen Halligen basieren auf Experteninterviews 2017 und Informationen des LKN.SH).*

Küstensicherungsanlage	Wirkung	Hallig
Deckwerke (inkl. Halligigel)	Schutz der Halligkanten vor Erosion	alle Halligen
Buhnen	Reduzierung der erodierenden Strömung	alle Halligen
Lahnungen	Vorlandbildung, Erosionsschutz	Gröde, Hooge, Langeneß, Norderoog, Nordstrandischmoor, Oland, Süderoog
Überschlagssicherung	Schutz vor Erosion durch Wellenschlag	Gröde, Habel, Langeneß
Küstenhochwasserschutzanlage	Wirkung	Hallig
Sommerdeiche	Schutz des Hinterlandes vor Überschwemmungen (zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Nutzung)	Gröde, Hooge, Langeneß, Oland
Wattsicherungsdämme	Schutz vor Erosion von Wattflächen	nach Nordstrandischmoor, Oland, Langeness
Siele	Schutz vor Überschwemmungen, Entwässerung	Gröde, Hooge, Langeneß, Oland
Warften	Schutz der Häuser vor Überschwemmung	Gröde, Habel, Hooge, Langeneß, Nordstrandischmoor, Oland, Süderoog, Südfall

Küstensicherungsanlagen sichern die Küsten gegen Uferrückgang und Erosion. Auf den Halligen dienen Deckwerke, Überschlagssicherungen, Buhnen und Lahnungen diesem Zweck. Die zuvor ungesicherten Halligen hatten in der Vergangenheit sehr starke Flächenverluste. So verkleinerte sich ihre Gesamtfläche zwischen 1634 und 1874 von 100 km² auf 30 km² (MELUR 2013). Anfang des 20. Jahrhunderts wurde mit dem Bau von **Deckwerken** begonnen, um die verbliebenen Halligen zu erhalten und weiteren Rückgang zu verhindern. Insbesondere an exponierten Halligkanten dienen Deckwerke dem Schutz vor Kantenerosion durch Strömung, Wellenschlag und Eisgang. Mit

Deckwerken wurden zuerst nur die Kanten und Böschungsbereiche geschützt. Inzwischen schließt sich an einigen Stellen eine **Wellenüberschlagsicherung**, in Form einer bis zu 3 m breiten Befestigung an. Zusätzlich werden an einigen Deckwerksabschnitten Halligraustreifen („**Halligigel**“) aufgesetzt. Ziel des Raustreifens ist es, den Wellenüberschlag zu reduzieren und Erosion der dahinterliegenden Halligfläche zu verhindern. **Buhnen** dienen vor allem an exponierten Kanten der Strömungsreduzierung und werden so auch zum Schutz der Deckwerke vor zu starker Belastung eingesetzt. Außerdem kann eine Beruhigung der Strömung die Sedimentation an der Halligkante fördern. **Lahnungsfelder** unterstützen insbesondere an geschützten Stellen, wo ein geringer Höhenunterschied zwischen Halligkante und Wattfläche besteht, die natürliche Auflandung des Watts und die Vorlandbildung. Dadurch werden Halligkanten und Halligsockel vor Erosion geschützt.

Küstenhochwasserschutzanlagen dienen dem Schutz vor Überflutungen. Auf den Halligen sind dies Warften, Regionaldeiche, Siele und Dämme: **Warften** dienen dem Schutz der Menschen und ihren Siedlungen, Häusern und Vieh. Seit etwa 2.000 Jahren schon werden an der Nordseeküste Warften zum Schutz vor Sturmfluten gebaut. Auf den Halligen gibt es derzeit insgesamt 38 bewohnte Warften, einige sind zusätzlich mit einem Ringdeich ausgestattet. Auf vier Halligen – Langeneß, Oland, Hooge und Gröde - dienen **Sommerdeiche** dem Schutz vor leichten, sommerlichen Überflutungen und erleichtern so die landwirtschaftliche Bewirtschaftung. Sommerdeiche sind jedoch nicht darauf ausgelegt, auch Sturmfluten abzuwehren. Bei Sturmfluten ab einer bestimmten Höhe verzeichnen auch die Halligen mit Sommerdeich Landunter. Auf Hooge ziehen sich Sommerdeiche um die gesamte, auf Langeneß um fast die gesamte Hallig. Auf Oland und Gröde sind nur Teilflächen durch Sommerdeiche geschützt. Auf Hooge ist der Sommerdeich zum Teil ein Steindeich, auf den anderen Halligen handelt es sich fast ausschließlich um Grasdeiche bzw. um sommerdeichähnlich erhöhte Deckwerke. **Siele** dienen dem Schutz vor einem verfrühten Landunter sowie der Entwässerung der Hallig. Die Sieltore schließen sich automatisch durch die Kraft des an der Außenkante auflaufenden Wassers. Ist der seeseitige Wasserstand nach einem Landunter wieder gesunken, öffnen sich die Sieltore und die Halligflächen werden so zügiger entwässert. Die Halligen Langeneß, Oland und Nordstrandischmoor sind über **Dämme** mit dem Festland verbunden. Diese sogenannten Wattsicherungsdämme sollen die Umströmung der Halligen reduzieren und eine Erosion der Wattflächen verhindern. Der Oland-Damm wurde 1925 gebaut, 1928 wurde der Damm von Oland nach Langeneß fortgesetzt. Beide Dammabschnitte wurden bis 2009 bzw. 2012 erneuert. Der Damm nach Nordstrandischmoor wurde 1934 errichtet und 2007 zuletzt erneuert. Die auf den Dämmen vorhandenen Lorenbahnen dienen dem Transport von Küstenschutzmaterial, sie sind für die Halligbevölkerung aber auch eine Verkehrsverbindung ans Festland. Zu wichtigen Nachteilen der Dämme für die Brutvögel s. Kap. 4.

2.3 Aktuelle Maßnahmen zum Überflutungs- und Küstenschutz auf den Halligen und ihre Bedeutung für Brutvögel

Warftverstärkungen

Zahlreiche Warften auf den Halligen entsprechen nicht mehr den heutigen Sicherheitskriterien zum Hochwasserschutz. Anhand von Höchstwasserständen und Modellierungen des Seegangs auf der Halligfläche wurde der Wasserstand an der Türschwelle der Häuser für den Fall eines Jahr-

hunderthochwasserereignisses berechnet. Beträgt der Wasserstand im Falle eines solchen Ereignisses an den Türschwellen mehr als 50 cm, gelten die Warften als nicht ausreichend sicher und sollen verstärkt werden. Je nach Höhe des berechneten Wasserstands kommen bauliche Veränderungen zur Reduzierung des Wellenüberlaufs auf der Warft oder aber auch die Erhöhung der Warft (Aufwarfung) in Frage. Eine weitere Option stellen Anwarfungen dar, bei denen an die bestehende Warft ein neuer, höherer Teil angebaut wird, worauf dann neue Häuser gebaut werden können. Pilotprojekte zu ersten Anwarfungen wurden auf Hooge und Nordstrandischmoor begonnen (LKN-SH 2015, 2017; SHZ 2017).

Bauliche Veränderungen an bestehenden Warften haben nur in der Bauzeit einen Einfluss auf die Hallig-Brutvögel, doch dürfte dieser bei sorgfältigem Vorgehen gering sein. Werden neue Warften gebaut, oder bestehende Warften flächig vergrößert (z.B. bei Anwarfungen), kommt es jedoch zur Überbauung von Halligflächen und damit zu einer Verringerung des Raumes für die Brutvögel. Es muss entsprechend geprüft werden, welcher Lebensraumtyp von der Warftvergrößerung betroffen ist, inwiefern Brutvögel diese Flächen nutzen und wie ein Ausgleich für die durch Überbauung reduzierte Fläche geschaffen werden kann (Gespräche 2017).

Fazit für Brutvögel:



- keine Einschränkung des Mitaufwachsens der Halligflächen



- Überbauung von Brut- und Lebensräumen bei Warftvergrößerungen/-neubau

Sommerdeiche

Anders als für Landesschutzdeiche liegen für Sommerdeiche (Regionaldeiche) keine generellen Sicherheitsstandards vor. Entsprechend des Generalplans Küstenschutz (MELUR 2013) soll der „erforderliche Aufwand bei Bau und Verstärkung von Regionaldeichen in einem angemessenen Verhältnis zum Schutzzweck stehen“. Auf den Halligen ist derzeit kein Neubau und auch keine Erhöhung von Sommerdeichen geplant (Gespräche 2017). Ob die Notwendigkeit zur Instandsetzung an bestehenden Deichen vorliegt, wird regelmäßig im Rahmen der Frühjahrsdeich- und Warftschau überprüft.

Sommerdeiche reduzieren die Überflutungshäufigkeit der dahinter liegenden Flächen. Insbesondere im Sommerhalbjahr ist die Höhe der Sommerdeiche meist, aber nicht immer, ausreichend, um höher auflaufende Fluten abzuwehren. Für Brutvögel hat dies den Vorteil, dass die Brutplätze hinter den Sommerdeichen in der Regel vor Überflutungen geschützt sind. Allerdings birgt eine Reduzierung der Überflutungshäufigkeit auch Nachteile: Dies schränkt die natürliche Dynamik ein, es entstehen z.B. weniger Störstellen. Solche Störstellen sind jedoch wichtig, weil sie zur Vielfalt in der Fläche beitragen und von Küstenvögeln zur Nahrungssuche aufgesucht bzw. als Brutplätze genutzt werden. Wird diese natürliche Dynamik eingeschränkt, werden die Flächen hinter den Sommerdeichen homogener. Zudem führt eine Reduzierung des Salzwassereinflusses zum Aussüßen der Salzwiesen, Salzwiesenpflanzen werden von anderen Arten verdrängt (KLEYER 2015). Für Brutvögel bedeutet das, dass sich durch diese Prozesse die Brut- und Nahrungshabitate verändern. Außerdem führt eine Reduzierung der Überflutungshäufigkeit auch zu einer Reduzierung

des Sedimenteintrages auf die Halligflächen. Dadurch wird das Mitwachsen der Halligfläche, das notwendig ist, um auf lange Sicht hochwassersichere Brutplätze zu erhalten, eingeschränkt (Gespräche 2017).

Fazit für Brutvögel:



- Reduzierung von Überflutungen, vorerst hochwassersichere Brutplätze
- Sicherung der Hallig als Brutgebiet



- Einbuße von Lebensraumqualität (Aussüßen, weniger Störstellen, Strukturarmut)
- abnehmendes Höhenwachstum der Halligfläche

Lahnungen

Der Lahnungsbau sowie die Instandhaltung sind arbeitsintensiv, regelmäßig ist u.a. ein Nachpacken von Buschlahnungen durchzuführen. Die Reparaturen werden durch den Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein (LKN.SH) durchgeführt (MELUR 2013, Gespräche 2017). Auf Norderoog finden durch den Verein Jordsand alljährlich im Spätsommer, nach der Brutzeit, Workcamps mit Freiwilligen statt, um diese Arbeiten durchzuführen.

Traditioneller Lahnungsbau mit einer dichten Struktur aus Beeten und Gruppen führt zu einer starken Entwässerung und damit zu vergleichsweise trockenen Salzwiesen ohne natürliche Zonierungen und mit unnatürlicher Bodenschichtung. Lahnungsbau wird auf den Halligen inzwischen nur noch als Maßnahme zur Kantensicherung betrieben. An weniger exponierten Halligkanten beruhigen Lahnungen die Strömung, fördern die Sedimentation und das Aufwachsen von Vorländern in den Lahnungsfeldern. Dadurch sollen die Halligsockel und -kanten vor Erosion geschützt werden. In Bereichen mit hoch aufgewachsenen Vorländern werden die Halligkanten nicht mit Deckwerken befestigt, beispielsweise in strömungsabgewandten Bereichen im Nordosten von Langeneß (MELUR 2013, Gespräche 2017).

Für Brutvögel, insbesondere die noch flugunfähigen Küken, können Lahnungen Wanderungsbarrieren, z.B. zwischen Neststandort und Nahrungshabitat oder zwischen verschiedenen Nahrungshabitaten darstellen. Durch Umwege und Verzögerungen kann es zu einem Energieverlust und zu einer Erhöhung des Prädationsrisikos kommen. Bei besonders hoch auflaufenden Fluten können Lahnungen den Küken den Rückweg zu höher gelegenen Bereichen versperren, sodass diese ertrinken. Aus dem niedersächsischen Wattenmeer (Insel Norderney) ist die Barrierewirkung von Lahnungssystemen mit den genannten Folgen insbesondere für Säbelschnäbler-Küken untersucht und belegt worden (ANDRETZKE et al. 2012; ANDRETZKE & OLTMANN 2016). Abhilfe wurde mit Durchgängen in Lahnungen geschaffen, die den Brutvogelfamilien den Rückzug in hochwassersichere Bereiche gewährleisten. Auch auf den Halligen könnten lange Lahnungen eine Barriere darstellen. Allerdings sind keine Beobachtungen hierzu bekannt (Gespräche 2017). Auf den Halligen weisen viele Lahnungen bereits Durchlässe in regelmäßigen Abständen auf. So wurden etwa die

Lahnungen an der Nordkante Süderoogs versetzt gebaut, der Zugang zum Watt – und der Rückweg auf die Hallig – ist dort somit für die Küken leicht möglich (STOCK 2016).

Durch die in Lahnungsfeldern aufwachsenden Salzwiesen können Lahnungen zu einem weicherem Übergang von der Halligkante zum Watt beitragen, wenn dadurch Deckwerke ersetzt werden, die eine potenzielle Barriere für Küken darstellen (siehe Abschnitt „Deckwerke“). Aber auch in Bereichen, in denen die Halligkante mit Deckwerken befestigt ist, kann über Lahnungsfelder ein „natürlicherer“ Übergang von der Hallig zum Watt entstehen.

Allerdings können sich in Lahnungsfeldern mit ausgeprägten Gruppen und Beeten wegen der veränderten Bodendurchlüftung und -Schichtung eher homogene Queckenbestände bilden, welche für viele der Brutvögel ungünstiger sein können als natürliche Salzwiesen. Dagegen können besonders in unbegrüpften Lahnungsfeldern Salzwiesen aufwachsen, welche eine natürliche Zonierung von Watt- und Pioniergesellschaften über die Untere bis Obere Salzwiesengesellschaft aufweisen.

Davon können auch die Hallig-Brutvögel profitieren. Insbesondere auf Halligen mit fortschreitend aussüßender Vegetation und weitgehend starrer Kantenbefestigung können im Bereich von Lahnungen und aufwachsenden Vorländern für Brutvögel wichtige Habitate bestehen, weil dort Lebensraumtypen und Nahrungsgründe für Brutvogel-Familien bestehen, welche möglicherweise so nicht mehr auf der Hallig vorkommen.

Fazit für Brutvögel:



- „weicherer“ Übergang von Halligkante zum Watt
- Entstehen von Nahrungshabitaten für Brutvogelfamilien
- Sicherung der Hallig als Brutgebiet



- Barrierewirkung für Brutvogelfamilien
- Gefahr des Ertrinkens von Küken
- In stark begrüpften Vorländern Begünstigung homogener Queckenbestände

Buhnen

Buhnen dienen auf den Halligen dem Schutz der Deckwerke und Kanten vor allem vor Erosion und vor Belastung (STRACK & JENSEN 2014). Aktuell ist unter anderem zur Sicherung des Wattsockels im Südosten von Gröde und an der Südseite von Langeneß der Ausbau des Buhnensystems vorgesehen (Gespräche 2017, LKN.SH 2014, 2016). Während Buhnen durch die Reduzierung der Halligumströmung Erosion verhindern und ggf. auch Sedimentation fördern können, findet an der Leeseite von Buhnen häufig eine verstärkte Erosion statt. Deswegen, und aufgrund von unnatürlichen

Übergängen, werden Buhnen wie andere starre Bauwerke (Stichwort „Verfelsung der Küste“) an weichen Küsten kritisch gesehen (Gespräche 2017).

Buhnen stellen eine potenzielle Wanderungsbarriere für Brutvogelfamilien dar, da Küken zwischen den Steinen steckenbleiben können oder die Steinkanten für die flugunfähigen Küken zu hoch sind (Gespräche 2017, für Norderney: ANDRETTKE & OLTMANNS 2016). Sollte auf den Halligen bei bestehenden Buhnen eine Barrierewirkung beobachtet werden oder ein Buhnenneubau geplant sein, können die betroffenen Buhnen baulich optimiert werden oder so gestaltet werden, dass eine Passierbarkeit für Küken erleichtert wird. Auf der Insel Norderney im niedersächsischen Wattenmeer wurde beispielsweise eine in Steinschüttbauweise errichtete Buhne in der Nähe eine Säbelschnäbler-Brutkolonie mit Beton vergossen, um so die Passierbarkeit für Küken zu gewährleisten (ANDRETTKE & OLTMANNS 2016).

Fazit für Brutvögel:



- Sicherung der Hallig als Brutgebiet



- Barrierewirkung für Brutvogelfamilien

Deckwerke

Die besonders wind- und wellenexponierten Kanten der Halligen sind durch massive (steile und hohe) Deckwerke befestigt. Weniger exponierte Bereiche werden mit flacheren Deckwerken geschützt, in geschützteren Bereichen beschränkt sich das Deckwerk zum Teil auf einen Raustreifen (z.B. im Norden von Nordstrandischmoor) (STRACK & JENSEN 2014). Es gibt aber nur wenige Halligkanten, die nicht durch Deckwerke befestigt sind.

Die aktuellen Deckwerksarbeiten beinhalten neben Reparaturen auch die Verstärkung der Deckwerke. Da sich Sediment bei den Landunter-Ereignissen besser in der Nähe der Deckwerke absetzt und diese Bereiche stärker in die Höhe wachsen, kommt es ab einer gewissen Aufwuchshöhe vermehrt zu Auskolkungen durch Wellenüberschlag. Es wird befürchtet, dass dadurch Erosion in der Halligfläche auftreten kann oder dass das Bauwerk von hinten unterspült wird (STRACK & JENSEN 2014; LKN 2016). Um solche Effekte zu vermeiden werden deckwerksnahe Flächen befestigt und die Deckwerke erhöht. Im Zeitraum 2008-2016 wurden die Halligdeckwerke auf fast 4,7 km Länge verstärkt, weitere Verstärkungen sind geplant (LKN 2016).

Für die Brutvögel hat der Kantenschutz mit Deckwerken Vor- und Nachteile: Da so die Kantenerosion der Halligen, und damit der Rückgang der Halligflächen vermieden wird, verhindern Deckwerke den Flächenschwund der Brutplätze. Auch wenn Deckwerke vornehmlich dem Erosionsschutz (nicht dem Überflutungsschutz) dienen, werden Flächen hinter hohen Deckwerken mit geringer Durchlässigkeit nicht so schnell überflutet, wodurch die Gelege der Brutvögel hinter solchen Deckwerken besser vor hoch auflaufenden Fluten geschützt sind. So verzeichneten die auf Langeneß untersuchten Austernfischer auf den hinter Deckwerken liegenden Flächen höheren

Schlupf- und Bruterfolg als die Austernfischer im nicht von Deckwerken geschützten östlichen Vorland, wo durch Überflutungen mehrmals so gut wie gar kein Bruterfolg festgestellt werden konnte (HENNIG & HOPPE 2015).

Ein Nachteil von Deckwerken ist, dass diese ein Hindernis für junge Küken darstellen können. Hinweise auf die von hohen Deckwerken mit steilen Kanten ausgehende Barrierewirkung sind die nur in seltenen Fällen seeseitig solcher Deckwerke beobachteten Austernfischerküken. Während am Halligrand brütende Austernfischer die Küken in Bereichen ohne Deckwerke (Langeneß) – und auch in Bereichen mit weniger steilen Deckwerken (Oland) – sofort zur Nahrungssuche ins Watt führen, wurde dies vor den massiven Deckwerken im Westen von Langeneß nicht beobachtet (HENNIG & HOPPE 2015). Die dort hinter hohen Deckwerken brütenden Austernfischer nutzen stattdessen – ähnlich wie in der Halligmitte brütende Austernfischer – Halligflächen mit flachen Prielen als alternatives Nahrungshabitat. In der Probefläche im Westen von Langeneß können die Austernfischerküken offensichtlich auch ohne Zugang zum Watt ausreichend Nahrung finden, da dort die Nahrungsverfügbarkeit in den noch strukturreichen, kleinteiligen Flächen mit Brachen, flachen Prielen, Gräben und Pütten gut ist (HENNIG & HOPPE 2015). Auf Oland wurde anhand der Kükenkondition aufgezeigt, dass die Wattflächen bessere Nahrungsbereiche als die Halligflächen darstellen (SCHIFFLER et al. 2016). Dies verdeutlicht, dass der Zugang zum Watt für Brutvogelfamilien wichtig ist.

Während durch hohe Deckwerke die Gelege der Brutvögel vor Überschwemmung besser geschützt sind, ergeben sich aus einer reduzierten Überflutungsdynamik Nachteile für die Brutvögel. So kommt es durch reduzierten Salzwassereinfluss auf lange Sicht zum Aussüßen der Salzwiese (KLEYER 2015) und zu Veränderungen des Bruthabitats. Durch reduzierte Überflutungsdynamik entstehen weniger Störstellen, die Vegetation wird im Laufe der Zeit immer homogener. Werden Flächen mit reduzierter Überflutungsdynamik anschließend landwirtschaftlich intensiver genutzt, nimmt die Eignung als Brut- und Nahrungshabitat weiter ab. Dabei ist insbesondere in den Bereichen hinter hohen Deckwerken, die schlecht von Küken überwunden werden, wichtig, dass Salzwassereinfluss und Struktureichtum erhalten bleibt, um dort alternative Nahrungshabitate für Brutvögel und ihre Küken aufrechtzuerhalten.

Die Risiken, welche von steilen Deckwerken oder von Bereichen mit tiefen Lücken zwischen den Steinen (Gefahr des Steckenbleibens und Reinformens) ausgehen, können durch alternative Bauweisen minimiert werden. So können steile Absätze vermieden werden und Lücken durch Vergießen des Deckwerkes geschlossen werden. Dabei ist anzumerken, dass Küken Deckwerke ganz ohne Kanten und Lücken sowie ohne schützende Vegetation zwar leichter passieren können, jedoch aufgrund fehlender Versteckmöglichkeiten einem hohen Prädationsrisiko durch Möwen ausgesetzt sind (Gespräche 2017).

Rohre oder Durchlässe (wie teilweise auf Langeneß), die ein Einschwingen der Tide hinter Deckwerke ermöglichen, stellen eine Option dar, um den Kantenschutz durch Deckwerkbefestigung mit dem Aufrechterhalt des Salzwassereinflusses zu verbinden. Auf Südfall wurden zuerst durch solche Rohre, welche in erster Linie der Entwässerung der Hallig nach Landunter dienen, dynamische Nahrungshabitate hinter dem Deckwerk im Süden aufrechterhalten. Allerdings wurden diese Rohre inzwischen mit Flutkappen versehen, welche nun das Einschwingen der Tide unterbinden (Gespräche 2017).

Eine neuere Entwicklung ist, dass die Küstenschutzrechtlichen Genehmigungen für weitere Deckwerksverstärkungen zunehmend Auflagen bezüglich der möglichen negativen Folgen einer Überflutungsreduzierung enthalten. Die Gutachten zur Aussüßung von Hallig-Salzwiesen nach Erhöhung der Deckwerke (Kleyer 2015) sowie zum Einfluss von Deckwerken auf die Brutvögel auf Langeneß (Hennig & Hoppe 2015) unterstreichen die Notwendigkeit solcher Auflagen. Weitere Untersuchungen zur Veränderung des Überflutungsgeschehens sind im Gang.

Fazit für Brutvögel:



- Sicherung der Hallig als Brutgebiet



- je nach Art des Deckwerks reduziertes Mitwachsen der Halligflächen
- je nach Art des Deckwerks Qualitätsverluste des Lebensraumes (Aussüßen, weniger Störstellen, Strukturarmut)
- schlechtere Erreichbarkeit der Nahrungsgebiete/Hallig für Brutvogelfamilien
- bei Querung erhöhte Prädationsgefahr, Energieverlust oder Steckenbleiben der Küken möglich

Dämme

Die Halligen Langeneß, Oland und Nordstrandischmoor sind mit Wattsicherungs-dämmen ans Festland angebunden. Eine Anpassung dieser Küstenschutzbauwerke an den gestiegenen Meeresspiegel bzw. an eine Absackung der Dämme erfolgte im Zeitraum 2000 bis 2012 (Gespräche 2017, SCHÜTTRUMPF & WÖFFLER 2014; STRACK & JENSEN 2014).

Dammenbindungen ans Festland reduzieren den Inselcharakter der jeweiligen Hallig und erleichtern bzw. ermöglichen die Zugänglichkeit für Bodenprädatoren. Für die Brutvögel auf den entsprechenden Halligen hat dies drastische Folgen, wie z.B. auf Oland deutlich wird. Dort hat die seit der Erhöhung des Oland-Dammes regelmäßig beobachtete Anwesenheit von Füchsen und Mardern einen negativen Einfluss auf den Bruterfolg der Küstenvögel. Durch Prädation von Gelegen, Küken und Altvögeln kommt es teilweise zu einem Totalausfall des Bruterfolgs in einigen Brutkolonien (SCHIFFLER & LUTZ 2016). Die Folgen der Prädatorenzugänglichkeit über Dämme werden in Kap. 4 ausführlicher behandelt.

Durch Sedimentation und Aufwachsen von Watten und Salzwiesen in geschützteren Bereichen kann es jedoch auch zu häufigeren Überflutungen anderer Halligbereiche kommen. Dies wurde nach den Dammverstärkungen u.a. auf Oland beobachtet. Von Gröde wurden Veränderungen im Überflutungsgeschehen nach den Verstärkungen des Damms zu den Nachbarhalligen berichtet, so z. B. dass das Wasser bei überdurchschnittlich hohen Fluten häufiger aus anderen Richtungen aufläuft (Gespräche 2017). Wie oben beschrieben, sind vermehrte Überflutungen in der Brutzeit ein erhebliches Risiko für die Brutvögel.

Fazit für Brutvögel:



- Möglicherweise Sicherung der Hallig als Brutgebiet



- enormer Prädationsdruck gefährdet Bruterfolg stark; Bedeutung der Halligen als Brutgebiet für Küstenvögel ist in Gefahr
- vermehrte Überflutungen anderer Halligen/Halligbereiche als indirekter Effekt möglich

2.4 Alternative Anpassungsoptionen

In diesem Abschnitt werden drei mögliche Maßnahmen vorgestellt: Ungesteuerte bzw. gesteuerte Erhöhung der Häufigkeiten von Landunter-Ereignissen sowie Sandmaßnahmen. Diese wurden bisher selten oder gar nicht umgesetzt, erscheinen aber grundsätzlich für ein besseres Management geeignet und werden hinsichtlich der Brutvögel und der Wirkung zur Klimaanpassung bewertet.

Mitwachsen der Hallig durch Öffnung der Sommerdeiche und/oder der Siele (ungesteuert)

Voraussetzung für ein natürliches Mitaufwachsen der Halligflächen durch Sedimentation sind Überflutungen. Halligflächen, die nicht überflutet werden, erfahren auch keinen Sedimenteintrag.

Daher können Halligen, die selten Landunter verzeichnen, weniger stark aufwachsen als solche, die häufiger überflutet werden. So wurden für die im Mittel 2 bzw. 9-10 Überflutungen erfahrenden Halligen Hooge und Langeneß im Zeitraum 1986-2011 durchschnittliche Aufwuchsraten von 1,4mm/Jahr bzw. 1,6 mm/Jahr ermittelt. Dagegen verzeichnet Nordstrandischmoor mit im Durchschnitt 15 Landuntern Aufwuchsraten um 3,2 mm/Jahr (KARIUS ET AL. 2014).

Neben den Überflutungsereignissen an sich sind zahlreiche weitere Faktoren für das Höhenwachstum der Halligflächen relevant. Überflutungsereignisse unterscheiden sich stets in Überflutungshöhe, -dauer und -ausmaß und -zeitraum. So haben Jahreszeit und Wetter Einfluss darauf, wie viel Sediment in dem Wasser enthalten ist, welches die Hallig überspült. Der Anteil der Sedimentfracht, welcher dann tatsächlich auf der Hallig verbleibt, wird weiterhin von der Vegetationsstruktur, der Oberflächenmorphologie und weiteren Faktoren bestimmt (vgl. Abschnitt „Mitwachsen der Salzwiesen“ in Kap. 2.1).

Auf den Halligen selbst ziehen Küstenschutzmaßnahmen und Bewirtschaftung eine Veränderung einiger Parameter nach sich, welche für die Überflutung und Sedimentation entscheidend sind. Deswegen können die Gestaltung der Küstenschutzbauwerke und die Art der landwirtschaftlichen Flächenbewirtschaftung (vgl. Kap 3) Ansatzpunkte sein, um das natürliche Mitaufwachsen der Halligflächen zu fördern.

Eine Möglichkeit, Überflutungen häufiger zuzulassen und damit den Sedimenteintrag auf Halligflächen zu fördern, sind Öffnung, (Teil-)Absenkung oder der Rückbau des Sommerdeiches. An verschiedenen Orten im Wattenmeer, aber auch an anderen Küsten wurden bereits Erfahrungen mit Deichrückverlegungen und (Sommer-)Deichöffnungen gemacht (Übersicht in WOLTERS et al. 2005; WWF DEUTSCHLAND 2015, geographischer Überblick in Abb. 2.6). Bei den im Wattenmeer durchgeführten Projekten stand hierbei zumeist das Ziel der Salzwiesen-Renaturierung im Vordergrund, in der Regel als Ausgleichsmaßnahme für einen Eingriff. Außerhalb des Wattenmeers wurden z. B. in Großbritannien Rückdeichungen aber auch explizit mit der Notwendigkeit eines nachhaltigen Küstenschutzes begründet (PETHICK 2002; WOLTERS et al. 2005).



Abb. 2.6 Eine von OMRÉG (Online Marine Registry) zusammengestellte Datenbank vermittelt Informationen zu bereits durchgeführten Anpassungen der Küstenlinie bzw. der Küstenschutzbauwerke. In dieser Kartenauswahl sind die Rückdeichungen und Polder-/Deichöffnungen in Westeuropa verortet, zu welchen genauere Informationen in der Datenbank abrufbar sind (<http://www.omreg.net/view-maps>). In blau sind einzelne Projekte, in grün mehrere Projekte einer Region dargestellt.

Ein Beispiel für eine solche Maßnahme im Wattenmeer findet sich auf der niedersächsischen Insel Langeoog (FRÖHLICH & RÖSNER 2015). Dort wurde 2004 der Sommerdeich im südlichen Vorland zurückgebaut. Ziel war die Wiederherstellung der natürlichen Dynamik, die Entwicklung einer vollständigen Salzwiesenzonierung durch den natürlichen Tideeinfluss und die Verbesserung der Bruthabitate für Küstenvögel. In Folge der häufigeren Überflutungen sind im ehemaligen Sommerpolder deutlich höhere Sedimentationsraten gemessen worden, die Salzwiese wächst also besser als zuvor mit dem Meeresspiegelanstieg auf. Auch hinsichtlich der Vegetationsentwicklung und der Brutvögel wird eine positive Bilanz gezogen: Neun Jahre nach der Maßnahme hatte sich aus der von Queckenfluren dominierten Oberen Salzwiesenvegetation ein Mosaik aus Pioniervegetation, Unterer und Oberer Salzwiese entwickelt. Die Brutpaar-Anzahlen von salzwiesentypischen Arten wie Rotschenkel, Säbelschnäbler und Sandregenpfeifer waren gestiegen. Außer bei diesen Limikolen waren auch bei Möwen, Seeschwalben, Enten und Gänsen die Zahlen gestiegen (REICHERT et al. 2016) (Abb. 2.7).

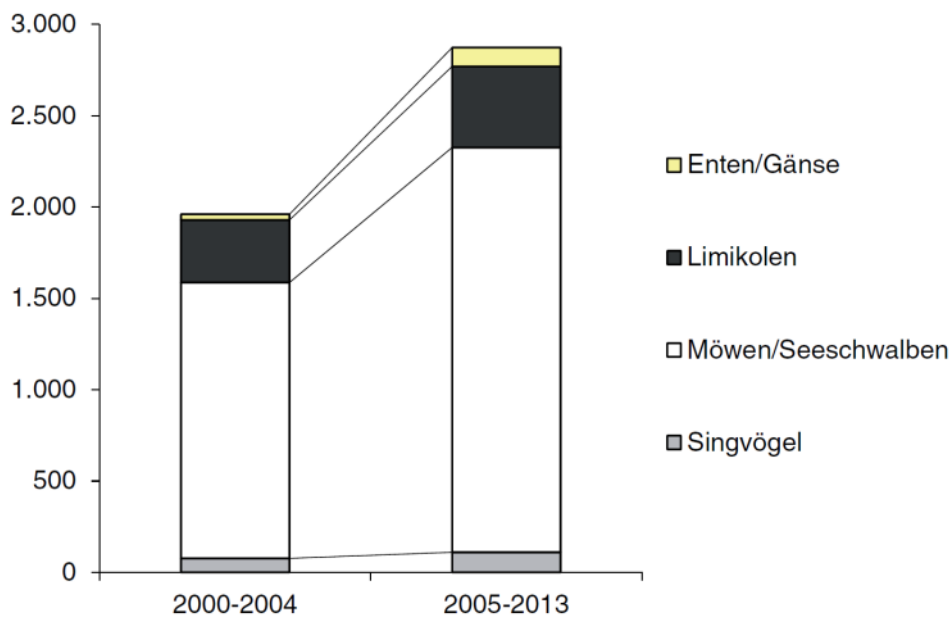


Abb. 2.7 Entwicklung der Brutvögel im Bereich des Langeooger Sommerpolders nach der Öffnung im Jahr 2004 (Anzahl der Paare als Mittelwert/Jahr, aus: REICHERT et al. 2016).

Insgesamt wurden im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer bisher 530 ha Sommerpolder ausgedeicht. Aufgrund der positiven Entwicklung dieser Maßnahmen werden von der niedersächsischen Nationalparkverwaltung weitere Ausdeichungen von Sommerpoldern zur Entwicklung und zum Schutz der Salzwiesen und Brutvogelgemeinschaften vorbereitet (REICHERT et al. 2016).

Auf der Insel Neuwerk im Hamburgischen Wattenmeer wurde 2004 durch ein geöffnetes Siel der Gezeiteneinfluss im östlichen Vorland wieder hergestellt (ESSELINK et al. 2009, Gespräch Nationalparkverwaltung Hamburgisches Wattenmeer). Ziel der Maßnahme war die Renaturierung der Salzwiese durch einen wiederhergestellten Gezeiteneinfluss und zugleich die Einsparung von Unterhaltungskosten des Sommerdeichs. Als Folge der wiederhergestellten Überflutungsdynamik wurde auch vermehrt Sedimentation in den tiefer liegenden Bereichen der Salzwiese festgestellt. Insbesondere eine zuvor gebildete Senke vor dem Deichfuß des Hauptdeiches zwischen Neuwerk und dem Ostvorland erfährt nun durch den Sedimenteintrag Höhenaufwuchs, was zur Verbesserung der Deichsicherheit beiträgt. Wenige Jahre nach der Sieltoröffnung war eine positive Entwicklung der Salzwiesenvegetation zu beobachten: Salz-intolerante Arten und Brackwasserarten wurden nach und nach durch an Salzstandorte angepasste Arten ersetzt. Auch bezüglich der Brutvogelfauna wurde die Maßnahme positiv bewertet. Insbesondere Rotschenkel verzeichneten einen Anstieg, außerdem siedelte sich eine Brandseeschwalbenkolonie im Vorland an.

Die Öffnung von Sommerdeichen und/oder das Offenhalten von Sielen könnte in Zukunft auch auf den Halligen eine Option werden, um durch häufigere Überflutungen und damit einhergehender verstärkter Sedimentation das Höhenwachstum zu fördern.

Im Rahmen einer ersten Pilotuntersuchung wurden im Winterhalbjahr 2013/2014 die Sieltore der Anlage „Osterwehl“ auf Langeneß zweimal über je drei Tage offengehalten und die Sedimentfracht im Halligpriel gemessen (SCHINDLER 2014). Die Messungen zeigten, dass die Menge des Se-

diments in dem in den Halligpriel einströmenden Wasser bei Sturmzeiten höher war als bei durchschnittlich auflaufenden Fluten. Jedoch wurde auch bei letzteren eine noch deutlich höhere Sedimentfracht im Halligpriel nachgewiesen, als theoretisch für ein Mitaufwachsen von Salzwiesen mit dem Meeresspiegelanstieg als notwendig erachtet wird. Im Rahmen dieser Pilotuntersuchung war es jedoch nicht möglich, die Ablagerung auf der Hallig zu messen, da es im Untersuchungszeitraum nicht zu einer Überflutung kam. Die Frage, inwiefern eine Steigerung der Sedimentablagerung durch offengehaltene Siele erreicht werden kann, ist somit noch nicht beantwortet, hierfür sind weitere Untersuchungen und Pilotversuche notwendig.

Für die Brutvögel der Salzwiesen kann eine Wiederherstellung des Gezeiteneinflusses durch Sommerdeichöffnung oder offenbleibende Siele positive wie negative Auswirkungen nach sich ziehen. Durch natürlichere Gezeitendynamik können sich strukturreiche Salzwiesen entwickeln, die verschiedenen Brutvogelarten geeignete Brutplätze bieten. Strukturreiche Flächen mit einer Zonierung bzw. einem Mosaik aus Pionierstandorten, unterer und oberer Salzwiesenvegetation bieten den Küken nicht nur ein vielfältiges Nahrungsangebot und Versteckmöglichkeiten, sondern ermöglichen auch den barrierefreien Zugang zu Wattflächen. Allerdings finden Brutvögel derzeit in den Bereichen der Halligen, die durch Sommerdeiche oder hohe Deckwerke vor sommerlichen Landunter-Ereignissen geschützt sind, auch schon hochwassersichere Brutplätze vor. Wird ein Sommerdeich geöffnet oder ein Siel dauerhaft offengehalten, kann es zu Überflutungen der vormals während der Brutzeit hochwassersicheren Brutplätze kommen. Für die von dem plötzlich gestiegenen Überflutungsrisiko betroffenen Individuen – viele Küstenvögel sind langlebig und ihren angestammten Brutplätzen treu – dürfte es schwierig sein, das neue Überflutungsrisiko zu erkennen. Entwickeln sich strukturreiche, dynamische Salzwiesen, können attraktive Brutplätze entstehen und sich mehr Brutpaare bzw. auch weitere Arten dort ansiedeln. Zugleich kann es aber sein, dass mit der Schaffung unterer Salzwiesen, die häufig überflutet werden, ökologische Fallen entstehen, weil die Brutvögel dort in Folge von Gelegeüberflutungen geringeren Bruterfolg verzeichnen (VAN DE POL et al. 2010; Bos et al. 2015, Gespräche 2017).

Diese Maßnahme wäre mit Belastungen für die Halligbevölkerung verbunden, da es ganzjährig zu mehr und längeren Landunter-Ereignissen kommen würde. Dem stünden Vorteile nicht nur für die Brutvögel, sondern auch für die Erhaltung der Halligen gegenüber. Es wäre ggf. zu prüfen, ob die Belastung mit baulichen Maßnahmen wie etwa einer Erhöhung der Straßen verringert werden könnte.

Fazit für Brutvögel:



- Höhenwachstum der Hallig wird verbessert
- Lebensräume werden dynamischer und strukturreicher



- Überflutungsrisiko der Gelege wird höher

Mitwachsen der Hallig durch gesteuerte Öffnung der Siele

Bei Maßnahmen, die einen steuerbaren Gezeiteneinfluss in einer Fläche ermöglichen, ist die Regulation der Überflutungsereignisse möglich. Solch eine gesteuerte Gezeitendynamik wird bereits an mehreren Orten im Wattenmeer und anderswo eingesetzt (Abb. 2.8), wo die Entwicklungsziele des betroffenen Gebietes in bestimmten Jahreszeiten oder Situationen mal mehr und mal weniger Wasser in der Fläche verlangen. So ist z. B. eine Regulierung des Wassereinflusses in einigen EU-Vogelschutzgebieten eine Maßnahme, um die nach Jahreszeit unterschiedlichen Bedürfnisse der jeweils anwesenden brütenden, rastenden und überwinternden Vögel zu erfüllen.

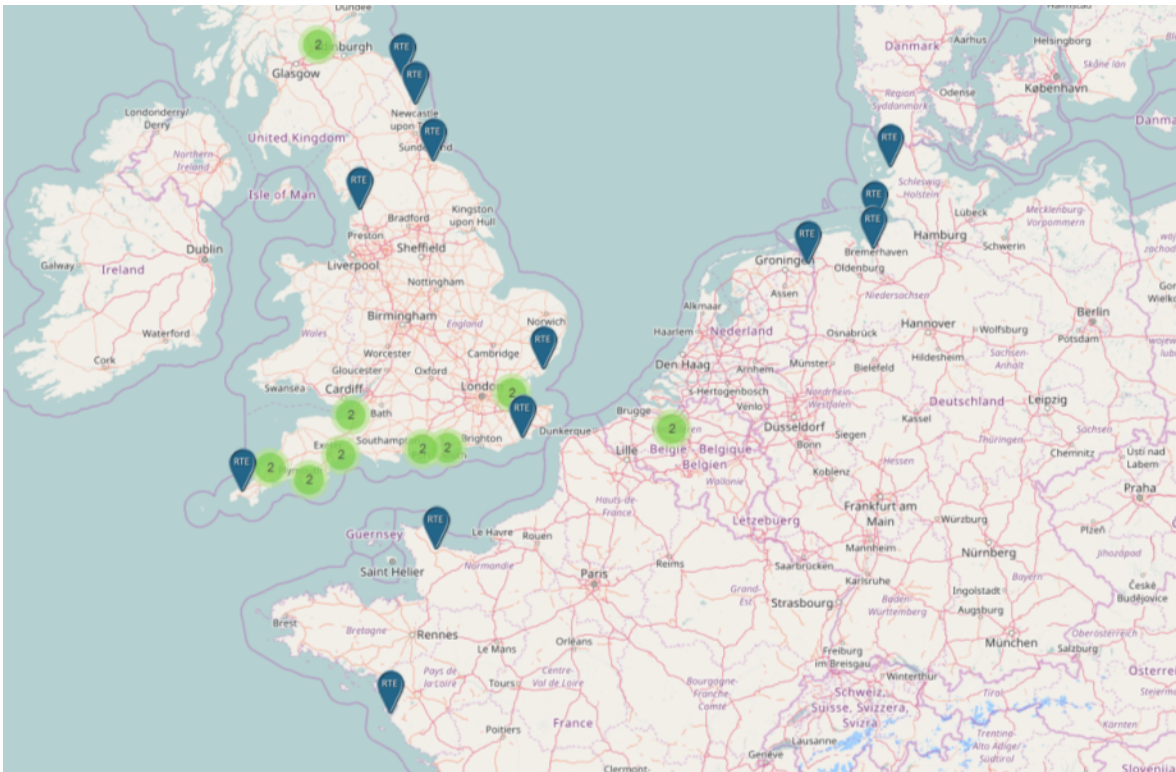


Abb. 2.8 Eine von OMReg (Online Marine Registry) zusammengestellte Datenbank vermittelt Informationen zu bereits durchgeführten Anpassungen der Küstenlinie bzw. der Küstenschutzbauwerke. In dieser Kartenauswahl sind die Projektgebiete mit gesteuerter Gezeitendynamik verortet, zu welchen genauere Informationen in der Datenbank abrufbar sind (<http://www.omreg.net/view-maps>). In blau sind einzelne Projekte, in grün mehrere Projekte einer Region dargestellt.

Auf den Halligen erscheint ein regulierbarer Gezeiteneinfluss vor allem anhand steuerbarer Siele als mögliche Maßnahme. Ähnlich wie auch im Vorland von Neuwerk umgesetzt (vgl. voriger Abschnitt), könnte die Tide durch offengehaltene Siele ein- und ausschwingen. Bei dem Siel auf Neuwerk wurde in der Anfangsphase der Maßnahme bewusst darauf geachtet, dass die Option eines schnellen Eingreifens erhalten bleibt, im ersten Winter wurde das Siel auch kurzzeitig noch einmal geschlossen. Seither ist das Siel dauerhaft geöffnet, eine Steuerung der Gezeitendynamik im Vorland durch Öffnen und Schließen des Siels wird nicht als notwendig erachtet und erfolgt nicht (Gespräch Nationalparkverwaltung Hamburgisches Wattenmeer).

Auf den Halligen könnte eine Sieltorsteuerung so ablaufen, dass durch offengehaltene Siele im Herbst und Winter ein Ein- und Ausschwingen der Tide und hoch auflaufender Fluten in die dahin-

terliegenden Flächen möglich ist. Zusätzlich könnten die Siele bei Landunter, wenn das Wasser bereits auf der Hallig steht, geschlossen werden und so dafür sorgen, dass das Wasser länger in den Flächen steht und sich mehr Sediment absetzen kann. Im Frühjahr und Sommer, wenn Weidewiehe und Brutvögel überflutungssichere Halligbereiche benötigen, könnten steuerbare Siele geschlossen bleiben, bzw. durch hydrostatischen Druck von außen geschlossen und durch Druck von innen geöffnet werden, wie es derzeit schon üblich ist.

Erste Versuche mit offengehaltenen Sieltoren fanden bereits auf Langeneß statt (vgl. voriger Abschnitt, SCHINDLER 2014), denkbar wäre eine Fortsetzung dieses Pilotversuches durch ein längeres Offenhalten der Tore in den Wintermonaten. Hinsichtlich der technischen und Sicherheitsanforderungen, denen steuerbare Sieltore auf den Halligen gerecht werden müssten, würde für eine dauerhafte Umsetzung eine bauliche Anpassung der bestehenden Sielanlagen notwendig werden (Gespräche 2017).

Es wäre ggf. zu prüfen, ob mit baulichen Maßnahmen wie etwa einer Erhöhung der Straßen die Belastung für die Halligbewohner durch die im Herbst und Winter häufiger und länger auftretenden Landunter-Ereignisse verringert werden könnte. Für Brutvögel ließen sich mit einer Initiierung einer steuerbaren Gezeitendynamik mehrere Vorteile verbinden. Die für den Bruterfolg sehr wichtige Überflutungssicherheit der Brutplätze auf der Hallig würde bei geschlossenen Sielen während der Sommermonate beibehalten werden. Die für natürliche Dynamik und Salzwassereinfluss in den Flächen, und somit für Struktureichtum und Höhenwachstum der Halligsalzwiesen notwendige, Überflutungsdynamik könnte wie oben beschrieben durch eine variable Steuerung der Siele im Winterhalbjahr erreicht werden. Unterschiedliche Brutvogel-Arten und ihre Jungen würden entsprechend ihren unterschiedlichen Ansprüchen in struktureicheren, sich natürlicher entwickelnden Salzwiesen geeignete Brutplätze, Nahrungshabitate und Deckung finden.

Fazit für Brutvögel:



- Brutplätze bleiben vergleichsweise überflutungssicher
- Höhenwachstum der Hallig wird verbessert
- Lebensräume werden dynamischer und struktureicher

Weicherer Übergang mit Sand (Sediment) an geschützten Seiten der Halligen

Durch den Meeresspiegelanstieg entsteht ein Sedimentdefizit im Wattenmeer. Der Ausgleich dieses Sedimentdefizites wird entsprechend der „Strategie für das Wattenmeer 2100“ großräumig als die wichtigste Anpassungsoption betrachtet, um das Wattenmeer trotz des menschenverursachten beschleunigten Meeresspiegelanstiegs in seiner Größe und in seinen ökologischen Funktionen zu erhalten und gleichzeitig den Schutz der Menschen zu gewährleisten (MELUR 2015a).

Zwar kann lokal mit Hilfe von Lahnungen oder Buhnen die Sedimentation gefördert werden. Dabei handelt es sich jedoch nur um eine Umverteilung innerhalb des Wattenmeeres. Mit solchen Maßnahmen ist es nicht möglich, den „Sedimenthunger“ der Tidebecken, der durch den Meeresspie-

gelanstieg entsteht, auszugleichen. Wird dagegen Sediment aus der vorgelagerten Nordsee an geeigneten Stellen eingebracht, wird so ein Zugewinn an verfügbarem Sediment erreicht. Vorteil von Sedimentersatzmaßnahmen ist also, dass statt kleinräumiger Umverteilung des vorhandenen Sediments ein großräumiger Sedimentzuwachs im Tidebecken erreicht wird (REISE 2015).

Wattenmeerweit betrachtet sind Sandersatzmaßnahmen nichts Neues (wobei sie bislang aber kaum durch Klimaanpassung begründet wurden): an vielen Orten liegt bereits jahrzehntelange Erfahrung vor (MELUR 2015a; REISE 2015; FRÖHLICH & RÖSNER 2015). Inzwischen gibt es zahlreiche Beispiele, wie Küstenerosion mithilfe von Sandersatzmaßnahmen erfolgreich verhindert werden kann. Dabei werden an verschiedenen Orten entsprechend der lokalen Bedingungen unterschiedliche Ansätze verfolgt. Stellenweise wird regelmäßig Sand vorgespült, etwa auf Sylt, wo so bereits seit den 1970er Jahren dem Strandabtrag vor der Westküste entgegen gewirkt wird. In anderen Gebieten werden andere Ansätze verfolgt, so wurden etwa vor der niederländischen Westküste (bei Ter Heijde zwischen Den Haag und Hoek van Holland) eine sehr große Sandmenge aufgespült und so eine Halbinsel aus Sand geschaffen. Diese Halbinsel, der „Zandmotor“, wird nun durch natürliche Dynamik der Nordsee verändert, der Sand dadurch nach und nach an der Küste verteilt.

Solche Maßnahmen könnten in Zukunft in einem vergleichsweise kleinen Maßstab auch bei den Halligen Anwendung finden. So könnten etwa durch Sandaufspülungen vor den Halligkanten die Wattsockel der Halligen erhöht werden. Mit Sand wäre ein weicherer und den natürlichen Bedingungen besser entsprechender Übergang der Halligkante zum Watt möglich, als dies mit starren Steindeckwerken und Buhnen der Fall ist. Realistisch erscheint eine solche Maßnahme vor allem an den geschützteren Seiten der Halligen, für die wind- und wellenexponierten Seiten dürfte sie sich nicht eignen.



Abb. 2.9 *Im Osten von Hooge besteht seit langem eine natürliche Sand- und Schillansammlung (Foto: J. Schrader).*

Bislang wurden auf den Halligen keine Sandmaßnahmen umgesetzt. An einigen strömungsberuhten Stellen bestehen jedoch seit langem natürliche Sand- und Schillansammlungen, ein sich seit Jahrzehnten ausgebildete Ansammlung ist der „Lütt Jap“ im Osten von Hooge (Abb. 2.9). Die Option einer Sandvorspülung wurde im Zuge des Ausbaus des Buhnensystems auf Gröde betrachtet: in der im Vorfeld durchgeführten Variantenbetrachtung wurden neben dem Buhneausbau die Varianten Lahnungsbau und Sandvorspülung geprüft. Die weiten Transportwege für Sand aus der vor Sylt liegenden Entnahmestelle, sowie die durch die flachen Wattbereiche schwierigen Voraussetzungen für den Transport großer Sandmengen bedingten in diesem Fall, dass durch die Sandvorspülungsvariante höhere Kosten als durch den Buhneausbau und zudem hohe Transport-Emissionen verursacht worden wären (LKN.SH 2014, Gespräche 2017). In Zukunft ist eine Kosten- und Emissionssenkung denkbar, falls etwa andere Sandentnahmestellen erschlossen werden. Bei Maßnahmen auf den weiter westlich liegenden Halligen sind die Transportwege von der Nordsee zudem kürzer und logistisch einfacher als zur festlandnahen, von flachen Wattbereichen umgebenen Hallig Gröde.

Grundsätzlich sind Sandmaßnahmen, wie andere Küstenschutzmaßnahmen auch, im Kontext der lokalen Bedingungen zu betrachten und zu bewerten. Würde Sand vor der Hallig aufgespült, wird in den Landunter-Phasen möglicherweise etwas mehr Sand als bisher auf die Hallig gespült. Zum einen ist ein Mitwachsen der Hallig durch Sedimenteintrag wünschenswert. Zum anderen könnte die Bewirtschaftbarkeit der Halligflächen durch viel grobkörnigen Sand möglicherweise eingeschränkt werden (Aussagen wie „Sand möchte keiner auf der Hallig!“, Gespräche 2017). Darüber hinaus wäre ein potenzielles Versanden bestehender Schlickwattbereiche oder schlickiger Salzwiesen nicht wünschenswert.

Dem steht die Möglichkeit der Förderung neuer Schlickwatten und Salzwiesen gegenüber. Wenn etwa tiefliegende Watten durch Sand erhöht werden, ermöglicht dies dort die anschließende Sedimentation feiner Schlickpartikel und initiiert somit die Schlickwattentwicklung. Mit Sandersatz können außerdem Höhenunterschiede zwischen Wattfläche und Salzwiese verringert werden, der Kantenerosion der Salzwiese könnte so entgegengewirkt werden (REISE 2015).

Für die Brutvögel der Halligen könnten durch Sandmaßnahmen neue, dynamische Bruthabitate entstehen. Insbesondere Arten der Pionierstandorte, welche auf den Halligen in schütterten, kurzrasigen Flächen oder Muschelschill-Bereichen brüten (wie Zwergseeschwalben und Sandregenpfeifer), könnten von Sandvorspülungen in Form von Nehrungshaken und Sandbänken profitieren. Eine Sicherung des Halligsockels mit Sand würde außerdem einen weicheren Übergang von der Hallig zum Watt ermöglichen. Der Zugang zu den Nahrungsflächen im Watt wäre für die Jungvögel dann erleichtert, wenn so weniger oder weniger steile Deckwerke erforderlich würden. Wenn durch Landunter Sand auf die Hallig gespült werden sollte, könnten auch diese sandigen Stellen als Brutplätze für die genannten Arten interessant sein. Sandeintrag auf die Halligfläche würde zudem ein Mitaufwachsen der Halligflächen fördern. Nachteile könnten sich für Vögel einerseits dann ergeben, wenn es in Folge von Sandeintrag zur Abnahme von Misch- oder Schlickwatt oder Vorlandsalzwiesen kommen sollte. Andererseits kann eine Sandersatzmaßnahme auch die Schlickwattbildung fördern und Vorlandsalzwiesen vor Erosion schützen, und somit zum Erhalt dieser wichtigen Brut- und Nahrungsgebiete beitragen.

Vor dem Hintergrund der genannten Vor- und Nachteile von Sandmaßnahmen ist es klar, dass diese im Vorfeld sorgfältig zu prüfen wären, sicherlich auch zunächst nur als Pilotmaßnahme umgesetzt und deren weitere Entwicklung gut beobachtet werden sollte.

Fazit für Brutvögel:



- möglicherweise Entstehung von Habitaten (Bruthabitate auf Sand sowie neue Schlickwatten und Schlicksalzwiesen dort, wo zusätzliche Sedimente Höhenunterschiede im Watt verringern)
- weicherer Übergang zwischen Hallig und Watt, geringere Barrierewirkung für Brutvogelfamilien
- Beitrag zum Mitwachsen des Wattenmeeres mit dem Meeresspiegel



- möglicherweise Habitatverlust durch Versandung von Schlickwatt oder Schlicksalzwiesen

2.5 Empfehlungen zum Umgang mit Überflutungen

Überflutungen der Halligflächen sind nötig, um langfristig die Halligen für die Menschen, aber auch als wertvolle Salzwiese und als Brutgebiet für Küstenvögel zu erhalten. Zugleich haben Überflutungen aber auch Nachteile, sowohl für die Menschen, da sie die Bewohnbarkeit der Halligen erschweren, als auch, wenn sie zu falschen Zeit stattfinden, für Brutvögel. Hier gilt die Empfehlung, die Entscheidung zwischen Überflutung und Überflutungsschutz sorgfältig auszubalancieren. Ebenso wichtig ist es, dass aufgrund der herausragenden Bedeutung der Halligen für Vögel jede Maßnahme, die das Überflutungsregime beeinflusst, auch hinsichtlich der Auswirkungen auf Brutvögel geprüft und bewertet wird.

Dabei wird es nicht eine Ideal-Lösung für alle Halligen geben, da sich z.B. die Höhe der Halligen, der Schutz durch Küstenschutzbauwerke, die Verfügbarkeit von Sediment, die menschliche Nutzung und auch die Brutvogelwelt zwischen den Halligen unterscheiden. Die folgenden Maßnahmen erscheinen am besten geeignet, um die genannte Balance zu finden:

Bei Anpassungen des **Überflutungs- und Kantenschutzes der Halligen mit starren Bauwerken wie Deckwerken** gilt es im Hinblick auf die Brutvögel zu untersuchen, ob und in welchem Maße Veränderungen der Überflutungsdynamik in den dahinterliegenden Bereichen stattfinden. Grundsätzlich sind Überflutungen während der Brutzeit ein Risiko, weil Gelege und Jungvögel gefährdet werden. Allerdings stellt die Reduzierung von Überflutungen ebenso ein Risiko dar, weil die Halligflächen damit einen geringeren Sedimenteintrag erfahren und weniger gut mit dem Meeresspiegelanstieg aufwachsen können und auf längere Sicht so die Überflutungsgefahr steigt. Zudem kann mit einer reduzierten Überflutungshäufigkeit die Qualität der Salzwiese als Nahrungshabitat für Vögel sinken. Auch gilt es zu beachten, dass die Bauwerke nicht zu Barrieren oder Fallen für

Brutvogel-Familien auf den Wanderungen zwischen Brut- und Nahrungshabitat werden. Beim Bau bzw. der Verstärkung von Deckwerken sollten diese also so gestaltet werden, dass (a) der Salzwassereinfluss und eine Dynamik in den dahinterliegenden Flächen erhalten bleibt oder erhöht wird, (b) der Vorteil durch Hochwasserschutz während der Brutzeit erhalten bleibt und (c) die Barrierewirkung der Bauwerke für Küken gering ist. Auch innovative Ansätze, wie die Anlage einer Wasserfläche hinter der Kantensicherung statt eines massiveren Deckwerks (vgl. Box 3) sollten geprüft werden.

Weichere Übergänge von der Hallig zum Watt lassen sich mit Sandmaßnahmen, möglicherweise auch mit kükenfreundlich gebauten Lahnungen und einer Kombination dieser beiden Maßnahmen gestalten. In geschützteren Bereichen werden mit Lahnungen Sedimentationsprozesse gefördert; die aufwachsenden Watten und Vorländer dienen zum einen dem Kantenschutz der Hallig, und können insbesondere bei naturnaher Ausbildung (ohne Entwässerung, naturnahe Priele statt Gruppen) von den Hallig-Brutvögeln als Nahrungshabitate genutzt werden. Sandmaßnahmen in Form von Vorspülungen auf Teilen des Wattsockels der Halligen oder als Sandbänke und Nehrungshaken könnten zum Schutz der Hallig vor Erosion beitragen und zugleich naturnähere Übergänge ermöglichen. Diese Maßnahme wird bisher nicht angewendet, sollte aber an geeigneten Stellen geprüft werden.

Ein sehr wichtiger Ansatzpunkt ist die **Wiederherstellung einer häufigeren Gezeitendynamik** in geeigneten Halligflächen. Dies kann entweder durch den Rückbau oder die Öffnung eines Sommerdeiches oder Sieles erfolgen. Damit wäre ein Ein- und Ausschwingen der Tide in der betreffenden Fläche erreichbar. Eine wahrscheinlich sinnvolle Abwandlung dieser ungesteuerten Maßnahme ist ein steuerbarer Gezeiteneinfluss, mit dem Überflutungen nur im Winterhalbjahr, nicht aber in der Brutzeit begünstigt werden. Dies wäre beispielsweise mit Hilfe von steuerbaren Sieltoren denkbar. Der Grundgedanke hinter Sommerdeichöffnungen bzw. Sieltorsteuerung ist, dass durch häufigere Überflutungen mehr Sediment auf der Fläche verbleibt und diese somit besser mit dem steigenden Meeresspiegel aufwachsen kann. Für Brutvögel wäre dies ebenso wie der erhöhte Salzwassereinfluss auf die Vegetation und ein erhöhter Strukturreichtum als positiv zu bewerten, während häufigere Überflutungen während der Brutzeit für Brutvögel aber ein Risiko sind, das vor allem durch die genannte Steuerung vermieden werden könnte. Da es im Winterhalbjahr deutlich häufiger Landunter-Ereignisse gibt und diese aufgrund ihres Ausmaßes auch eher geeignet sind, eine hohe Sedimentfracht auf die Hallig zu bringen, wäre ein Aufrechterhalten des Überflutungsschutzes im Sommerhalbjahr vermutlich mit dem Ziel eines besseren Aufwachsens der Flächen vereinbar. Zudem wäre eine gesteuerte Gezeitendynamik, die häufigere Überflutungen auf das Winterhalbjahr begrenzt, besser mit der landwirtschaftlichen Nutzung der Fläche vereinbar, und damit realistischer in der Umsetzung.

3 LANDWIRTSCHAFT

3.1 Bedeutung für die Brutvögel

Insgesamt wird ein Großteil der Halligflächen (rund 1.700 ha, bzw. drei Viertel der Fläche, KRUSE 2015) – und somit ein Großteil des Brut- und Nahrungshabitats der Halligvögel – durch landwirtschaftliche Nutzung gestaltet und beeinflusst .

Die Bewirtschaftung findet insbesondere auf den fünf großen, ganzjährig bewohnten Halligen statt. Diese Halligen (Langeneß, Oland, Hooge, Gröde und Nordstrandischmoor) liegen außerhalb des Nationalparks, sind jedoch als „Entwicklungszone“ Teil des Biosphärenreservates „Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer und Halligen“. Die Halligbevölkerung beschloss im Jahr 2010 das „Grundsatzpapier zur Nachhaltigkeit in der Biosphäre Halligen“ und sprach sich somit dafür aus, im Einklang mit der Natur zu leben und nachhaltig zu wirtschaften. Neben den fünf großen Halligen findet auch auf Südfall und Süderoog (beide innerhalb der Kernzone des Nationalparks) teilweise eine landwirtschaftliche Nutzung (Beweidung) statt. Auf Habel und Norderoog findet keine landwirtschaftliche Nutzung statt, derzeit werden dort aber artenschutzfachliche Pflegemaßnahmen umgesetzt bzw. diskutiert.

Die verschiedenen Arten der Küstenvögel zeigen unterschiedliche Präferenzen hinsichtlich der Vegetationsstruktur ihrer Brutplätze. Arten wie der Rotschenkel bevorzugen höhere Vegetation und Deckung, andere Arten wie Säbelschnäbler und Seeschwalben brüten als typische Pionierarten häufig an vegetationsarmen und schütterten Standorten mit freier Sicht.

Die Art der Bewirtschaftung und Nutzungsintensität in einer Salzwiese beeinflusst die sich dort entwickelnde Vegetationsstruktur (Vegetationshöhe und -dichte) stark (MAIER et al. 2010). Unterschiedliche Brutvogelarten nutzen entsprechend ihrer Habitatpräferenzen sowohl ungenutzte, extensiv oder auch teilweise intensiver genutzte Salzwiesen als Brutgebiet.

So zeigen zahlreiche Studien für den Rotschenkel, einen typischen Brutvogel der oberen Salzwiesen, dass diese Art mit höheren Brutpaardichten und mit höherem Bruterfolg in ungenutzten bis extensiv genutzten, strukturreichen Salzwiesen brütet (Literaturübersicht in BUNJE 2005, Abb. 3.1). Dagegen gelten Arten der Pionierstandorte wie Säbelschnäbler und Seeschwalben eher als Brutvögel der intensiver beweideter Salzwiesen (Literaturübersicht in BUNJE 2005), die eine niedrigere Vegetationshöhe aufweisen (STOCK & MAIER 2016). Jedoch siedeln sich diese Arten häufig auch auf Strukturen wie Muschelschilflächen (Seeschwalben) oder vegetationsfreien Schlenken (Säbelschnäbler) an, welche unabhängig von der Bewirtschaftungsform durch natürliche Prozesse entstehen oder auch künstlich geschaffen werden können (Literaturübersicht BUNJE 2005).



Abb. 3.1 Die unterschiedlichen Brutvogelarten der Salzwiesen zeigen unterschiedliche Präferenzen hinsichtlich Vegetationsstruktur und dementsprechend auch hinsichtlich der Nutzungsintensität (aus: Bunje 2005, nach Oltmanns 2003, Schrader 2003, Thyen 1996).

Im Folgenden wird zunächst beschrieben, in welchem Rahmen landwirtschaftliche Bewirtschaftung auf den Halligen gefördert und damit gesteuert wird (Hallig-Programm). Im Anschluss werden die Vor- und Nachteile, die sich aus den Bewirtschaftungsformen für die Brutvögel ergeben, betrachtet und auch in Zusammenhang mit Anpassungen an den Meeresspiegelanstieg gebracht. Schließlich wird auf artenschutzfachliche Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Halligen in der Kernzone des Nationalparks eingegangen. Ausblickend werden für Brutvögel förderliche Handlungsoptionen und Maßnahmen der Landnutzung im Kontext von Überflutungs- und Küstenschutzanpassungen zusammengefasst.

3.2 Landwirtschaftliche Bewirtschaftung auf den Halligen

Hallig-Programm

Das „Hallig-Programm“ gibt es seit 1987. Es wurde vom damaligen schleswig-holsteinischen Landwirtschaftsministerium eingeführt, um die Hallig-Landwirte zu unterstützen, da durch den landwirtschaftlichen Strukturwandel und die besonderen Standortfaktoren der Halligen das Wirtschaften speziellen Herausforderungen unterliegt. Wie aus dem Namen des damaligen Programms – „Programm zur Sicherung und Verbesserung der Erwerbsquellen der Halligbevölkerung im Rahmen der Landschaftspflege und Landwirtschaft, des Küstenschutzes und des Fremdenverkehrs“ – hervorgeht, war es das Ziel, die Halligbevölkerung zu unterstützen, um so zu erreichen, dass die Halligen dauerhaft bewohnt und bewirtschaftet bleiben. Darüber hinaus wurde das Ziel

verfolgt, die Halligen in ihrem naturnahen Charakter zu erhalten. So war das Hallig-Programm von Anfang an auf die Förderung extensiver landwirtschaftlicher Bewirtschaftung (Beweidung) ausgerichtet gewesen. Ursprünglich bestand es aus den Bausteinen „Bewirtschaftungsentgelt“, „Mähzuschuss“ und einer „Ringelgansentschädigung“. Ab 1992 kamen der „Extensivierungszuschuss“ und die „Prämie für naturbelassene Salzwiesen“ hinzu (Nutzungsverzicht, Salzwiesenbrache) (MELFF 1986; PRO REGIONE GMBH 2009; KRUSE 2015). Die aktuelle Version des Hallig-Programms gilt für die ELER-Förderperiode 2014-2020 (ELER: Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums) (MELUR 2016, MELUR HALLIG-PROGRAMM 2017). Es ist im Rahmen der EU-Förderung nun eine auf den Naturschutz ausgerichtete Agrarumwelt-Klimamaßnahme des Vertragsnaturschutzes mit verschiedenen Vertragsmustern (MELUR VERTRAGSNATURSCHUTZ 2016).

Die am Hallig-Programm teilnehmenden Landwirte können verschiedene Bausteine des Hallig-Programms auswählen und teilweise auf derselben Fläche kombinieren. Grundsätzlich sind so beispielsweise Bewirtschaftungsentgelt (180 €/ ha), Ringelgansentschädigung (je nach Schaden 10-120 €/ ha) und Mähzuschuss (190 €/ ha) kombinierbar. Auch der Extensivierungszuschuss (60 €/ Großvieheinheit GVE) ist mit den erstgenannten Bausteinen kombinierbar. Bei einer ungenutzten Salzwiese (Salzwiesenprämie 330 €/ ha) können die anderen Bausteine nicht auf derselben Fläche kombiniert werden (KRUSE 2015; MELUR VERTRAGSNATURSCHUTZ 2016).

Alle Bausteine des Hallig-Programms sind an verschiedene Bewirtschaftungsauflagen gebunden. So ist es verboten, das Bodenrelief durch Aufschüttungen, Planieren etc. zu verändern, es ist auch kein Verfüllen von Bodensenken, Grüppen und Mäandern für landwirtschaftliche Zwecke erlaubt. Darüber hinaus sind Grüppen- und Grabenunterhaltungen sowie die organische Düngung in bestimmten Zeiträumen (Frühling-Sommer) verboten. Bei der Beweidung sind u.a. halligspezifische Besatzstärken (Mindest- und Maximalbesatzstärke) einzuhalten und die Auftriebszeiten zu beachten. Die Mahd darf zum Schutz der Brutvögel nicht vor dem 1. Juli erfolgen (MELUR VERTRAGSNATURSCHUTZ 2016).

Ein sehr großer Teil der Landwirte nimmt am Hallig-Programm teil, derzeit werden ca. 45 Betriebe und 1.600 ha gefördert. Im Jahr 2014 betrug die Fördersumme ca. 320.000 €, mit Anhebung der Fördersummen ist davon auszugehen, dass das jährliche Gesamtvolumen ca. 500.000 € erreichen wird (KRUSE 2015).

Tab. 3.1 *Verschiedene Methoden der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung auf den Halligen und ihre Auswirkungen auf Brutvögel.*

Methode	Nachteile für Brutvögel	Vorteile für Brutvögel	Besonderheiten auf den Halligen
Mahd	<p>Ausmähen von Gelegen/Küken möglich</p> <p>Durch Flächenoptimierung für Bewirtschaftung verringerte Strukturvielfalt</p> <p>Durch Kurzrasigkeit und Strukturarmut erhöhte Prädationsgefahr</p>	Kein Gelegevertritt durch Vieh	<p>Mähzuschuss wird auch gezahlt, wenn bis zu 10 % der Fläche nicht gemäht wird, so können etwa entlang von Gräben und Prielen diverse Brut-, Versteck- und Nahrungshabitate entstehen</p> <p>Verwertung des Mahdgutes kann schwierig sein</p> <p>Maschinen ggf. nicht vor Ort</p>
Salzwiesenbrache	In manchen Bereichen bilden sich Queckenbestände, die sehr homogen sein können, bietet dann nur für bestimmte Arten Brutplätze	<p>Kein Viehtritt</p> <p>Förderung des Höhenwachstums durch bessere Sedimentation</p> <p>Strukturreichtum: Brutplätze, Nahrungverfügbarkeit, Versteckmöglichkeiten für viele unterschiedliche Brutvogelarten</p>	Salzwiesenprämie
Extensive Beweidung	Gelegevertritt möglich	Strukturreichtum: Brutplätze, Nahrungverfügbarkeit, Versteckmöglichkeiten für viele unterschiedliche Brutvogelarten	<p>Besatzdichte gering (im Vergleich zu extensiv beweideten Festland-Standorten)</p> <p>überwiegend „Pensionsvieh“ (im Winter am Festland)</p> <p>teilweise Umtriebsweide</p>
Intensive Beweidung	<p>höhere Wahrscheinlichkeit von Gelegevertritt</p> <p>keine Versteckmöglichkeiten</p> <p>Homogene Fläche: bietet nur bestimmten Arten Brutplätze und Nahrungshabitate</p>	kurzrasige Flächen bieten Brutplätze für „Pionierarten“	<p>Allmende auf Gröde</p> <p>Besatzdichten können höher als im Hallig-Programm sein, wenn Landwirt sich stattdessen bspw. für Ökolandbau entscheidet</p>

Mahd

Ca. 10 % der Halligflächen werden gemäht. Entsprechend der Auflagen des Hallig-Programms ist eine Mahd auf den entsprechenden Flächen erst ab dem 1.7. möglich. Vormalig galt – zumindest

für einen Teil der Mähflächen – der 15.7. als frühester Mahdtermin. Der Mahdtermin ist für Brutvögel entscheidend. Je früher gemäht wird, desto mehr Brutvögel haben ihr Brutgeschäft noch nicht abgeschlossen. Gelege werden dann oft zerstört und sich in der Vegetation duckende Küken getötet. Auf den Halligen kann es, besonders wenn etwa durch Überflutungen im Frühjahr viele Erstgelege zerstört werden, vermehrt zu Nachgelegen kommen, die Anfang Juli noch nicht abgeschlossen und von einer Mahd betroffen sind. Für Rotschenkel wurde an drei niedersächsischen Salzwiesen ermittelt, dass eine Mahd am 1.7. zwischen 73 % und 96 % der Rotschenkelbruten gefährdet. Bei einem Mahdtermin Anfang August wären je nach Standort „nur“ noch 11-32 % Bruten betroffen (EXO et al. 2017). Durch die Mahd werden zudem auch Wirbellose getötet. Deswegen wird davon ausgegangen, dass in Mähflächen eine geringere Nahrungsverfügbarkeit für Küken vorherrscht als beispielsweise in ungenutzten Salzwiesen, wo die Insektenabundanz und -vielfalt höher ist (RICKERT et al. 2012; VAN KLINK et al. 2013; EXO et al. 2017). Der im Rahmen des Hallig-Programms gezahlte Mähzuschuss wird auch für die ganze Fläche gezahlt, wenn bis zu 10 % der Fläche von der Mahd ausgenommen bleibt. Dies ermöglicht es den Landwirten, ohne Abzug von Zuschüssen in Randbereichen der Mähflächen, z.B. entlang von Gräben und Prielen oder um Bodensenken, strukturreiche Bereiche mit Deckung und Nahrungsverfügbarkeit für Brutvogelfamilien oder mit Nestern von der Mahd auszusparen.

Auf den Halligen ist mit abnehmendem Anteil an Eigenvieh, welches im Winter auf der Hallig versorgt werden muss, auch der Bedarf an Heu/Winterfutter zurückgegangen. Ohne sinnvolle Mahd-gutverwendung ist davon auszugehen, dass der Anteil an Mähflächen auf den Halligen zurückgeht – insbesondere wenn für die arbeitsintensive Mahd Maschinen extra vom Festland herangeholt werden müssen. Allerdings gibt es auch Entwicklungen, die in die andere Richtung deuten, etwa durch die Vermarktung von Halligheu für Pferde am Festland (Beispiel Nordstrandischmoor) (Gespräche 2017).

Brache

Auf Salzwiesenbrachen hängt die Vegetationsstruktur, die Artenzusammensetzung und Sukzession wesentlich von den geomorphologischen und hydrologischen Bedingungen ab (BAKKER 2014; STOCK & MAIER 2016). Es können auch einheitlich hochgewachsene Vegetationsbestände (Quecken, in ausgesüßten Bereichen Schilf) entstehen. Auf den Halligen werden im Rahmen der Prämie für Salzwiesenbrachen ca. 5 % der landwirtschaftlichen Flächen gefördert (also ca. 85 ha). Im Vorfeld der Einführung der Prämie wurden Befürchtungen geäußert, einige Küstenvögel könnten negativ von dieser Maßnahme beeinflusst werden. So wurden neben einem langjährigen Monitoring zur Untersuchung und Bewertung des Hallig-Programms auf die Vegetation auch Untersuchungen der Brutvögel durchgeführt (LUTZ in PRO REGIONE GMBH 2009).

Auf Hooge, Nordstrandischmoor und Gröde wurden speziell die Beziehungen der Möwen- und Seeschwalbenkolonien zur Landnutzung untersucht (LUTZ 2010). Hierbei wurde in drei Jahren (2001, 2007 und 2009) bzw. auf Gröde in zwei Jahren (2007, 2009) geprüft, ob die Koloniestandorte überproportional häufig auf Brachen oder Weiden zu finden sind. Es zeigte sich eine Bevorzugung der Brachen durch Möwen auf Nordstrandischmoor und Hooge. Obgleich die Bevorzugung der Brachen in manchen Untersuchungsjahren sehr stark zu erkennen ist, wurden starke Schwankungen zwischen den Untersuchungsjahren deutlich. Keine eindeutige Bevorzugung zeichnete sich bei den Seeschwalbenkolonien ab. Für Gröde ist die Interpretation schwieriger. Aufgrund des geringeren Viehbesatzes besitzt die Weide stellenweise fast einen bracheähnlichen Charakter,

insbesondere in Bereichen, welche vom Vieh gemieden werden. Da die Brache zu einem großen Flächenanteil aufgrund der Überflutungshäufigkeit nicht zur Brut geeignet ist, ist es möglich, dass dieser Teil der Brachefläche aufgrund dessen und unabhängig von der Bewirtschaftungsform nicht als Koloniestandort genutzt wurde.

Bei der Betrachtung des Brutbestands aller Arten zeigte sich, dass die untersuchten Brachen auf Gröde, Nordstrandischmoor und Hooge dichter von Vögeln besiedelt waren als die beweideten Flächen (Abb. 3.2, LUTZ in PRO REGIONE GMBH 2009). Das lag zum einen daran, dass die Brachen ein größeres Artenspektrum aufwiesen, da z.B. Entenvögel fast ausschließlich in dichter Vegetation brüten. Zum anderen wurden auch größere Brutbestände einzelner Arten wie Austernfischer und Rotschenkel nachgewiesen, sowie auch von Singvögeln (Wiesenpieper, Feldlerche). Dazu kommt die Bevorzugung der Brachen durch Möwen auf zwei der drei Halligen (siehe voriger Absatz). Neben den Brutpaardichten war auch die Artenanzahl auf den Brachen in jedem Jahr höher als auf den beweideten Vergleichsflächen.

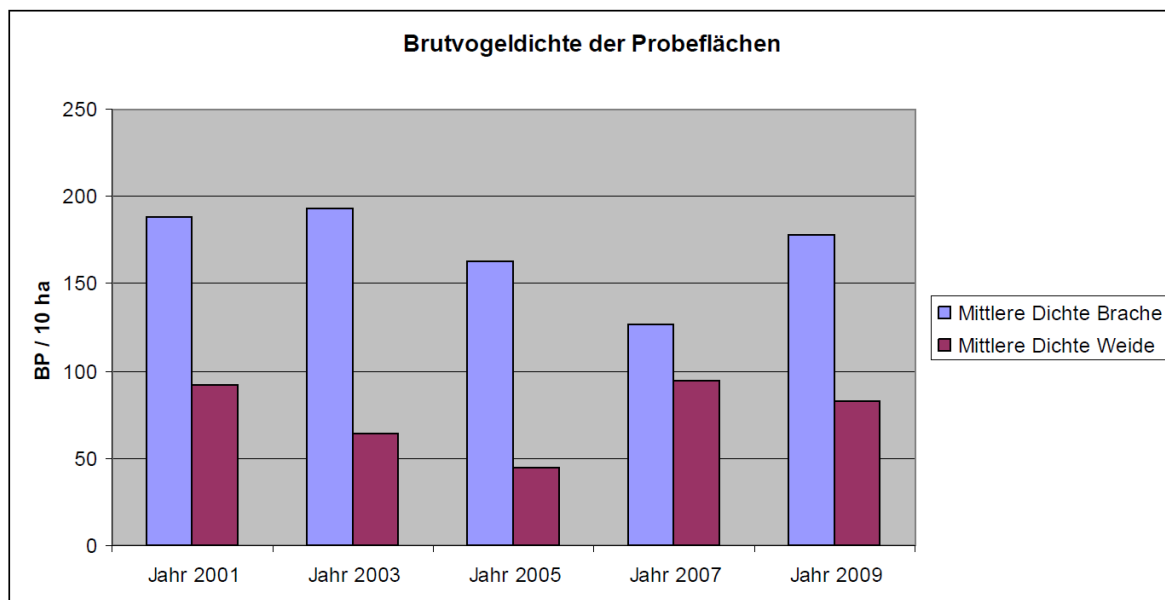


Abb. 3.2 Entwicklung der Brutvogeldichte (alle Arten) auf den Brachen und den beweideten Flächen (je eine Fläche pro Flächentyp auf Gröde, Nordstrandischmoor und Hooge) (aus: LUTZ in PRO REGIONE GMBH 2009).

Für den Austernfischer konnte im Zuge der Untersuchungen nachgewiesen werden, dass nicht nur die Brutpaardichten über alle Bracheflächen gemittelt in jedem Untersuchungsjahr höher waren als in den Vergleichsflächen, sondern dass auch der Schlupferfolg auf den Bracheflächen höher lag (Abb. 3.3, LUTZ in PRO REGIONE GMBH 2009).

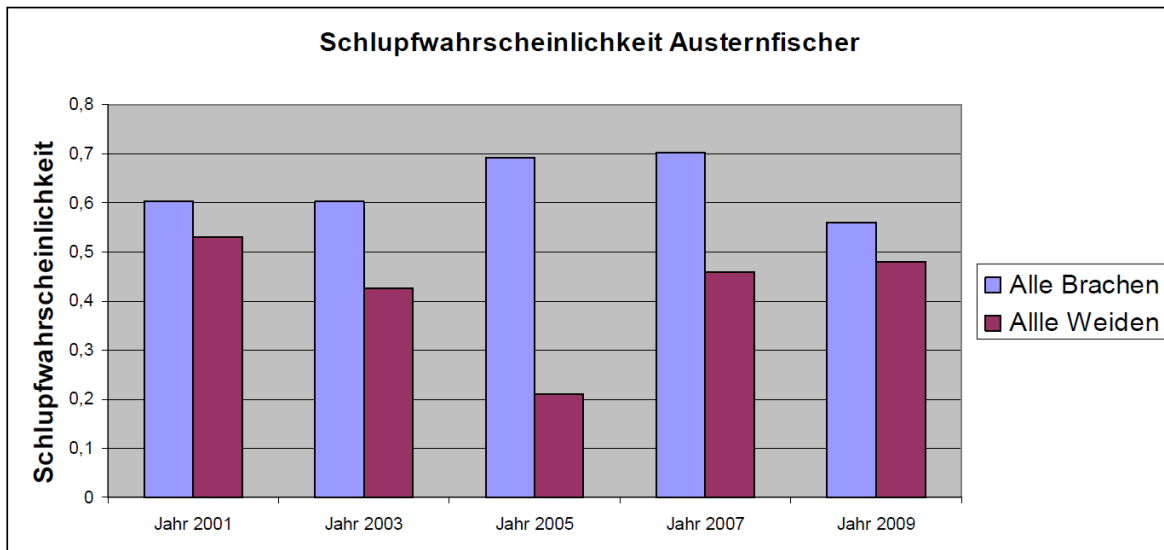


Abb. 3.3 Entwicklung der Schlupfwahrscheinlichkeit des Austernfischers in je einer untersuchten Brache und einer beweideten Fläche auf Gröde, Nordstrandischmoor und Hooge (aus: LUTZ in PRO REGIONE GMBH 2009).

Anhand der Brutvogeluntersuchungen wurde somit deutlich, dass mit der Vertragsvariante der „Salzwiesenbrache“ die auf Vögel bezogenen Ziele des Hallig-Programms – Brutplätze für Küstenvögel bereitzustellen – erreicht werden (LUTZ in PRO REGIONE GMBH 2009).

Durch andere Untersuchungen ist bekannt, dass die Vielfalt der Vegetationsstruktur einer Salzwiese in den ersten Jahren nach Nutzungsaufgabe ansteigt, auf lange Sicht aber abnehmen kann (BOS 2002; STOCK & MAIER 2016). Entsprechend wurde für den Artenreichtum der Brutvögel (für Wat- und für Singvögel) gezeigt, dass dieser mit dem Anteil hochwüchsiger Vegetation zunächst ansteigt, allerdings deutlicher in den ersten Jahren nach Nutzungsaufgabe (MANDEMA et al. 2015). Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass auch auf den Halligen ein Nebeneinander von Salzwiesenbrachen unterschiedlichen Alters eine Vielfalt an Vegetationsstrukturen ermöglichen würden (STOCK & MAIER 2016) und somit den Küstenvögeln vielfältigere Brut- und Nahrungshabitate bieten könnten.

Bei der Auswahl der Standorte muss darauf geachtet werden, Brachen nicht nur in den besonders überflutungsgefährdeten Gebieten zuzulassen. Solche Flächen werden eher aus der Nutzung genommen als leichter bewirtschaftbare Flächen. Bei der Betrachtung der Verlustursachen der Austernfischergelege (Abb. 3.4, LUTZ in PRO REGIONE GMBH 2009) fällt aber auf, dass im Mittel fast doppelt so viele Gelege auf den Bracheflächen überschwemmt wurden im Vergleich zu den beweideten Vergleichsflächen. Im Zuge der anzunehmenden Steigerung des Überflutungsrisikos während der Brutzeit der Küstenvögel (VAN DE POL et al. 2010, s. Kap. 2.1) sollten attraktive Brutplätze – und das sind Brachen offensichtlich – auch an hochwassersicheren Standorten angelegt werden. Vorbehalten gegenüber der Etablierung von Brachen an solchen Standorten kann entgegnet werden, dass auch bereits ein kurzzeitiges Aus-der-Nutzung-nehmen sowohl im Rahmen des Hallig-Programms vorgesehen ist als auch aus ökologischer Sicht zusätzlich zu Dauerbrachen wünschenswert ist.

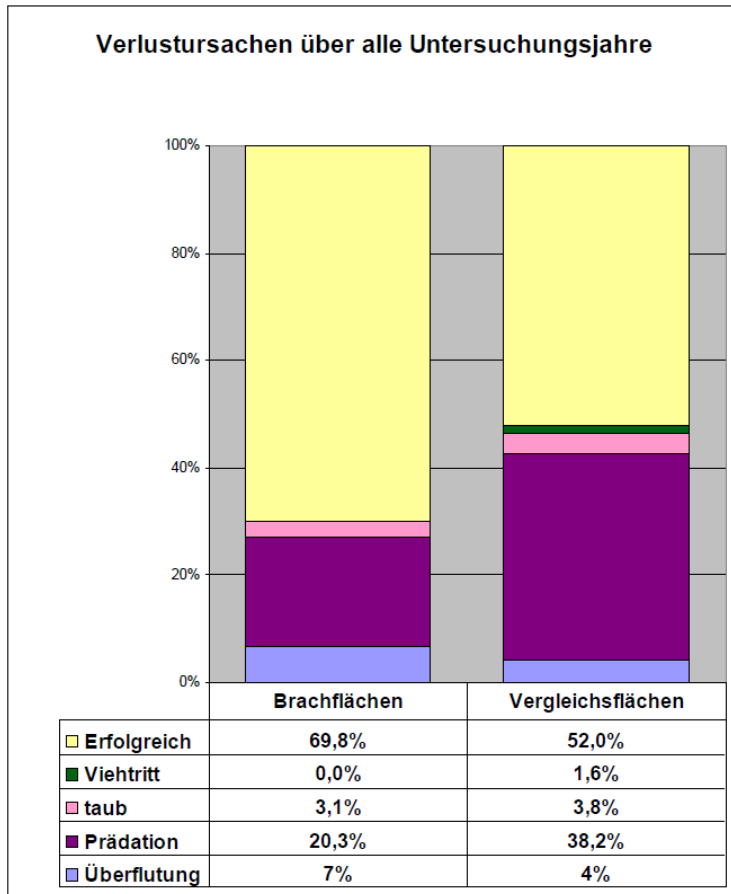


Abb. 3.4 Verlustursachen von Austernfischergelegen in je zwei untersuchten Flächentypen auf Gröde, Nordstrandischmoor und Hooge über fünf Untersuchungsjahre dargestellt (aus: LUTZ in PRO REGIONE GMBH 2009).

Die Etablierung von Brachen in tiefliegenden Bereichen kann zu einem besseren Höhenwachstum dieser Flächen führen. In der hohen und dichten Vegetation beruhigt sich das Flutwasser, dadurch kann mehr Sedimentation stattfinden und diese Flächen können nach der Nutzungsaufgabe besser mit dem steigenden Meeresspiegel aufwachsen. Bei Untersuchungen auf den Halligen wurde auf den Bracheflächen mehr Bodenaufwuchs festgestellt, als auf den Vergleichsflächen (PRO REGIONE GMBH 2009). Auch die Untersuchung von Nolte et al. (2018) zur Sedimentfracht und Sedimentdeposition auf Langeneß zeigt, dass durch hohe Vegetation die Sedimentation gefördert wird.

Tiefliegende und bewirtschaftete Bereiche werden häufig auch durch hohe Deckwerke oder Sommerdeiche geschützt. Um ein Mitaufwachsen zu fördern, wäre gerade dort die Wiederherstellung des Gezeiten-/Überflutungseinflusses in Kombination mit der Etablierung einer Brache denkbar. Für Brutvögel kann die Etablierung von Brachen in tiefliegenden Flächen mit hohem Überflutungsrisiko zwar ungünstig sein, wenn so attraktive Brutplätze geschaffen werden, auf denen der Bruterfolg aufgrund von Überflutungen jedoch gering ist (ökologische Falle). Könnte der Einfluss des Wassers aber so gesteuert werden, dass Überflutungen nur im Winterhalbjahr begünstigt werden (vgl. Kap. 2.4), wäre eine solche Brache trotz des tief liegenden Standortes für Brutvögel günstig.

Beweidung

Bis Ende der 1980er Jahre wurden fast alle Salzwiesen in Schleswig-Holstein intensiv beweidet. Eine deutliche Extensivierung der Salzwiesenbewirtschaftung zur Wiederherstellung von sich natürlich(er) entwickelnden Salzwiesen bzw. zum Schutz des stark gefährdeten Lebensraumtyps „Atlantische Salzwiesen“ wurde dann mit der Einrichtung und Entwicklung der Nationalparks und in Verbindung mit den in Kraft getretenen europäischen Naturschutzrichtlinien (FFH-Richtlinie) umgesetzt (LUTZ et al. 2003; ESSELINK et al. 2009; STOCK & MAIER 2016). Während in Schleswig-Holstein 1986 noch 90 % der Festlandsalzwiesen intensiv beweidet wurden, betrug der entsprechende Anteil zehn Jahre danach um die 50 %, 2008 dann 38 % (ESSELINK et al. 2009).

Die Konzepte und Maßnahmen des Salzwiesenschutzes im Wattenmeer unterscheiden sich je nach Region. Die Herangehensweisen reichen von der Nutzungsaufgabe und dem Fokus auf natürliche Prozesse (besonders innerhalb der Nationalparks), über eine Extensivierung bis zu gezieltem Salzwiesenmanagement durch (extensive) Beweidungsmaßnahmen (niederländische Wattenmeerküste). Gemeinsam sind jedoch die Ziele, naturnahe Salzwiesen und die mit ihnen assoziierte Fauna inklusive der typischen Küstenvögel zu erhalten und zu schützen. Inzwischen liegen zahlreiche Studien aus den unterschiedlichen Regionen zu den Konsequenzen des Salzwiesenmanagement, insbesondere der Extensivierung der Beweidung, auf die Salzwiesen-Brutvögel vor (STOCK et al. 1992; BOS 2002; HÄLTERLEIN et al. 2003; OLTMANN 2003; SCHRADER 2003; BUNJE 2005; THYEN & EXO 2005; ERB 2012; MAIER 2014; ELSCHOT 2015; MANDEMA et al. 2015, usw.). Der positive Einfluss der Extensivierung auf Küstenvögel ist offensichtlich (Niedersachsen: BUNJE 2005, Schleswig-Holstein: SCHRADER 2003; STOCK & MAIER 2016). Grund für den positiven Einfluss der Extensivierung ist der dadurch entstehende Strukturreichtum innerhalb der Fläche, die dann eine Vielfalt an verschiedenen Brut- und Nahrungsplätzen bietet. So etwa wurde für Austernfischer und Rotschenkel gezeigt, dass die bei extensiverer Beweidung entstehenden Mosaikstrukturen als Brutplätze bevorzugt werden (MANDEMA et al. 2014). Je geringer die Viehdichte, desto geringer ist das Risiko für Gelegevertritt. Darüber hinaus spielt die Art der Weidetiere eine Rolle, so ist etwa der Gelegevertritt durch Pferde größer als durch Rinder (MANDEMA et al. 2013).

Auf dem überwiegenden Teil der Halligflächen findet Beweidung statt, hauptsächlich mit Rindern sowie mit Schafen und Pferden. Dies bewirkt in der Regel eine vielfältigere Flächenstruktur als Mahd und führt damit zu einer besseren Eignung für eine Reihe von Brutvogelarten (STOCK & MAIER 2016). Auf den Halligen sind entsprechend des Hallig-Programms wesentlich geringere Viehbesatzstärken als am Festland üblich. Ausnahmen bilden z. B. Flächen, welche nach Ökolandbaustandard bewirtschaftet werden, hier ist besonders im Frühjahr ein höherer Viehbesatz zulässig. Trotz des geringen Viehbesatzes sind einige Halligflächen eher homogen und kurzrasig: im Rahmen des Salzwiesenmonitorings wurden etwa 30 % der Hallig-Salzwiesen als „intensiv beweidet“ eingestuft (ESSELINK et al. 2009). Neben den natürlichen Standortgegebenheiten dürften die Praxis der Umtriebsweide und die vor allem im Frühjahr auf den Halligen rastenden Wildgänse ausschlaggebend dafür sein, dass auch bei im Mittel geringem Viehbesatz intensive Beweidung auf etwa einem Drittel der Flächen vorherrscht. Für die Brutvögel wäre es demnach sehr nachteilig, wenn die Halliglandwirte aufgrund anderer finanzieller Fördermöglichkeiten sich entschließen würden, das Hallig-Programm zu verlassen und es in der Konsequenz zu höheren Viehbesatzdichten während der Brutzeit kommen würde.

Kleinstrukturen wie Priele, Blänken, Gräben

Halligflächen unterscheiden sich zum Teil stark hinsichtlich des Reichtums an Kleinstrukturen. Einige davon sind der Bewirtschaftung hilfreich, etwa Gräben und Grüppen, welche der Entwässerung der Flächen dienen. Andere Strukturen, insbesondere Unebenheiten und stark mäandrierende Priele können die Bewirtschaftbarkeit einschränken, etwa wenn dadurch eine Befahrung mit Maschinen erschwert wird oder die Bereiche für Weidevieh ungeeignet werden. Entsprechend der Auflagen des Hallig-Programms ist eine Anpassung des Bodenreliefs oder ein Verfüllen von Bodensenken für landwirtschaftliche Zwecke ausdrücklich verboten. Anders sieht es aus, wenn solche Maßnahmen aus Küstenschutzgründen (LKN-Maßnahmen) durchgeführt werden. Nach wie vor ist ein schleichender Rückgang des Struktureichtums zu beobachten.

Den Brutvögeln wäre eine entgegengesetzte Entwicklung dienlich. So ist etwa bekannt, dass Randstreifen an Priele und Gräben von vielen Brutvogelarten bevorzugt werden (STOCK et al. 1992, Erb 2012). Untersuchungen an Austernfischern auf Langeneß (HENNIG & HOPPE 2015) zeigen, dass flache Priele und Pütten (Wasserflächen) ein gutes Nahrungshabitat für Küken darstellen. Im westlichen Bereich der Hallig ist dies besonders deutlich. Dort führen die Altvögel die Küken nicht ins Watt, sondern zu den auf den Halligflächen gelegenen strukturreichen Nahrungshabitaten. Die Brutdichten und der Bruterfolg der Vögel sind in diesem Bereich der Hallig hoch. Die strukturreichen Bereiche bieten den Küken Deckung vor Prädatoren. Untersuchungen von Beuteorganismen zeigten, dass die Halligpriele interessante Nahrungshabitate für Austernfischerfamilien darstellen, möglicherweise ist die Nahrungsverfügbarkeit von Seeringelwürmern in einigen Halligpriele sogar besser als in der angrenzenden Wattfläche (BOHN in HENNIG & HOPPE 2015). Auf Oland hingegen zeigen Untersuchungen an Austernfischern (SCHIFFLER et al. 2016), dass die im Watt fressenden Küken („Wattküken“) eine deutlich bessere Kondition haben als die zur Nahrungssuche auf den Halligflächen verbleibenden Küken. Dies deutet darauf hin, dass die Nahrungsverfügbarkeit im Watt vor Oland besser ist als auf der Hallig. Allerdings wurden auch auf den Halligflächen mehrere untersuchte Küken („Wiesenküken“) in sehr guter Kondition angetroffen. Dies kann darauf hindeuten, dass die entsprechenden Altvögel die auf der Hallig verbliebenen Wiesenküken ausreichend gut mit Nahrungsflügen aus dem Watt versorgen konnten (vgl. ENS et al. 1992) oder aber, dass diese Wiesenküken im entsprechenden Bereich der Hallig ähnlich wie im Westen von Langeneß sehr gute Nahrungsbedingungen in Strukturen wie flachen Priele und sonstigen stocheffähigen, feuchten Senken vorfinden. Auf Oland liegen die Gelege der Wattküken signifikant dichter an der Hochwasserlinie als die der Wiesenküken. Diese wären bei hoch auflaufenden Fluten während der Brutzeit zuerst betroffen. Ein guter Bruterfolg wäre bei deren Ausfall nur möglich, wenn die Wiesenküken ausreichend Nahrung finden (SCHIFFLER et al. 2016).

Die kleinstrukturelle Vielfalt einer Halligfläche z. B. durch flache Priele, Pfützen oder andere Wasserflächen ist vor allem dort wichtig, wo durch massive Deckwerke kein „barrierefreier“ Zugang für Brutvogelfamilien zu den Nahrungsflächen im Watt gegeben ist. In Zukunft ist bei einem steigenden Überflutungsrisiko und damit einhergehenden Gelegeverlusten der Brutvögel umso wichtiger, dass die verbleibenden Küken gute Nahrungsbedingungen vorfinden – auch die Küken, welche auf den Halligflächen Nahrung suchen. Der Erhalt der bestehenden Kleinstrukturen ist daher sehr wichtig. Förderlich wäre auch eine Wiederherstellung von bereits „ausgebesserten“, homogenisierten Strukturen. Zum Teil bereits umgesetzte Maßnahmen, wie Randstreifen um Priele, Bodensenken etc. von der Mahd auszuschließen („Mähzuschuss“ wird dennoch für die Gesamtfläche gezahlt) oder Weidezäune nicht bis an den Graben/Prielrand zu stellen, sind geeignet, um ei-

ne vielfältige Vegetationsstruktur der Brut- und Nahrungsplätze zu erhalten. Auch das „spontane“ Auszäunen von sensiblen Teilbereichen, etwa nach der Ansiedlung einer Brutkolonie in einer beweideten Fläche, ist sinnvoll. Es wäre aber wichtig, dass Zuschüsse auch für die so von der Beweidung ausgenommenen Flächen gezahlt werden. Weiterhin ist das Ausbringen von Muschelschill, wie es von einzelnen Bewohnern bereits getan wird, eine geeignete Maßnahme um Brutplätze für „Pionierarten“ wie Zwergseeschwalben und Sandregenpfeifer zu schaffen und sollte als solche auch anerkannt und unterstützt werden. Darüber hinaus wird das Ausbringen von Muschelschill an weiteren geeigneten Standorten als gezielte Artenschutzmaßnahme empfohlen.

Box 4: Mosaik aus unterschiedlichen Nutzungsformen als günstigste Nutzungsform.

In den Interviews wurde deutlich, dass eine Vielfalt auf der Hallig durch eine möglichst vielfältige Nutzung der Flächen erzielt werden sollte: ein „*Nutzungs mosaik*“ von extensiver Beweidung, Brauche und Mähflächen wurden vom Großteil der Befragten als für die Brutvögel günstigste Bewirtschaftungsform genannt.

Der Großteil der Befragten äußerte sich positiv zum Hallig-Programm, es wurden aber unterschiedliche Meinungen hinsichtlich dessen zukünftiger Entwicklung deutlich. Einige der Befragten erklärten, das Hallig-Programm müsse und könne noch besser auf die Bedürfnisse der Brutvögel angepasst werden:

„Mit dem Hallig-Programm muss mehr für die Brutvögel getan werden.“

Andere wiederum sagten, dass weitere den Naturschutz/Brutvogelschutz betreffende Auflagen nicht denkbar seien:

„Mehr Naturschutz als nach dem Hallig-Programm geht nicht.“

Kernzone des Nationalparks: Bewirtschaftung als Artenschutzmaßnahme

Auf den in der Kernzone (Schutzzone 1) des Nationalparks liegenden Halligen Habel, Norderoog, Südfall und Süderoog ist entsprechend der Zielsetzung des Nationalparkgesetzes jegliche Ressourcennutzung untersagt. Die Halligen Norderoog und Habel werden demnach nicht bewirtschaftet, Teile von Südfall und Süderoog werden aber extensiv beweidet.

Auf den nicht bewirtschafteten Halligen sind starke Vegetationsveränderungen ersichtlich. So wird im Vergleich der Salzwiesenkartierungen von 2001 und 2012 (GRAVE 2016) deutlich, dass die stark entwässerte und mit einer geschlossenen Steinkante umgebene Hallig Habel inzwischen deutlich von Queckenbeständen dominiert wird (Abb. 3.5). Während die obere Salzwiese 2001 von Rotschwingelrasen geprägt wurde und der Queckenbestand bei ca. 20 % lag, sind heute 80 % der Bereiche mit Queckenrasen bewachsen. Wahrscheinlich aus diesem Grund ist der Brutbestand des Rotschenkels, der von dichter und hoher Vegetation profitiert, angestiegen. Die Bestände von Lachmöwen und Austernfischern gehen hingegen zurück, und Arten wie Küstenseeschwal-

ben und Sandregenpfeifer brüteten zuletzt gar nicht mehr auf Habel. Diese Rückgänge werden auf die Vegetationsveränderungen zurückgeführt (GRAVE 2016, 2017): es wird vermutet, dass durch die Ausbreitung der Quecken weniger offene Bereiche und weniger Strukturvielfalt an Brutplätzen vorhanden ist. Als Pflegemaßnahme wird derzeit erprobt, ob durch eine Reduzierung der Halligentwässerung in einem Teil der Hallig die Heterogenität der Vegetation gefördert werden kann, wenn durch einen dann länger anhaltenden Salzwassereinfluss die Quecken zurückgedrängt werden. Des Weiteren wird über eine Mahd und eine Nachbeweidung mit Schafen nachgedacht.

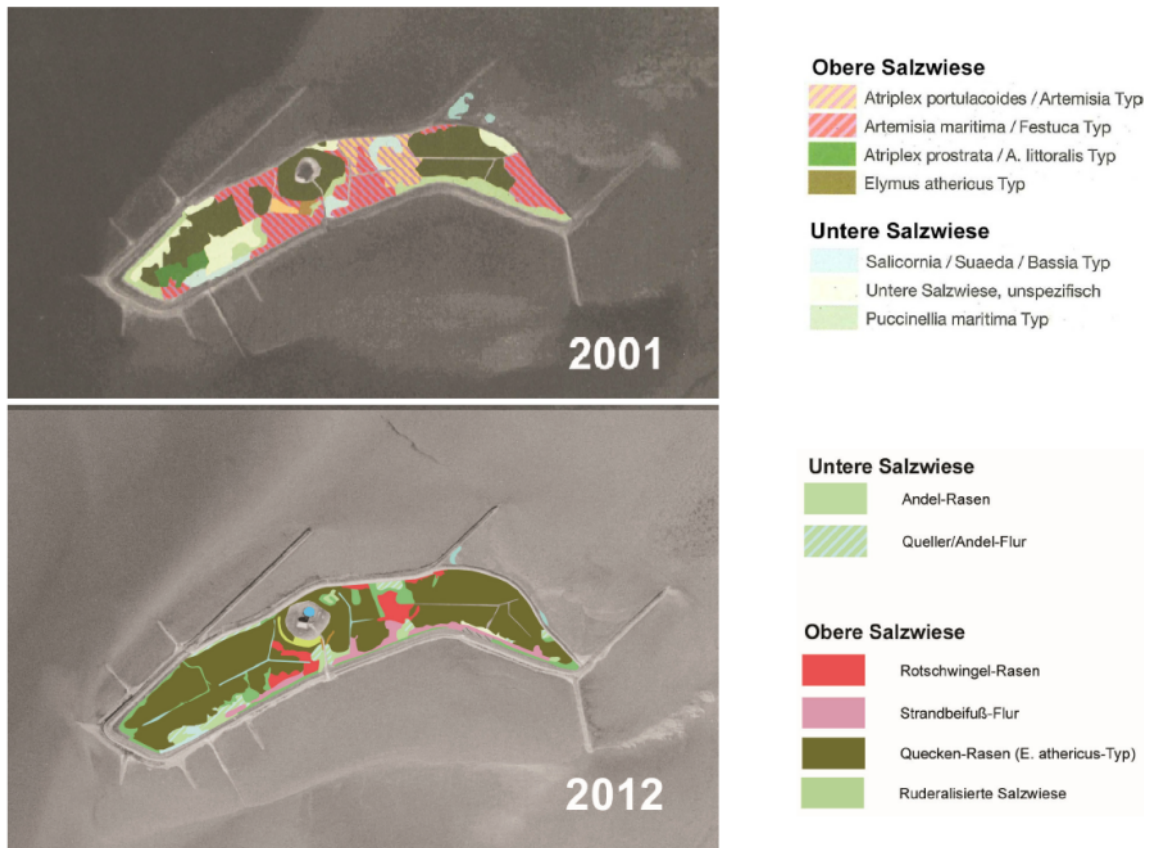


Abb. 3.5 Vegetationsveränderungen auf Habel, Ausbreitung der Queckenbestände (dunkelgrün) zwischen 2001 und 2012 (aus: Präsentation GRAVE 2016, Daten: TMAP-Salzwiesenkartierung).

Auf Norderoog wird die Untere Salzwiese immer mehr von Vegetationstypen der Oberen Salzwiese bewachsen, die zunehmend aus Quecken besteht (Abb. 3.6). Eine Bestandsaufnahme zu den Vegetationsveränderungen und den damit verbundenen Auswirkungen auf die dortige Brandseeschwalbenkolonie (HANSEN 2016) zeigt, dass sich Quecken und Schilf ausbreiten, die Brutplätze der Brandseeschwalben sich verlagern und diese aufgrund der Vegetationsveränderungen gefährdet sind. Wachsen die hochgelegenen Standorte der Kolonien immer mehr mit hochwüchsigen Quecken bzw. mit Schilf zu, ist davon auszugehen, dass die Vögel in tiefer liegende Bereiche ausweichen. Bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt befinden sich einige Kolonien in den tiefer liegenden Bereichen. Diese Koloniestandorte werden jedoch dann erst besiedelt, wenn die höher liegenden Bereiche bereits besetzt sind. Die tiefer liegenden Bereiche werden häufiger überflutet und sind deswegen deutlich schlechter geeignet, um guten Bruterfolg zu erzielen. Um ein Abwandern der Brandseeschwalben in diese Bereiche zu vermeiden, werden bereits seit einigen Jahren einige höher gelegene und mit Schilf bewachsene Koloniestandorte außerhalb der Brutzeit gemäht.

Dadurch ist die Vegetation bei Ankunft der Vögel kurz. Für die Zukunft wird auch eine mehrmalige Mahd als geeignete Methode angesehen, um die überflutungssicheren Brutplätze dauerhaft für die Brandseeschwalben zu erhalten.

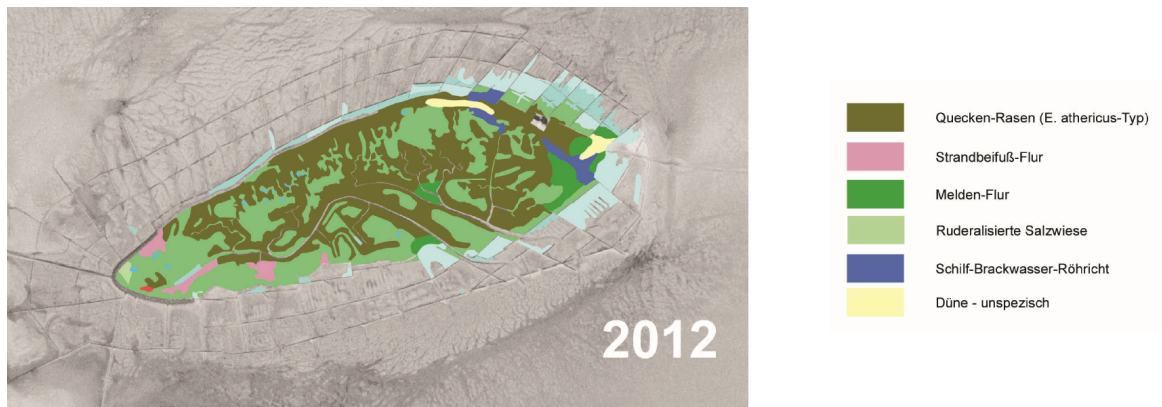


Abb. 3.6 Auf Norderoog werden inzwischen große Bereiche von Quecken-Rasen (dunkelgrün) bewachsen (aus: Präsentation GRAVE 2016, Daten TMAP-Salzwiesenkartierung).

Insgesamt sind auf Habel und Norderoog Vegetationsveränderungen zu beobachten, welche einige der typischen Hallig-Brutvögel negativ beeinflussen. Es fehlen teilweise der Einfluss des Überflutungswassers, die Kraft von Eis- und Überflutungsprozessen im Winter sowie der Eintrag von Sediment oder auch Treibsel in die Flächen. Auf Habel wird durch eine Reduzierung der Hallig-entwässerung die Wiedervernässung in Teilbereichen der Hallig angestrebt. In den Fällen, wo wie bei der Brandseeschwalbe auf Norderoog besondere Artenschutzmaßnahmen auch in der Kernzone des Nationalparks gerechtfertigt erscheinen, können zudem Pflegemaßnahmen sinnvoll sein, etwa eine Mahd der Koloniestandorte.

3.3 Empfehlungen zur landwirtschaftlichen Bewirtschaftung

Zur Förderung der Brutvögel auf den großen Halligen wird vor allem empfohlen, den **schleichenden Rückgang des Struktureichtums zu stoppen und umzukehren**. Dieser Rückgang hat neben der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung auch mit küstenschutztechnischen Maßnahmen zu tun (vgl. 2.1), so dass dies im Zusammenhang gesehen werden muss.

Hinsichtlich der landwirtschaftlichen Praxis wird auf fast allen bewirtschafteten Fläche Vertragsnaturschutz im Rahmen des **Hallig-Programms** genutzt. Dieses kann noch zielgerichteter zugunsten der Brutvögel angepasst werden. Angesichts der sehr hohen Bedeutung der Halligen für die Brutvögel sollten die Prämien sich stets auf einem Niveau befinden, dass eine naturschutzförderliche Bewirtschaftung für die Landwirte auch finanziell attraktiv bleibt bzw. wird. Bei den Verträgen sollten **biotop-gestaltende Maßnahmen** angeboten werden, welche die Eignung der Flächen für Brutvögel erhöhen. Dazu gehören Maßnahmen wie z.B. Randstreifen um Priele oder Bodensenken von der Mahd auszuschließen, Weidezäune nicht bis an den Graben/Priel zu stellen, um dort eine heterogene Vegetationsstruktur für Brut- und Nahrungsplätze zu erhalten, sowie auch das Ausbringen von Muschelschill zur Schaffung von Brutplätzen für „Pionierbrüter“. Ganz wichtig ist es, dass solche Schutzmaßnahmen nicht zu Abzügen von den Prämien für die Landwirte führen dürfen.

Zusätzlich wird empfohlen, für die Flächen der Halligen **Maßnahmenblätter im Rahmen eines Managementplans des EU-Vogelschutzgebietes** „DE_0916-491 (Ramsar-Gebiet S-H Wattenmeer und angrenzende Küstengebiete)“ zu entwickeln. Die Halligen sind unter der Bezeichnung „2. Nordfriesische Halligen (Langeneß, Oland, Hooge, Gröde, Nordstrandischmoor)“ eines von vier Teilgebieten dieses Vogelschutzgebietes. Für dieses Teilgebiet besteht derzeit kein Managementplan und folglich auch keine Maßnahmenblätter. Maßnahmenblätter beschreiben im Rahmen eines Managementplans themenbezogene Entwicklungsziele und die hierfür erforderlichen Maßnahmen.

Auf den Halligen Norderoog und Habel können Artenschutz- bzw. Managementmaßnahmen trotz des übergeordneten Zieles der natürlichen Entwicklung in der Kernzone des Nationalparks sinnvoll und gerechtfertigt sein. Auf Norderoog werden zum Erhalt der Brandseeschwalben-Kolonie einige der Brutplätze gemäht. Auf Habel werden Teilbereiche wiedervernässt. Die Wirkung dieser Maßnahmen – auf die Vegetation und die Brutvögel – sollten genau beobachten und die Maßnahmen ggf. angepasst werden.

4 BODENPRÄDATOREN

Es ist ein weltweit bekanntes Phänomen, dass See- und Küstenvögel bevorzugt auf Inseln brüten, die von Natur aus frei von Bodenprädatoren – z. B. Füchse oder Marder – sind. Das hängt damit zusammen, dass diese Vögel in der Regel am Boden brüten und dies oft in großen Dichten oder gar in Kolonien tun, die sehr empfindlich gegen Prädation sind. Zum Erhalt ihrer Bestände sind viele See- und Küstenvögel daher auf Inseln angewiesen, oder auf Brutstandorte, die auf andere Weise unzugänglich sind (vgl. WHITTAKER & FERNANDEZ-PALACIOS 2006; CLOUT & WILLIAMS 2009; CROXALL et al. 2012).

Dies ist auch im Wattenmeer der Fall, wo sehr viele der Inseln frei oder weitgehend frei von Bodenprädatoren sind und auf natürliche Weise nicht oder nur sehr schwer von diesen erreicht werden können. In jüngerer Zeit wurden aber zunehmend Probleme aufgrund der Einschleppung oder Einwanderung von Prädatoren auf Wattenmeer-Inseln bekannt. Diese Problematik hat sich zu einer der größten Gefährdungen der im Wattenmeer brütenden Küstenvögel entwickelt, weshalb das „Wadden Sea Board“ der drei Wattenmeerstaaten einem stark auf diese Problematik ausgerichteten Aktionsplan zugestimmt hat (Koffijberg et al. 2016). Die bislang noch so große Bedeutung der Inseln und Halligen für Brutvögel wird umso wichtiger, als Prädation auf dem Festland eine noch viel größere Rolle spielt und als Folge von Landnutzungsveränderungen sowie Populationsveränderungen der Prädatorenarten zu einem wichtigen – wenn nicht dem wichtigsten – Einflussfaktor auf die bodenbrütende Vogelwelt geworden ist.

Zwar gibt es auf Inseln und Halligen auch andere Prädatoren als Bodenprädatoren, z. B. Krähenvögel und Greifvögel. Diese finden jedoch auf den Halligen kaum Ansitzwarten oder Brutplätze vor, so dass als Fressfeinde des Küstenvogelnachwuchses zumeist lediglich andere Arten der Küstenvögel in Frage kommen, insbesondere Möwen. Während Möwen auf lokaler Ebene das Ansiedlungsverhalten und den Bruterfolg anderer Arten – und auch der eigenen Art – beeinflussen, sind aber auf Populationsebene keine Bestandsrückgänge durch Möwenprädation bekannt (Langgemach & Bellebaum 2005).

Größere Bodenprädatoren, wie der Rotfuchs, verirrt sich in der Vergangenheit nur in seltenen Fällen als vagabundierende Individuen auf festlandsnahe Halligen wie Gröde und Oland. Das lag auch daran, dass die Festlandsmarschen lange Zeit kaum geeigneten Lebensraum für den Fuchs boten und die küstennahen Bereiche dementsprechend kaum besiedelt waren (Witt 1991, Gespräche 2017). Landgebundene Beutegreifer fanden auf den Halligen im Jahresverlauf (vor allem außerhalb der Brutzeit) auch nicht genug Nahrung. Ab Mitte des 20. Jahrhunderts fanden Füchse infolge der menschgemachten landschaftlichen Veränderungen wie Bewirtschaftung, Entwässerung oder Wohlstandsmüll bessere Bedingungen in der Marsch vor. Sie sind inzwischen überall an der Festlandküste verbreitet (Witt 1991; Borkenhagen 1993, 2011). Eine Ursache der höheren Bestände ist auch, dass mit dem Auslöschen der Tollwut eine natürliche Todesursache aus der Fuchspopulation entfernt wurde (letzter Tollwutnachweis in 1992, BORKENHAGEN 2011). Durch die höheren Bestände erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass einzelne Individuen auf Streifzügen nach bisher nicht besiedelten Lebensräumen suchen und dabei die Dämme bis zu einer Hallig entlang laufen. Dieses Verhalten wurde anhand der Telemetrie-Ergebnisse der letzten Jahre bei einigen Individuen gezeigt (Schwemmer 2017).

Das offenkundig größte Problem in Zusammenhang mit Bodenprädatoren kann durch Dämme entstehen, die zu Inseln bzw. Halligen führen, da diese so direkt dort einwandern können. Zwar wurden in jüngerer Zeit im Wattenmeer keine Dämme mehr gebaut und die schwerwiegenden Folgen für Brutvögel traten wenig beachtet – aber bis heute wirksam, z. B. auf Sylt – bei einigen älteren Dämmen bereits lange in der Vergangenheit ein. Doch wurden in jüngerer Zeit die Dämme zu drei der Halligen erhöht und erst danach wurden diese in größerem Umfang von Bodenprädatoren genutzt (vgl. 4.1.1, 4.1.2). Indirekt kann dies auch mit dem beschleunigten Meeresspiegelanstieg in Zusammenhang gebracht werden: falls für Dämme oder ihre Erhöhung ein Küstenschutzbedarf aufgrund des Meeresspiegelanstiegs formuliert wird oder werden sollte.

Zusätzlich zur unterschiedlichen Erreichbarkeit der Halligen kommen die unterschiedlichen Bedingungen, welche Prädatoren auf den Halligen vorfinden, zum Tragen. Befinden sich leerstehende Häuser auf den Halligen, können diese als Unterschlupf von Marderartigen genutzt werden. Auf bewohnten und bewirtschafteten Halligen finden Ratten Nahrung und Unterschlupf auf den Warften. Füchse finden in strukturreichen Flächen gut Deckung, in höher gelegenen, selten überfluteten Flächen oder ggf. Sommerdeichen können Röhren oder Baue angelegt werden.

Unabhängig von den Dämmen hat als eingeschleppte Art auch der Bisam fast alle Halligen erreicht. Die sich vorwiegend vegetarisch ernährende Art ist sehr anpassungsfähig, es wird von amphibienfressenden Individuen berichtet und es wurden auch schon Seevoegeleierschalen vor den Bauen entdeckt. Ein Störungspotenzial geht von der Art aus und eine Spezialisierung einiger Individuen auf den Raub von Gelegen ist nicht auszuschließen (Schneider 2004). Bisher sind auf den Halligen jedoch keine nennenswerten Störungen durch Bisame bekannt geworden (Gespräche 2017).

Die Problematik durch Bodenprädatoren für die Brutvögel der Halligen ist insgesamt so groß, dass dieses Thema gleichrangig neben der Frage der Überflutungen (Kap. 2) und der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung (Kap. 3) stehen muss. Denn sollte sich die Entwicklung der vergangenen Jahre fortsetzen und sich im weiteren Verlauf auf den mit Dämmen angebundenen Halligen Langeneß, Oland und Nordstrandischmoor dauerhaft Bodenprädatoren wie Füchse, Marder oder Marderhunde ansiedeln, ist mit drastischen Folgen für die Brutvögel zu rechnen. Neben der Gelege- und Kükenprädation und dem Erbeuten von Altvögeln am Nest kann die Anwesenheit von Bodenprädatoren auch zur Aufgabe der Brutkolonien führen bzw. bewirken, dass sich in den Folgejahren weniger Brutvögel am betroffenen Koloniestandort niederlassen. Die Konsequenzen können bis zum weitgehenden Verschwinden der Brutvögel von den betroffenen Halligen reichen. Wegen der sehr hohen Bedeutung, die die Halligen für den Bestand und auch für den Bruterfolg der Küstenvögel haben (vgl. Kap. 1.2), kann dies auch einen erheblichen Einfluss auf die Populationsgröße einiger Arten haben.

4.1 Bisherige Erfahrungen mit Bodenprädatoren auf den Halligen

Damm zu den Halligen Oland und Langeneß

Seit 1925 führt ein Wattsicherungsdamms vom Festland bei Dagebüll zur Hallig Oland und von dort weiter zur Hallig Langeneß. Der Damm soll die Umströmung der beiden Halligen vermindern und so dem Küstenschutz dienen. Zudem vereinfacht eine Lorenbahn auf dem Damm den Transport von Küstenschutzmaterial nach Oland und Langeneß. Aber auch andere Güter und Personen können leichter zwischen Festland und Hallig transportiert werden.

Doch hat der Damm auch negative Auswirkungen: So wurden durch ihn nach einer in jüngerer Zeit erfolgten Erhöhung und Verbreiterung die beiden Halligen für Bodenprädatoren leicht erreichbar. Zwar ist nicht auszuschließen, dass festlandsnahe Halligen auch über die trockenfallenden Wattflächen für Bodenprädatoren erreichbar sind. Dass zumindest einzelne Füchse wiederholt – und offensichtlich auch ohne sich dabei an Leitstrukturen zu orientieren – ungerichtet auf Wattflächen hinauslaufen, belegt eine Raumnutzungsuntersuchung mit besenderten Tieren im Beltringharder Koog (SCHWEMMER 2017). Grundsätzlich erleichtert aber jede Dammanbindung den Bodenprädatoren das Erreichen von Inseln, in diesem Fall der Halligen.

Die Tiere können über den Damm oder entlang der an Dämmen oft anwachsenden Vorländer auf die Halligen gelangen. Im Unterschied zu den großflächig trockenfallenden Wattflächen stellen Dämme nicht nur eine Hallig-Festland-Verbindung dar, sondern können darüber hinaus als eine Art Leitstruktur fungieren: läuft ein Fuchs am Spülsaum entlang, um im Treibsel nach Aas zu suchen, wird dieser direkt vom Festland zur Hallig geleitet. Zusätzlich wird vermutet, dass insbesondere Marder oder Ratten, die sich in Faschinen oder anderem Material verstecken können, unbemerkt auf den Loren mitfahren können (Gespräche 2017).

Bis 2009 bzw. bis 2012 wurden die Dammabschnitte Oland-Festland und Oland-Langeneß erhöht (STRACK & JENSEN 2014). Die Begründung war, dass so die ursprüngliche Sollhöhe des Damms wiederhergestellt würde, denn der Damm war aufgrund des Meeresspiegelanstiegs und durch Absenkung bei Hochwasser immer schlechter passierbar geworden. Die mit der Erhöhung des Damms befürchtete Einwanderung von Prädatoren auf die beiden Halligen wurde in dem für die Erhöhung durchgeführten Planfeststellungsverfahren behandelt. Allerdings wurde das Thema damals in weiten Kreisen und auch in der Öffentlichkeit eher belächelt (z.B. Husumer Nachrichten 04.09.2008). Zur Verringerung des Eingriffs wurden aufgrund der vorgebrachten Argumente dennoch eine Reihe von wichtigen Maßnahmen festgelegt: Einbau einer „Fuchssperre“ am Damm, Absammeln von Aas aus dem Spülsaum am Damm, Fuchsbejagung auf Oland sowie Brutvogel-Monitoring. Es wurde auch die Vorgabe gemacht, dass weitere Maßnahmen ergriffen werden müssen, falls die Fuchssperre Prädatoren nicht zurückhält und der Bruterfolg rückläufig ist (Planfeststellungsbeschluss „Wiederherstellung des Wattsicherungsdamms Festland-Oland-Langeneß“ vom 30.01.2006; SCHRADER 2017).

Bei der „Fuchssperre“ handelt es sich um eine Art Unterbrechung des Damms auf halber Strecke, die Lorenbahn führt hier auf 100 m Länge über Holzpfähle und wird von einer Spundwand geschützt. Durch diese Unterbrechung wird die Zugänglichkeit der Halligen für Prädatoren erschwert, da die Tiere an dieser Stelle nicht einfach über den Damm laufen können, sondern über

die Schwellen der Lorenbahn laufen müssten. Dies macht die Querung zwar nicht unmöglich, folgt aber dem Gedanken, sie für die Tiere so unattraktiv wie möglich zu machen.

Allerdings sind als Folge der Dammerhöhung und der damit einhergehenden Veränderungen der Strömungsverhältnisse die angrenzenden Wattflächen durch verstärkte Sedimentation aufgewachsen. Insbesondere auf der Ostseite erstrecken sich zunehmend Vorländer am Damm. Das fester werdende Watt an der Fuchssperre konnte bald problemlos von Füchsen überquert werden. Um dies zu verhindern, wurde im Winter 2015/16 der ehemals in diesem Bereich verlaufende Priel in Teilen wiederhergestellt. Dazu wurde die Spundwand auf einem Abschnitt abgesenkt und auf der Ostseite der Prielverlauf ausgehoben, um wenigstens eine gewisse Durchströmbarkeit zu ermöglichen (Abb. 4.1). Im Jahr 2016 wurden bis Juni regelmäßig Fuchsspuren am Damm entdeckt, welche bis zu dem wasserführenden Priel reichten und dann umkehrten. Anfang Juni wurde bekannt, dass ein Fuchs den Bereich der Sperre westlich des Dammes überwand. Hierbei wurde der parallel zum Damm befindliche Abraum des alten Damms als „Trittstein“ genutzt. Nachdem der Fuchs erstmals den Weg zur Hallig geschafft hatte, wurde er dort regelmäßig angetroffen. Dies entspricht den Beobachtungen aus den Vorjahren, welche zeigen, dass ein Individuum, das die Halligen als Nahrungsquelle entdeckt hat, regelmäßig immer wiederkehrt (SCHIFFLER & LUTZ 2017; SCHRADER 2017, Gespräche 2017).



Abb. 4.1 „Fuchssperre“ am Damm nach Oland, Blick nach Osten: ein Teil der Spundwand wurde entfernt, der Priel auf der Ostseite des Dammes ausgehoben (Foto: H.-U. Rösner, 2017).

Als Konsequenz erfolgt die Bejagung der bereits anwesenden Individuen. Auf Oland sind bislang (Stand März 2017) zwei Treibjagden durchgeführt worden. Der auf der Hallig anwesende Fuchs wurde allerdings nicht gefunden – Gräben und Vegetation boten offensichtlich Versteck- und Ausweichmöglichkeiten. Als weitere Jagdmethode kommen Fallen zum Einsatz. Im Bereich des gesamten Dammes vom Festland bis nach Langeneß stehen inzwischen fünf stationäre Kippröhrenfallen und fünf mobile Holzkastenfallen. Die erste Falle kam 2013 zum Einsatz. Die Fallen müs-

sen regelmäßig überprüft werden, denn aufgrund von Überflutungen und Salzwassereintrag können derzeit keine Fallen mit automatischer Benachrichtigungsfunktion genutzt werden.

Auf Oland wurde mit den Fallen bisher zwar kein Fuchs aber ein Dachs und ein Steinmarder gefangen. Am Damm zwischen Oland und dem Festland wurde im Winter 2015/2016 und 2016/2017 je ein Fuchs gefangen. Auf Langeneß wurde 2015/2016 ein Steinmarder gefangen und ein Fuchs tot im Spülsaum entdeckt. Im Winter 2016/2017 bestand die Jagdstrecke auf Langeneß aus einem Marderhund, einem Steinmarder und zwei Füchsen. Zusätzlich wurden ein Fuchs und ein Iltis tot aufgefunden. Diese hohen Zahlen verdeutlichen die Notwendigkeit der Bejagung, da außer Oland nun auch Langeneß offensichtlich über den Damm von Bodenprädatoren erreicht wird (SCHRADER 2017, Gespräche 2017).

Der auf Langeneß gefundene Marderhund zeigt auf, dass die Problematik inzwischen weit über den Fuchs hinausreicht. Marderhunde besiedeln erst seit kurzem Schleswig-Holstein, erstmals wurde 1974 ein Tier nachgewiesen (Borkenhagen 1993). Insbesondere in den letzten zehn Jahren ist ein nahezu exponentieller Bestandsanstieg dieser Art zu verzeichnen (Grundlage: Jagdstrecke in Schleswig-Holstein (MELUR 2015b)). Im Beltringharder Koog wurden Marderhunde als Gelegräuber nachgewiesen, erstmals wurde dort im Winter 2012/2013 ein Individuum geschossen, im Winter 2016/2017 bereits 11 Tiere (Cimiotti 2016; Kliner-Hötker & Petersen-Andresen 2016; Petersen-Andresen 2017). Auf Langeneß wurde im Winter 2016/2017 ein Marderhund in einer Falle gefangen (Schrader 2017).

Die gravierenden Folgen der vereinfachten Erreichbarkeit der Halligen für Bodenprädatoren wurden durch die Ergebnisse des Brutvogelmonitorings auf Oland aufgezeigt (SCHIFFLER & LUTZ 2016). Im Zuge der seit 2007 durchgeführten Untersuchung wird der Brutbestand der Küstenvögel sowie der Schlupferfolg für ausgewählte Arten erfasst. Seit 2009 wurden vermehrt Spuren von Prädatoren auf Oland gefunden, ab dem Jahr 2013 waren in jeder Brutzeit Bodenprädatoren auf der Hallig anwesend. 2013 führte die Anwesenheit des Fuchses zur Aufgabe der Löfflerkolonie und einem Totalausfall des Bruterfolgs der Löffler. Daraufhin siedelten sich weniger Brutpaare im Folgejahr auf Oland an, die Kolonie bestand nur noch aus etwa halb so vielen Brutpaaren wie zuvor (SCHIFFLER & LUTZ 2016). Im Jahr 2014 führte die Anwesenheit eines Steinmarders dazu, dass die in der Nähe der Warft brütenden Austernfischer so gut wie keinen Bruterfolg erzielten. Im Jahr 2015 wurden 45 % der Sturmmöwengelege durch den Fuchs prädiert. Zudem wurde erneut ein erheblicher Anteil der Löffler-Gelege und -küken vom Fuchs gefressen. Im Jahr 2016 wurden, nachdem erst Anfang Juni der Fuchs die Hallig erstmals erreichte, die noch nicht geschlüpften Löfflergelege mit einem Elektrozaun geschützt. Der Einfluss des Fuchses machte sich dann in der Lachmöwenkolonie bemerkbar, bei einer Teilerfassung wurden neben einem Küken nur acht Gelege mit Eiern, dafür aber 45 leere – vermutlich prädierte – Gelege gezählt (SCHIFFLER & LUTZ 2016).

Die Beobachtungen auf Oland zeigen die dramatischen Folgen, welche durch die Einwanderung von Bodenprädatoren auf die Hallig-Brutvögel hervorgerufen werden. Die auf Oland und Langeneß bestehenden Brutbestände sind durch sie unmittelbar bedroht.

Damm zur Hallig Nordstrandischmoor

Anders als im Falle der Erhöhung des Dammes nach Oland und Langeneß wurde in der Genehmigung für die einige Jahre zuvor erfolgte Erhöhung des Dammes nach Nordstrandischmoor kein Brutvogelmonitoring als Auflage festgeschrieben und es wurden auch keine Maßnahmen zum Fernhalten von Bodenprädatoren festgelegt. Im Vorfeld war über die Option eines verschließbaren Gatters diskutiert worden, welches für die Lorendurchfahrten geöffnet und geschlossen werden müsste, die Idee wurde jedoch wieder verworfen. Der Bruterfolg der Koloniebrüter auf Nordstrandischmoor ist niedrig, in einigen Jahren ist ein regelrechter Ausfall des Bruterfolgs eingetreten. Es wurden wiederholt Füchse auf dem Lorendamm beobachtet und die Vermutung liegt nahe, dass der Brutausfall zumindest teilweise auf Füchse zurückzuführen ist. Um der Frage nachzugehen, um welche Prädatoren es sich auf Nordstrandischmoor handelt, wurden 2016 erste Untersuchungen durchgeführt und ab 2017 umfassendere Untersuchungen geplant. Diese finden in Kooperation der Hallig-Bewohner mit dem Michael-Otto-Institut im NABU statt. Es ist der Einsatz von Wildkameras am Damm, Nestkameras an den Gelegen, Thermologgern in Gelegen sowie die Einzäunung einiger Testbereiche vorgesehen. Maßnahmen am Damm, um die Zugänglichkeit zu reduzieren, sind nicht geplant. Falls Füchse als tatsächliche Prädatoren nachgewiesen werden, wird die Notwendigkeit für Maßnahmen aber sehr offenkundig (Gespräche 2017).

Wanderratten auf Hallig Norderoog

Wanderratten werden immer wieder auf die Halligen eingeschleppt. Dies kann insbesondere passieren, wenn sich die Tiere z.B. in Buschwerk zum Lahnungsbau mit den Material transportierenden Schuten (Lastenkähne) auf die Halligen gelangen. Es ist auch denkbar, dass sich Ratten im Transportgut der Loren verstecken, und so die Halligen über Lorendämme erreichen können (Gespräche 2017).

Treten Ratten in geringen Zahlen auf, ist ihr Einfluss auf die Brutvögel zumeist gering, häufig überleben einzelne Tiere nicht lange. Treten Ratten jedoch in größeren Zahlen auf, kann das gravierende Folgen für die Brutvögel nach sich ziehen (Gespräche 2017).

In der Vergangenheit traten auf Norderoog zweimal Probleme mit Wanderratten auf. Während ein Fall im Jahr 1970 durch schnelle Bekämpfung mit Gift für die Hallig-Brutvögel glimpflich ausging, wurde beim ersten Ereignis in den 1940er Jahren in zwei aufeinanderfolgenden Jahren so gut wie kein Bruterfolg verzeichnet (NEUMANN 2016).

Im Frühjahr 2016 wurden dann wieder Ratten auf dieser Hallig festgestellt. Möglicherweise wurden die Ratten mit der letzten Schute im Herbst 2015, welche Küstenschutzmaterial nach Süderoog und Norderoog brachte, eingeschleppt: beim Entladen des Materials wurden auf Süderoog zwei tote Ratten entdeckt, im Sommer 2016 dann auch Ratten nachgewiesen. Auf Süderoog wurden die Ratten auf der Warft mit Fallen gefangen, bereits kurz darauf wurden keine Hinweise auf Ratten mehr festgestellt. Auf Norderoog, wo sich keine Warft befindet, welche einen Anziehungspunkt darstellen bzw. Nahrung und Unterschlupf für Ratten bieten könnte, gestaltete sich die Bekämpfung der Tiere schwieriger. Dennoch gelang es in der Brutsaison, in Zusammenarbeit mit der Nationalparkverwaltung und einem professionellen Bekämpfer, die Ratten zu begrenzen. Sie konnten aber nicht vollständig bekämpft werden und so wurde während der Brutsaison die Prädation von einzelnen Lachmöwen-, Brandseeschwalben- und Flusseeeschwalbengelegen

beobachtet und auch totgebissene Seeschwalbenküken gefunden. Allerdings war der Bruterfolg bei den meisten Arten dennoch gut, der Rattenbestand konnte durch die aktiven Bekämpfungsmaßnahmen offenbar klein gehalten werden. Insgesamt wurden 2016 infolge der Bekämpfungsaktion 56 tote Ratten auf Norderoog und 13 auf dem Norderoogsand gefunden. Im Frühjahr 2017 wurde festgestellt, dass einige Individuen den Winter auf der Hallig überstanden hatten. Daraufhin wurden die Ratten vor der Etablierung der Möwen- und Seeschwalbenkolonien mithilfe von Hunden bejagt. Ende April 2017 gab es keine Hinweise mehr auf Ratten. Allerdings befanden sich auf dem Norderoogsand noch einige Individuen, welche bei Ebbe nach Norderoog laufen könnten (GRAVE in NEUMANN 2016, Gespräche 2017). Um in Zukunft die Einschleppungen von Ratten nach Norderoog zu vermeiden, werden die Schuten nach dem Beladen mit Buschmaterial mit Köderfallen bestückt (Gespräche 2017).

Box 5: *Prädatorenmanagement auf anderen Inseln.*

Ein Blick auf andere Inseln im Wattenmeer und der Ostsee zeigt, dass dort bereits Erfahrungen bei der Bejagung von Bodenprädatoren zum Schutz der Brutvögel vorliegen.

So wurde im **dänischen Wattenmeer** auf der Insel Mandø und in Bereichen der Inseln Fanø und Rømø im Jahr 2014 ein umfassendes Projekt zum Prädatorenmanagement gestartet. Als Maßnahmen kommen die gezielte Bejagung, Fallen und Kunstbaue zum Einsatz. Das Projekt wird in Kooperation der dortigen Nationalparkverwaltung und dem Dänischen Jagdverband durchgeführt. Vor Ort ist ein lokaler Koordinator tätig, der durch eine Lenkungsgruppe und ein Beratungskomitee unterstützt wird. Die Bejagung selbst wird durch Freiwillige durchgeführt. Es finden regelmäßige Treffen und Kurse statt, um lokale Jäger für das Projekt zu gewinnen. Über das Projekt und die Hintergründe zur Notwendigkeit der Prädatorenkontrolle zum Schutz der Brutvögel informieren Flyer in mehreren Sprachen (FRIKKE 2017).

Im **niedersächsischen Wattenmeer** wird mit hohem Aufwand der Fang von Igel (Inseln Borkum und Norderney) und Frettchen (Norderney) durchgeführt. So wurden mit speziell ausgebildeten Igelspürhunden die betroffenen Gebiete engmaschig durchkämmt und zahlreiche Fallen ausgebracht. Der Erfolg lässt sich am erheblich verbesserten Schlupferfolg der wiesenbrütenden Vögel erkennen. So wurde auf Borkum seit 2014 keine Gelegeprädation mehr durch Igel festgestellt. Auf Norderney hat sich der Schlupferfolg von Kiebitz, Uferschnepfe und Austernfischer seit Durchführung der Maßnahmen verdoppelt und lag 2016 bei 90 %, 83 % und 78 % (ANDRETZKE & OLTMANN 2016; ANDRETZKE 2017; ANDRETZKE et al. 2017).

In **Mecklenburg-Vorpommern** wird an der Ostsee in einigen Vogelschutzgebieten auf **Inseln** eine intensive Bejagung durch Berufsjäger durchgeführt. Da die Inseln teilweise jeden Winter erneut besiedelt werden, ist eine durchgängige Beobachtung und eine regelmäßige Bejagung notwendig, damit die Inseln zu Beginn der Brutzeit frei von Bodenprädatoren sind. Aufgrund der konsequenten Bejagung finden die Brutvögel auf einigen Inseln bodenprädatorenfreie Bruthabitate vor. Als Folge brüten so z.B. wieder Lachmöwen – in einer 9.000 Brutpaare umfassenden Kolonie – auf dem Riether Werder (JOISTEN 2016).

4.2 Empfehlungen zur Problematik von Bodenprädatoren

Zum Schutz der Hallig-Brutvögel vor Bodenprädatoren sind vor allem die beiden Handlungsoptionen „Fernhalten“ und „Bekämpfung“ erfolgversprechend:

Das **Fernhalten** von Bodenprädatoren zielt auf die Ursache der Problematik ab. Dies ist potenziell am wirksamsten und der Bekämpfung vorzuziehen. Dazu muss vor allem sichergestellt werden, dass Küstenschutzmaßnahmen nicht die Zugänglichkeit der Halligen für Bodenprädatoren ermöglichen oder erleichtern. Also kommt es vor allem darauf an, die Passage entlang der beiden vorhandenen Dämme nach Oland/Langeneß und Nordstrandischmoor für Bodenprädatoren so schwer wie möglich, und im Idealfall unmöglich, zu machen.

Hierzu wurden am Damm nach Oland und Langeneß verschiedene Maßnahmen erprobt (vgl. 4.1). Diese konnten den Zustrom von Prädatoren zwar nicht völlig verhindern. Sie konnten ihn aber immerhin verringern und sind daher positiv zu bewerten, sie reichen aber noch nicht aus. Ihre Wirksamkeit sollte weiter verbessert und auch der Damm nach Nordstrandischmoor einbezogen werden. Ziel muss es sein, geeignete Maßnahmen konsequent umzusetzen, anzupassen und auch neue Ideen auszuprobieren, um so die Wahrscheinlichkeit, dass Bodenprädatoren die Halligen erreichen, minimal zu halten.

Die Erfahrungen mit den bestehenden Dämmen und den bisher angewandten Maßnahmen machen aber sehr deutlich, wie schwierig das Fernhalten von Bodenprädatoren und wie groß das Risiko für die Brutvögel durch Dämme wird. Schon aus diesem Grund wäre die Errichtung weiterer Dämme zu anderen Halligen extrem kritisch zu sehen.

Außer durch Dämme können Ratten oder auch Marderartige auch versteckt in Küstenschutzmaterial und dann mit Loren oder Schuten auf die Halligen gebracht werden. Dies sollte durch das Ausbringen von Köderfallen in den beladenen Schuten verringert werden.

Bestehen erst einmal Dämme, zumal gut ausgebaute wie nach Oland/Langeneß und Nordstrandischmoor, müssen zwar alle Möglichkeiten des Fernhaltens genutzt werden, dies wird aber wahrscheinlich nicht ausreichen, um Bodenprädatoren vollständig von den Halligen fernzuhalten. Da schon einzelne Tiere dort sehr erhebliche Effekte haben können, die Halligen eine herausragende Bedeutung für bodenbrütende Küstenvögel haben, und das Vordringen von Bodenprädatoren auf die Halligen durch menschliches Handeln (vor allem die Dammbauten) verursacht wird, ist als zweite Handlungs-Option eine **Bekämpfung** der Bodenprädatoren auf den Halligen notwendig.

Aufgrund der Insellage und begrenzten Größe der Halligen ist eine Bekämpfung mit jagdlichen Mitteln durchaus erfolgversprechend möglich. Sie ist aber auch aufwändig und bedarf einer guten Beobachtung des Brutgeschehens um schnell reagieren zu können. Zudem ist für eine erfolgreiche Prädatorenbekämpfung auch eine klare Regelung der Verantwortlichkeit hilfreich. Falls diese Form von Management für die auf den Halligen lebenden Jäger in der Zukunft nicht machbar oder nicht zumutbar sein sollte, wäre auch der Einsatz von Berufsjägern zur Unterstützung zu prüfen und/oder bei Begründung Ausnahmen von den Jagdzeiten zu ermöglichen (Gespräche 2017).

5 ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Studie wird der Frage nachgegangen, welche Probleme für die Brutvögel auf den Halligen im Zusammenhang mit dem beschleunigten Meeresspiegelanstieg entstehen können und welche Lösungsmöglichkeiten es geben kann.

Grundsätzlich haben die Halligen eine so herausragende Bedeutung als Brutgebiete für Küstenvögel, dass dort eine besondere Verantwortung für deren Erhalt besteht. Daher ist eine ganz allgemeine Empfehlung, dass bei jeglichen Maßnahmen immer auch die direkten und indirekten Auswirkungen auf die Brutvögel geprüft und beachtet werden sollten. Besonders entscheidend für die Zukunft der Brutvögel auf den Halligen sind dabei die drei Wirkfaktoren **Überflutungen**, **Landwirtschaft** und **Bodenprädatoren**.

Überflutungen durch die wetter- und gezeitenbedingt auftretenden Landunter sind einerseits notwendig um das langfristige Mitaufwachsen der Halligen zu ermöglichen. Denn bei einem Landunter bleibt Sediment – Sand und Schlick – auf der Hallig zurück und ermöglicht ihr ein Mitwachsen mit dem Meeresspiegel. Nur so können die Halligen erhalten bleiben, sowohl für die Menschen wie auch als wertvolle Salzwiesen sowie als Brutgebiete für die Küstenvögel. Überflutungen während der Brutzeit stellen jedoch zugleich ein Risiko für Küken und Gelege der Hallig-Brutvögel dar. Bei den Maßnahmen des Küstenschutzes, die die Überflutungen beeinflussen, aber auch den Erhalt der Halligen an sich, gilt es daher die richtige Balance zu finden:

Bei Maßnahmen zum Überflutungs- und Kantenschutz durch feste Bauwerke wie Deckwerke ist es wichtig, den Hochwasserschutz während der Brutzeit im Frühling und Sommer aufrecht zu erhalten, dabei aber den Salzwassereinfluss und die Dynamik, vor allem im Winter, nicht weiter zu reduzieren sowie die Barrierewirkung für Küken so gering wie möglich zu halten. Weichere Übergänge von der Hallig zum Watt könnten zukünftig auch mit Sandmaßnahmen gestaltet werden, welche zum Schutz der Hallig vor Erosion beitragen und zugleich naturnähere Übergänge ermöglichen. Diese Maßnahme wird bisher auf den Halligen nicht angewendet, sollte aber an geeigneten Stellen geprüft werden.

Besonders wichtig wäre die Wiederherstellung einer häufigeren Gezeitendynamik auf jenen Halligen, auf denen es nur selten Landunter gibt und die derzeit deshalb nicht ausreichend mit dem Meeresspiegel in die Höhe wachsen. Insbesondere ein steuerbarer Gezeiteneinfluss, etwa mithilfe steuerbarer Sieltore, hätte mehrere Vorteile: der Überflutungsschutz der dahinterliegenden Flächen kann während der Brutzeit, und wenn Vieh auf den Flächen steht, aufrecht erhalten werden. Im Winterhalbjahr aber können häufiger und länger Landunter zugelassen werden und somit ein Mitaufwachsen der Flächen gefördert sowie ein Aussüßen der Salzwiesen verhindert werden.

Eine Option kann es dabei sein, einen steuerbaren Gezeiteneinfluss mit der Etablierung einer Brachfläche in einem tiefliegenden Halligbereich zu vereinen. Dynamische und heterogene Brachen – wie sie sich auf Flächen mit Salzwassereinfluss und natürlicher Dynamik entwickeln können – sind attraktive Brutplätze für Küstenvögel. Eine steuerbare Gezeitendynamik in tiefliegenden Bereichen könnte somit durch winterliche Landunter wertvolle Bruthabitate dauerhaft erhalten und durch den Überflutungsschutz während Brutzeit den Bruterfolg verbessern.

Eine extensive **Landwirtschaft** prägt große Teile der Halligen, die eine besondere Kulturlandschaft innerhalb der Naturlandschaft des Wattenmeeres darstellen. Brutvögel werden je nach Art sowie je nach Bewirtschaftungsweise positiv wie auch negativ durch die Landwirtschaft beeinflusst. Auch zukünftig sollten auf großen Flächen der Halligen eine extensive Nutzung sowie ein Mosaik aus unterschiedlichen Nutzungsformen – besonders auch mit naturnahen, ungenutzten Strukturen wie Prielen und Bodensenken – erhalten bleiben. Daneben sind auch weiterhin ungenutzte Flächen wichtig. Deswegen muss eine solche Bewirtschaftungsweise für die Halliglandwirte attraktiv bleiben und es dürfen ihnen keine finanziellen Nachteile entstehen. Dazu kann das „Hallig-Programm“ noch zielgerichteter zugunsten der Brutvögel angepasst werden: Es sollte ausgeschlossen werden, dass Schutzmaßnahmen durch Prämienabzug „bestraft“ werden und biotopgestaltende Maßnahmen sollten finanziell gefördert werden.

Sehr dringend ist die Problematik der **Bodenprädatoren**, die seit einigen Jahren verstärkt über die erhöhten Dämme und die an ihnen anwachsenden Vorländer auf drei der Halligen einwandern. Auf diesen ist insbesondere durch Füchse das Prädationsrisiko so stark angestiegen, dass der Bruterfolg der Küstenvögel teilweise ganz ausfällt. Die bedeutende Rolle der betroffenen Halligen für die Populationen der Küstenvögel, z. B. des Austernfischers, ist insgesamt erheblich gefährdet. Zum Schutz der Brutvögel sollte als wichtigste Maßnahme die Zugänglichkeit der Halligen für Bodenprädatoren verringert werden. Da eine Zugänglichkeit entlang der Dämme wahrscheinlich nicht ganz verhindert werden kann, ist es zusätzlich erforderlich, die auf die Halligen gelangten Bodenprädatoren dort wirksam zu bejagen.

6 LITERATUR

- AG HALLIGEN 2050 (2014): Möglichkeiten zur langfristigen Erhaltung der Halligen im Klimawandel. Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein/Kiel, S: 36.
- ANDREZKE, H. (2017): Predation management on the East Frisian Islands Norderney, Borkum and Langeoog - possibilities and limitations. Breeding bird predation management in the Wadden Sea, 2017, Tönning.
- ANDREZKE, H. & OLTMANN, B. (2016): Was hilft Brutvögeln wirklich? Darstellung und Bewertung von Schutzmaßnahmen im Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer am Beispiel von Norderney. *Vogelkundliche Berichte Niedersachsens* 44, S: 195–215.
- ANDREZKE, H., REICHERT, G. & SCHULZ, C. (2012): Auswirkungen von Lahnungen auf den Bruterfolg von Küstenvögeln - Möglichkeiten zur Schadensbegrenzung. 9. deutsches See- und Küstenvogelkolloquium 23. bis 25. November 2013 in List/Sylt, 2012, List/Sylt.
- ANDREZKE, H., VORBUHL, M., BERNDT, A., BRUZINSKI, J., HERRMANN, J. & REICHERT, G. (2017): Säugetiere als Gelege- und Kükenprädatoren auf den Ostfriesischen Inseln Norderney, Borkum und Langeoog. *Natur- und Umweltschutz. Zeitschrift der Naturschutz- und Forschungsgemeinschaft Der Mellumrat e.V.* 16/2, S: 59–66.
- BAKKER, J. P. (2014): Ecology of salt marshes. 40 years of research in the Wadden Sea. Wadden Academy/Leeuwarden (NLD), S: 99.
- BAKKER, J. P. (2016): Salt Marshes. In: *North Sea Region Climate Change Assessment* (Von: QUANTE, M. & COLIJN, F.). Reihe: Regional Climate Studies, Springer Open, S. 293–301.
- BORKENHAGEN, P. (1993): Atlas der Säugetiere Schleswig-Holsteins. Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein Kiel/Kiel (DEU), 131 Seiten.
- BORKENHAGEN, P. (2011): Die Säugetiere Schleswig-Holsteins. Husum Dr.- und Verl.-Ges/Husum, 664 Seiten.
- BOS, D. (2002): Grazing in coastal grasslands: Brent geese and facilitation by herbivory. Rijksuniv./Groningen, 223 Seiten.
- BOS, D., ENGELMOER, M., FEDDEMA, J. & KOFFIJBERG, K. (2015): Broedvogels van Noord-Friesland Buitendijks en de invloed van verkweldering op hun aantallen. *Limosa* 88, S: 31–42.
- BUNJE, J. (2005): Alle Vögel sind noch da. Einflüsse der Nutzungsänderungen in den Salzwiesen auf Brut- und Rastvögel. Literaturstudie. *Schriftenreihe Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer Bd. 8*, Wilhelmshaven (DEU), S: 40.
- CIMIOTTI, D. (2016): Conservation of breeding plovers in the Schleswig-Holstein Wadden Sea, Germany. Präsentation, Workshop beach breeding birds, Sylt 24.11.2016, 2016, Sylt.
- CLOUT, M. N. & WILLIAMS, P. A. (Hrsg.) (2009): Invasive Species Management. A Handbook of Principles and Techniques. Reihe: Techniques in Ecology & Conservation, Oxford University Press/Oxford (UK), 330 Seiten. ISBN: 978-0-19-921633-8.
- CROXALL, J. P., BUTCHART, S. H., LASCELLES, B., STATTSFIELD, A. J., SULLIVAN, B., SYMES, A. & TAYLOR, P. (2012): Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment. *Bird Conservation International* 22/1, S: 1–34.
- DEICKE, M., KARIUS, V., JAHNKE, W., KALLWEIT, W., REBENS, M. & REYER, D. (2007): Charakterisierung von Sturmflutablagerungen auf Hallig Hooge. Quantifizierung des Sedimentwachstums seit 1914. *Coastline Reports* 9, S: 93–102.
- DEUTSCHER WETTERDIENST - DWD (2017): Klimareport Schleswig-Holstein. Fakten bis zur Gegenwart - Erwartungen für die Zukunft. Deutscher Wetterdienst/Offenbach am Main (DEU), S: 44.
- ELSCHOT, K. (2015): Effects of vegetation patterns and grazers on tidal marshes (*Dissertation*). Rijksuniversiteit Groningen / Groningen (NLD), 150 S.
- ENS, B. J., KERSTEN, M., BRENNINKMEIJER, A. & HULSCHER, J. B. (1992): Territory quality, parental effort and reproductive success of oystercatchers (*Haematopus ostralegus*). *Journal of Animal Ecology* 61/3, S: 703–715.

- ERB, C. (2012): Effects of grazing regime and vegetation changes on breeding birds in salt marshes of the Schleswig-Holstein Wadden Sea National Park and Halligen. Universität Hamburg / Hamburg, 53 S.
- ESSELINK, P., PETERSEN, J., ARENS, S., BAKKER, J. P., BUNJE, J., DIJKEMA, K. S., HECKER, N., HELLWIG, U., JENSEN, A.-V., KERS, A. S., KÖRBER, P., LAMMERTS, E. J., STOCK, M., VEENEKLAAS, R. M., VREEKEN, M. & WOLTERS, M. (2009): Salt Marshes. Thematic Report No. 8. In: *Quality Status Report 2009* Reihe: Wadden Sea Ecosystem No. 25, Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and Assessment Group/Wilhelmshaven (DEU), S. 42.
- EXO, K.-M., WELLBROCK, A. H. J., SONDERMANN, J. & MAIER, M. (2017): Assessing the impact of mowing on Common Redshanks *Tringa totanus* breeding on saltmarshes: lessons for conservation management. *Bird Conservation International* 27/3, S: 1–14.
- FRIKKE, J. (2017): Predation Management in Nationalpark Vadehavet 'The Predation Project'. Präsentation, Breeding bird predation management in the Wadden Sea, 8.3.2017, Tönning (DEU).
- FRÖHLICH, J. & RÖSNER, H.-U. (2015): Klimaanpassung an weichen Küsten. Fallbeispiele aus Europa und den USA für das schleswig-holsteinische Wattenmeer. WWF Deutschland/Husum (DEU), S: 75.
- GEDEON, K., GRÜNEBERG, C., MITSCHKE, A., SUDFELDT, C., EICKHORST, W., FISCHER, S., FLADE, M., FRICK, S., GEIERSBERGER, I., KOOP, B., KRAMER, M., KRÜGER, T., ROTH, N., RYSLAVY, T., STÜBING, S., SUDMANN, S. R., STEFFENS, R., VÖKLER, F., WITT, K. & DOUGALIS, P. (Hrsg.) (2015): Atlas Deutscher Brutvogelarten. Atlas of German breeding birds. (neue Ausg. Auflage). Dachverband Deutscher Avifaunisten/Münster, Westf, 800 Seiten.
- GRAVE, C. (2016): Vegetationsveränderungen im Nationalpark Wattenmeer am Beispiel der Halligen Habel, Norderoog und Südfall. Präsentation, Gemiumssitzung des Verein Jordsand e.V., 5.11.2016.
- GRAVE, C. (2017): Brutbericht aus unseren Schutz- und Zählgebieten im Jahr 2016. *Seevögel* 38/1, S: 12–15.
- HÄLTERLEIN, B., BUNJE, J. & POTEL, P. (2003): Zum Einfluss der Salzwiesennutzung an der Nordseeküste auf die Vogelwelt - Übersicht über die aktuellen Forschungsergebnisse. *Vogelkdl. Ber. Niedersachs* 35/2, S: 179–186.
- HANSEN, S. (2016): Hallig Norderoog – Kinderstube der Brandseeschwalbe - Eine Bestandsaufnahme zu den Vegetationsveränderungen und den damit verbundenen Auswirkungen auf das Brutverhalten der Brandseeschwalbe (*Bachelorarbeit*). Hochschule Neubrandenburg / Neubrandenburg (DEU), 76 S.
- HENNIG, V. & HOPPE, I. (2015): Der Einfluss von Deckwerken auf Brutvögel der Salzmarschen am Beispiel des Austernfischers auf Hallig Langeneß. Universität Hamburg. Institut für Zoologie. AG Tierökologie und Naturschutz/Hamburg, S: 84.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - **IPCC** (2013): Working Group I contribution to the IPCC Fifth Assessment Report Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers. Genf.
- JENSEN, J., FRANK, T., WAHL, T. & DANGENDORF, S. (2011): Analyse von hochaufgelösten Tidewasserständen und Ermittlung des MSL an der deutschen Nordseeküste. Forschungsinstitut Wasser und Umwelt an der Universität Siegen/Siegen (DEU), S: 337.
- JOISTEN, F. (2016): Wiederherstellung von Küstenvogelbrutgebieten am Beispiel des Riether Werder. 11. Deutsches See- und Küstenvogelkolloquium der AG Seevogelschutz, 19.11.2016, Hamburg.
- JENSEN, J. (Hrsg.) - **KARIUS ET AL.** (2014): ZukunftHallig D: Sedimentologische Untersuchungen auf den Halligen (Universität Göttingen). In: *KFKI-Projekt ZukunftHallig „Entwicklung von nachhaltigen Küstenschutz- und Bewirtschaftungsstrategien für die Halligen unter Berücksichtigung des Klimawandels (ZukunftHallig)“* Siegen (DEU), S. 481–562.
- KLEYER, M. (2015): Landschaftsökologisches Gutachten zur Frage der Aussüßung von Hallig-Salzwiesen nach Erhöhung der Deckwerke. Oldenburg (DEU), S: 51.

- VAN KLINK, R., RICKERT, C., VERMEULEN, R., VORST, O., WALLISDEVRIES, M. F. & BAKKER, J. P. (2013): Grazed vegetation mosaics do not maximize arthropod diversity: Evidence from salt marshes. *Biological Conservation* 164, S: 150–157.
- KLINNER-HÖTKER, B. & PETERSEN-ANDRESEN, W. (2016): Ornithologisches Gutachten Nordstrander Bucht/Beltringharder Koog. Ergebnisse aus den Zählgebieten nördlich der Arlau. Jahresbericht 2016. Integrierte Station Eider-Treene-Sorge und Westküste, S: 75 + Anhang.
- KLOPPER, S. (Hrsg.) - **KOFFIJBERG ET AL.** (2017): Breeding birds, (Autor: K. KOFFIJBERG, J. FRIKKE, B. HÄLTERLEIN, K. LAURSEN, G. REICHERT & L. SOLDAAT). *Wadden Sea Quality Status Report 2017*, Common Wadden Sea Secretariat/Wilhelmshaven (DEU), In Wadden Quality Status Report 2017. Last updated 21.12.2017. Downloaded 04.01.2018. qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/breeding-birds, S: 18.
- KOFFIJBERG, K., FRIKKE, J., HÄLTERLEIN, B., REICHERT, G. & ANDRETTZKE, H. (2016): Breeding birds in trouble: a framework for an action plan in the wadden sea.
- KRUSE, M. (2015): Informationen zum Halligprogramm.
- LANGGEMACH, T. & BELLEBAUM, J. (2005): Prädation und der Schutz bodenbrütender Vogelarten in Deutschland. *Vogelwelt* 126, S: 259–298.
- LKN (2016): Deckwerksverstärkungen 2017 bis 2020. Darstellung der geplanten Verstärkungsmaßnahmen. 20.1.2016, Husum.
- LANDESBETRIEB KÜSTENSCHUTZ, NATIONALPARK UND MEERESSCHUTZ -BAUBETRIEB 2, NORDSTRAND- (Hrsg.) - **LKN.SH** (2014): Ausbau des Buhnensystems an der Südküste der Hallig Gröde Hier: Variantenbetrachtung, überarbeitet Februar 2014.
- MATELSKI, B. - **LKN-SH** (2015): Hochwasserschutz Halligwarften. Präsentation, 21.5.2015, Langeneß.
- LANDESBETRIEB FÜR KÜSTENSCHUTZ, NATIONALPARK UND MEERESSCHUTZ SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) - **LKN.SH** (2016): Baubetrieb 2, Arbeitsplan Regiearbeiten 2017.
- MATELSKI, B. - **LKN-SH** (2017): Ergebnisse der Sicherheitsüberprüfung der Warften auf der Hallig Langeneß II. Präsentation, 24.4.2017, Langeneß.
- LUTZ, K. (2010): Beziehung von Möwen- und Seeschwalbenkolonien zur Landnutzung auf den Halligen Hooge, Gröde und Nordstrandischmoor. Hamburg, S: 35.
- LUTZ, K., SÜDBECK, P., HÄLTERLEIN, B. & STOCK, M. (2003): Die Europäischen Naturschutzrichtlinien: Verpflichtung zur Pflege oder zur freien Sukzession der Salzwiesen an der Nordseeküste? *Vogelkdl. Ber. Niedersachs* 35, S: 91–102.
- MAIER, M. (2014): Managing Mainland Salt Marshes for Breeding Birds. Interactions with Plants, Food and Predation (*Dissertation*). Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg / Oldenburg, 148 S.
- MAIER, M., SCHWIENHEER, J., EXO, K.-M. & STAHL, J. (2010): Vegetation structure of TMAP vegetation types on mainland salt marshes. *Wadden Sea Ecosystem* 26, S: 105–110.
- MANDEMA, F. S., TINBERGEN, J. M., ENS, B. J. & BAKKER, J. P. (2013): Livestock grazing and trampling of birds' nests: an experiment using artificial nests. *Journal of Coastal Conservation* 17/3, S: 409–416.
- MANDEMA, F. S., TINBERGEN, J. M., ENS, B. J. & BAKKER, J. P. (2014): Spatial Diversity in canopy height at Redshank and Oystercatcher nest-sites in relation to livestock Grazing. *Ardea* 101/2, S: 105–112.
- MANDEMA, F. S., TINBERGEN, J. M., ENS, B. J., KOFFIJBERG, K., DIJEMA, K. S. & BAKKER, J. P. (2015): Moderate livestock grazing of salt, and brackish marshes benefits breeding birds along the mainland coast of the Wadden Sea. *The Wilson Journal of Ornithology* 127/3, S: 467–476.
- MELFF (1986): Halligprogramm zur Sicherung und Verbesserung der Erwerbsquellen der Halligbevölkerung im Rahmen des Landschaftspflege und Landwirtschaft, des Küstenschutzes und des Fremdenverkehrs. Kiel, S: 35.
- MINISTERIUM FÜR ENERGIEWENDE, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN - **MELUR** (2013): Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein. Fortschreibung 2012. Kiel.

- MINISTERIUM FÜR ENERGIE, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME - **MELUR** (2015a): Strategie für das Wattenmeer 2100. S: 88.
- MINISTERIUM FÜR ENERGIEWENDE, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (Hrsg.) - **MELUR** (2015b): Jahresbericht 2015 - Zur biologischen Vielfalt Jagd und Artenschutz. Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holsteins/Kiel (DEU), S: 148.
- MINISTERIUM FÜR ENERGIEWENDE, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN / ALLGEMEINE ABTEILUNG / REFERAT V 12 - VERWALTUNGSBEHÖRDE ELER - **MELUR** (2016): Germany - Rural Development Programme (Regional) - Schleswig-Holstein. Programmplanungszeitraum 2014 - 2020.
- MINISTERIUM FÜR ENERGIEWENDE, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME - **MELUR HALLIG-PROGRAMM** (2017): Vertragsnaturschutz; hier: Vertragsmuster „Halligprogramm“;LPLR-Kurzbeschreibung für den Förderzeitraum 2015 - 2020. Stamd 20.03.2017.
- MINISTERIUM FÜR ENERGIEWENDE, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN - **MELUR VERTRAGSNATURSCHUTZ** (2016): „Vertragsnaturschutz“.
- NEUMANN, J. (2016): Ratten auf Norderoog. *Seevögel* 37/4, S: 14–17.
- NOLTE, S., JENSEN, K. & SCHULZE, D. (2018): Untersuchung der Sedimentablagerung auf unterschiedlich gemanagten und exponierten Flächen der Hallig Langeneß. Abschlussbericht.
- NOLTE, S., KOPPENAAAL, E. C., ESSELINK, P., DIJKEMA, K. S., SCHUERCH, M., DE GROOT, A. V., BAKKER, J. P. & TEMMERMAN, S. (2013): Measuring sedimentation in tidal marshes: a review on methods and their applicability in biogeomorphological studies. *Journal of Coastal Conservation* 17/3, S: 301–325.
- OLTMANN, B. (2003): Von der Hellerweide zur Salzwiese - Veränderungen der Brutvogelgemeinschaft in der Leybucht durch die Nutzungsaufgabe. *Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen* 35/2, S: 157–166.
- ABP MARINE ENVIRONMENTAL RESEARCH LTD - **OMREG** (2017): Online Marine Registry (OMReg). URL: „<http://www.omreg.net/view-maps/>“.
- PETERSEN-ANDRESEN, W. (2017): Experiences with predation management in the Beltringharder Koog an other embanked areas. Präsentation, Breeding bird predation management in the Wadden Sea, 8.3.2017, Tönning (DEU).
- PETHICK, J. (2002): Estuarine and tidal wetland restoration in the United Kingdom: policy versus practice. *Restoration Ecology* 10/3, S: 431–437.
- VAN DE POL, M. (2016): Coastal Birds. In: *North Sea Region Climate Change Assessment* (Von: QUANTE, M. & COLIJN, F.). Reihe: Regional Climate Studies, Springer Open, S. 301–306.
- VAN DE POL, M., ENS, B. J., HEG, D., BROUWER, L., KROL, J., MAIER, M., EXO, K.-M., OOSTERBEEK, K., LOK, T., EISING, C. M. & KOFFIJBERG, K. (2010): Do changes in the frequency, magnitude and timing of extreme climatic events threaten the population viability of coastal birds? *Journal of Applied Ecology* 47/4, S: 720–730.
- PRO REGIONE GMBH (Hrsg.) (2009): Monitoring der Salzwiesen und Brutvögel auf den Halligen Hooge, Gröde und Nordstrandischmoor, (Autor: S. PETERSEN, I. SCHALL, K. LUTZ & L. MALLACH), Endbericht. Flensburg, S: 310.
- PRO REGIONE GMBH (Hrsg.) (2011): Monitoring der Salzwiesen auf den Halligen Hooge, Gröde und Nordstrandischmoor, (Autor: S. PETERSEN), Jahresbericht. Flensburg, S: 192.
- REICHERT, G., BUNJE, J., BARTZ, P. & SCHULZE DIECKHOFF, M. (2016): Renaturierung von Sommerpoldern - Strategien, Umsetzung und Ergebnisse zum Brutvogelschutz aus dem Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer. *Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen* 44/2, S: 217–233.
- REISE, K. (2015): Kurswechsel Küste. Was tun, wenn die Nordsee steigt? Wachholtz Verlag - Murmann Publishers/Kiel/ Hamburg.
- RICKERT, C., FICHTNER, A., VAN KLINK, R. & BAKKER, J. P. (2012): a- and b-diversity in moth communities in salt marshes is driven by grazing management. *Biological Conservation* 146, S: 24–31.

- SCHIFFLER, M. & LUTZ, K. (2016): Planfeststellungsverfahren Wiederherstellung der Sollhöhe des Wattsicherungsdammes Festland – Oland – Langeness. Untersuchungen zum Einfluss von Raubsäugetieren auf die Brutvogelbestände Stand 2016. Hamburg (DEU), im Auftrag des Landesbetriebs für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz, Husum., S: 55.
- SCHIFFLER, M. & LUTZ, K. (2017): Trying to keep predators out: Predation and measures on hallig Oland after reinforcing the dam to the mainland coast, SH. Präsentation, Breeding bird predation management in the Wadden Sea, 8.3.2017, Tönning.
- SCHIFFLER, M., LUTZ, K. & KÜHN, A. (2016): Konditionen juveniler Austernfischer auf Hallig Oland in den Jahren 2011-2016. 11. Deutsches See- und Küstenvogelkolloquium der AG Seevogel-schutz, 19.11.2016, Hamburg.
- SCHINDLER, M. (2014): Challenges and perspectives of the North Frisian Halligen Hooge, Langeness and Nordstrandischmoor. Marshland accretion and adaptation capacity to sea-level-rise (*Dissertation*). Georg-August-Universität / Göttingen (DEU), 124 S.
- SCHINDLER, M., KARIUS, V., DEICKE, M. & VON EYNATTEN, H. (2014): Measuring sediment deposition and accretion on anthropogenic marshland – Part I: Methodical evaluation and development. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 151, S: 236–245.
- SCHNEIDER, U. (2004): Der Bisam erobert das Wattenmeer. *Seevögel* 25/4, S: 10–11.
- SCHRADER, S. (2003): Zehn Jahre später - Brutvogelbestände in unterschiedlich beweideten Salzwiesen der schleswig-holsteinische Festlandsküste. *Vogelkd. Ber. Niedersachs* 35, S: 167–172.
- SCHRADER, S. (2017): Trying to keep predators out: Predation and measures on Hallig Oland after reinforcing the dam to the mainland coast, SH. Präsentation, Breeding bird predation management in the Wadden Sea, 8.3.2017, Tönning.
- JENSEN, J. (Hrsg.) - SCHÜTTRUMPF & WÖFFLER (2014): ZukunftHallig B: Risikoanalysen und Entwicklung neuer Küstenschutzkonzepte für die Halligen. In: *KFKI-Projekt ZukunftHallig „Entwicklung von nachhaltigen Küstenschutz- und Bewirtschaftungsstrategien für die Halligen unter Berücksichtigung des Klimawandels (ZukunftHallig)“* Siegen (DEU), S. 129–288.
- SCHWEMMER, P. (2017): Telemetry of foxes and racoon dogs in SH. Präsentation, Breeding bird predation management in the Wadden Sea, 7.3.2017, Tönning.
- MÜLLER, K. & PREKER, A. - SHZ (2017): Die Halligen müssen höher hinaus. *Husumer Nachrichten*.
- STOCK, M. (2011): Patterns in surface elevation change across a temperate salt marsh platform in relation to sea-level rise. *Coastline Reports* 17/3.
- STOCK, M. (2016): Hallig Süderoog - Herzstück im Nationalpark Wattenmeer. Nordfriisk Instituut/Bredstedt, 29 Seiten.
- STOCK, M. & MAIER, M. (2016): Salzwiesenschutz im Nationalpark Wattenmeer - ein Überblick. *Vogelkundliche Berichte aus Niedersachsen* 44.
- STOCK, M., TEENCK, G., GROSSMANN, K. & LINDEMANN, J. (1992): Halligextensivierung: Sind Auswirkungen auf die Vogelwelt erkennbar? *Vogelwelt* 113/1, S: 20–35.
- JENSEN, J. (Hrsg.) - STRACK & JENSEN (2014): ZukunftHallig C: Bewertung vorhandener Küstenschutzsysteme, hydrologisches Monitoring und Datenbereitstellung (LKN Schleswig-Holstein). In: *KFKI-Projekt ZukunftHallig „Entwicklung von nachhaltigen Küstenschutz- und Bewirtschaftungsstrategien für die Halligen unter Berücksichtigung des Klimawandels (ZukunftHallig)“* Siegen (DEU), S. 441–480.
- THORUP, O. & KOFFIJBERG, K. (2016): Breeding success in the Wadden Sea 2009-2012. A review. *Wadden Sea Ecosystem No. 36*, Common Wadden Sea Secretariat/Wilhelmshaven (DEU), S: 52.
- THYEN, S. (2005): Reproduction of Coastal Birds Breeding in the Wadden Sea: Variation, Influencing Factors and Monitoring (*Dissertation*). Carl von Ossietzky Universität Oldenburg / Oldenburg (DEU), 130 S.
- THYEN, S., BARKOWSKI, J., FREUND, H. & OBERDIEK, N. (2010): Klimawandel. Meeresspiegelanstieg und Brutvögel im Wattenmeer: Kenntnisstand und Ausblick. *Vogelkd. Ber. Niedersachs* 41, S: 193–201.

- THYEN, S. & EXO, K.-M. (2005): Interactive effects of time and vegetation on reproduction of redshanks (*Tringa totanus*) breeding in Wadden Sea salt marshes. *Journal of Ornithology* 146, S: 215–225.
- WHITTAKER, R. J. & FERNANDEZ-PALACIOS, J. M. (2006): Island Biogeography. Ecology, Evolution, and Conservation. Oxford University Press/Oxford (UK), 416 Seiten. ISBN: 978-0-19-856612-0.
- WITT, H. (1991): Zur Kenntnis der Säugetierfauna der Westküste sowie der Halligen und Inseln Schleswig-Holsteins (Teil 1). *Schr. Naturwiss. Ver. Schlesw.-Holst* 61, S: 81–124.
- WOLTERS, M., GARBUTT, A. & BAKKER, J. P. (2005): Salt-marsh restoration: evaluating the success of de-embankments in north-west Europe. *Biological Conservation* 123/2, S: 249–268.